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

Titre : Congrès des applications de l'alcool dénaturé. 16 au 23 décembre 1902. Rapports et comptes rendus
Auteur : Lévy, Michel

Mots-clés : Industries chimiques
Description : 1 vol. (372 p.-[5 pl.]) ; 28 cm
Adresse : Paris : Automobile Club de France, 1903
Cote de l'exemplaire : CNAM-BIB 8 De 195

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?8DE195

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 27/9/2012

CONGRÈS

DES APPLICATIONS DE

L'ALCOOL DÉNATURÉ

1902

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° De 195

5e EXPOSITION INTERNATIONALE DE L'AUTOMOBILE
DU CYCLE, DES SPORTS
ET DES APPLICATIONS DE L'ALCOOL DÉNATURÉ

ORGANISÉE PAR

L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE

(SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT)

Du 10 au 25 Décembre 1902

AVEC LE CONCOURS DE

LA CHAMBRE SYNDICALE DU CYCLE ET DE L'AUTOMOBILE
LA CHAMBRE SYNDICALE DE L'AUTOMOBILE
ET LE SYNDICAT DES FABRICANTS DE CYCLES

GRAND-PALAIS (Champs-Elysées)

CONGRÈS

DES APPLICATIONS DE L'ALCOOL DÉNATURÉ

16 AU 23 DÉCEMBRE 1902

Rapports et Comptes Rendus

Publiés sous la direction de

M. MICHEL-LÉVY, Président du Congrès

ET DE

M. GUSTAVE RIVES, Commissaire général, Président du Comité d'Organisatio

PARIS

AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE

1903

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOTHEQUE
DU CONSERVATOIRE NATIONAL
des ARTS & MÉTIERS
N° du catalogue 8° De 195
Estimation : 5 f.
Entrée le 11 Mai 1903.

RAPPORTS ET COMPTES RENDUS

DU

Congrès des Applications de l'Alcool dénaturé

Publiés sous la direction de

M. MICHEL-LÉVY, Président du Congrès

ET DE

M. GUSTAVE RIVES, Commissaire général, Président du Comité d'Organisation

Par les soins de

M. L. PÉRISSÉ, Secrétaire du Congrès

ET DE

M. G. CHAUVEAU, Secrétaire du Commissaire Général

1902

CONFÉRENCES, DISCUSSIONS & DÉLIBÉRATIONS

Sténographiées à la Sténodactyle "Lafaurie"

PAR M. G. NÈGRE ET Mlle PAULE LALANNE

Professeurs à la Société d'Enseignement Moderne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5e EXPOSITION INTERNATIONALE DE L'AUTOMOBILE
DU CYCLE, DES SPORTS
ET DES APPLICATIONS DE L'ALCOOL DÉNATURÉ

Comité d'Organisation :

Président d'honneur : M. **le Baron de ZUYLEN de NYEVELT**, Président de l'Automobile-Club de France ;

Président : M. **Gustave RIVES**, Membre du Conseil d'administration de l'Automobile-Club de France ;

Vice-Présidents :

MM. **le Marquis de DION**, Vice-Président de l'Automobile-Club de France ;

DARRACQ, Président de la Chambre Syndicale du Cycle et de l'Automobile ;

Félix-Maxime RICHARD, Président de la Chambre Syndicale de l'Automobile ;

Georges RICHARD, Président du Syndicat des Fabricants de Cycles.

Membres :

MEMBRES NOMMÉS PAR L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE :

MM.

BALLIF, Président du Touring-Club de France ;
CHASSELOUP-LAUBAT (Comte de) Ingénieur civil ;
DUFAYEL, Industriel ;
FORESTIER (G.), Inspecteur général des Ponts et Chaussées ;
HUET (H.) ;
KNYFF (Chevalier RENÉ DE) ;
LALOGE, ancien Député ;
LA VALETTE (Comte de), Ingénieur des Mines ;
LEHIDEUX-VERNIMMEN (ANDRÉ), Banquier ;
MARTIN DU GARD ;
PIERRON, Vice-Président du Touring-Club de France ;
PRÉVOST, Receveur de rentes ;
RÉCOPÉ (Comte), Ingénieur de la Marine ;
THÉVIN (F.), Éditeur.

MEMBRES NOMMÉS PAR LA CHAMBRE SYNDICALE DU CYCLE ET DE L'AUTOMOBILE :

MM.

ONFRAY, Président d'honneur ;
BOVET, Vice-Président ;
CHAPELLE, Vice-Président ;
VAUZELLE, Industriel, Secrétaire ;
VITAL-BOUHOURS, Industriel, Trésorier ;
BROSSE, Industriel, Membre ;
CREANCHE, Industriel, —
LANGE, Industriel, —
MALICET, Industriel, —

MEMBRES NOMMÉS PAR LA CHAMBRE SYNDICALE DE L'AUTOMOBILE :

MM.

JEANTAUD, Vice-Président ;
MORS (E.), Secrétaire Général ;
PEUGEOT (ARM.), Secrétaire-Archiviste ;
DUCELLIER (G.), Industriel, Membre ;
GOBRON, Constructeur, —
KELLNER, Industriel, —
KRIÉGER, Ingénieur-Électricien, Membre ;
LONGUEMARE, Constructeur, —
MICHELIN, Industriel, —
PARTIN, Fondeur, —
SERPOLLET (LÉON), Ingénieur-Constructeur, —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MEMBRES NOMMÉS PAR LE SYNDICAT DES FABRICANTS DE CYCLES :

MM.	MM.	
COHENDET, Vice-Président ;	CLÉMENT, Industriel,	Membre
HAMMOND, Vice-Président ;	DELACHANAL, Industriel,	—
COUTURIER, Secrétaire ;	LEBELIN, Industriel,	—
CAZES, Trésorier ;		

Commission Exécutive :

Président, Commissaire général : MM. **G. RIVES ;**

Vice-Président, Contrôleur des comptes : **A. BALLIF ;**

Trésorier : **LEHIDEUX-VERNIMMEN ;**

Directeur du Contentieux : **MARTIN DU GARD ;**

Secrétaire : **VAUZELLE ;**

Membres : **RICHARD (Félix-Maxime) ;** **CHAPELLE ;** **JEANTAUD ;** **HAMMOND.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL

DES APPLICATIONS DE L'ALCOOL DÉNATURÉ

1902

Bureau du Congrès :

Président d'Honneur : **M. MOUGEOT,** Ministre de l'Agriculture.

Président du Congrès : **M. MICHEL-LÉVY,** Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines.

Secrétaire : **M. L. PÉRISSÉ,** Ingénieur E. C. P.

PREMIÈRE SECTION. — Automobiles

Président : MM. FORESTIER, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.
Vice-Président : le Comte DE LA VALETTE, Ingénieur des Mines.
Secrétaire : BOYER-GUILLON, Ingénieur des Mines.

DEUXIÈME SECTION. — Moteurs Fixes

Président : MM. LOREAU, Ingénieur E. C. P., Ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
Vice-Président : le Marquis DE CHASSELOUP-LAUBAT, Ingénieur E. C. P.
Secrétaire : CHARVET, Professeur de Génie rural à l'Ecole de Grignon.

TROISIÈME SECTION. — Physique

CHAUFFAGE

Président : MM. VIOLLE, Membre de l'Institut, Maître de Conférences à l'École Normale, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
Vice-Président : LINDET, Professeur de Technologie à l'Institut national agronomique.
Vice-Président adjoint : BARBET, Ingénieur E. C. P., Président de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie de France et des Colonies.
Secrétaire : SILZ, Secrétaire général de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie de France et des Colonies.

ÉCLAIRAGE

Vice-Président : MM. BARBIER, Ingénieur, Président de la Société technique de l'Industrie de l'Alcool.
Secrétaire : LECOMTE, Ingénieur, Secrétaire de la Société technique de l'Industrie de l'Alcool.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUATRIÈME SECTION — Chimie

Président : MM. HALLER, Membre de l'Institut, Professeur de Chimie organique à la Sorbonne.

Secrétaires : ARACHEQUESNE, Ingénieur E. C. P.
BOULANGER, Chimiste.

CINQUIÈME SECTION. — Questions Économiques

Président : MM. VIGER, Sénateur, ancien Ministre.

Vice-Président : Fernand DAVID, Député de la Haute-Savoie.

Secrétaires : René DAUCHEZ.
SIDERSKY, Ingénieur-Chimiste.

Commissaire général : **M. Gustave RIVES,** Président du Comité d'organisation.

Secrétaire du Commissaire général : **M. Gustave CHAUVEAU,** Ingénieur E. C. P.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comité de Patronage :

Président d'honneur : **M. MOUGEOT,** Ministre de l'Agriculture.

Membres d'Honneur :

MM. **Jean DUPUY,** Sénateur, ancien Ministre ;
VIGER, Sénateur, ancien Ministre ;
DELOMBRE, Député, ancien Ministre ;
DOUMER, Député, ancien Ministre.

Membres :

MM. **VASSILLIÈRE,** Directeur de l'Agriculture au Ministère de l'Agriculture ;
DABAT, Directeur de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture ;
D'ARENBERG (Prince), Membre du Comité de l'Automobile-Club de France ;
BAUDRY, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée ;
BODIN, Ingénieur E. C. P., Président de la Société des Ingénieurs civils de France ;
BOURDON, Ingénieur E. C. P., Professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures ;
DU BOUSQUET, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie des Chemins de fer du Nord ;
DUBOŸS, Directeur du Service des Messageries postales ;
EGROT, Ingénieur-Constructeur, Membre du Comité supérieur de l'Agriculture ;
FAMECHON, Attaché au Ministère de l'Agriculture ;
FARCOT (AUGUSTIN), Ingénieur-Constructeur ;
GOBRON, Industriel ;
HANICOTTE, Président de la Chambre syndicale des Distillateurs agricoles de la région du Nord ;
HÉRISSON, Ingénieur, Professeur à l'Institut national agronomique ;
HOSPITALIER, Ingénieur E. C. P., Professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris ;
le Général LAMBERT, ancien Directeur de la Section technique de l'Artillerie, Président de la Commission militaire des Automobiles ;
LEPRÊTRE, Industriel ;
LONGUEMARE, Industriel ;
NOBLEMAIRE, Directeur de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée ;
PETIT, Président du Syndicat de la Distillerie agricole ;
POLLARD, Directeur de l'École d'application du Génie maritime ;
le Colonel RENARD (LOUIS), Directeur de l'Établissement militaire aérostatique de Chalais, à Meudon ;
le Commandant RENARD, Sous-Directeur de l'Établissement militaire aérostatique de Chalais, à Meudon ;
RICHEMOND, Ingénieur-Constructeur ;
SARTIAUX, Ingénieur en chef de l'Exploitation de la Compagnie des Chemins de fer du Nord ;
SAUVAGE, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École nationale des Mines ;
SOLACROUP, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans ;
TRILLAT, Docteur ès-sciences, Directeur du Laboratoire d'analyses de l'Institut Pasteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL

DES APPLICATIONS DE L'ALCOOL DÉNATURÉ

1902

Comité Exécutif :

Le Président du Congrès ;
Les Membres du Bureau du Comité d'Organisation de l'Exposition ;
Les Membres de la Commission exécutive de l'Exposition ;
Le Secrétaire du Congrès ;
Le Secrétaire du Commissaire général.

RÈGLEMENT

Article premier. — Un Congrès international des Applications de l'Alcool dénaturé s'ouvrira, à Paris, le 16 décembre 1902, et sera clos le 23 du même mois.

Son but, scientifique et pratique, est de réunir, au moment de l'Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports, ceux qui, dans tous les pays, s'intéressent à la vulgarisation des emplois de l'alcool.

Art. 2. — Le Congrès se compose de membres français ou étrangers, qui auraient fait acte d'adhésion, et versé, au préalable, une somme de Dix francs.

Le Comité exécutif se réserve le droit de refuser toute demande d'adhésion qui ne serait pas suffisamment justifiée.

Art. 3. — Le Congrès est dirigé par le Comité exécutif et le Bureau. Le Bureau est chargé de toutes les mesures nécessaires à la préparation et au fonctionnement du Congrès, sauf réserve d'en référer au Comité exécutif.

Il préside à la séance générale d'ouverture et à celle de clôture ; il règle l'ordre des séances, recueille et publie les travaux du Congrès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ART. 4. — Le Congrès se divisera en sections, savoir :

PREMIÈRE SECTION. — AUTOMOBILES.

Fonctionnement des moteurs en cours de route ; consommation.
Régularité, facilité et sûreté de l'allumage et de la mise en train.
Refroidisseurs, graissage.
Construction de l'automobile ; entretien, réparations.
Promptitude et sûreté de l'arrêt.
Facilité de direction, stabilité, confortable, etc.

DEUXIÈME SECTION. — MOTEURS FIXES.

Utilisation de l'alcool.
Quantité d'alcool employé.
Régularité, fonctionnement à différentes pressions et à différentes vitesses.
Construction, économie d'entretien, dépense du graissage du moteur.

ART. 6. — Deux assemblées générales au moins auront lieu : l'une, le jour de l'ouverture ; l'autre, le jour de la clôture.

Elles seront consacrées aux discours d'usage, aux votes réglementaires à émettre et à des conférences dont le titre et les auteurs seront choisis par le Comité exécutif.

ART. 7. — Le Congrès tiendra séance chaque jour, soit en assemblée générale, soit en réunions de sections.

ART. 8. — Les travaux de sections sont réglés par leur Bureau d'après le programme établi par le Comité exécutif et dans la forme habituelle aux assemblées scientifiques et délibérantes.

La liste des rapports, communications et discussions devra être remise, le jour même, aux secrétaires des sections.

Les membres du Bureau des Assemblées et des Sections sont désignés par le Comité exécutif.

Il leur est adjoint des membres étrangers, sur proposition du Comité exécutif.

ART. 9. — Les diverses langues étrangères pourront être employées dans les communications et discussions.

Pour les langues les plus communément parlées, telles que : l'allemand, l'anglais, l'espagnol, l'italien et le russe, des interprètes spéciaux seront, autant que possible, attachés aux sections. Les rapports publiés le seront en langue française ainsi que le compte rendu officiel des travaux du Congrès.

ART. 10. — Dans son Assemblée générale de clôture, le Congrès procèdera au vote des résolutions proposées au cours des travaux de sections (1).

Paris, le 14 Novembre 1902.

LE COMMISSAIRE GÉNÉRAL,
PRÉSIDENT DU COMITÉ D'ORGANISATION :

Gustave RIVES.

(1) Cette disposition du Règlement a été rapporté par le Comité exécutif, avant l'ouverture des opérations du Congrès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Délégués :

France

Ministère de l'Agriculture : MM. DE LAPPARENT, Inspecteur général de l'Agriculture;
— COMON, Inspecteur de l'Agriculture;
Délégué des Postes : M. DUBOŸS, Directeur du Service des Messageries postales.

Portugal

Ministère de l'Agriculture : M. le Colonel DU BOCAGE;
M. J. DE SÉGUIER, Consul général du Portugal, Agent commercial près la Légation à Paris;
M. PELLEN, Capitaine d'artillerie, Armée portugaise.

Italie

M. le Chevalier PESCE, Conseiller technique de l'Ambassade d'Italie à Paris.

Chili

M. SOTOMAYOR, Chargé d'études du Gouvernement chilien.

Pérou

M. E. PAULET, Ingénieur-Chimiste.

Touring-Club de France : M. GARIEL, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Membre de l'Académie des Sciences.

Syndicat de la Distillerie agricole : M. SIDERSKY, Secrétaire.

Union syndicale des Usines de Carbonisation des Bois : M. A. PAGIS, Président.

Syndicat central du Commerce en Gros des Liquides de Seine-et-Marne : M. MEYER, Président.

Compagnie Parisienne du Gaz : M. LÉVY, Chef de service.

Chambre syndicale des Dénaturateurs d'Alcool : M. VOITURIEZ, Président.

Syndicat des Courtiers de Lille : M. SERATSKY, Secrétaire.

Chambre de Commerce des Vins en Gros : M. PETIT, Président.

Automobile-Club de Nice : M. GONDOIN, *Président.*
— *du Périgord :* M. DE FAYOLLE, Président.
— *de Tours :* M. L'HUILLIER, Secrétaire.
— *de Marseille :* M. DE FARCONNET, Président.
— *de l'Aube :* M. LANGE, Président; M. BONBON, Vice-Président.

Compagnies du Gaz de Nancy et de Rennes : LEURS DIRECTEURS.

Société d'Agriculture de Meaux : M. BÉNARD, Président.
— *de Senlis :* M. MARTIN, Président.

Automobile-Club d'Allemagne : M. E. REISS.

Automobile-Club de Florence : M. CAPPELLINI, Vice-Président.

Association Générale Automobile : M. CHAIX, Membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. LÉON MOUGEOT

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

Président d'Honneur du Congrès des Applications de l'Alcool dénaturé (Décembre 1902)

M. LÉON MOUGEOT, Député, Ministre de l'Agriculture, a bien voulu accepter la présidence d'honneur du Congrès de l'Alcool, qui a tenu ses assises au Grand-Palais des Champs-Elysées, sous les auspices de l'Automobile-Club de France.

M. MOUGEOT est un esprit actif, ouvert à toutes les idées de progrès; il s'est toujours intéressé aux questions de l'industrie automobile. — C'est à lui que l'on doit la bicyclette et ensuite l'automobile dans les services de transports postaux. Comme Sous-Secrétaire d'Etat, rompant avec la routine, il n'a pas craint d'introduire dans les rouages compliqués de l'Administration française des innovations dont la trace restera longtemps après son passage rue de Grenelle.

On l'a vu, négligeant les critiques non justifiées, poursuivre son œuvre avec confiance et couvrir le sol français de ce merveilleux réseau de fils téléphoniques dont il a quintuplé l'importance.

En passant au Ministère de l'Agriculture, M. MOUGEOT a apporté à la réorganisation des divers services, la même énergie, le même esprit d'initiative. — C'est ainsi qu'il a étudié avec compétence les questions les plus délicates telles que la culture intensive, le remembrement de la propriété et les améliorations forestières. Il a remanié et établi sur de nouvelles bases l'importante Direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles et viticoles.

En acceptant la présidence d'honneur du Congrès de l'Automobile-Club de France, M. MOUGEOT a tenu à affirmer l'intérêt qu'il porte aux questions des utilisations de l'alcool dénaturé, et l'appui de sa haute intelligence, de sa puissante volonté, est certainement acquis à la défense des intérêts de l'industrie de l'automobile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS

DES

APPLICATIONS DE L'ALCOOL DÉNATURÉ

SEANCE D'OUVERTURE

Le 17 décembre 1902, à 2 heures 1/2, dans la salle des conférences du Congrès, luxueusement aménagée par les soins de M. le Commissaire général de l'Exposition, a eu lieu la séance d'ouverture du Congrès des Applications de l'Alcool dénaturé, sous la présidence de M. MICHEL-LÉVY, Membre de l'Institut, Président du Congrès.

M. le Ministre de l'Agriculture, qui avait bien voulu accepter de venir présider cette inauguration, étant retenu à la chambre par la grippe, avait délégué, pour l'excuser, M. VASSILIÈRE, Directeur de l'Agriculture.

Avaient pris place au Bureau: MM. JEAN DUPUY et VIGER, anciens Ministres de l'Agriculture; PAUL DELOMBRE, ancien Ministre du Commerce et de l'Industrie ; DOUMER, président de la Commission du Budget ; BERTEAUX, rapporteur de ladite Commission; MM. VIOLLE et HALLER, Membres de l'Institut; G. RIVES, Président du Comité d'organisation; LOREAU, ancien Président de la Société des Ingénieurs Civils de France; FORESTIER, Inspecteur général des Ponts-et-Chaussées; les Membres de la Commission exécutive de l'Exposition; les Membres des Comités de patronage et d'organisation du Congrès; les Secrétaires du Congrès.

Une assistance très nombreuse de Congressistes et d'invités remplissait la salle.

M. MICHEL-LÉVY a donné d'abord la parole à M. VASSILIÈRE, Directeur de l'Agriculture.

Discours de M. VASSILIÈRE

Messieurs,

M. MOUGEOT, Ministre de l'Agriculture, se proposait hier encore, comme il l'avait promis à l'éminent et distingué Commissaire Général de cette Exposition, M. RIVES, d'ouvrir l'intéressant Congrès que nous devons à l'heureuse initiative de l'Automobile-Club de France.

Mais une violente attaque de grippe l'a mis dans l'impossibilité de venir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aujourd'hui, parmi vous, témoigner par sa présence l'intérêt qu'il porte à l'œuvre que vous allez entreprendre.

M. Mougeot m'a confié la mission, non pas de le remplacer, mais de vous exprimer ses regrets, et de vous dire qu'il se propose de se consacrer à la cause de l'alcool industriel avec l'énergie, dont il a donné la preuve, en améliorant le service du Sous-Secrétariat des Postes et Télégraphes, et en particulier les services téléphoniques, dont il a pendant l'espace de quatre années quintuplé le réseau.

M. le Ministre compte, Messieurs, sur votre concours éclairé pour étudier le problème difficile des emplois industriels de l'alcool, et il espère que vous voudrez bien le seconder pour en trouver la solution, au cours d'une manifestation similaire qu'il se propose d'organiser à l'époque du prochain Concours général agricole de Paris.

Il y a tout lieu d'espérer que les intéressants travaux auxquels vous allez procéder, permettront de poser, au mois de mars, des conclusions sagement étudiées qui seront certainement appréciées et bien accueillies.

Discours de M. MICHEL-LÉVY

Messieurs,

L'utilisation de l'alcool industriel soulève les problèmes les plus intéressants et les plus variés, au triple point de vue de la place que ce liquide combustible occupe parmi les générateurs d'énergie, de chaleur et de lumière, de la façon rationnelle de l'employer dans chaque cas, enfin de l'intérêt économique que sa consommation croissante peut avoir pour les nations essentiellement agricoles.

La découverte de l'équivalent mécanique de la chaleur, à laquelle est indissolublement lié le nom glorieux de Sadi Carnot, nous a familiarisés avec la notion que le travail, développé par les machines motrices de l'industrie, la chaleur et la lumière sous toutes les formes, celles du soleil et du foyer domestique, celles de l'arc électrique et de la lampe familiale, sont des manifestations multiples d'une seule et même cause.

Grâce à cette synthèse scientifique, les sources d'énergie, de chaleur et de lumière que la nature met à notre disposition, se classent en quelques grandes catégories, instructives à étudier.

C'est en somme à la chaleur et à la lumière solaires qu'il faut rapporter les manifestations de la vie végétale, grâce auxquelles les plantes fixent, sous forme combustible, le carbone et l'hydrogène provenant de l'acide carbonique de l'air, qui en imprègne les feuilles, et de l'eau, qui en baigne les racines. Le bois, la houille, les huiles végétales, rentrent sans détour dans cette grande catégorie des combustibles dus à l'action du soleil sur la vie végétale. L'alcool en dérive, puisqu'il provient en somme d'une nouvelle action vitale, celle d'une fermentation, sur des produits, tels que le sucre et le glucose, rentrant directement dans cette même catégorie.

Une notable partie des huiles de naphte se rapporte à la même source d'énergie : nous voulons parler de celles qui proviennent de la distillation métamorphique de matières végétales ou animales fossiles, profondément enfouies dans les couches de l'écorce terrestre.

Mais, à côté de cette bienfaisante action du soleil, à qui nous devons en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

outre la vie, il nous faut reconnaître que le globe terrestre, qui nous sert d'habitation, participe aussi à l'alimentation des réservoirs d'énergie auxquels nous avons recours: d'abord, c'est dans son atmosphère que nous trouvons une provision inépuisable d'oxygène,c'est-à-dire du comburant nécessaire à l'utilisation de nos combustibles; en outre, la matière propre du globe terrestre peut être comparée, en profondeur, à une sorte de bouton de fer impur, chargé de carbone; les fumerolles volcaniques qui circulent dans ses fissures contiennent ce carbone à l'état d'acide carbonique ou de carbure d'hydrogène; tel carbure métallique, attaqué par l'eau, donne de véritable pétrole.

Ainsi une grande partie des naphtes et des asphaltes naturels, et tout l'acide carbonique primitif de l'atmosphère nous paraissent dus à l'évolution de notre propre globe, et c'est un cercle vicieux de les rapporter exclusivement aux manifestations de la vie organique, qui elle-même en a eu besoin dès l'origine.

Parmi ces divers produits, docilement asservis à nos besoins, nous avons eu surtout recours jusqu'à présent au bois et aux combustibles fossiles, houille, huiles minérales, qui ont industriellement supplanté le charbon de bois et les huiles végétales; bien que nous ayons à notre disposition la provision, mille fois séculaire, accumulée durant les périodes géologiques dans les entrailles de la terre, nous nous y prenons de telle sorte qu'on peut bien dire que nous mangeons notre blé en herbe: la consommation mondiale annuelle en houille est actuellement de 760 millions de tonnes de 1.000 kilogrammes, et l'accroissement annuel moyen de 4,4 pour 100 ; la consommation du naphte atteint 19 millions de tonnes, et l'accroissement annuel est supérieur à celui de la houille et se chiffre par 5,5 pour cent. Ces nombres formidables donnent une belle idée des besoins que nous nous sommes créés et auxquels ne suffiront pas toujours les réserves accumulées des siècles passés, que nous usons sans nous souvenir qu'elles ne se reproduisent pas.

Sans doute le problème sera plus aigu pour nos petits-neveux que pour nous-mêmes; mais dès à présent il se produit tout au moins des déplacements intéressants des principaux centres de production. Il y a dix ans, l'Angleterre tenait la tête des producteurs de houille; actuellement elle rétrocède devant les Etats-Unis; ces derniers étaient les grands producteurs du naphte : l'épuisement des gisements de Pennsylvanie et la découverte de nouveaux gisements au pied du Caucase placent maintenant en tête la Russie.

Il est donc prudent de ne pas fermer les yeux sur cette nécessité inéluctable de l'épuisement progressif, si lent qu'on veuille le supposer, de nos combustibles minéraux. Les ressources pratiques qui nous aideront à y suppléer sont d'une part les chutes hydrauliques, avec l'aménagement électrique que comporte le transport de leur énergie à grande distance; d'autre part les produits annuels de nos forêts et de notre agriculture.

C'est parmi ces produits que se range l'alcool industriel, et les concours récents nous le montrent capable de lutter, dès à présent, dans les conditions économiques créées par les droits de douane, avec les huiles et les essences minérales. On conviendra que le problème est intéressant, si l'on réfléchit que le monde entier est tributaire de deux pays seulement pour les dix-neuf-vingtièmes des naphtes consommés annuellement.

Avant de spécifier le but auquel le Congrès doit consacrer ses efforts, nous voudrions convaincre les incrédules que le résultat désirable, qui consiste d'une part à augmenter nos ressources naturelles, d'autre part à nous affranchir d'un tribut annuel considérable, portant sur une matière première

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que notre sol ne produit pas, peut être pratiquement atteint et n'est nullement chimérique. Il nous suffit, pour y parvenir, de jeter les yeux sur notre propre situation et sur celle de nos voisins immédiats. Nous consommons annuellement trois millions d'hectolitres de pétrole lampant, six cent mille d'essence, deux cent cinquante mille d'alcool industriel ; nos voisins les Allemands ont atteint une consommation de douze cent mille hectolitres d'alcool industriel. C'est, toute proportion gardée, de trois à quatre fois plus que nous, par habitant. Nous devrions d'abord les imiter et remplacer ainsi une partie du pétrole que nous consommons, au lieu de nous en tenir à la modeste proportion actuelle ; nous demandons à nos sections compétentes de nous fixer sur les moyens propres à nous permettre de suivre cet exemple encourageant.

Aussi bien, les récents Concours de l'Alcool, et notamment ceux que le Ministère de l'Agriculture a si intelligemment organisés l'année dernière, avec l'appui de l'Automobile-Club et du Touring-Club de France, et auxquels il m'a fait l'honneur de m'appeler comme Président, ont commencé à nous initier aux résultats déjà acquis et à nous préparer aux questions à résoudre ; l'alcool présente quelques avantages précieux qu'il faut mettre en tête de son actif : il s'éteint par dilution dans l'eau ; il s'applique avec la plus grande facilité aux procédés d'éclairage par incandescence et de chauffage à la flamme bleue ; sa combustion développe une odeur agréable ; il se mélange facilement, en toute proportion, à la benzine, produit abondant de la fabrication du gaz d'éclairage et du coke. Cette dernière propriété permet de relever économiquement le pouvoir calorique de l'alcool, un peu faible pour la production de l'énergie mécanique. D'ailleurs il ne faut pas oublier que l'alcool a une densité sensiblement supérieure à celle de la gazoline, ce qui diminue, à volume égal, la différence de pouvoir calorifique des deux liquides.

En somme, les deux derniers Concours du Ministère de l'Agriculture, si soigneusement surveillés et contrôlés, ont établi qu'aux prix de la fin de l'année 1901, la lampe à incandescence à alcool fournit la carcel-heure à un prix notablement inférieur à celui de la lampe à pétrole ordinaire. Quant à la tonne kilométrique des automobiles, l'alcool carburé à 50 % de benzine comparé à la gazoline, la fournissait meilleur marché de un septième dans Paris, et presque à égalité de prix en rase campagne.

Il vous appartiendra, Messieurs, d'étudier de près ces résultats, d'en faire ressortir et d'en compléter les enseignements, en un mot de nous fournir les éléments exacts et approfondis de l'état des principales questions techniques et économiques qui concernent les emplois de l'alcool industriel.

Si vous remplissez ce programme, comme nous avons de bonnes raisons de n'en pas douter, vous ferez à la fois œuvre d'intérêt général en contribuant à enrichir l'humanité d'une source indéfiniment renouvelable de chaleur, de lumière et d'énergie, et surtout patriotique, car la France est une nation essentiellement agricole, et tout ce qui peut aider aux productions de son sol, fécond entre tous, doit nous passionner et nous réunir dans un effort commun.

Il me reste, Messieurs, à remercier en votre nom le Gouvernement de la République, et particulièrement, Monsieur le Ministre de l'Agriculture, de bien vouloir seconder et patronner notre Congrès. Nous savons tous que l'appui gouvernemental nous est acquis avec évidence, pour les raisons si simples et si péremptoires que nous avons énumérées ; seulement cet appui s'exercera dans un sens intelligent et efficace : nous en avons pour garants le passé tout récent des Concours officiels et les encouragements de Monsieur le Ministre de l'Agriculture.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En terminant, j'ai l'agréable devoir de souhaiter la bienvenue à nos distingués collaborateurs étrangers, et de remercier à l'avance nos éminents présidents de sections : MM. VIOLLE et HALLER, Membres de l'Institut, LOREAU FORESTIER, de leur précieux concours, ainsi que notre dévoué Commissaire Général de sa féconde activité. Je remercie aussi en votre nom, Messieurs les Membres du Parlement qui ont bien voulu honorer de leur présence notre séance d'ouverture : M. JEAN DUPUY, qui a organisé l'année dernière ces concours si appréciés des automobilistes ; M. DOUMER, président de la Commission du budget ; M. DELOMBRE, vice-président ; M. BERTEAUX, rapporteur général de la Commission du budget ; et surtout M. le sénateur VIGER qui a bien voulu accepter la présidence de la Section d'Economie.

M. le Président a alors déclaré le Congrès ouvert, et a indiqué le programme des travaux des différentes Sections :

PROGRAMME DES TRAVAUX DU CONGRÈS

1° Communications.

Mercredi 17 Décembre. — 1re SECTION. — AUTOMOBILES.

MM. LEFER : De la roue.
LEMOINE : Généralités sur les essieux et les ressorts.
BOCANDÉ : Organes de transmission de la voiture automobile.
M. ARMENGAUD : Changements de vitesse.

Jeudi 18 Décembre. — 2e SECTION. — MOTEURS FIXES.

M. CHAUVEAU : Contribution à la théorie des moteurs à alcool.

4e SECTION. — CHIMIE.

MM. BOULANGER : Action chimique de l'Alcool sur les Métaux.
ARACHEQUESNE : L'Alcoolène.

Vendredi 19 Décembre. — 3e SECTION. — ÉCLAIRAGE-CHAUFFAGE.

MM. DENAYROUZE : Le grand débouché de l'Alcool assuré par l'éclairage.
CHALMEL : Eclairage à flamme libre par l'Alcool carburé.
P. BESSON : Présentation de la lampe LEBLANC.

5e SECTION. — QUESTIONS ÉCONOMIQUES.

MM. VIGER : Discours d'ouverture.
ARACHEQUESNE : Prix de revient de l'alcool. Dénaturation.

1re et 2e SECTIONS. — AUTOMOBILES et MOTEURS FIXES.

MM. TURGAN : Moteurs à vapeur.
KRIEGER : Moteurs électriques.
FORESTIER : Moteurs à mélange tonnant.
Colonel RENARD : Frein dynamométrique.

Samedi 20 Décembre. — 1re et 2e SECTIONS. — AUTOMOBILES et MOTEURS FIXES.

MM. BUTIN : Pompes de refroidissement.
BENABENQ : Refroidisseurs et radiateurs.
PÉRISSÉ et DE LA VALETTE : Les carburateurs à alcool.
STERN : De la carburation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dimanche 21 Décembre. — 5e Section. — QUESTIONS ÉCONOMIQUES.

MM. Sidersky : Organisation des Syndicats de l'Alcool en Allemagne.
Blondel : Formalités pour la vente et le transport de l'alcool.
Douge : L'alcool appliqué aux industries chimiques.

Lundi 22 Décembre. — 4e Section. — CHIMIE.

MM. Trillat : Des transformations de l'alcool.
Girardville : Propriétés des mélanges alcool-acétylène.
Durupt : Nouveau procédé de dénaturation.

5e Section. — QUESTIONS ÉCONOMIQUES.

MM. Beauvais : Vulgarisation de l'emploi de l'alcool industriel dans l'Yonne.
Baillet : Conférences populaires sur l'alcool.
Seratsky : Statistique de trente années.

1re et 2e Sections. — AUTOMOBILES et MOTEURS FIXES.

MM. Serpollet : Chauffage des générateurs par l'alcool.
Brillié : Transports industriels par l'alcool.
Lumet : Organisation du laboratoire de l'A. C. F.
Walker : Amélioration du diagramme du moteur.

Mardi 23 Décembre.

Séance de clôture.

2e Conférences.

Jeudi 18 Décembre.

MM. Hospitalier : Appareils pour l'étude des moteurs à grande vitesse.
Lindet : L'éclairage et le chauffage par l'alcool.

Vendredi 19 Décembre.

MM. Arachequesne : Emplois industriels de l'éther.
Barbet : Organisation de l'éclairage public et des grands éclairages privés par l'alcool.

Samedi 20 Décembre.

MM. Barbier : Historique de l'éclairage à l'alcool en France.
Lecomte : Le luminaire à travers les âges.

Dimanche 21 Décembre.

MM. G. Chauveau : Le moteur à alcool.
Forestier : La roue à travers les âges.

Lundi 22 Décembre.

MM. Silz : L'alcool concurrent des autres combustibles.
Mamelle : Les épreuves automobiles du Ministère de l'Agriculture.
Lecomte : Question économique de l'Alcool.

Chaque jour les sections se réuniront dans des salles différentes, le matin de préférence pour entendre les communications, étudier et discuter les différentes questions soumises à leur examen.

M. le Président rappelle que les Congressistes peuvent se grouper suivant leurs connaissances en sections correspondant aux cinq spécialités : Automobiles, Moteurs, Physique (Eclairage et Chauffage), Chimie et Questions Economiques. Les présidents des deux premières sections ont manifesté le désir de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tenir certaines séances communes pour discuter les questions qui se rapportent simultanément à chacune d'elles.

M. le Président annonce que la première section va tenir à 4 heures une séance dans la salle D des Commissions.

Les conférences auront lieu chaque après-midi dans la grande salle, en général à 2 heures et à 4 heures. M. le Commissaire Général GUSTAVE RIVES, qui a bien voulu mettre à la disposition des Congressistes des cartes d'entrée à l'Exposition, reçoit l'assurance de notre gratitude pour cette gracieuse mesure.

La séance est levée à 3 heures 45.

SEANCE DE CLOTURE

Le 23 décembre 1902, à 2 h. 1/2, a eu lieu la séance de clôture du Congrès sous la présidence de M. MICHEL-LÉVY, Président.

M. LE PRESIDENT. — Messieurs, nous allons ouvrir la séance. M. FORESTIER s'est excusé d'arriver en retard, les autres Présidents de sections sont présents.

Je vais donner la parole, en l'absence de M. FORESTIER, Président de la 1re Section, à M. VIGER, qui a bien voulu présider avec le talent que vous savez la Section d'Economie. Il a des choses très intéressantes à nous dire.

M. VIGER. — Messieurs, je ne m'attendais pas à être obligé de tenir séance pour faire un rapport sur l'ensemble des questions économiques traitées dans la 5me Section. Je vous prie donc de m'excuser si je ne vous lis pas un rapport écrit, et partant complet. Je vous demande simplement la permission de rendre compte verbalement des travaux de la 5me Section et des résolutions adoptées à la suite des communications des différentes personnes qui ont lu des mémoires.

M. MICHEL-LEVY. — Vous savez qu'il y a une décision du Comité d'organisation qui modifie un des articles du règlement relatifs aux vœux; il a été décidé que nous n'émettrions pas de vœux.

M. VIGER. — Monsieur le Président, je ne demanderai pas le vote des résolutions ni des vœux arrêtés dans la 5me Section; il me semble cependant que lorsqu'on a lu des mémoires, discuté sur les conclusions de ces communications pendant des séances aussi laborieuses et, permettez-moi de le dire, aussi remplies que celles de notre section, il est bien permis de faire connaître les solutions qui ont réuni la majorité des suffrages. Et ce sont ces renseignements que je donne, mais simplement en indiquant que ce seraient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les vœux que nous adopterions si nous en avions à formuler. Supposons que ce ne sont pas des vœux, n'est-ce pas?

M. MICHEL-LEVY. — Le règlement sera à peu près respecté.

M. VIGER. — D'ailleurs le mot n'est pas nouveau, il a déjà fait fortune ; je tourne la loi, donc je la respecte (*Rires*).

Discours de M. VIGER

Messieurs,

Lorsque nous avons inauguré les travaux de la 5me Section, j'ai eu soin en quelques mots d'indiquer dans quelles conditions nos études devaient s'effectuer. Afin de déblayer le terrain sur lequel nous devions évoluer, j'ai dit que nous n'avions pas à nous occuper des questions actuellement posées devant le Parlement n'ayant nullement l'intention d'empiéter sur les prérogatives de nos législateurs, j'ai indiqué notamment que nous n'avions pas à nous occuper du régime fiscal des pétroles, de la question très brûlante des bouilleurs de cru et de celle non moins délicate de la taxe différentielle sur les alcools : laissant aux Alexandre du Parlement le soin de dénouer s'ils le peuvent, ou de trancher s'ils le veulent, le nœud gordien que forment toutes ces questions. J'ai expliqué que nous étions une réunion devant s'occuper des faits économiques se rapportant à la production, à la consommation, ainsi qu'à la circulation de l'alcool dénaturé, et que nous devions nous occuper de l'alcool dénaturé, seulement. Une fois ces principes posés nous avons passé à l'examen des différents mémoires qui nous étaient présentés.

Dans notre première séance, nous avons entendu une étude des plus intéressantes de M. Arachequesne, qui a traité des prix de revient de l'alcool suivant les différentes sources de production. Il en a déduit le coût de la dénaturation par une formule très élégante, qui a occupé quelque temps le tableau noir sous la forme d'un calcul algébrique, auquel il a su donner une forme assez attrayante pour intéresser même ceux qui n'étaient pas mathématiciens. Et, c'est à la suite de cette communication que, sans entrer dans le vif de la question, la Section a demandé la réduction de la quantité de méthylène employé pour la dénaturation, estimant qu'un produit qui diminue le pouvoir éclairant et la faculté calorique de la substance qu'il sert à dénaturer, qui se vend à un prix plus que double de cette susbtance, ne pouvait être mis à dose massive dans ce produit, qu'il était nécessaire de le diminuer dans des proportions assez notables pour que le prix de revient ne fût pas augmenté et que la Régie de son côté eût un moyen de reconnaître la présence de son dénaturant dans le produit qu'elle désire soustraire à la fraude. Tel est le premier principe posé, et, comme vous le voyez, Monsieur le Président, nous avons tenu compte des indications qui nous avaient été données. Nous n'avons pas entendu formuler une résolution ferme : nous demandons simplement la réduction de la quantité de méthylène.

On nous a également signalé un certain nombre de formalités telles que des droits d'analyse qui sont imposés au dénaturateur d'alcool. Ces droits constituent beaucoup moins des règlements de garantie que des frais supplémentaires absolument inutiles, au moins en grande partie, et grevant encore le produit. Voilà pourquoi la Section a demandé très instamment au Gouvernement de vouloir bien étudier la suppression d'une partie des formalités qui ne sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas nécessaires et qui augmentent encore le prix de revient de l'alcool dénaturé.

Nous devions à la 5me Section accomplir une œuvre double; d'une part, nous avions à nous occuper de l'intérêt du consommateur, auquel il faut fournir au prix le moins élevé possible, afin de répandre l'emploi de l'alcool dénaturé, un produit destiné aux usages industriels et domestiques, et d'autre part, nous avions à nous préoccuper du producteur qui a bien le droit de vivre de son travail. C'est cette double face du problème que nous avons eu à envisager, de sorte que nous avons demandé à l'Etat de réduire le plus possible les frais accessoires, tant pour le dénaturant, que pour les formalités imposées, et cela, de façon à garder encore dans une large mesure le moyen de reconnaître la fraude si elle se produisait.

Dans la deuxième séance, nous avons entendu une communication très nourrie de faits, de la part d'un homme qui parle savamment de choses qu'il connaît, M. Sidersky nous a fait le tableau de l'organisation syndicale en Allemagne, de tout cet ensemble de réglementations et de groupements qui ont permis à cette nation d'augmenter dans des proportions colossales — je crois qu'ils sont aujourd'hui à plus de 1.100.000 hectolitres — l'emploi de l'alcool dénaturé, tandis que nous sommes encore à 251.000 hectolitres. De ce dernier chiffre il faut déduire certaines quantités d'alcool employé pour la fabrication de l'acide acétique, pour la préparation de l'éther, ou encore pour les produits chimiques, quantités qui sont dénaturées d'une autre manière qu'avec le méthylène, ce qui donne en France environ 180.000 hectolitres d'alcool dénaturé employé pour produire l'énergie, l'éclairage et la chaleur.

Quand on compare avec l'Allemagne, on se demande si véritablement, nous ne pourrions pas décharger le marché des alcools en France de plus de cinq cent mille hectolitres ce qui, certainement permettrait au producteur d'eau-de-vie de vin de vendre plus avantageusement sa récolte. Je me permets de le dire devant les Membres du Parlement ici présents, je crois que nous trouverions ainsi le moyen de solutionner cette question d'une manière beaucoup plus judicieuse que par celle qui consiste à taxer les alcools de droits différentiels suivant leur source de production.

A la suite de la communication de M. Sidersky, une discussion des plus intéressantes s'est engagée entre les membres présents. On a, de nouveau, émis le vœu, ou plutôt on a de nouveau exprimé le désir de voir diminuer la quantité de méthylène employé à la dénaturation. Ensuite, un certain nombre de praticiens présents se sont plaints que les 500 grammes de pseudo-benzine ou benzine lourde, ajoutés au méthylène, contiennent des produits goudronneux de nature à gêner considérablement l'emploi de l'alcool, notamment pour les appareils d'éclairage. On a demandé à la Régie d'employer une benzine contenant moins d'impuretés et permettant un fonctionnement meilleur des appareils destinés à employer l'alcool dénaturé.

Enfin, la question a également soulevé une discussion sur l'association en matière de production d'alcool. On a cité ce qu'on appelle en Allemagne l'association centrale pour la vente de l'alcool, et on a démontré à la suite d'un long débat, que nous ne pouvions appliquer le même système en raison des sources très différentes et multiples de production de l'alcool en France. On a indiqué également, qu'en Allemagne ce système fonctionnait très bien parce que le Gouvernement impose au producteur d'alcool le système dit: le « contingent »; il ne doit produire qu'une quantité déterminée d'alcool suivant l'importance de la distillerie. Il y a là toute une législation très compliquée et qu'il serait difficile d'introduire en France, dans un pays, où je le reconnais avec plaisir, si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'habitude de l'association pénètre de plus en plus, on garde encore cet esprit individualiste qui est bien français. Nous avons pensé qu'il était suffisant, si nous avions toutefois le droit d'exprimer ce désir, de demander à l'Etat de favoriser l'association libre des producteurs d'alcool pour la vente de leurs produits.

Après la communication de M. Sidersky, M. Blondel a fait passer devant nos yeux la complication des formalités exigées pour la vente de l'alcool dénaturé.

On comprend la nécessité de conserver une réglementation précise et sévère pour empêcher la fraude qui tend à se produire sur l'alcool passible de droits très élevés, et destiné à l'alimentation humaine.

Il n'en est plus de même lorsque nous avons dénaturé ce produit. Quelle que soit la quantité d'alcool pur dont vous étendiez un mélange d'alcool éthylique et de méthylène on reconnaît toujours la trace des produits pyridiques. Il n'est donc pas nécessaire d'assujettir l'alcool dénaturé aux formalités très compliquées qui en gênent la vente. A ce sujet j'ai cité mon propre exemple. Ayant eu besoin d'alcool dénaturé — car je suis de ceux qui prêchent d'exemple — à la campagne, pour mes appareils, j'ai été obligé de m'astreindre, moi qui ne croyais pas être classé parmi les assujettis, à un certain nombre de formalités. Lorsque j'ai cherché à faire établir un dépôt d'alcool dans ma commune, j'ai rencontré des résistances chez le commerçant qui refusait de s'assujettir, lui aussi, aux dites formalités. Je crois qu'il y a dans ce sens, Messieurs, œuvre utile à faire, et nous n'aurions pas mérité notre nom de Section Economique, si nous ne l'avions déterminée. Nous avons, à l'unanimité des membres présents, demandé que la Régie veuille bien se contenter du Bulletin de livraison, et autoriser la vente, au-dessus de 25 litres, et enfin, que cette décision prise pour l'alcool dénaturé, soit aussi applicable à l'alcool carburé.

Dans une charmante conférence que j'ai tenu à présider, M. Lecomte nous a raconté sous une forme spirituelle, ce qui prouve d'ailleurs que les gens qui parlent d'alcool ne manquent pas d'esprit naturel *(Rires)*, M. Lecomte a raconté, dis-je, l'histoire de Charron qui, parti pour battre un record et obligé de s'arrêter à Grenoble, fut retenu 24 heures en panne par des formalités de Régie, pour se procurer de l'alcool carburé.

Il est nécessaire que nous fassions modifier un règlement dont il est ainsi fait abus et qui justifie réellement le vieil axiome : « Quand le droit va jusqu'au bout, il va jusqu'à l'extrême injustice. »

Nous avons eu également une communication de M. Douge, représentant des industries qui emploient l'alcool pour leur fabrication : parfumerie, celluloïd, pellicules photographiques, soie industrielle, auxquelles j'ai tenu à ajouter de mon initiative celle des produits chimiques.

Il est en effet lamentable de voir qu'en France nos chimistes ont trouvé la plupart des procédés les plus ingénieux pour la fabrication des alcaloïdes, et que la plus grande partie de cette industrie se soit transportée en Allemagne. Et cela parce que le véhicule nécessaire à la fabrication, l'alcool, n'est pas livré à nos industriels dans des conditions telles qu'ils puissent le considérer dans ses emplois comme une véritable matière première.

A la suite de sa communication, M. Douge nous a notamment fait observer qu'actuellement, en raison du peu de facilité donné pour l'emploi de l'alcool destiné à la fabrication de l'éther, on peut faire venir d'Allemagne, malgré de gros droits d'entrée, de l'éther à meilleur marché qu'il n'est livré en France par nos fabriques.

N'est-ce pas aller à l'encontre des intérêts de l'industrie nationale que de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne pas chercher à lui fournir, avant tout, la matière première à bon compte?...

La 5me Section du Congrès demande donc que la Commission extra-parlementaire nommée par le Ministre des Finances détermine une situation privilégiée aux alcools dénaturés destinés à produire l'énergie, la chaleur et la lumière, ainsi qu'à certains usages industriels, et qu'elle favorise l'exportation des produits fabriqués en permettant d'établir des usines dites « cadenassées » pour l'emploi de l'alcool par ces industries.

Cette dernière question a été soulevée dans la discussion récente sur le sucre qui eût lieu au Parlement. Elle fut même sanctionnée dans le projet déposé par le Ministre des Finances sur la transformation du régime fiscal des sucres.

Je veux parler de son application aux confitures et aux produits sucrés. — Pendant très longtemps on se demandait pourquoi on transportait nos fruits pour faire des confitures en Angleterre comme certains snobs y envoient blanchir leur linge. C'est en réalité parce que la législation nous y poussait. A la suite des travaux de nos chimistes, et j'ai vraiment ici, Messieurs, toute l'apparence de Gros-Jean qui veut faire la leçon à son curé, les savants qui m'entourent connaissant la question beaucoup mieux que moi, il a été indiqué que le sucre ordinaire en présence d'un jus acide subit des transformations physiques que l'on appelle « interversion » ou « inversion ». Il en résulte qu'une partie du sucre naturel, mis en cuisson avec du jus acide, de la confiture de groseilles, par exemple, est *invertie*, et comme on rembourse au fabricant à l'exportation le droit payé par lui en raison de la quantité de sucre contenue dans les confitures, que d'autre part, l'appareil de physique destiné à constater le dosage de sucre dans le mélange ne décèle pas le sucre inverti, sur les 50 ou 60 % de sucre employé avec le jus acide, on en constate à peine le tiers ou la moitié, suivant l'acidité.

De telle sorte que le fabricant se trouvait à l'exportation avoir employé en sucre inverti une très importante quantité de sucre qui aurait dû bénéficier du remboursement.

C'est à la suite de réclamations présentées dans ce sens que j'avais cru pouvoir donner à l'ancien Ministre des Finances à la Tribune du Sénat, des indications précises résultant des travaux intéressants faits par M. Saillard, Chef du Laboratoire du Syndicat des fabricants de sucre. Voilà pourquoi on a prévu dans le nouveau projet de loi sur le régime fiscal des sucres la faculté de fabriquer les confitures en entrepôt avec prise en charge des produits à l'entrée de l'usine. Ce sont ces conditions que nous voudrions voir appliquées à certaines usines qui utilisent l'alcool pur dans leurs fabrications.

Enfin la troisième séance de votre Commission a été prise tout entière par deux communications intéressantes sur la vulgarisation des emplois industriels de l'alcool, notamment dans les campagnes, par des conférences. — Elles émanaient de MM. Beauvais, distillateur, et Baillet, Instituteur dans la Somme, dans l'arrondissement de Montdidier, je crois. M. Baillet nous a étonnés par la façon précise et même éloquente dont il s'est exprimé sur la campagne qu'il a entreprise, lui modeste instituteur, et sans rien demander à personne, avec une méthode qui lui a mérité l'approbation des personnes compétentes présentes à son audition.

Ces communications ont tout naturellement appelé la discussion sur les différentes questions se rapportant à la propagande à faire pour que l'usage de l'alcool dénaturé se répande de plus en plus dans les masses profondes de la population. On a demandé que les professeurs d'agriculture des départements soient invités à faire dans leurs circonscriptions des conférences sur l'utilisa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion industrielle de l'alcool. J'ai fait observer que j'avais entendu des conférences faites par des professeurs d'agriculture — d'autres que moi, d'ailleurs dans notre Section avaient été leurs auditeurs. — Mais on a fait observer que, malgré toute leur bonne volonté, si MM. les Professeurs doivent très bien parler de ce qu'ils connaissent, il leur est difficile d'expliquer l'utilité et le fonctionnement d'appareils qu'ils n'ont jamais vus. Ils s'exposent donc par là à des erreurs qui sont regrettables dans la bouche d'hommes ayant précisément pour mission de développer l'enseignement agricole. — Nous ne leur ferons certes de cela aucun reproche : on ne peut avoir la science infuse, mais nous prions M. le Ministre de l'Agriculture de vouloir bien inviter les professeurs à se rendre au prochain Congrès de l'alcool, à nos expositions et à nos séances. Il faut qu'ils voient nos appareils et se rendent exactement compte de leur fonctionnement par des démonstrations pratiques.

Et à cet effet nous avons demandé que M. le Ministre de l'Agriculture veuille bien leur allouer une subvention destinée à couvrir des frais que nos professeurs d'agriculture ne peuvent s'imposer sur leurs modestes ressources.

Et tout ceci, Messieurs, en supposant que nous ayons été appelés à émettre des vœux. *(Rires et applaudissements.)*

M. Duboïs, qui est chargé d'administrer la cavalerie des Postes et Télégraphes, a cru devoir appeler l'attention de la Section sur le moyen de faciliter l'écoulement des mélasses par la nourriture des animaux, au lieu de les employer à la distillerie, ce qui permettrait d'alléger le marché des alcools.

On sait que la distillation des mélasses a pris une importance telle que les producteurs de betteraves de distillerie en ont été atteints dans leurs intérêts. Evidemment le nouveau régime fiscal, c'est-à-dire la réduction des droits sur le sucre, la disparition du boni de fabrication, la suppression des 14 % de décharge accordés aux sucriers pour les mélasses de distillerie vont liquider la situation en grande partie. Cependant il serait, je crois, très avantageux de diminuer encore la quantité d'alcool jetée sur le marché en se servant de la mélasse pour la nourriture des animaux.

Un échange d'idées a eu lieu, à ce sujet, entre plusieurs agriculteurs assistant à nos séances et ayant depuis longtemps expérimenté l'emploi des mélasses pour la nourriture de leurs animaux.

M. Duboïs a, lui aussi, employé ce sous-produit et il a fixé d'une façon précise les règles qui doivent servir à en déterminer l'usage dans l'alimentation des chevaux. Il ne faut pas exagérer les rations, et éviter surtout les mélasses sulfitées. — Le sulfite de potasse agit, en effet, sur la fibre musculaire, et peut provoquer des accidents. Cette discussion a conduit la Section à formuler l'avis : « Que la mélasse soit employée dans les conditions les plus favorables à la nour- « riture des animaux, et que l'Administration supprime dans ce but les forma- « lités non indispensables. » Cette modification est d'autant plus facile à opérer aujourd'hui que le sucre ne payant plus que 25 francs d'impôts au lieu de 64, la fraude sera beaucoup moins redoutable.

M. Léon Martin, distillateur agricole, a réclamé du Gouvernement une action énergique pour réglementer et abaisser le prix de la dénaturation des alcools. Nous avons fait observer que nous ne pouvions donner de leçons au Gouvernement et j'ai invoqué les règles qui viennent d'être rappelées par M. le Président. — Toutefois on a émis le désir que l'Etat prenne les dispositions nécessaires pour soustraire à la consommation l'alcool qui n'est pas susceptible d'être donné sans danger à l'alimentation humaine et que tous les alcools imparfaitement rectifiés soient livrés progressivement aux emplois industriels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Léon Martin a fait observer en effet que lorsque les flegmes c'est-à-dire l'alcool brut provenant de la distillation d'un jus sucré ou d'une substance farineuse, est envoyé à la rectification, cette opération donne les résultats suivants : le premier produit qui passe à la rectification, ce que l'on appelle « alcool de tête », contient des substances impures. Le milieu de la rectification « le cœur » donne de l'alcool très pur. A la fin, ce qui est contenu dans l'appareil, lorsque la plus grande partie a été distillée, renferme également des impuretés. Ce sont ces alcools de tête et de queue que M. Léon Martin aurait voulu obliger les rectificateurs, par une loi, à envoyer à la dénaturation, soit environ 25 % de l'alcool soumis à la rectification.

Si nous nous placions au point de vue de l'hygiène publique, nous ne manquerions pas de nous ranger à son avis. Mais on a fait observer que dans l'état actuel, la propagande en faveur de l'emploi de l'alcool dénaturé n'a pas encore produit tous ses résultats. Nous consommons de 115 à 120.000 hectolitres d'alcool dénaturé. Si nous en faisions forcément 500.000 hectos, nous produirions certainement une baisse qui en faciliterait peut-être la consommation, mais qui amènerait une répercussion fâcheuse sur la vente des alcools en général.

Nous avons donné lecture d'une lettre de M. Rémy, agriculteur distingué, distillateur agricole à Neuvillette dans l'Oise, sur le transport des flegmes par chemin de fer. Lorsqu'on produisait des alcools avec les anciens appareils, on obtenait des flegmes ayant 70 à 75°. Avec les appareils installés depuis quelques années, on arrive à produire des flegmes titrant au moins 90°.

Or autrefois il était entendu que les flegmes étaient des alcools au-dessous de 80° ; on les transportait à tarif réduit. Aujourd'hui, quand les distillateurs veulent faire circuler leurs flegmes sur rails, on leur refuse le tarif en question sous le prétexte que ces flegmes pèsent plus de 80°. Ils en sont réduits à mettre de l'eau, à augmenter ainsi le travail du rectificateur et à s'occasionner les ennuis du mélange.

Votre 5e Section a été unanime pour demander que ces tarifs soient revisés et que l'on considère comme flegmes tout alcool qui n'est pas rectifié.

Telles sont, Messieurs, les questions que votre 5e Section a traitées et discutées avec le plus grand soin. Je dois en témoigner ma reconnaissance aux personnes qui ont coopéré à l'œuvre que j'avais été chargé d'accomplir par l'éminent Président du Congrès.

Nous avons vu parmi nous des Ingénieurs, des Constructeurs d'appareils, des Distillateurs, des Rectificateurs, et même des Producteurs de méthylène : chacun a défendu sa manière de voir, ses idées, son industrie. — Tout s'y est passé d'une façon laborieuse, active et courtoise. J'exprime ma gratitude à ceux qui ont envoyé des mémoires, et aux assistants qui ont pris part à nos discussions : à M. l'Inspecteur Général de Lapparent, l'aimable et distingué Délégué du Ministère de l'Agriculture, qui n'a manqué aucune de nos séances et nous a prêté souvent le concours de son expérience et de sa parole (*Applaudissements.*)

Je n'ai plus maintenant, Messieurs, qu'à remercier M. le Président du Congrès d'avoir bien voulu me confier une tâche aussi facile à remplir, et dans laquelle j'ai été si heureusement aidé par mes excellents collaborateurs du bureau de la Section (*Applaudissements répétés.*)

M. LE PRESIDENT. — C'est nous, Messieurs, qui devons tous nos remerciements à notre éminent Président de la Section économique pour l'énergie et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le talent avec lesquels il a présidé. Vous pouvez juger des résultats qu'il a obtenus. Tout à l'heure il a prononcé le vrai mot quand il a parlé de labeur: « La 5e Section a été une Section laborieuse », et je suis persuadé que son travail ne sera ni inefficace, ni infécond. Je vous demande la permission, avant de donner la parole à M. VIOLLE, de vous communiquer une dépêche du Ministre de l'Agriculture. — M. le Ministre, forcé de s'absenter, s'excuse de ne pouvoir assister à cette clôture. Il a suivi journellement les travaux du Congrès, et il en remercie les Membres. Permettez-moi aussi de souhaiter la bienvenue à la Commission parlementaire d'Agriculture qui veut bien suivre notre séance de clôture. M. le Président de la Commission du Budget s'est joint à elle, et c'est un honneur que nous apprécions fort que de les avoir avec nous dans cette dernière séance.

La parole est à M. VIOLLE, Membre de l'Institut, qui va nous rendre compte des travaux de la 3e Section : *Eclairage et Chauffage*.

Discours de M. VIOLLE

Messieurs,

Les travaux de la 3e Section du Congrès ont présenté un caractère singulièrement réconfortant si l'on se reporte aux pronostics, plutôt sombres, portés il y a quelques années à peine sur l'avenir de l'alcool comme concurrent du pétrole pour le chauffage et l'éclairage. C'est précisément sur ce terrain que l'alcool a le plus victorieusement affirmé ses mérites. Le réchaud à alcool se propage avec une constante rapidité ; telle maison de Paris en a livré 30.000 en moins d'un an. La lampe suit de près le réchaud ; et c'est merveille de constater avec quelle souplesse elle a su, en si peu de temps, se plier à tous les usages, depuis le plus modeste bec d'appartement (le bec micron de quelques bougies) jusqu'aux puissants foyers d'un millier de bougies.

Celui qui a aujourd'hui l'honneur de vous présenter ce rapport sommaire et qui remplissait déjà les fonctions de rapporteur à l'Exposition internationale d'Electricité en 1881, ne peut pas ne point rapprocher les deux magnifiques acquisitions que l'éclairage a faites à vingt années de distance seulement. Et en constatant dans le même temps le développement du pétrole, l'incandescence par le gaz, l'avènement de l'acétylène, on voit combien est littéralement vrai l'adage que la lumière appelle la lumière.

On peut être assuré que se fera nécessairement une belle place dans l'éclairage tout luminaire ayant des qualités incontestables. Ces qualités incontestables de l'alcool, je n'ai pas besoin de vous le rappeler ici. Mais il était nécessaire de les mettre encore une fois en évidence et nous devons une reconnaissance particulière à l'Automobile Club qui, en nous admettant à sa magnifique exposition, nous a donné un moyen si puissant de vulgarisation : vulgarisation par la présentation des appareils en fonctionnement, vulgarisation par la parole au Congrès.

Bien que quelques mois à peine nous séparent de la dernière exposition de l'alcool, les appareils présentent des progrès évidents. L'évolution a suivi sa marche inéluctable ; les bons modèles se sont fortifiés en se perfectionnant, les médiocres ont disparu. La sélection s'est faite, les meilleurs dispositifs s'affirmant dans un ensemble harmonieux ; et nous pouvons témoigner que dès maintenant, le consommateur a sous la main des appareils entièrement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

satisfaisants, répondant à toutes les exigences. Soyez assuré que le jour où vous lui donnerez à bon compte un alcool dénaturé avec la dose strictement nécessaire d'une substance n'ayant ni influence nuisible, ni mauvaise odeur, le public saura apprécier à toute leur valeur les appareils si habilement établis par nos ingénieux constructeurs.

Je ne veux entrer ici dans aucun détail. Nos dévoués conférenciers ont exposé tout ce qui concerne le chauffage et l'éclairage par l'alcool avec une compétence, avec un talent, dont leurs nombreux auditeurs leur ont été vivement reconnaissants.

M. LINDET a bien voulu nous tracer avec son autorité toute spéciale le tableau exact de l'éclairage et du chauffage par l'alcool, sous la forme qu'ont amenés les perfectionnements incessants dus aux efforts continus des constructeurs. Il a rappelé le principe commun des lampes et des réchauds qui utilisent l'alcool gazéifié en le brûlant dans un bec BUNSEN, dont la flamme chauffante devient éclairante par l'interposition d'un manchon AUER. Si l'on compare l'alcool et le pétrole dans les conditions respectives où les emploient les lampes domestiques, la lumière fournie par l'alcool est environ deux fois plus économique que celle du pétrole. On doit ajouter que, si les lampes à alcool sont paresseuses à s'allumer, elles ne suintent pas et ne dégagent ni fumée, ni odeur. Les réchauds à alcool entraînent une dépense plus grande que ceux à pétrole, mais ils présentent les avantages signalés plus haut et très appréciables dans un appartement. L'alcool a donc une belle place à prendre dans le chauffage et l'éclairage domestiques, sans parler de la situation déjà conquise par l'alcool carburé dans l'éclairage intensif.

M. BARBET nous a développé ses idées très raisonnées sur l'organisation de l'éclairage public et des grands éclairages privés par l'alcool, où la condition première est celle de l'économie. A cet effet on utilisera avantageusement divers procédés sans inconvénients dans les espaces où l'on peut employer de l'alcool carburé (1), le brûler sous pression et dans des lampes puissantes. Si d'ailleurs, on remarque que, pour l'éclairage public, l'alcool présente sur le gaz et l'électricité le précieux avantage de ne nécessiter ni usine centrale, ni canalisations souterraines immobilisant d'importants capitaux, on se rendra compte de l'économie d'un éclairage dont la beauté est incontestée. M. BARBET désirerait voir des sociétés analogues à celles qui existent pour le gaz et l'électricité se charger de fournir la lumière par l'alcool, au plus grand profit du producteur, du constructeur de lampes et du consommateur. L'éclairage dans la rue sera certainement le meilleur mode de propagande pour l'éclairage domestique.

M. BARBIER nous a rappelé l'histoire singulièrement intéressante de l'éclairage à l'alcool en France, éclairage dont il fut l'un des premiers et dont il reste l'un des plus valeureux champions. Il a montré les difficultés de toutes sortes qu'ils ont eu à vaincre, heureusement soutenus par quelques hommes de foi, parmi lesquels M. BARBIER se plaît à citer M. VASSILIÈRE, M. JEAN DUPUY et M. RIVES. Il constate avec une légitime « ivresse » le grand succès mondain de la manifestation actuelle sous l'égide de l'Automobile Club.

M. LECOMTE nous a fait suivre le développement et les transformations du luminaire à travers les âges. Dans un récit plein de verve et solidement docu-

(1) M. BARBET signale aussi l'alcoolène comme fournissant dans certains cas une solution élégante à l'éclairage public.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

menté, il a montré que l'art de l'éclairage a suivi la marche générale du progrès. C'est d'abord la torche de résine, la chandelle de suif, la lampe antique. L'éclairage à l'huile ne se généralise qu'après l'introduction du bec plat par Bourgeois, de Châteaublanc. Mais c'est vraiment par l'invention du bec à double courant d'air qu'Argand, en 1783, constitua la lampe moderne que Carcel rendit assez fixe pour qu'elle devînt l'étalon adopté officiellement en France pour les essais photométriques du gaz d'éclairage. Les admirables découvertes de Chevreul conduisent de Milly à la fabrication de la bougie que M. Lecomte appelle à juste titre une merveille. En 1860, paraît le pétrole, dont l'usage devient bientôt général. Dans ces dernières années un nouveau luminaire surgit triomphant et superbe, l'alcool. Il s'impose à nous comme produit national, dont la consommation laissera dans le pays les sommes énormes que nous dépensons actuellement pour l'importation des produits étrangers servant à notre éclairage.

M. Silz a terminé la série des conférences par une très intéressante étude de l'alcool concurrent des autres combustibles. Le faible pouvoir calorifique de l'alcool est largement compensé par sa combustibilité facile et son utilisation complète, sans parler de la propreté, de la commodité et de la sécurité qu'il procure. Après avoir comparé les dépenses des différents combustibles pour l'éclairage, le chauffage et la force motrice et fait ressortir les avantages de l'alcool, M. Silz émet le souhait que des lampes et réchauds soient mis à la disposition des instituteurs pour une propagande efficace en faveur d'un produit tiré de notre sol.

Dans les communications faites à la 3e Section du Congrès, je me plais à citer d'abord celle d'un modeste et courageux vétéran, M. Chalmel, sur l'éclairage par l'alcool carburé à flamme libre, sans manchon. Pour brûler l'alcool carburé à la manière du pétrole, il faut un bec spécial que M. Chalmel a très ingénieusement combiné. M. Lecomte constate que dans sa lampe M. Chalmel a pu réduire à moitié la consommation d'alcool carburé qui était au début de 9 grammes par bougie-heure. M. Denayrouse espère que le persévérant constructeur saura la réduire à 3 grammes, ce qui sera tout à fait pratique.

M. Besson nous a présenté une lampe à alcool pour projection, disposée spécialement par M. Leblanc pour les conférences populaires et que la ligue de l'enseignement fournit à ses adhérents au prix singulièrement réduit de dix francs. Il y a là un mode de propagande que nous nous plaisons à signaler.

M. Denayrouse nous a exposé avec son entrain habituel toute une série de considérations des plus intéressantes sur l'emploi de l'alcool. Il a très justement insisté sur l'étendue du champ qu'offre l'éclairage économique du foyer domestique. Il demande instamment une entente entre les producteurs soutenus par une intervention efficace des pouvoirs publics.

M. Lecomte manifeste plus de confiance dans l'initiative privée; et nous devons reconnaître que le cadre dans lequel il parlait était singulièrement favorable à son idée.

Sous la même impression, en terminant cet exposé trop rapide de nos travaux, nous voulons encore une fois remercier les promoteurs du Congrès de l'alcool et affirmer toute notre reconnaissance à M. le Commissaire général, qui nous a rendu toutes choses si faciles avec une bonne grâce inlassable, ainsi qu'à notre cher Président, dont la haute compétence a été pour nous tous un précieux appui.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRESIDENT. — Messieurs, après la si intéressante communication de M. le Président de la 3e Section, je crois qu'il faut que nous continuions à intervertir l'ordre. La Section de Chimie est appelée par la Section de Physique, et nous prions M. HALLER de vouloir bien résumer les travaux de la Section de Chimie.

Discours de M. HALLER

Messieurs,

Je ne m'attendais pas à être appelé à faire, devant un auditoire aussi nombreux et aussi choisi, le compte rendu des travaux qui ont été présentés à la 4e Section qui est celle de chimie. Je vous prie donc de m'excuser si dans mon exposé forcément très bref, je ne reproduis pas très fidèlement tous les faits et toutes les observations, qui nous ont été communiqués dans nos séances. Je m'efforcerai d'en dégager l'esprit et insisterai spécialement sur les applications les plus saillantes de l'alcool ou de ses dérivés qui nous ont été signalées.

Dans notre première séance, M. BOULANGER nous a exposé une étude consciencieuse des effets que produisent sur les moteurs les produits de la combustion de l'alcool dénaturé d'abord, et ensuite du mélange de cet alcool et de carbures, quand ces liquides renferment des impuretés, comme de l'acide acétique (dans le cas de l'alcool) et des produits sulfurés (thiophène, sulfure de carbone), ou des acides sulfoniques quand il est question de carbures benzéniques. Ces derniers composés produisent en effet, lors de leur combustion, de l'acide sulfureux qui attaque les diverses pièces de l'appareil. L'auteur conclut, qu'il est absolument nécessaire d'employer des alcools et benzols débarrassés de ces impuretés et indique quelques moyens sommaires qui permettent d'obtenir ces liquides dans un état de pureté relatif.

Dans la même séance, M. ARACHEQUESNE nous a fait une communication fort intéressante sur le mode d'emploi d'un produit auquel il donne le nom d'*alcoolène*. L'alcoolène n'est autre chose que de l'éther ordinaire des pharmaciens, que tout le monde connaît, mélangé d'air. Cet éther s'obtient en déshydratant l'alcool dans certaines conditions par un traitement à l'acide sulfurique.

M. ARACHEQUESNE a montré que l'alcoolène pouvait être employé très avantageusement pour le chauffage et l'éclairage, à la condition de le condenser, de le « domestiquer » suivant une expression employée par le conférencier.

Cette domestication consiste à le faire absorber par un bois très léger, du nom de *Bolandero*, sorte de malvacée gigantesque, qui nous vient de l'Amérique centrale. Ce bois imprégné d'éther est introduit dans des réservoirs étanches en tôle, dans lesquels, au moyen d'un dispositif spécial, dont on verra un dessin dans le mémoire de l'auteur, on fait passer un courant d'air. Cet air se sature de vapeurs d'éther, et se rend ensuite dans les lampes ou dans les becs qui servent à l'éclairage ou au chauffage. Les appareils décrits par M. ARACHEQUESNE, au nom de M. BOUCHAUD-PRACEIQ, peuvent rendre de réels services dans des localités qui n'ont pas à leur disposition du gaz de houille ou de l'acétylène.

Dans notre seconde séance, M. GIRARDVILLE nous a donné, dans un exposé plein de clarté et de concision, le résultat de ses études sur les applications combinées du carbure de calcium et de l'alcool. L'auteur a observé qu'en faisant tomber goutte à goutte, un mélange d'alcool et d'eau, dans la proportion de 50 %

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur du carbure de calcium, on obtenait un dégagement régulier d'acétylène chargé de vapeurs d'alcool. Ce gaz est dépourvu de l'odeur désagréable que possède celui obtenu par action directe de l'eau sur le carbure, et n'a d'autre odeur que celle de l'alcool. Il peut servir avantageusement à tous les usages auxquels sert le gaz de houille, et se prête en particulier très bien à l'éclairage de régions qui ne possèdent point d'usines à gaz.

Les essais de M. GÉRARDVILLE, bien que n'étant pas encore terminés, sont fort intéressants et il y a lieu de les encourager.

A la suite de M. GÉRARDVILLE la parole a été donnée à M. TRILLAT qui rend compte des recherches qu'il a faites sur les produits de la combustion de l'alcool dans les moteurs. Outre l'acide acétique, l'acide carbonique et l'oxyde de carbone déjà mis en évidence par les études très consciencieuses de M. SOREL, M. TRILLAT a isolé de petites quantités d'aldéhyde éthylique et formique provenant de l'oxydation incomplète des alcools éthylique et méthylique, ainsi que des éthers acétiques, tous produits qui ont une odeur piquante très prononcée dont les effets sur l'économie se manifestent surtout dans les espaces clos.

M. TRILLAT a en outre cherché, par un dispositif spécial, à augmenter le point d'inflammabilité du mélange carburé. Il fait passer, à cet effet, les vapeurs du mélange sur une toile métallique en cuivre ou en platine, dans le but de l'oxyder partiellement et de transformer une certaine quantité d'alcool en aldéhyde, composé beaucoup plus volatil que l'alcool et partant plus inflammable. Les quelques résultats obtenus par l'auteur lui paraissent encourageants.

La séance s'est terminée par la lecture d'un mémoire de M. DURUPT sur un nouveau procédé de dénaturation de l'alcool.

Vous n'ignorez pas, Messieurs, l'importance qu'aurait pour l'Industrie française en général, l'adoption d'un bon dénaturant, voire même de plusieurs dénaturants satisfaisant tout à la fois les exigences de l'administration et celles des nombreux industriels qui emploient l'alcool comme matière première.

Actuellement nous possédons un dénaturant unique qui, dans les proportions où il est mélangé à l'alcool, remplit fort bien son office en tant que dénaturant. Mais outre qu'il est trop cher, il ne permet pas l'emploi de l'alcool dans toutes les industries. Il constitue par conséquent une entrave au développement de plusieurs d'entre elles, et en particulier des fabrications qui ont une origine essentiellement française, comme celles concernant les médicaments, les parfums et les matières colorantes.

M. le Président VIGER vous a parlé tout à l'heure de l'Industrie chimique allemande et vous a cité des chiffres. Il vous a montré combien cette industrie s'est développée dans ces trente dernières années. Il serait sans doute puéril de prétendre qu'une industrie quelconque doit sa prospérité à une cause unique: Elle est la résultante, cette prospérité, d'un ensemble de causes plus ou moins complexes que je ne crois pas opportun d'aborder ici. Mais pour une certaine catégorie de produits, *ceux dits organiques*, la facilité avec laquelle le fisc allemand autorise sous conditions, l'emploi de dénaturants appropriés à l'usage auquel doit servir l'alcool, est sans contredit une des causes de succès de la fabrication. Comme vous avez pu vous en rendre compte à l'Exposition de 1900, l'Allemagne fabrique à peu près, par an, pour un *milliard deux cents millions de francs* de produits chimiques, sur lesquels elle exporte pour environ *600 millions de francs*. Dans ces 600 millions sont compris pour *200 millions* de francs de produits organiques.

Pour ces derniers, il est hors de doute que l'alcool entre pour une bonne part dans la prospérité dont jouissent les usines qui les fabriquent. Et qu'on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

croit pas que cette prospérité est atteinte, comme l'est celle de beaucoup d'autres industries de l'Empire. Alors que les exportations globales de l'Allemagne ont, en 1901, diminué de près de 250.000.000 de francs sur celles de l'année précédente, les exportations de produits chimiques ont au contraire subi une augmentation de 12.000.000 de francs pour la même période.

La production comme la consommation de l'alcool suivent d'ailleurs une progression nettement ascendante, depuis quelques années. De 3.815.569 hectolitres qu'elle était pendant la campagne 1898-1899, la production a passé à 4.051.860 hectolitres en 1900-1901. Quant à la consommation, de 800.000 hectolitres environ qu'elle était en 1898, elle a atteint 1.155.000 hectolitres en 1901.

Je m'associe donc entièrement au vœu formulé par M. le Président VIGER (*Applaudissements*).

M. MICHEL-LEVY, Président. — M. HALLER voudra bien accepter tous nos remerciements pour le résumé si intéressant qu'il vient de nous faire, et où il a si nettement fait ressortir les causes qui empêchent en France la prospérité de celles des industries chimiques qui consomment l'alcool par quantités.

Je donne la parole aux Présidents de nos Sections mécaniques qui ont aussi des choses bien intéressantes à nous dire, mais je demande auparavant la permission de remercier en votre nom mes savants Confrères de l'Institut qui ont bien voulu assumer la tâche de présider nos travaux. Vous avez entendu M. VIOLLE, qui est le savant le plus compétent en matière d'éclairage et de chauffage.

Vous venez d'entendre la conférence si intéressante et si pleine de portée que M. HALLER vient de faire au point de vue chimique. M. HALLER a été un des premiers à introduire à l'Université de Nancy, où il a été longtemps professeur, les questions de chimie économique et de chimie industrielle. C'est aussi le chimiste le plus au courant de la chimie allemande. Ses observations et ses réflexions ont donc une réelle portée, et je le remercie, d'avoir bien voulu diriger les travaux d'une des Sections qui sont les plus importantes au point de vue de l'alcool dénaturé.

La parole est à M. FORESTIER, Président de la première Section, celle des applications de l'alcool dénaturé à l'automobilisme. Vous savez tous combien M. FORESTIER est compétent en matière d'automobilisme. Il est le délégué habituel de l'A. C. F. pour toutes les manifestations techniques.

Discours de M. FORESTIER

Messieurs,

J'ai souvent entendu dire que dans les festins bien ordonnés, on avait coutume d'offrir aux convives les vins suivant une gamme croissant en force et en bouquet, et qu'il était d'usage de réserver les meilleurs et les plus corsés pour la fin du repas. Je m'attendais à être servi le premier. Malheureusement on a commencé par vous verser Chambertin, Pomard et Corton : ma pauvre piquette arrive après tous ces nectars. — Ceci dit, pour vous montrer, Messieurs, que j'ai besoin de toute votre bienveillance je commence, sans autre préambule, le compte rendu des travaux de la 3e Section.

La Section d'Automobilisme d'un caractère tout mécanique, ne pouvait pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traiter uniquement de l'application de l'alcool, elle devait servir, pour ainsi dire, de chaperon à l'introduction du Congrès de l'Alcool dans la 5e Exposition Internationale de l'Automobile et du Cycle. Nous avons donc rédigé un ordre du jour méthodique qui constituait tout notre programme. En cette qualité il a forcément subi des modifications. Malgré l'énergie avec laquelle le Président a défendu son ordre du jour, les circonstances ont été plus fortes que lui : il y a eu quelques additions, quelques perturbations. Je demande à n'en pas tenir compte dans mon exposé.

La première séance a été consacrée à l'étude des châssis d'automobile en dehors du combustible, c'est-à-dire en dehors des moteurs, afin de permettre aux personnes venues pour visiter l'Exposition de se rendre compte des desiderata de la voiture automobile et de comprendre les progrès réalisés.

La première communication a porté sur le point de départ de l'automobile, c'est-à-dire sur la roue. Elle a été faite par M. Lefer, qui, après avoir rapidement parlé de la roue primitive, a traité de la roue en bois pour arriver à la roue la plus moderne qui est la roue de bicyclette. M. Lefer nous a signalé l'avantage dans la roue en bois de ce qu'on appelle l'écuanteur et le carrossage. Ces termes un peu barbares ont besoin d'être expliqués. On appelle écuanteur ou écuage, l'angle que font les rais des roues avec l'axe du moyeu. Le carrossage est l'inclinaison qu'on donne à la fusée de l'essieu pour que les rais portent à peu près verticalement sur le sol. La roue avec écuanteur est évidemment plus solide, seulement, comme l'ont signalé plusieurs membres du Congrès, l'écuanteur implique le carrossage et ce dernier s'oppose à l'adoption des organes de transmission de mouvement qui sont le plus en usage. M. Lefer nous a bien dit qu'il espérait prochainement pouvoir proposer une solution de ce problème, mais en attendant l'écuage et le carrossage ont peu de chances d'être adoptés en automobilisme.

Après cette communication, est venue celle de M. Lemoine sur les essieux et les ressorts. Elle a été suivie avec la plus grande attention. Vous connaissez la compétence de M. Lemoine en ces matières. Nous attendions avec impatience des détails sur la construction des essieux creux et sur les propriétés de l'acier nickel, qui sont la nouveauté de l'année. Malheureusement M. Lemoine souffrant n'a pu venir lire lui-même sa communication, et compléter par des renseignements oraux les données de son mémoire, un peu trop discret à cet égard. Sur un vœu de la Section, j'ai écrit à M. Lemoine pour lui faire part de nos désirs. Il nous a promis que dans le compte rendu du Congrès il compléterait sa note.

Après les essieux, les ressorts. Avec la limitation à une tonne des grosses voitures de course, il a fallu étudier tous les organes du châssis, de manière à en réduire le poids au strict minimum. Les ressorts n'ont pas échappé à cette nécessité inéluctable. La communication de M. Lemoine nous donne au sujet des études faites à ce point de vue sur les ressorts, les détails les plus intéressants.

Après les essieux et les ressorts, auraient dû venir des communications sur le châssis proprement dit. Leurs auteurs nous auraient expliqué pourquoi d'abord en fer, le châssis a été fabriqué ensuite en tubes, puis remplacé par le châssis en bois armé, ils nous auraient au moins fait pressentir pour quelles raisons, depuis quelque temps, ce dernier perdait du terrain devant le châssis en tôle d'acier à profil plus ou moins compliqué. Malheureusement il n'y a pas eu de communication à cet égard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un malentendu nous a également privé d'une communication de M. Falconnet sur les bandages élastiques.

Nous sommes donc passé aux transmissions de mouvements, d'abord des moteurs aux différents organes de réduction de vitesse, puis de ceux-ci aux roues motrices. Cette communication, confiée à M. Bocandé a été très complète et faite sur un ton humoristique qui a été fort goûté par les membres présents à cette séance.

L'étude des changements de vitesse a suscité entre le rapporteur et différents membres, une très intéressante discussion sur les inconvénients du train balladeur, et sur les modifications à y apporter pour en diminuer l'encombrement.

Enfin M. Bocandé a terminé en appelant notre attention sur la transmission par chaîne et par cardan. On n'a pas parlé de la courroie, car la caractéristique de la 5e Exposition est : « La dernière courroie a disparu ». Ses partisans disent, il est vrai, que ce n'est pas à cause de ses défauts, mais parce que le public n'en veut plus.

A côté de M. Bocandé, un jeune ingénieur, un débutant, M. Marcel Armengaud, a parlé plus en détail des changements de vitesse en en décrivant plusieurs. Une discussion s'est engagée sur le mérite relatif de ces changements de vitesse.

Après avoir ainsi complété l'étude de la voiture automobile indépendamment de son moteur, nous avons, dans la seconde séance, abordé l'étude des différents moteurs. Malgré les craintes de M. le Président du Congrès, qu'on ne pût pas étudier le moteur sans parler du combustible, nous avons assez bien résolu ce petit tour de force.

La première communication a porté sur le moteur qui semblait le moins se prêter à l'application de l'alcool, je veux parler du moteur électrique. J'avais prié M. Kriéger de se charger de ce soin ; je ne m'attendais pas du tout à ce qu'il fût possible de parler de l'alcool à propos du moteur électrique. M. Kriéger a tourné fort élégamment la difficulté en traitant de la voiture mixte, dans laquelle l'énergie électrique ne provient pas d'accumulateurs, mais d'un électrogène mû par un moteur à mélange tonnant. Après nous avoir parlé de ses prédécesseurs, Pieper et Jenatzy, qui employaient une dynamo et des accumulateurs comme un volant, M. Kriéger nous a expliqué les mérites de la voiture mixte débarrassée de ce dernier impedimentum lourd et encombrant à l'aide de formules et schémas tracés sur le tableau .

Cette communication eût été une conférence sans les observations de M. le Président du Congrès, qui a poussé sur le démarrage de véritables colles, auxquelles l'élève Kriéger a victorieusement répondu aux applaudissements chaleureux de l'assistance.

Est venue ensuite une communication de M. Turgan sur les moteurs à vapeur. Cette communication a commencé par un exposé historique des plus instructifs. M. Turgan aurait pu remonter un peu plus loin que le fardier de Cugnot, car on attribue à Newton la première voiture automobile, ou plutôt le premier petit modèle de voiture automobile qu'on trouve dans bien des cabinets de physique, modèle qui au fond, n'est qu'une application assez rudimentaire de l'Eolipyle d'Hoéron d'Alexandrie. Dans cette énumération des différentes voitures à vapeur qui se sont succédé, M. Turgan a eu l'occasion de signaler bien des dispositifs présentés dans ces dernières années comme des nouveautés. Les érudits sont très dangereux pour les inventeurs, car pour eux « le neuf n'est que du vieux retapé ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Après cette communication sur le moteur à vapeur, M. TURGAN a fait ressortir les différences entre les desiderata de l'automobilisme industriel et de l'automobilisme de tourisme ; il nous a montré que l'automobilisme industriel recherche l'économie que seuls peuvent lui donner les combustibles solides comme la houille et le coke. En revanche ces combustibles ont un inconvénient : c'est d'exiger le tirage forcé, qui en ne permettant pas la condensation de la vapeur d'échappement, oblige à renouveler fréquemment l'eau en cours de route. Dans ces conditions, comme l'a fait remarquer un assistant M. LOUET qui a abandonné, je crois, le moteur à vapeur pour le moteur à mélange tonnant, on éprouve les inconvénients multiples des dépôts calcaires qui peuvent et doivent se former. A ce sujet, M. TURGAN n'a pas été, mais pas du tout, du même avis que M. LOUET.

On a parlé ensuite du chauffage avec le combustible liquide, qui présente non seulement l'avantage de ne pas nécessiter le tirage forcé, et de permettre la condensation de la vapeur d'échappement mais qui offre surtout la possibilité de conjuguer l'alimentation en combustible et en eau, et par suite une extrême facilité de la conduite du feu.

Après le moteur à vapeur, on a parlé du moteur à mélange tonnant. Dans cette communication, l'auteur s'était proposé, en laissant de côté pour l'instant, les questions afférentes au carburant et au carburateur, d'appeler l'attention des assistants sur les différents facteurs qui interviennent dans le rendement du moteur à mélange tonnant, de manière à leur faire pressentir que le pouvoir calorifique du carburant ne joue pas un rôle prépondérant, que les meilleures conditions d'utilisation de l'énergie calorifique ont une influence plus heureuse sur le rendement définitif. Il ne m'appartient pas de dire si le but poursuivi a été atteint, si même il a été bien compris de certains assistants, impatients de voir proclamer les mérites de l'alcool carburé. C'est M. LOREAU qui, à ce moment, présidait la seconde séance.

Arrivés à ce point de nos travaux, il nous restait à passer en revue l'emploi comparatif dans les différents moteurs des combustibles différents, pour voir si l'alcool présentait les avantages dont la constatation était le but du Congrès. Avant de passer à la mesure de la consommation du combustible, il fallait avoir le moyen, non seulement de mesurer la puissance obtenue, mais de s'assurer qu'elle restait constante pendant qu'on constatait la consommation.

Vous savez tous que le frein de PRONY est un excellent instrument, mais qu'il ne peut fonctionner longtemps sans s'échauffer. M. le colonel RENARD nous a entretenus d'un dynamomètre de son invention qui ne s'échauffe pas. Il est constitué tout simplement par des palettes emmanchées à des distances plus ou moins grandes de l'axe autour duquel elles tournent. Or tout le monde sait que la pression exercée par l'air sur un plan est proportionnelle au carré de la vitesse de ce plan. Un dynamomètre ainsi constitué ne chauffe pas, et il suffit par conséquent de tarer d'avance un moulinet de ce genre pour pouvoir obtenir un frein qui nous indiquera, pendant un temps aussi long que nous en aurons besoin, la puissance que nous pourrons obtenir avec les combustibles expérimentés.

En possession d'un moyen d'étudier la consommation avec une puissance constante, il nous était utile d'avoir un appareil nous permettant de nous rendre compte de ce qui se passe dans l'intérieur de ce moteur mystérieux qu'on appelle le moteur à mélange tonnant. M. MATHOT nous a décrit un nouvel indicateur où il s'est débarrassé des pièces qui, ayant trop d'inertie, avaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'ici réduit aux moteurs marchant à trois ou quatre cents tours au plus, l'emploi des indicateurs dérivant de celui de WATT.

De la discussion très intéressante qui a suivi cette communication, il est résulté pour les assistants que l'appareil de M. MATHOT n'est pas à proprement parler un indicateur, mais un investigateur, qui en donnant la pression aux différents moments, permet de discuter, de chercher la véritable cause des variations de pression constatées.

C'est ainsi que M. MATHOT a pu appeler notre attention sur un phénomène des plus curieux. Vous savez que dans certains moteurs à mélange tonnant, pour les empêcher de s'emballer lorsque la résistance n'est pas en harmonie avec la puissance, on a recours à ce qu'on appelle la régulation par tout ou rien sur l'échappement. On empêche la soupape d'échappement de s'ouvrir pour donner passage aux gaz brûlés dans l'explosion précédente, si bien que lorsque le piston revient en avant, au lieu d'aspirer un mélange tonnant, ce sont les gaz comprimés qui se détendent. Il ne devrait donc y avoir aucun effort moteur dans le coup suivant, cependant M. MATHOT a constaté qu'il y avait un excédent de pression engendrant un certain travail moteur.

Quelle explication donner de cette constatation inattendue ? C'est aux chimistes à nous dire si M. MATHOT se trompe quand il présume que dans la nouvelle compression à laquelle sont soumis les gaz de la combustion précédente quelques produits, grâce à la haute température qui existe dans les cylindres, peuvent se brûler plus complètement en donnant quelques petites sources d'énergie. Voilà un exemple des avantages de l'emploi de l'investigateur MATHOT.

Après l'étude des moteurs et en possession d'instruments de mesure et d'investigation, nous étions à même d'entreprendre l'étude scientifique et raisonnée de l'utilisation de l'alcool carburé dans la voiture automobile. Telle a été l'œuvre de la 3e séance. Nous avons évidemment laissé de côté le moteur électrique, et nous sommes passés tout de suite à l'utilisation de l'alcool comme chauffage dans les moteurs à vapeur. La communication avait été confiée à M. SERPOLLET l'ingénieur dont la compétence est universellement reconnue,. Malheureusement M. SERPOLLET, empêché, n'a pu venir. Il a peut-être mis dans sa communication des chiffres suffisants pour l'artiste en mécanique, qu'il est. Mais sa communication a été trouvée incomplète par quelques esprits, évidemment grincheux, qui ont manifesté le désir de connaître combien il était possible de vaporiser des kilos d'eau avec un kilo d'alcool carburé. M. SERPOLLET n'était pas là, on n'a pu répondre à sa place. La question est restée en suspens, je la porte devant vous en cet état.

Nous arrivons maintenant à l'emploi de l'alcool dans les moteurs à mélange tonnant. — Une première communication nous a été faite par M. WALKER sur les conditions dans lesquelles cet ingénieur pense qu'il faut employer l'alcool carburé dans les moteurs à mélange tonnant pour obtenir la consommation, réellement stupéfiante, de 5 litres pour cent tonnes kilomètres qu'il a réalisée dans maints concours sur route.

Malheureusement, pour quelques-uns dont je suis, les expériences sur des itinéraires ne prouvent rien du tout. Je suis bien fâché de le dire à tous ceux qui se sont donné tant de peine pour mettre au point l'organisation réellement parfaite du Circuit du Nord. — Sur route la consommation dépend presque uniquement de l'habileté du conducteur. Les malins sont ceux qui montent lentement les côtes, puis une fois grimpés en haut, pour obtenir une bonne vitesse moyenne s'abandonnent à la pesanteur en arrêtant le moteur, qu'ils remet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tent en marche en embrayant au bas de la côte. Cette opinion est basée sur des observations faites dans tous les concours sérieusement contrôlés. Ainsi dans le Critérium de consommation des Poids lourds de Paris à Monte-Carlo on a obtenu un résultat qui semblait tout d'abord paradoxal tant il a étonné les Commissaires et le Jury. La consommation par tonne kilomètre a été plus élevée dans l'étape où la route était à peu près horizontale. Grâce à l'habileté des conducteurs, la consommation a été moindre dans les étapes à relief fortement accidenté.

La consommation comparée de l'alcool carburé et de l'essence doit être étudiée sur le banc. M. Brillié l'inventeur si connu du moteur équilibré et du carburateur à distribution, a bien voulu se charger de nous renseigner sur les expériences parfaitement conduites qu'il a faites à ce sujet.

Sa communication a abouti à un résultat fort inattendu.

M. Brillié, qui est un de ceux qui prônent le plus l'emploi de l'alcool carburé dans l'automobile, est obligé pour le moment de faire à cet égard une distinction entre le tourisme et l'automobilisme industriel. Il déclare que pour le premier l'alcool est inutilisable et demeurera inutilisable tant que les formalités de régie seront telles que l'on ne pourra être certain de se procurer de l'alcool partout où l'on peut en avoir besoin. Je n'insiste pas sur l'exemple que l'on vous a donné tout à l'heure de Charron, qui, voyageant pour battre un record, a été arrêté par la Régie pendant 24 heures à Grenoble, durée qui constitue d'ailleurs un record dans son genre.

Il est donc nécessaire que la Régie mette l'Automobilisme d'agrément ou de tourisme, en mesure de se procurer rapidement dans les villes où il passe l'alcool carburé qui lui est nécessaire.

Faisons des vœux... des vœux intérieurs *(Rires)* pour que la 1re Section obtienne la réalisation de ses désirs, et que l'on diminue ou supprime les formalités inutiles, fossiles si je puis m'exprimer ainsi, afin de permettre à tous les épiciers de débiter au moins l'alcool carburé à 50 % aussi facilement que l'essence.

M. Brillié estime que ces difficultés n'existent pas pour l'automobilisme industriel ayant un centre d'approvisionnement constant. Du moins, dans la naïveté de son âme, l'âme du Monsieur qui n'a jamais eu affaire à la Régie, il s'est figuré que ces difficultés n'existeraient point. J'espère que ce n'est pas là une illusion.

Mais ces automobiles industriels qui seuls aujourd'hui peuvent utiliser l'alcool se heurtent à une difficulté, à peu près insurmontable en apparence, car non contents de mettre en jeu une autre administration qui ne jouit pas d'une meilleure popularité, je le reconnais, il font intervenir l'équilibre budgétaire. Je veux parler de la question que certains esprits moroses étonnés de la voir traiter dans le Congrès de l'Alcool ont dénommée « Les cailloux à l'alcool ». Il s'agit de l'insuffisance des chaussées empierrées, incapables, dans leur état actuel, de résister à la circulation des automobiles lourdes.

L'automobilisme industriel est-il possible ? MM. Brillié et Turgan, qui sont des transporteurs industriels, ont reconnu que les transports mécaniques n'étaient économiques, c'est-à-dire possibles, que si les véhicules pouvaient porter au moins cinq tonnes de charge utile, ce qui correspond à un poids total de neuf tonnes. — M. le Président de la 5e Section vous a démontré tout à l'heure qu'on a le droit de tout dire à la condition d'employer un artifice de langage. La 1re Section a donc dit : « S'il nous était permis d'émettre un vœu, nous émettrions celui que les routes devront être entretenues et établies de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manière à pouvoir supporter des véhicules mécaniques portant six tonnes sur essieu. » — Mais on a fait observer que si nous ne voulions pas émettre un vœu pouvant compromettre l'équilibre budgétaire, les ingénieurs ne pourraient entretenir les routes même nationales, faute d'un crédit devant atteindre une somme considérable, puisqu'il y a 38.000 kilomètres de routes nationales ; que d'ailleurs si l'on n'osait pas demander aux Pouvoirs publics les dégrèvements nécessaires en dispenses de certaines formalités, il était inutile de demander une augmentation de nombreux millions du crédit d'entretien des routes.

La question « Les Cailloux à l'Alcool » n'est pas la seule que les communications de MM. Turgan et Brillié aient fait surgir d'une manière assez inattendue, il y a eu aussi celle des Bandages..... de roues que ces ingénieurs partisans de chariots-remorques voudraient pouvoir « strier », c'est-à-dire garnir de saillies mordant dans la chaussée, de manière à donner aux roues motrices toute l'adhérence nécessaire. — Cette question a donné lieu à une discussion des plus animées entre les assistants, et le Président désireux d'éviter à ses chers cailloux le contact funeste de ces stries menaçantes.

En résumé, la 3e Séance de la première Section a abouti à ce triste résultat que l'alcool carburé n'est dans les conditions actuelles pratiquement utilisable que sur les transports industriels, qui ne peuvent fonctionner par suite de l'état des routes.

Il vaut mieux nous rattacher à l'espoir que la 5e Section obtiendra la disparition des formalités surannées qui s'opposent encore à l'emploi de l'alcool nécessaire à l'automobilisme de tourisme, qui seul peut offrir à l'alcool industriel le débouché sérieux dont il a besoin.

Les travaux de la 1e Section ont été clos par l'indication sommaire de l'organisation du Laboratoire d'essais de l'Automobile-Club de France, Société d'Encouragement, qu'a bien voulu nous donner M. Lumet, Ingénieur de ce Laboratoire.

L'Automobile-Club de France, sous le titre modeste de Concours de Carburants, entend faire de ce laboratoire sur les consommations de tous les combustibles vaporisables les expériences méthodiques nécessaires pour l'étude de l'importante question de l'emploi de l'alcool carburé dans le moteur à mélange tonnant de grandes puissances spécifiques.

M. MICHEL-LEVY. — Je donne la parole à M. Loreau, Président de la 2e Section. Il va nous parler de l'emploi de l'alcool dans les moteurs fixes.

Discours de M. LOREAU

Messieurs,

Il existe des liens de parenté si intimes entre les moteurs fixes et les moteurs d'automobiles que vos 1re et 2e Sections ont été amenées à se réunir pour une part importante de leurs travaux pendant ce Congrès, et que même dans les séances spéciales à chacune d'elles, des questions similaires ont été forcément visées dans les discussions ouvertes.

Vous voudrez bien dès lors me pardonner si à mon tour je vous dis quelques mots sur certains des points qui viennent d'être traités par le si distingué Président de la 1re Section.

Continuant d'après le programme d'ensemble, l'étude des organes du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moteur à explosions, MM. L. Périssé et de la Valette ont fait une communication sur les « Carburateurs ».

Leur connaissance approfondie de la question, les dessins à grande échelle sur lesquels ils suivaient la description précise faite par eux de la série déjà longue des dispositions variées mises en pratique, ont pleinement éclairé les auditeurs.

Plus d'une solution réalise le problème de la préparation de ce mélange explosif qui semble pouvoir être défini : (en se rappelant la définition donnée par Sainte-Claire-Deville pour le gaz d'éclairage) un véritable brouillard de particules infinitésimales de carbure nageant suspendues dans l'air qui les doit brûler.

Maintenir constant, quelle que soit la vitesse du moteur, le rapport (une fois convenablement établi) entre la quantité de carbure combustible et le volume d'air comburant s'impose comme condition de marche régulière.

MM. L. Périssé et de la Valette puis M. Richard nous ont dit les tentatives anciennes puis les succès récents obtenus dans ce sens en agissant sur les orifices d'entrée d'air au carburateur ; M. Stern au contraire, a proposé d'agir sur la quantité de carbure introduit en faisant varier la hauteur du niveau et par suite la charge sur les orifices de débit ; enfin M. Brillié nous a entretenu de l'élégante solution apportée par le carburateur distributeur à alvéoles.

Je m'arrête, car vous aurez tout plaisir et tout profit à lire ces importantes communications dans leur texte même et à regarder les clichés détaillés et précis qui les illustrent.

Si les corps lubrifiants ne s'altéraient pas vers 400°, perdant alors leurs qualités onctueuses qui s'opposaient au grippement des pistons et des cylindres, nous n'aurions pas eu, à notre regret, à entendre M. Butin nous parler des pompes et M. Bénabenq des radiateurs.

Mais puisque le refroidissement des parois est un mal nécessaire, malgré toutes les calories enlevées par lui en pure perte (près de 40 % de la totalité produite par le combustible), les dispositifs les meilleurs devaient être recherchés.

Dans le cycle total de circulation d'eau, M. Butin estime que le classement doit être : Pompe, Moteur, Radiateur et Réservoir, le refoulement de l'eau se faisant du bas vers le haut du radiateur, afin que les bulles d'air ou de vapeur s'élèvent dans le sens même de la circulation.

Le réservoir toujours en charge sur la pompe, devra être placé de telle façon que le cas échéant tout le système puisse fonctionner momentanément comme thermo-siphon.

Dans ces conditions avec une pompe de débit régulier et l'un des bons radiateurs que décrira M. Bénabenq, le circuit total pourra être parcouru dans le délai de 15 à 60 secondes au maximum et au bout de ce temps l'eau revenue à son point de départ aura fait descendre la température de l'enveloppe au degré le plus bas — l'on aura obtenu le meilleur refroidissement possible.

Le rapprochement de ces deux termes : « degré le plus bas » et « refroidissement le meilleur » ayant éveillé la susceptibilité de l'un des auditeurs, M. Butin établit facilement que sa phrase n'avait qu'une portée comparative et qu'il partageait pleinement l'avis de Levassor demandant que la température de l'eau de refroidissement ne descendît jamais au-dessous de 75°.

La communication de M. Bénabenq ayant achevé l'étude de détail des organes du moteur, ce fut le Président de la 1re Section, M. l'Inspecteur général

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FORESTIER qui entretint les sections réunies des conditions de la marche des moteurs tonnants.

C'était question singulièrement familière à celui auquel l'automobilisme est depuis son origine redevable d'un concours si constant et si éclairé.

Vous lirez tout entière cette communication, où d'un bout à l'autre l'érudition et l'esprit cheminent agréablement de compagnie.

S'agit-il de la question de l'allumage, parlant du procédé par tubes et brûleurs « procédé déjà presque antédiluvien » M. FORESTIER à son tour cite LEVASSOR, le vaillant de la première heure.

Ton tube est-il bien chaud, demandait LEVASSOR à son chauffeur? — Oui. — Eh bien chauffe-le davantage encore.

C'était déjà presque le mot des électriciens d'aujourd'hui. Augmentez le voltage, jamais l'étincelle ne sera trop chaude.

S'agit-il de la régulation. Quel sera le système à choisir, agira-t-on sur l'Echappement ou sur l'Admission?

M. FORESTIER suppose les deux systèmes, en personne, en présence. Le premier « tout ou rien » usant de son droit d'ancienneté parle au second, au jeune : « On te dit bien irrégulier » et le jeune répond : « Mais de mauvais propos vous « disaient si brutal. »

Et l'orateur constate, s'en réjouissant, qu'aujourd'hui les constructeurs conciliants fusionnent les deux systèmes.

Toutes les soupapes commandées, telle est la note (note heureuse) dominant au dernier Salon.

S'agit-il..... mais je ne puis tout citer !

En résumé, le moteur décrit et bien décrit, il restait à comparer les conditions d'emploi dans ce moteur des trois combustibles à l'étude : alcool pur, alcool carburé, essence.

Le débat sur une question si brûlante fut sur le point de s'engager de suite, mais après de brillantes escarmouches (M. MICHEL-LÉVY, le Président du Congrès lui-même intervint), orateurs et auditeurs se mirent unanimement d'accord sur ce principe : « Au point de vue du rendement final le pouvoir calo- « rifique du combustible n'entre pas seul en cause », et le débat fut renvoyé à la séance qui lui devait être entièrement consacrée.

Votre 2e Section dès sa première réunion, avait pensé que rien ne pouvait mieux la préparer à ses travaux que l'étude du remarquable rapport du « Concours international de moteurs et appareils utilisant l'alcool dénaturé, « ayant eu lieu à Paris en mai 1902 », rapport publié par le Ministère de l'Agriculture et dont les épreuves avaient été aimablement remises aux Membres du Jury de 1902 le jour même de la séance d'ouverture de notre Congrès.

C'était bien encore œuvre inédite, son étude rentrait dans le programme de nos travaux.

Ce fut le Président de la 2e Section qui eut le plaisir d'être chargé de cette étude.

Avant la question de quantité consommée se posait la question de possibilité d'emploi.

Une accusation bien nette était portée contre l'alcool. Les produits de sa combustion disait-on, sont acides — les soupapes et les cylindres sont altérés par eux — de ce fait l'alcool ne peut être utilisé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Que répondait le rapport par la voix de M. Sorel, le chimiste distingué auquel il a été tant de fois rendu hommage ?

En 1901 un premier concours avait eu lieu, des expériences avaient été faites à la Station d'Essai des Machines Agricoles, les constructeurs avaient été éclairés sur les conditions de marche de leurs appareils.

En 1902, les concurrents revenaient instruits par une première expérience; avec des moteurs mieux préparés pour le but à atteindre.

Quels étaient les résultats de ces efforts ?

Avec sa netteté habituelle, avec sa franchise de savant, M. Sorel écrit (page 76 de son rapport) :

« L'an dernier (1901) nous avons constaté sur la majeure partie des moteurs « la production plus ou moins notable d'aldéhyde formique accompagné par- « fois de proportions d'acide acétique telles que l'odorat en était très nettement « affecté ».

« Cette année (1902) l'aldéhyde formique ne s'est présentée qu'accidentelle- « ment. L'acide acétique paraît être un produit constant dans les moteurs « actuels, mais il varie en quantité d'une façon très considérable ».

Applaudissons aux transformations heureuses réalisées en un si court délai ; l'aldéhyde formique qui était la règle en 1901 n'est plus que l'exception en 1902; mais ne nous reste-t-il pas une légitime inquiétude ? Dans tous les moteurs l'acide acétique est là « produit constant » et « variant en quantité d'une « façon considérable » quel rôle va-t-il jouer dans les moteurs ?

Sur ce point encore, Messieurs, quels précieux documents nous fournit le rapport.

Ce n'est point de quelques expériences isolées que nous allons avoir à tirer une conclusion. C'est sur 41 moteurs différents que des expériences multiples ont été répétées et le Président de la 2e Section alors membre du Jury, qui a pu suivre tous ces travaux est sincèrement heureux de témoigner ici de la scrupuleuse exactitude et de l'intelligente habileté avec lesquelles ils ont été dirigés tant par M. Ringelmann pour la partie mécanique que par M. Sorel pour la partie chimique, tous deux secondés par une pléïade de jeunes et dévoués collaborateurs.

Et quel intéressant contrôle l'organisation même des essais a su apporter.

Pendant que M. Ringelmann répétait sur chaque moteur un essai à vide, un essai à demi-charge, un essai à pleine charge, constatant pour chaque cas la dépense en alcool par cheval-heure ; de son côté M. Sorel recueillait à chaque expérience les gaz d'échappement produits de la combustion et par analyse, mesurait les quantités de carbure et d'hydrogène échappées à cette combustion.

A ces moteurs, laissant ainsi disparaître par mauvaise disposition ou mauvais réglage de leurs organes une part non utilisée du combustible fourni devait correspondre naturellement une consommation plus grande.

Des deux procédés est résulté un classement identique. Sur l'une ou l'autre des courbes tracées, les mêmes moteurs occupaient le même rang, méritaient les mêmes récompenses. Et pour ne tirer actuellement de ces expériences si rigoureuses, si précises que ce qui concerne la question de l'acide acétique, de son action sur les moteurs nous n'avons qu'à consulter les tableaux des pages 88 et 89 du rapport, où nous lirons par exemple pour ne choisir que les cas d'un liquide indiscutablement acide.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NUMÉRO de l'Appareil	ALCOOL EMPLOYÉ	SOUPAPE D'ADMISSION	SOUPAPE DE REFOULEMENT	LIQUIDES CONDENSÉS ET OBSERVATIONS
19	Carburé.	Très bonne.	Très bonne.	Liquide jaune très acide.
20	Id.	Bonne.	Bonne.	Liquide un peu acide. De temps en temps, un peu de fumée.
.....	.....	.....	.....	.....
25	Dénaturé, puis carburé.	Très propre.	Très propre.	Liquide nettement acide.
26	Dénaturé.	Sèche et propre.	Très bonne.	Liquide très nettement acide. Un peu de louche, un peu de suie.

Quant au résultat d'ensemble, il est nettement formulé dans ces lignes :

« En ce qui concerne les soupapes d'échappement, la présence constante « de l'acide acétique dans les gaz produits porterait à admettre qu'il y a cons- « tamment attaque. Il n'en est rien cependant, au moins en cours de marche : « beaucoup de soupapes examinées ne présentaient pas trace d'attaque même « quand l'acidité des vapeurs produites était très sensible. »

Et plus loin précisant la seule précaution, la seule mesure à prendre, précaution déjà recommandée de vieille date pour les machines à vapeur afin d'empêcher les cylindres de rouiller, M. Sorel dit :

« Il convient donc après arrêt de graisser le cylindre et de lui faire faire « quelques tours pour empêcher le contact direct du métal et de l'eau con- « densée. »

Eh bien n'est-ce pas, Messieurs, que notre inquiétude est pleinement dissipée, et que nous pouvons hautement affirmer que les critiques formulées contre l'alcool était injustes.

Tel a été l'avis unanime de votre 2e Section à laquelle des documents confirmatifs ont encore été apportés.

Un membre a assisté au démontage d'un moteur 8 chevaux Panhard après 14 mois de marche ininterrompue à l'alcool — cylindres et pistons étaient sans une piqûre absolument polis et brillants.

Puis il était rappelé que ces craintes formulées au sujet des moteurs à alcool on les avait éprouvées aussi pour les moteurs à gaz lorsque passant du petit moteur à 2 chevaux d'Otto (ayant 0^m 14 de diamètre), au gigantesque moteur de 500 chevaux de l'Exposition de 1900 (de 1^m30 de diamètre et de 1^m40 de course) on s'était trouvé dans l'obligation de demander aux hauts fourneaux eux-mêmes le gaz nécessaire à ces énormes cylindrées.

Mais malgré les précautions prises, ces gaz entraînent avec eux des poussières corrosives et des vapeurs acides et pourtant cylindres et pistons restent eux aussi intacts et chaque jour ces moteurs croissent et se multiplient!

Les mesures de consommation faites avec la précision que nous avons dite, aux concours de 1901 et 1902 ont montré par cheval-heure les résultats remarquables de 0 k. 233 et 0 k. 270 d'alcool carburé avec un pouvoir calorifique de 7.453 calories, alors que normalement nous constatons pour des moteurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employant l'essence (d'un pouvoir calorifique de 10.180 calories) des consommations de 0 k. 350 à 0 k. 400.

D'autre part, les expériences directes de M. Brillié, les résultats recueillis en Allemagne et communiqués par M. Sidersky donnent de leur côté des consommations moindres en alcool carburé qu'en essence.

Dans un remarquable rapport intitulé modestement « Contribution à l'Etude « des moteurs à l'Alcool » et développé par M. Chauveau à la 2e Section sont indiquées une série de considérations tendant à donner les raisons de la supériorité du rendement thermique des moteurs à alcool.

Plus la compression initiale du mélange tonnant est élevée, avant l'allumage, plus le contact est intime entre le combustible et l'air, meilleure est la combustion, et plus élevée est la pression correspondant à l'explosion, plus la détente est prolongée, la marche économique.

Pour l'essence la compression de 4 k. 5 à 5 k. ne peut être dépassée sans inconvénient, des explosions prématurées, auto-inflammations pouvant se produire avant l'allumage — mais avec l'alcool, en raison de sa composition même et de l'eau qu'il renferme, la compression préalable peut s'élever au-dessus de 10 kilogs.

Une partie des calories développées par l'explosion est utilisée pour transformer en vapeur l'eau contenue dans le combustible alcool, la température correspondant à l'explosion est moins élevée qu'avec de l'essence, la perte par refroidissement des parois est moindre, la température des gaz d'échappement est moindre aussi et, suivant l'expression de M. Chauveau, le moteur à alcool fonctionne à allure froide, tandis que le moteur à essence fonctionne à allure chaude. Entre le moment de l'explosion et le moment de l'échappement la différence de température pourra être la même dans les deux cas 600° par exemple, mais pour l'alcool les températures extrêmes seraient 1.000° et 400° et pour l'essence 1.200° et 600°.

Moindre refroidissement obligatoire — détente plus prolongée — entretien plus facile du moteur, tous les avantages se groupent autour de la marche en allure froide.

Mais alors, dit M. Chauveau, si tous ces avantages sont dus à la présence de l'eau dans l'alcool, n'en aurions-nous pas la confirmation si en introduisant de l'eau avec l'essence nous obtenions aussi des résultats meilleurs.

L'auteur du mémoire trouve à sa demande une réponse toute réalisée par le moteur Banki, l'intéressant appareil qui figurait à Vincennes en 1900.

Grâce à l'eau introduite et dont la quantité en poids atteint jusqu'à 5 fois le poids de benzine employée, la compression peut atteindre 16 kilogs avant l'explosion et 38 kilogs par centimètre carré au moment de l'explosion.

Là comme pour l'alcool, la dépense de calories pour faire passer l'eau à l'état de vapeur est compensée largement par l'économie de perte aux parois et le résultat final avec de l'essence de densité 730° et d'un pouvoir calorifique de 10.180 calories, est une dépense singulièrement réduite de 221 à 235 grammes par cheval-heure.

Voilà donc bien l'alcool qui de lui-même par sa composition propre, par ses qualités intimes réalise le même bénéfice que cette essence hydratée artificiellement et difficultueusement obtenue.

Voilà justifié l'écart du rendement thermique, qui de 15 à 20 % pour l'essence monte à 30 % pour l'alcool pour les moteurs primés du concours de 1902.

Mais il est bien curieux de voir que dans le chauffage direct d'une chaudière à vapeur comme dans l'appareil Serpollet, alors que l'alcool ne sera utilisé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'avec son infériorité de pouvoir calorifique, son défaut apparent, il sera encore préféré.

M. SERPOLLET le dit dans son intéressant rapport. En remplaçant l'alcool il a dû augmenter le nombre des brûleurs, mais, grâce à sa combustion régulière, sans fumée, sans engorgement, grâce à la mise en veilleuse très facile avec lui, très délicate avec l'essence, l'alcool donne encore en service dans Paris, avec un emploi agréable, un résultat économique.

J'aurais encore à vous parler du dynamomètre du colonel RENARD et du manographe aux diagrammes vivants de M. HOSPITALIER, appareils présentés à ce Congrès mais que leur succès même vous fera vite connaître — et j'ai déjà abusé de vos instants.

Au début je vous citais le remarquable rapport du concours de 1902, de cette grande manifestation scientifique du commencement de notre siècle, réalisée, (rapprochement curieux), à l'occasion d'une question agricole, dans une station agricole, à l'inspiration du Ministère de l'Agriculture — nous ne pouvons terminer sans remercier sincèrement l'Automobile-Club de France d'avoir si brillamment organisé ce nouveau Congrès.

En 1901, après les premiers essais de consommation de moteurs à l'alcool à la Société des Agriculteurs de France, je pouvais annoncer par cheval-heure dans Paris une économie de 15 % sur l'emploi de l'essence.

Dans son brillant discours d'ouverture de ce congrès, M. le Président MICHEL LÉVY indiquait pour des conditions analogues 20 % d'économie par tonne kilométrique.

Puissions-nous continuer dans cette voie, Messieurs, que chaque Congrès nouveau nous apporte même économie nouvelle et le succès définitif de notre cause est proche.

M. MICHEL LEVY. — Messieurs, il me reste la tâche très douce de remercier MM. les Présidents des Sections pour la façon si remarquable dont ils ont présidé nos travaux. — La caractéristique du Congrès a été le travail. Vous l'avez vu par les résultats qui nous ont été exposés tout à l'heure, et qui à eux seuls constituent un compte rendu intéressant.

Voulez-vous me permettre de remercier en votre nom, en première ligne M. GUSTAVE RIVES, notre si aimable et si éminent Commissaire général, *(Applaudissements unanimes)* grâce auquel nous avons eu un si intéressant Congrès. — Je remercie également les Secrétaires généraux, MM. PÉRISSÉ et CHAUVEAU, dont vous avez pu apprécier les efforts, d'ailleurs couronnés de succès; MM. les Secrétaires de Section, dont la tâche est loin d'être achevée; enfin ceux d'entre vous, Messieurs, qui ont apporté ici de si intéressantes communications.

Quant à nos éminents Présidents de Section, l'heure s'est écoulée très rapidement à entendre le résumé lumineux des travaux qu'ils ont présidés.

Nous allons nous occuper maintenant des comptes rendus de nos discussions, et nous devrons encore recourir ici à la libéralité de l'Automobile-Club, qui veut faire tous ses efforts pour que nous possédions un compte rendu digne de vos travaux, dans le plus bref délai possible.

A ce point de vue, je vous signale combien il est utile que tous ceux d'entre vous qui ont bien voulu coopérer à nos travaux, nous fassent parvenir leurs communications intégrales ou résumées dans le plus bref délai

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possible. Nous éviterons ainsi tout retard dans la publication du compte rendu.

Ce compte rendu, Messieurs, gagnera énormément à être publié le plus tôt possible. Il perdrait beaucoup de son intérêt à l'être dans un an ; aussi nous allons essayer de résoudre ce problème en trois mois, ce qui sera un tour de force. Nous avons besoin pour cela que nos collaborateurs nous continuent leur concours exact et dévoué. — C'est le vœu que j'exprime en terminant, bien que les vœux soient interdits par le règlement. *(Rires, applaudissements.)*

M. VIGER. — Je vous demande pardon si je prends une fois de plus la parole, mais ce qui m'enhardit, c'est que je dois accomplir un acte de gratitude au nom de tous les Congressistes, au nom de tout le Bureau du Congrès en exception de son éminent Président, et remercier, au nom de tous, Monsieur MICHEL LÉVY de la science, du dévouement et de la courtoisie qu'il a apportés dans la conduite de nos travaux. *(Applaudissements unanimes, ovations prolongées.)*

M. LE PRESIDENT. — Messieurs, la séance est levée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAVAUX DES COMMISSIONS

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRAVAUX DES COMMISSIONS

Première Section. — AUTOMOBILES

SEANCE DU MERCREDI 17 DÉCEMBRE 1902

La séance est ouverte à 3 heures. Sont présents au bureau : M. Forestier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, *Président ;* M. de la Valette, *Vice-Président ;* Boyer-Guillon, *Secrétaire.*

M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. Lefer.

Communication de M. LEFER

INGÉNIEUR

SUR LA ROUE

EXPOSÉ

Je vais vous entretenir de la roue, cet organe de locomotion d'origine si ancienne, si répandu, même dans les pays les plus arriérés, que nous connaissons tous, mais que cependant personne ne peut définir exactement; car, si on nous demandait ce que c'est qu'une roue, il ne nous serait sans doute pas possible de répondre autre chose que ceci : « C'est une roue ».

Cet organe ou mieux cette machine, — car c'est une véritable machine, qui en mécanique devrait être placée à côté du levier et du coin, car elle doit être d'origine aussi ancienne — nous apparaît d'un usage et d'un emploi si naturels que nous ne nous demandons pas si elle a toujours existé, et que, en raison même et de son ancienneté et de son emploi général, c'est la machine sur laquelle on trouve le moins de renseignements, et pas même une définition, soit usuelle, soit mécanique, qui puisse faire comprendre son rôle et son utilité.

Les dictionnaires usuels disent au mot *roue:* « Machine ronde et plate tournant autour de son axe. »

Littré dit : « Machine de forme circulaire, qui, en tournant sur son essieu, sert à mouvoir quelque chose. »

Sonnet, Laboulaye, et autres auteurs scientifiques ou industriels, ne donnent aucune définition, et ne mentionnent pas même l'existence de cette machine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les auteurs tels que PONCELET et MORIN, qui se sont occupés spécialement d'expériences sur les voitures et le roulement, ne donnent eux-mêmes aucune définition; et les traités de mécanique qui tous donnent la théorie des machines simples ou élémentaires, n'en parlent pas, alors cependant que la poulie, qui est très probablement une machine dérivée de la roue et dont l'emploi a dû être postérieur à celui de cette machine, y tient une place importante, bien que son usage soit moins général.

La roue offre cette particularité d'être une machine sur laquelle on ne trouve aucun renseignement, et cependant elle est construite d'après des règles parfaitement établies, quoique ignorées, et qui se transmettent de père en fils.

Quand on visite un atelier de charronnage, fût-ce même celui du charron du plus humble village, on y trouve des calibres pour les jantes, les moyeux, les rais, l'écuanteur, les mortaises, etc., qui répondent à chaque genre de roues en usage dans le pays, et dont l'emploi, comme nous le verrons plus loin, est parfaitement justifié.

Dès que le charron a reçu commande d'une paire de roues de charrette, il prend les calibres qui se rapportent à ce véhicule, trace d'après eux les différentes pièces qui entrent dans leur composition, et construit une paire de roues exactement semblables à celles qu'il a fournies plusieurs années auparavant et à celles que son prédécesseur avait fournies avant lui; de même que son successeur fournira plus tard des roues identiques faites d'après les mêmes procédés.

On comprend maintenant pourquoi la roue est si connue tout en restant si ignorée. Sa construction et son usage paraissent si naturels qu'on ne se demande même pas sur quelles règles ils reposent.

Il est probable que cette ignorance de la roue se serait perpétuée longtemps encore si l'automobilisme n'avait exigé, pour ses besoins, qu'on étudie cette machine d'un peu plus près, les conditions de travail qu'on voulait en obtenir étant tout autres que celles qu'on s'était borné jusqu'ici à lui demander. — On vit alors surgir quelques études, entre autres celles bien connues et si remarquables de M. FORESTIER et de M. le Commandant FERRUS.

La première est surtout une étude historique de la roue, à laquelle nous ne pourrons qu'ajouter nos idées personnelles sur l'origine de cette machine.

La deuxième est une étude technique, à laquelle nous apporterons notre contribution.

Nous signalerons aussi à ceux que la roue intéresse à ces deux points de vue l'ouvrage de M. le Professeur REULEAUX, intitulé *Théorie de Machines;* et surtout la visite si intéressante de notre Musée de l'Artillerie aux Invalides, où l'histoire de la roue depuis quelques cents ans se montre aux yeux du visiteur, qui peut ainsi, sur les modèles exposés, suivre les transformations qu'elle a subies jusqu'à ce jour, et dont quelques-unes sont faites pour surprendre. — Nous renverrons fréquemment à ces modèles dans ce qui va suivre.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, on ne trouve pas de renseignements sur la roue. Pourquoi de l'écuanteur? Pourquoi du carrossage? Autant de questions auxquelles il est impossible de répondre d'une manière précise et qu'on ne peut résoudre que par les déductions qu'il est permis de tirer de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'examen attentif de la roue et de sa fonction, ce que nous nous proposons de faire.

DÉFINITION DE LA ROUE

Avant d'aller plus loin, il semble nécessaire de donner une définition de la roue considérée en tant que machine.

Au point de vue géométrique, la définition est aisée, mais au point de vue mécanique il n'en va pas de même.

Peut-être penserez-vous, Messieurs, que cette définition n'est pas indispensable. Cependant cette machine, la plus répandue qui soit peut-être dans le monde, qui tient une si grande place, sinon la première, dans l'automobile, mérite bien qu'on la définisse d'une manière un peu plus explicite que celle qu'on trouve dans les ouvrages actuels, et telle qu'on puisse comprendre en la lisant, et ce qu'elle est, et sa fonction.

La définition que nous proposons est celle-ci: « *Roue.* — Machine circulaire en contact avec un plan sur lequel elle se déplace et servant à transformer un mouvement de translation appliqué à son centre de figure en un mouvement de rotation ou inversement. »

« La roue a pour fonction de rouler, c'est-à-dire de se déplacer en présentant, sur le plan avec lequel elle est en contact, tous les points successifs de sa circonférence, de telle façon que le déplacement de son centre de figure qui en résulte soit proportionnel au développement de cette circonférence. »

En principe, le centre de figure ou l'axe de la roue est un organe indépendant appelé essieu, qui a pour objet de recevoir la charge et de la transmettre à la roue qui doit la supporter, et que pour cette raison on appelle roue porteuse. Cet essieu peut aussi, tout en supportant ou non la charge, faire corps avec la roue et lui transmettre le mouvement qu'il reçoit de la machine motrice. Dans ce cas la roue est appelée roue motrice, et l'essieu devient un essieu moteur. Enfin l'essieu peut supporter la charge sans faire corps avec la roue, et cependant celle-ci peut être motrice. C'est le cas où la roue est commandée directement par un engrenage ou une chaîne.

ORIGINE DE LA ROUE. — LE ROULEMENT

M. Forestier, dans son étude de la roue, nous a fait voir que, dès que l'homme eut besoin de transporter des fardeaux, il eut recours au traîneau. Il en donne des exemples assez nombreux tirés de l'antiquité.

Nous pensons que, d'après l'expérience qu'on peut acquérir dans diverses périodes de la vie, et que ceux qui se sont occupés de certains travaux peuvent ainsi à un plus haut point que d'autres, lorsque les Egyptiens transportaient des fardeaux par traînage, ils ont dû faire, ainsi que nous, la remarque que certains terrains se prêtaient mieux que d'autres à ce traînage.

Ceux de nous, Messieurs qui se sont occupés de travaux publics et de bardage des pièces sur le terrain se rappelleront sans doute que, lorsqu'on fait ce bardage sur un terrain caillouteux, il est beaucoup plus facile que sur la terre proprement dite. La raison en est que les graviers et cailloux affectant la forme circulaire, il y a en réalité roulement du fardeau sur une assez grande quantité de petites billes naturelles qui facilitent ainsi le mouvement de translation.

Qui ne se rappelle parmi nous avoir dans sa jeunesse monté des talus et, quand ceux-ci étaient caillouteux, être resté en chemin parce que les cailloux, roulant sous les pieds, rendaient l'ascension impossible.

On imagine encore facilement que, si une chaussée bien unie était garnie de ces graviers de rivière qui affectent si souvent des formes circulaires ou ovoïdes et que pour cette raison on appelle cailloux roulés, une automobile qui serait lancée sur cette voie ne ferait pas beaucoup de kilomètres à l'heure, attendu que le mouvement des roues n'aurait d'autre effet que de faire rouler ces graviers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les raisons que nous venons de donner nous pensons que les Egyptiens ont dû, comme nous, se rendre compte de la facilité que leur procurait les terrains caillouteux pour le traînage des fardeaux, et nous sommes convaincus que dans les figures de l'ouvrage de M. Forestier, l'homme qui est représenté en avant du traîneau verse, non pas un liquide lubrifiant, mais bien des graviers qui, en s'interposant entre le sol et le traîneau, avaient pour effet de réduire notablement l'effort dépensé pour le déplacer.

LE ROULEAU

Ce que nous venons de dire des graviers s'observe encore dans les forêts où, lorsque des brindilles de bois jonchent le sol, il est difficile, si celui-ci est en pente, de conserver l'équilibre, car ces brindilles roulent sous les pieds. Il y a tout lieu de supposer que, dans l'antiquité, lorsque pour les besoins de l'homme on abattait des arbres, et que ceux-ci, étant dépouillés de leurs menues branches devaient être transportés au dehors de la forêt, les anciens ont dû s'apercevoir qu'en faisant le traînage de ces arbres sur leurs débris restés à terre, celui-ci était facilité par le roulement de ces débris interposés entre le sol et l'arbre transporté ; et que là a dû prendre naissance l'idée du rouleau qui fut si longtemps employé avant la roue proprement dite, laquelle ne doit être, pensons-nous que le résultat de la lente transformation du rouleau en une machine plus perfectionnée.

En nous reportant à l'ouvrage de M. Forestier nous voyons en effet que le rouleau simple était connu des anciens Assyriens, mais il avait l'inconvénient, lorsque la charge avait parcouru un certain chemin, de s'échapper, et il fallait la soulever pour introduire à nouveau le rouleau dessous et faire un nouveau chemin après lequel on recommençait la même opération.

Ceci est bien connu de tous ceux qui ont fait des bardages de pièces car le même inconvénient existe toujours, mais cependant il est souvent utile de recourir au rouleau dans les manœuvres de chantier.

On trouva pour remédier à cet inconvénient, fort gênant dans beaucoup de cas, une solution consistant à ménager deux gorges dans le rouleau, lesquelles étaient embrassées par la plate-forme reposant dessus et dont M. Forestier nous fait voir des exemples.

Ainsi modifié, le rouleau n'était plus un rouleau proprement dit, car les gorges remplissaient fonction d'essieu, et ce n'était pas encore la roue, car il y avait une faible différence entre le diamètre extérieur du corps du rouleau et le diamètre de la gorge, puis le tout était solidaire.

On dut s'apercevoir bientôt, qu'à cause de la faible différence du diamètre du corps du rouleau et de la gorge, ces rouleaux ne remplissaient pas toujours le rôle qu'on leur assignait, et qu'au lieu de rouler, ils étaient retenus par le frottement qu'exerçait la charge agissant comme frein sur les gorges, et qu'ils glissaient sur le sol.

LA ROUE CALÉE

On dut encore remarquer que lorsque les gorges étaient profondes et le corps du rouleau de gros diamètre le roulement était toujours assuré, et de là est venu sans doute l'apparition de la roue pleine calée sur l'essieu, c'est-à-dire faisant corps avec celui-ci, tout comme dans le rouleau.

Mais deux roues calées sur un essieu ne permettent, comme nous le savons, que de parcourir un chemin en ligne droite ; et, lorsqu'il faut dévier le véhicule de sa direction, ce ne peut être qu'au prix de très grands efforts car une des roues doit glisser sur le sol. Ces efforts sont d'autant plus grands que la courbe qu'on veut faire parcourir au véhicule est plus petite et peuvent être suffisants, si la charge transportée par le véhicule est importante, pour tordre et briser l'essieu.

LA ROUE LIBRE ET L'ESSIEU

Nous déduisons de là que l'assemblage de la roue avec l'essieu, qui ne pouvait être parfait tant à cause des matières employées qu'à cause des outils et moyens de construction rudimentaires mis en usage, étant soumis lui-même aux efforts considérables que nous venons de signaler, l'un d'eux a dû céder, et la roue devenant libre sur l'essieu en révélant tout d'un coup ses avantages, la machine moderne telle que nous la concevons et que nous appelons *la roue* était née et ne devait plus disparaître.

Ce ne peut être, selon nous, qu'à une circonstance fortuite et non au raisonnement que nous devons l'existence de la roue libre, et c'est à partir de ce moment que la roue et l'essieu allèrent se perfectionnant ; ce dernier restant encore longtemps en bois jusqu'à une époque plus rapprochée de nous qu'on ne le pense, ainsi qu'on peut le voir au Musée d'artillerie.

LA ROUE A RAIS

En continuant l'ouvrage de M. Forestier nous voyons que la roue fut longtemps pleine, c'est-à-dire constituée par des rondelles d'arbres d'abord et ensuite par des assemblages de madriers et autres pièces de bois. Plus tard apparurent les roues évidées, puis enfin, les roues à rais que nous connaissons.

A quoi peut tenir l'adoption de la roue à rais au lieu et place de la roue pleine aban-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnée ? Evidemment il y a une cause et nous la déduisons de l'ouvrage même de M. Forestier.

En nous reportant aux nombreuses figures qu'il donne, nous remarquons que tous les véhicules munis de roues pleines étaient traînés par des bœufs. C'étaient donc des véhicules ne se déplaçant jamais qu'à des vitesses très faibles.

Au contraire, les véhicules munis de roues évidées ou à rais sont représentés traînés par des chevaux dont quelques-uns sont d'apparence assez fougueuse.

Nous trouvons dans ces figures l'indication qu'il s'est produit là un fait tout fortuit analogue à celui qui a produit la roue libre sur l'essieu et qui a donné naissance à la roue à rais.

On remarque que les roues pleines étaient de grand diamètre, ce qui tenait sans doute à ce qu'on s'était déjà rendu compte que le roulement était plus facile que lorsque les roues étaient petites, et que par suite, ces roues massives devaient être fort lourdes, ce qui n'était pas un inconvénient tant qu'on ne dépassait pas la vitesse donnée par l'attelage des bœufs. Mais, lorsqu'on eut attelé des chevaux et qu'on voulut utiliser la vitesse que peuvent donner ceux-ci on dut s'apercevoir que ces roues immenses absorbaient à elles seules, par suite des cahots qui faisaient ressauter la masse entière, toute la force que les chevaux pouvaient fournir, et on dût s'appliquer, non seulement à réduire le diamètre des roues, mais encore à les évider à jour pour les rendre moins pesantes, ainsi que nous les voyons dans les figures représentant les véhicules munis de roues à rais et traînés par des chevaux, véhicules qui, ainsi qu'on peut le concevoir d'après leur aspect, étaient surtout destinés à fournir des courses de vitesse.

Il se dégage donc de ces déductions un fait que nous constatons encore de nos jours, c'est que, lorsqu'on augmente la vitesse il faut diminuer le poids des roues et du véhicule.

INFLUENCE DE LA VITESSE

Nous connaissons tous ces énormes fardiers qui dans Paris servent au transport des pierres de taille et sont attelés de six chevaux qui, à l'allure modérée à laquelle ils marchent, les entraînent sans fatigue, malgré leur charge parfois considérable. Hé bien, figurons-nous ce que serait ce véhicule s'il était entraîné, même à vide à grande vitesse. La masse tout entière des roues et de la plate-forme qu'elles supportent subirait des soubresauts et des cahots tels, que le sol et les constructions qu'il supporte seraient ébranlés, et que très probablement les six chevaux ne suffiraient pas à maintenir la vitesse et seraient bientôt fourbus.

D'ailleurs, lorsque les véhicules, même légers, se déplacent à grande vitesse, il se produit ce travail d'ébranlement du sol et des maisons que nous venons de signaler, et que les habitants de Paris connaissent tout particulièrement. On peut même remarquer que l'une des voitures qui donne lieu aux plus fortes trépidations est une de celles qui paraissent les plus légères. Cette voiture est celle à deux roues employée par le service des Postes pour le transport des lettres, et les trépidations paraissent être surtout causées par les roues qui présentent une masse relativement considérable, surtout si on la considère à celle de la charge qu'elles supportent. Il est donc fort probabe que les chevaux attelés à ces voitures fatiguent beaucoup car, en outre de leur service qui est de transporter le plus rapidement possible les lettres, ils ébranlent les maisons, ce dont nous nous passerions volontiers, car ces trépidations causent assez souvent des accidents dont on ne saisit pas toujours bien la raison.

Maintenant que nous avons analysé les causes qui ont dû donner naissance à la roue et l'amener à remplir la fonction mécanique que nous connaissons, qui est de transporter les plus fortes charges pour la plus petite dépense de force, nous laisserons de côté les périodes intermédiaires entre l'antiquité et le dix-huitième siècle afin d'examiner les procédés modernes de sa construction.

LA ROUE AU XVIII^{e} SIÈCLE

Nous remarquerons tout d'abord, que la roue restant perpendiculaire à l'essieu, c'est-à-dire n'ayant pas de carrossage, tous les spécimens qui datent de cette époque sont cependant construits avec ce que nous appelons de l'écuanteur.

Quelle peut être la raison qui a conduit à faire usage de l'écuanteur, et surtout d'une écuanteur aussi exagérée que celle qu'on peut voir sur quelques spécimens ?

Nous n'en voyons qu'une seule que voici : à l'époque dont il s'agit on ne faisait pas usage de bandages d'une seule pièce. Ceux-ci étaient constitués par plusieurs bandes de fer à joints droits ou obliques et ces bandes étaient maintenues par des crampons sur la jante en bois. La roue manquait donc de ce serrage énergique produit par le refroidissement du bandage unique mis à chaud, et d'autre part, ce serrage n'aurait pu être obtenu suffisamment énergique par les moyens dont on disposait, de sorte qu'il y aurait eu impossibilité pour ainsi dire, à mettre, sur la roue, les bandes de fer partielles qui composaient le bandage.

Pour vaincre cette difficulté, il n'y avait qu'un moyen, c'était d'employer des rais de forme courbe, afin qu'ils pussent fléchir sous l'action du serrage d'assemblage de la jante ; et on dut, pour obtenir ce résultat, reporter le plan d'emmanchement de ces rais dans le moyeu, fort en dehors de leur plan d'emmanchement dans la jante.

C'est là, croyons-nous, la seule raison de l'écuanteur parfois exagéré qui prit naissance à cette époque avec l'emploi de rais courbes et parfois à double courbure.

On dut évidemment s'apercevoir par la suite, que les roues ainsi construites, étaient plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

douces au roulement ; car, évidemment, les rais fléchissaient et faisaient ressort pendant la marche du véhicule, mais on dut s'apercevoir aussi que ces rais travaillant à la flexion devaient prendre du jeu rapidement dans les mortaises du moyeu et celui-ci dut être renforcé pour pouvoir résister aux efforts qu'il subissait de ce chef et qui devaient avoir pour résultat de le fissurer longitudinalement.

Nous ne pouvons voir dans l'écuanteur qu'un procédé de construction concomitant avec l'emploi des rais courbes et des bandages en plusieurs pièces, et non autre chose.

LE BANDAGE CONTINU

Lorsque les bandages en fer d'une seule pièce firent leur apparition, les rais redevinrent droits et l'écuanteur fut moins prononcée, parce qu'alors on pouvait profiter du serrage énergique produit par le refroidissement du bandage mis à chaud, serrage qui eut pour effet de faire entrer en parfait contact d'assemblage les diverses parties de la jante, les rais et le moyeu.

Si, avec un bandage d'une seule pièce on avait conservé les rais courbes et l'écuanteur exagérée que nous avons vus, ou on aurait écrasé les rais, ou le bandage n'aurait pas tenu de lui-même sur la jante, et il aurait fallu le fixer avec des crampons, ce qui n'est pas nécessaire avec la construction actuelle.

L'écuanteur ne peut être pour nous une question d'élasticité, parce que le bois est une des matières les moins élastiques, et aussi, parce que dans le cas où on en fait usage sans observer certaines règles, on va au-devant de la destruction des divers assemblages à tenons et mortaises qui se traduisent au bout de peu de temps par la démolition de la roue ainsi qu'on peut le voir assez fréquemment dans les rues de Paris surtout dans la saison chaude.

L'écuanteur a cependant des avantages, mais qui ne sont apparus qu'après coup, et pour ainsi dire à l'usage, et sur lesquels nous reviendrons plus loin.

LE CARROSSAGE

Lorsqu'on eut adopté le bandage d'une seule pièce et les rais droits, on vit apparaître le carrossage des roues; c'est-à-dire que les roues ne furent plus perpendiculaires à l'axe de l'essieu.

Ce carrossage d'abord faible semble ressortir de ce fait, qu'ayant vu les inconvénients inhérents à la flexion des rais et au jeu qu'ils prenaient dans leurs assemblages par suite de l'écuanteur et sous l'action de la charge, on voulut charger les rais debout, c'est-à-dire normalement, on voulut donc, pour arriver à ce résultat, déverser le plan de la roue d'une quantité égale à l'écuanteur, laquelle devait être sans doute déterminée d'une façon arbitraire.

LA FUSÉE CONIQUE

L'adoption de ce carrossage eut pour conséquence forcée l'emploi des essieux à fusées coniques.

En effet, si on avait conservé des essieux avec fusées cylindriques, il aurait fallu incliner celles-ci de façon à ce qu'elles aient la même pente que le carrossage de la roue, et sous l'action de la charge, il en serait résulté, par suite de la décomposition des forces, un frottement considérable entre le collet de l'essieu et la face interne du moyeu, et ce fut très probablement ce qui eut lieu à l'origine de l'emploi du carrossage, car tout ce qui tient à la roue a été déterminé par l'expérience et à travers le temps.

Pour éviter ce frottement entre le collet de l'essieu et la face interne du moyeu il fallait conserver horizontale la partie sur laquelle se fait le frottement entre l'essieu et la boîte de la roue, et comme l'axe de la fusée de l'essieu qui était aussi celui de la roue était incliné, il en résulte immédiatement la conicité de la fusée qui dut être double de l'inclinaison donnée au carrossage.

MEILLEUR ROULEMENT DES ROUES CARROSSÉES

Il est un fait reconnu et admis par tous ceux qui font du roulage, c'est que l'écuanteur d'une part et le carrossage d'autre part, facilitant le roulement, ce que, à mon avis, on ne devait guère supposer quand on en fit usage pour la première fois, et ce qui tend à le prouver c'est que bien que le carrossage ait été mis en pratique par Gribeauval, il fut assez longtemps avant d'être adopté par les constructeurs de voitures.

Il y a évidemment une raison pour que la roue déversée ainsi donne un meilleur roulement que la roue restée droite et exige un moindre effort.

Cette raison est encore toute fortuite, et ne pouvait être prévue à l'époque où on fit usage pour la première fois du carrossage.

LA ROUTE

On sait que, les routes, en général, sont établies pour rejeter les eaux pluviales sur les bas côtés, et à cet effet, sont bombées, c'est-à-dire que leur profil transversal est un arc de cercle variable selon les pays et même selon les routes.

Or, lorsque les roues d'un véhicule sont droites, ou parallèles entre elles, elles font, avec le sol à leur point de contact, un angle d'autant plus grand, que l'écartement ou la voie des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roues est lui-même plus grand; et il se produit, sous l'action de la charge, une décomposition de force qui chasse les roues en dehors et tend à les écarter l'une de l'autre par le bas et à les rapprocher par le haut, en produisant un frottement important entre la face externe du moyeu et la rondelle de l'essieu dans le cas des fusées d'essieu à frottement et une flexion des rais telle que chaque rai est fléchi successivement ce qui correspond à un certain travail moteur absorbé par chaque tour de roue et dépensé en pure perte car ce travail de flexion des rais n'est pas restitué au véhicule et ceci est important pour l'automobile étant donné le nombre de tours que font les roues par minute.

Si, au contraire, les roues ont du carrossage, celui-ci peut être tel que la pente soit dirigée vers le centre de courbure du profil de la route, dans ce cas la roue est normale à la route, et il ne se produit aucune décomposition de force pour les écarter, d'où il résulte un meilleur roulement, c'est-à-dire une moindre force nécessaire pour la traction du véhicule, car le frottement qui se produisait plus haut entre la face externe du moyeu et la rondelle de l'essieu n'existe plus, non plus que la flexion des rais et le déversement de la roue.

RAISONS DÉTERMINANTES DU CARROSSAGE

Voilà selon nous la véritable cause déterminante du carrossage. Il faut que celui-ci soit établi de telle sorte que le plan de la roue soit normal à la courbe du profil transversal de la route, que l'axe de la fusée soit tangent à la même courbe dans le plan de la roue, et que la conicité de la fusée d'essieu ait une valeur double de la pente du carrossage afin que la partie en contact avec la roue soit horizontale, qu'il n'y ait au point de contact avec le sol aucune force tendant à chasser et déverser la roue.

La déduction que nous venons de tirer des errements suivis par les gens du métier pour la construction des roues n'est pas admise par tout le monde, quoique cependant l'amélioration du roulement due au carrossage et à l'écuanteur ne soit pas contestée. M. le Baron DE MANNI, dans son traité des bandages pneumatiques, rapporte que la pratique du roulage a conduit à faire usage du carrossage et de l'écuanteur mais, paraît penser que, pour l'automobile, ces conditions ne soient pas nécessaires; et M. le Capitaine FERRUS dans son étude sur les roues propose de réduire le carrossage et l'écuanteur des roues destinées à l'automobile.

RÉSISTANCE DE LA ROUE ÉCUANTÉE

Si nous nous reportons à l'époque des roues pleines nous voyons qu'elles n'étaient pas écuantées, ce qui se comprend assez facilement, parce qu'elles étaient faites avec des matériaux plans réunis entre eux et ne comportant pas d'assemblage à tenons et mortaises.

Dès que, pour rendre les roues plus légères, on voulut faire usage de rais assemblés à tenons et mortaises avec le moyeu d'une part et la jante d'autre part, le moment d'inertie d'une pareille roue pour résister aux efforts transversaux s'exerçant d'un sens ou de l'autre ne fut pas suffisant, et sous l'influence de ces efforts les tenons prirent du jeu rapidement dans les mortaises et les roues furent impropres au service qu'elles devaient faire.

En donnant de l'écuanteur aux rais, ces inconvénients disparurent. Les rais constituant une nappe conique empêchaient le moyeu de se déplacer par rapport à la jante, puis le moment d'inertie du système augmentait et lui permettait de mieux résister à la flexion produite par la charge, surtout lorsque la voiture est sur le côté d'une route, car alors toute la charge tend à descendre et exerce une poussée sur le moyeu, poussée à laquelle la jante résiste en vertu de son adhérence avec le sol et qui se transmet par l'intermédiaire des rais en toutes les parties de la jante qui, si elle n'était pas entourée d'un bandage continu d'une seule pièce, ne pourrait supporter cet effort et s'ouvrirait certainement.

Nous voyons donc qu'au point de vue de la solidité de la roue l'écuantage est nécessaire. Il n'est pas moins indispensable au point de vue de sa conservation et de son bon fonctionnement car, en chargeant les rais verticalement bien que les roues aient du carrossage, les assemblages à tenons et mortaises travaillent normalement et ne subissent aucun effort transversal pouvant comprimer le tenon ni agrandir ou fissurer la mortaise.

Cet écuantage est nécessairement variable avec la largeur de la voie du véhicule, avec le bombé de la route, et selon que le véhicule doit cheminer sur le milieu de la route, ou sur les côtés. En pratique, on prend une moyenne qui concilie toutes ces conditions.

L'ÉCUANTAGE DES ROUES D'AUTOMOBILE

Doit-on conserver l'écuantage et le carrossage pour les roues d'automobile? Pour moi la réponse n'est pas douteuse car, le roulement étant amélioré par le carrossage, il faudra demander au moteur un travail moindre pour une même vitesse, ou on obtiendra une vitesse plus grande pour un même travail moteur. Puis le carrossage ni l'écuanteur ne peuvent modifier en rien l'adhérence au sol ni la direction.

Il y a une autre raison qui n'a pas encore été indiquée, parce que, avec les véhicules en usage avant l'automobile elle n'avait pas d'importance, et qui milite en faveur d'un écuantage assez prononcé. C'est la force centrifuge.

LA FORCE CENTRIFUGE

Y a-t-il parmi vous, Messieurs, quelqu'un qui se soit déjà demandé à quels efforts pouvaient bien être soumises les roues d'une automobile, lorsque marchant à grande allure et soumises

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à un virage un peu court, les roues de cette automobile, glissaient ou rippaient ou fringalaient latéralement sur le sol ?

Hé bien, pour résister à un pareil effort, dû à la force centrifuge développée par la caisse, le mécanisme et les voyageurs, et s'exerçant au centre de la roue, il faut de l'écuanteur et beaucoup d'écuanteur, autrement les rais travaillant à la flexion et non à la compression, se brisent au lieu de résister, et il en résulte les accidents les plus graves.

Vous me permettrez, Messieurs, d'insister pour appeler votre attention sur ce que je vous signale ici au risque de paraître long, mais, pour l'automobile, la roue est tout. Avec de bonnes roues on est en sécurité, avec des roues mal étudiées il faut s'attendre à tous les accidents, même parfois inexplicables.

Construire des roues en se préoccupant de les rendre élastiques est suivant nous une erreur, car à ce compte, elles ne devraient pas être en bois ni avoir aucun assemblage, l'assemblage est anti-élastique et on confond trop facilement élasticité avec jeu dans les assemblages. Si la roue doit être élastique c'est à son bandage qu'il faut demander cette élasticité, le corps de roue doit être avant tout rationnellement établi pour obtenir le meilleur roulement et la plus grande solidité, et ce point de vue ne paraît pas être celui qui a dominé jusqu'ici dans la construction et l'établissement des roues.

Aussi voit-on des automobiles dans lesquelles, non seulement les roues directrices ont du carrossage alors que les roues motrices n'en ont pas ; mais encore, ces dernières ont un carrossage négatif, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas parallèles entre elles, et que leurs plans respectifs font un angle dont le sommet, loin de coïncider avec le centre de courbure de la route, est au contraire, placé au-dessus de la voiture, ce qui est dû à la force qui agit sur les roues à leur point de contact avec le sol et qui tend à les déverser ou les écarter et aussi à la flexion des rais et de l'essieu. Une partie de la puissance du moteur est dépensée inutilement pour vaincre ces forces parasites et sans profit pour personne, mais aux dépens de l'entretien des roues et de la consommation.

L'action de la force centrifuge développée dans les virages par la masse du véhicule et de son chargement sur le centre des roues a deux effets.

Si le véhicule fait un virage dont l'action centrifuge a pour effet de le ramener au milieu de la route et que le milieu de celle-ci par suite de la courbure soit plus élevé que les côtés, le poids total du véhicule, reporté en grande partie sur les roues externes à la courbe décrite concourt à le maintenir dans la direction voulue en augmentant la composante verticale qui agit sur ces roues, et la résultante des deux forces centrifuge et verticale a une direction telle qu'elle se rapproche du centre de courbure du profil transversal de la route. Il n'y a donc pas de danger, à la condition d'avoir des roues solides et bien construites.

Si, au contraire, le véhicule fait un virage dont l'action centrifuge a pour effet de l'éloigner du milieu de la route, cette action, combinée avec celle de la pesanteur, donne une résultante dont la direction s'éloigne du centre de courbure du profil transversal de la route, et le véhicule sans l'action de cette force résultante est précipité dans le fossé qui la borde.

Les roues supportent à ce moment des efforts qui échappent à toute mesure, mais on conçoit que, si elles ne sont pas établies de façon à résister à des efforts beaucoup plus considérables que ceux qu'on peut prévoir, on est exposé à des accidents très graves.

En résumé, on peut dire que la roue est l'organe le plus important de l'automobile et qu'il ne faut pas craindre de lui donner le maximum de solidité. Il faut surtout laisser de côté toutes les idées préconçues et fausses ayant cours actuellement sur la roue et qui empêchent de perfectionner cette machine dont l'étude doit être faite minutieusement avec tous les procédés dont on dispose en mécanique.

ÉTUDES DES ROUES EN USAGE ACTUELLEMENT

Nous pensons qu'on ne peut mieux faire, pour se rendre compte de l'importance de la question dont nous parlons, que d'étudier la construction des roues établies suivant des errements consacrés par une longue expérience.

LA ROUE EN BOIS

Les roues en bois sont ainsi désignées parce que le moyeu, les rais et la jante sont en bois, mais le bandage est toujours métallique.

Les moyeux sont préparés en pratiquant, comme nous l'avons dit plus haut, des mortaises tracées à l'aide de calibres et outils spéciaux pour chaque dimension, lesquels, quoiqu'en général ils soient très simples, permettent à l'ouvrier charron de faire un très bon travail.

LES RAIS

Les rais qui à l'origine étaient de forme rectangulaire, forme qui est donnée naturellement par le travail de sciage, sont maintenant et invariablement de forme ou plutôt de section ovoïde, sauf pour les grosses voitures de charge comme celles qui servent au transport de la pierre.

Cette forme ovoïde qu'on donne aux rais dérive encore de l'expérience, car, on a reconnu que les angles des rais de forme rectangulaire, sous l'action des chocs de la roue avec les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

objets extérieurs, s'arrachaient ou se déchiraient, et que l'aspect était peu satisfaisant ; ce qu'on évite en arrondissant les rais préalablement au lieu d'attendre qu'ils s'arrondissent d'eux-mêmes à l'usage.

L'extrémité du rai qui s'engage dans le moyeu et qu'on appelle la patte, a une forme particulière, cette partie est conique c'est-à-dire que son épaisseur est plus faible à son extrémité qu'à sa naissance au-dessous de l'épaulement du rai qui s'applique sur le moyeu ; mais tout en étant conique, on ménage un peu avant son extrémité une rainure à épaulement qui a une très grande importance.

Lorsqu'on est prêt à emmancher les rais on plonge les moyeux dans l'eau bouillante pour amollir le bois et le rendre en quelque sorte malléable, puis on emmanche à force dans les mortaises du moyeu ainsi préparé, les rais épaulés. Lorsque les rais arrivent à fond, le bois du moyeu, comprimé par l'action d'emmanchement de ces rais dans les parties où il est en contact avec eux, ne l'est pas dans les parties correspondant à la rainure à épaulement des pattes, et il se produit une sorte de bourrelet qui entre dans cette rainure et empêche le rai de ressortir. Il en résulte que le rai une fois mis en place ne peut plus être arraché.

On conçoit que ce procédé soit nécessaire pour le maintien des rais car ceux-ci ne peuvent être chevillés dans le moyeu déjà fort affaibli par les mortaises destinées à recevoir les pattes des rais.

LA DOUBLE ÉCUANTEUR

Ces mortaises affaiblissent le moyeu à tel point, qu'il est quelquefois nécessaire de les faire sur deux rangs alternés, afin de laisser plus d'épaisseur de bois au moyeu. Ce procédé conduit à avoir des roues à double écuanteur, des rais dont on peut voir un exemple sur les roues des grands omnibus à trois chevaux de la Compagnie Générale. On pourrait garder des roues à simple écuanteur, mais alors il faudrait augmenter considérablement le diamètre des moyeux pour laisser une épaisseur de bois suffisante entre chaque mortaise. C'est ce qu'on fait pour les voitures de charge, mais pour les voitures de vitesse cela alourdirait trop la roue.

LA JANTE

Comme on le sait, les rais sont toujours en nombre pair, mais ce qu'on sait moins c'est que la jante est toujours sectionnée en tronçons de nombre impair.

Cette construction de la jante est encore un résultat d'expérience. Nous savons que si un véhicule chemine sur le côté d'une route inclinée transversalement ou bombée, la charge dans ce cas se transmet à la roue de deux façons : 1° verticalement ; 2° suivant une composante parallèle à la génératrice de l'essieu qui transmet la charge à la roue, laquelle composante exerce son effort directement sur la face interne du moyeu, en sorte que la roue retenue par le frottement de son bandage sur le sol est soumise en son centre à l'action d'une force fléchissante à laquelle elle doit résister.

Si les tronçons de la jante étaient en nombre pair, il en résulterait une position de moindre résistance quand les joints d'assemblage seraient horizontaux, parce que le plan de deux de ces joints passerait suivant un diamètre par l'axe de la roue. Au contraire, en mettant les tronçons de jante en nombre impair, jamais deux joints ne peuvent se trouver ensemble dans le plan d'action de la composante due à la pesanteur, et la jante de la roue est dans de meilleures conditions de résistance.

La jante est percée de mortaises dans lesquelles s'emmanchent les tenons ou broches des extrémités des rais, épaulés pour reposer sur la partie interne de la jante.

Ces broches traversent entièrement la jante mais restent légèrement au-dessous de la partie extérieure, c'est-à-dire qu'elles n'affleurent pas avec elle.

Ce n'est que sous l'action énergique de serrage opéré lors de la mise en place du bandage, que les épaulements des rais entrant en contact plus intime avec le moyeu et la jante, cèdent suffisamment pour que les extrémités des broches affleurent la jante et appuient directement sur la face interne du bandage.

Le moyeu est fretté en vue d'empêcher qu'il cède ou se fissure sous l'action de pénétration des pattes des rais, et aussi pour résister aux différents efforts que la roue devra subir.

Quelquefois les roues sont munies de frettes cornières avec vis les reliant à chaque rai, ce qui permet de retenir ceux-ci sans qu'il soit besoin de l'épaulement spécial dont nous avons parlé plus haut.

LE BANDAGE EN FER CONTINU

Le bandage est en fer de première qualité et de section rectangulaire lors de la pose. On a discuté bien souvent à propos d'expérience sur le roulement, sur la forme que devait avoir ce bandage. En pratique, on remarque une chose, c'est qu'au bout de quelque temps de service, et par suite de l'usure, le bandage prend une forme extérieure arrondie. Cette forme arrondie résulte de ce que les bords du bandage s'usent plus vite que le milieu. Il y a à cela plusieurs raisons. La première est que la route n'ayant pas toujours ni même profil, ni profil uniforme, le bandage, lorsque sa section est rectangulaire, pose plus souvent sur les parties voisines des arêtes que sur le milieu.

La deuxième est, que lorsqu'un véhicule chemine sur une route, il change pour ainsi dire constamment de direction, et dans tous ces changements, la roue pivotant sur elle-même à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son point de contact avec le sol, les parties du bandage voisines des arêtes décrivent un certain chemin de frottement qui les use alors que le milieu servant de pivot ne subit presque pas d'usure.

LA FORME EXTÉRIEURE DU BANDAGE

Enfin on observe que lorsque le sol n'est pas suffisamment résistant la roue s'y enfonce d'une certaine quantité, sous l'action de la charge, en créant une espèce d'alvéole. On remarquera si, comme cela arrive fréquemment aux véhicules dans cette position qu'on veut faire démarrer, on fait pivoter cette roue sur elle-même, qu'elle creusera une cuvette dont tous les points sont à égale distance de l'axe de la roue et de l'essieu, propriété spéciale à la sphère, et que, par conséquent, le bandage doit être une tranche sphérique, c'est-à-dire que sa surface externe doit être arrondie et d'autant plus arrondie que le bandage est plus large et que le diamètre de la roue est plus petit.

L'alvéole que nous venons de mentionner plus haut se produit incomplètement c'est vrai, mais constamment, quand le véhicule chemine sur une route non résistante, et il s'ensuit qu'à chaque changement de direction le bandage creuse des portions de cuvettes sphériques, ce qui absorbe un travail moteur d'autant plus grand que ce bandage est plus rectangulaire.

Ainsi, d'après ce que nous venons d'exposer, le bandage doit être arrondi extérieurement pour obtenir un meilleur roulement et cet arrondi doit être égal au rayon de la roue. Il faut remarquer encore que, lorsque le bandage est arrondi, il porte toujours dans son milieu, et que par suite, la roue appuie toujours normalement sur le sol, lors même que le profil de la route ne serait pas constant, et qu'il ne se produit de ce fait aucun porte-à-faux qui pourrait mettre la roue dans de moins bonnes conditions de résistance, chose qui peut se produire avec un profil rectangulaire quand la partie avoisinant l'arête porte seule sur le sol.

INCONVÉNIENTS DES ROUES EN BOIS

La roue en bois est celle dont l'emploi est le plus général. Elle présente cependant des inconvénients, dus tout autant à sa construction qu'aux matériaux employés.

Il est incontestable que le moyeu et la jante perforés de mortaises pour les assemblages des rais perdent de leur solidité. D'autre part, le bois est une matière dont les dimensions se modifient sous l'action de la sécheresse et de l'humidité, et c'est là une cause qui contribue au manque de solidité de ces roues qui, dans tous les cas, ne sont employées que comme roues porteuses.

Lorsqu'il fait chaud et sec, les dimensions des pattes des rais diminuent et celles-ci ont du jeu dans les mortaises du moyeu. Ceci est très facile à reconnaître car, lorsqu'une roue qui se trouve dans ces conditions roule, il se produit un bruit continu très perceptible et que les professionnels connaissent bien. Pour combattre cet inconvénient on met, dans certaines de nos provinces, les roues dans l'eau pendant la saison chaude, mais alors le bois gonfle et il peut fissurer le moyeu, à coup sûr il agrandit les mortaises, et dès qu'il sèche quelque peu, les rais ont du jeu dans le moyeu et la roue est en danger d'être détruite en faisant chapelet, chose qu'on voit assez fréquemment dans les rues de Paris.

D'autre part, les chocs continuels que la roue reçoit, surtout sur les routes à gros pavage, contribuent pour une large part, en se transmettant dans les assemblages, à l'agrandissement des mortaises, et dès que les assemblages ont du jeu entre eux, il en résulte des déplacements relatifs donnant lieu à des frottements des pièces entre elles et par suite à des usures qui déforment les pattes des rais et des mortaises, lesquelles, si on n'y remédie pas dès que le défaut est constaté, amènent promptement la destruction de la roue.

Pour remédier à ces inconvénients on a recours à divers moyeux dont on fait un large emploi sur les automobiles.

LE MOYEU MÉTALLIQUE

On a fait des moyeux entièrement métalliques dans lesquels les rais, toujours en bois, sont encastrés et serrés entre des plateaux assemblés par boulons. Il y a plusieurs dispositifs de ces moyeux et le plus ancien, au point de vue de l'emploi, paraît être celui employé par l'artillerie.

Ce n'est pas une idée nouvelle, car les inconvénients qui ont amené à l'emploi de ces moyeux existent depuis longtemps et ont fait rechercher les moyens propres à les éviter, ainsi qu'on pourra s'en convaincre en faisant une visite au Musée d'artillerie qui possède un moyeu métallique analogue à ceux dont nous parlons, lequel est dû au Général d'Aboville grand maître de l'artillerie au XVIII[e] siècle.

Ces moyeux sont certainement plus solides et plus légers que les moyeux en bois, mais cependant, s'ils présentent l'avantage que les logements des pattes des rais conservent des dimensions invariables, ils ne peuvent empêcher ces mêmes pattes de rais de changer de dimensions sous l'influence de la sécheresse ou de l'humidité et l'assemblage est encore imparfait.

Ce genre de moyeux se prête mieux à une forte écuanteur que les moyeux en bois, et c'est probablement pour cette raison qu'ils ont été adoptés par l'artillerie dont les roues ont une écuanteur prononcée qui paraît destinée à donner à la roue une élasticité qu'auparavant on cherchait à obtenir en employant des rais courbes, laquelle met probablement ces roues dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de moins bonnes conditions au point de vue de leur résistance générale tout en lui permettant de mieux résister dans des cas particuliers.

Il semble d'ailleurs que la raison prédominante de l'adoption des moyeux métalliques dans l'automobile tient à d'autres considérations que celles de l'assemblage des rais.

En effet ces moyeux sont, ou calés sur l'essieu moteur duquel ils reçoivent le mouvement et un moyeu en bois ne résisterait pas à ce travail; ou mobiles sur l'essieu, mais munis de roulements à billes, tout au moins à l'origine, et les moyeux en bois se prêtent mal au dispositif nécessité par ces roulements.

Les moyeux métalliques sont donc d'un usage général dans l'automobile, et ce n'est que rarement qu'on voit des moyeux en bois. Quelques-uns présentent des dispositifs de calage des rais pour parer aux inconvénients que nous avons indiqués, mais ces dispositifs nécessitent des soins et une surveillance de la part du propriétaire de l'automobile, sur les autres parties duquel il doit déjà porter toute son attention, en sorte qu'ils sont négligés et ne servent pas à grand chose.

LES NOUVELLES JANTES EN BOIS

Les jantes des roues ont été faites avec moins de tronçons, et même quelquefois d'un seul tronçon en bois courbé, ce qui permet de réduire les dimensions tout en gardant une plus grande résistance.

Afin de ne pas affaiblir ces jantes on a supprimé les broches des rais et les mortaises qui les recevaient, et, pour remplacer cet assemblage, on a muni l'extrémité des rais de petits manchons métalliques à oreilles, lesquels reçoivent des vis qui les fixent à la jante. Ce système est adopté par certaines artilleries étrangères pour les roues de leur voitures.

Dans l'automobile la jante en bois étant très réduite, et quelquefois supprimée et remplacée par le bandage métallique lui-même, ce dispositif de manchon coiffant l'extrémité des rais devient obligatoire, aussi est-il employé assez fréquemment.

Il n'apparaît pas cependant qu'avec ce genre de roues comprenant, moyeu métallique, rais à manchon, et jante en bois et acier ou acier seul, les roues puissent être assemblées en tension ainsi que le sont celles en bois lorsqu'on pose le bandage à chaud qui, par le refroidissement, rapproche toutes les parties en contact intime; aussi ces roues seraient-elles impropres à un bon service, si elles n'étaient munies d'un bandage souple et élastique, dont la mission est d'empêcher les chocs de se répercuter dans la roue. Cependant, il est impossible d'empêcher certains chocs de se transmettre aux roues, et il est certain que, lorsque ces chocs se produisent, les roues ainsi construites doivent moins résister que de simples roues en bois.

Il faut d'ailleurs remarquer que, pour résister aux chocs tels qu'il s'en présente dans l'automobile, et qui diffèrent sensiblement de ceux qui se produisent dans les autres véhicules, le bois est une mauvaise matière, à moins de lui donner des dimensions très fortes, ce qui ne peut se faire, aussi voit-on des accidents fréquents dus à l'emploi des rais en bois qui se brisent au lieu de se tordre ou de se plier comme cela a lieu avec les rais en métal dans les mêmes cas.

LA ROUE A RAYONS EN FIL D'ACIER

Au début de l'automobile on employait beaucoup la roue métallique dérivée de la roue de bicyclette et dont la caractéristique consiste dans l'emploi de rayons en fil d'acier travaillant en tension, contrairement aux rais en bois qui travaillent en compression.

Ces roues sont pour ainsi dire abandonnées maintenant pour l'automobile ce qui se conçoit assez aisément, sauf pour les petites voitures.

Déjà, pour la bicyclette et le bicycle sur lesquels elle sont employées exclusivement à cause de leur légèreté, elles ont donné des signes de faiblesse, lorsqu'on les a rendues motrices. On n'a pu parer à cet inconvénient qu'en recourant aux rayons dits tangents. En effet, sous l'action de l'effort exercée par le cycliste sur la pédale, cet effort est transmis à la jante par les rayons de 2 m/m de diamètre et moins, travaillant à la flexion et par conséquent n'ayant pas, ni les formes, ni les dimensions pour résister utilement à cet effort. En adoptant les rayons tangents les choses changent. Le rayon qui est attaché à l'avant du moyeu travaille à la traction et celui d'arrière à la compression. Il n'y a plus de flexion proprement dite sur les rayons c'est-à-dire que celle-ci se décompose en deux autres forces de traction et de compression, comme cela a lieu pour tous les solides fléchis. En effet, menons virtuellement un axe entre les deux rayons tangents considérés, cet axe sera celui des fibres neutres et la distance de cet axe à celui de chaque rayon sera le moment d'inertie du système formé par les deux rayons, moment d'inertie beaucoup plus considérable que celui des rayons simples en usage dans les premières machines, et qui explique suffisamment pourquoi les roues à rayons tangents sont beaucoup plus solides que les autres.

Si le rayon tangent n'avait pas existé, jamais l'automobile n'aurait pu faire usage de roues métalliques à rayons en fil d'acier, parce qu'il aurait été impossible de transmettre à la jante la force développée par le moteur.

Ces rayons tangents contribuent en outre à rendre la roue plus résistante en la montant en tension, non pas unique, mais bien composée, car en somme, telle quelle est, la roue constitue un système triangulé jouissant de tous les avantages que celui-ci présente et qu'on utilise dans la construction des charpentes et des ponts.

A coté de ces avantages, il y a des inconvénients. Les rayons sont simplement passés à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travers des trous ménagés dans le moyeu et la jante. Pendant la marche, et quoique ces rayons aient très peu de masse, ils subissent des vibrations constantes provenant, soit de la charge qu'ils supportent, soit du changement de sens des efforts dus à ladite charge, et il se produit dans les parties en contact généralement très faibles des rayons et des autres parties de la roue, des usures telles, que les trous s'agrandissent, les rayons se coupent, et finalement la roue ne présente plus la même résistance, devient dangereuse, et doit être mise au rebut.

Ces roues ne se prêtent pas non plus au carrossage. La condition d'être de leur emploi est de rester parfaitement verticales afin que les rayons travaillent uniformément à la traction dans la partie supérieure des deux nappes coniques formées par ces rayons de chaque côté du plan de la roue. Dès que cette condition n'est plus remplie, c'est-à-dire dès que la roue n'est plus verticale, il y a des rayons qui d'un côté de la roue travaillent plus que ceux placés de l'autre côté, par suite du changement dans la distribution des forces qui résulte de l'inclinaison que prend la roue, et la roue est en danger de rupture. On conçoit donc qu'un véhicule muni de roues de ce genre se déplaçant le long d'une route offrant une pente transversale, ou soumis à l'action d'un virage brusque ne peut présenter de sécurité parfaite.

Ces roues très légères ne peuvent non plus résister à des chocs transversaux. Autant elles sont parfaites lorsqu'il s'agit de résister à des forces s'exerçant et se répartissant sur toutes leurs parties, autant elles sont imparfaites lorsqu'il leur faut résister à des forces localisées en un seul point. Les rayons isolés attachés au point où la force s'applique ne présentent plus une résistance suffisante, et il y a rupture avec toutes les conséquences qui s'ensuivent, et aussi avec cette aggravation que ces roues en cas de rupture deviennent fréquemment une cause de blessures très graves, car chaque rayon rompu devient souvent une arme pénétrante.

Il faut bien se pénétrer que, pour résister aux chocs, non seulement la roue doit présenter un ensemble compact et solidaire, mais encore une certaine masse et cet avantage la roue en bois le possède déjà, pas complètement cependant, alors que la roue à rayons d'acier ne l'a pas.

Ces roues comme les précédentes, et encore moins qu'elles, ne pourraient être utilisées si elles n'étaient munies de bandages élastiques. Aussi ne les emploie-t-on jamais sans cet organe qui a pris une extension si considérable.

LE BANDAGE ÉLASTIQUE

Sans nous étendre sur cette question des bandages élastiques, nous devons signaler ici que de nombreuses tentatives sont faites en vue d'arriver à réaliser le bandage idéal. Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on a reconnu l'utilité d'un bandage de ce genre, et nous signalons aux Membres du Congrès que nous avons vu il y a quelques années dans un musée de Nuremberg, un tricycle muni de roues avec bandages à ressorts métalliques, identiques à ceux qu'on propose actuellement, et que ce tricycle a été construit au XVIII[e] siècle par un horloger de cette ville.

Cela indique bien que, dès longtemps on s'est préoccupé d'atténuer les chocs, et cette préoccupation a du prendre naissance bien avant l'invention des ressorts interposés entre l'essieu et la voiture ainsi que nous le verrons plus loin.

LA ROUE MÉTALLIQUE

Les roues entièrement métalliques ont été essayées pour remplacer les roues en bois. Il y a quelques années on pouvait voir, dans les rues de Paris, circuler des camions d'une de nos compagnies de chemins de fer qui étaient munis de roues en fer forgé semblables à celles en usage sur les voitures de tramways de la Compagnie Générale des Omnibus. Ces roues étaient fort lourdes, à cause même de leur genre de fabrication, et ont disparu. Il est fort probable que lorsque ces camions roulaient à vide et à vitesse accélérée sur des gros pavages comme il y en avait encore dans les quartiers excentriques de Paris, elles devaient être mises assez rapidement hors d'usage.

On a pu voir aussi un autre genre de roues métalliques sur les appareils à asphalte qui circulent dans les rues de Paris.

On emploie encore des roues entièrement métalliques et fondues d'une seule pièce sur certains gros camions spéciaux destinés à porter de très fortes charges.

Plus récemment, on a fait usage, notamment dans l'artillerie, de roues métalliques légères composées de pièces creuses assemblées entre elles de manière à former un ensemble résistant et qui paraît avoir donné de bons résultats.

Nous avons vu plus haut, au début de cette note, que dans l'antiquité, la roue avait passé par diverses phases de construction répondant à divers besoins, à mesure qu'ils se manifestaient.

Les difficultés qui se sont manifestées dans l'antiquité lorsqu'il s'est agi d'approprier les véhicules aux besoins de l'homme, ne diffèrent pas de celles que nous rencontrons de nos jours, et elles ont conduit nos aïeux à faire des roues entièrement métalliques.

M. Forestier a déjà signalé ce fait dans son intéressant travail sur la roue, mais il faut voir soi-même les quelques débris qui restent au Musée de Saint-Germain pour reconnaître que ceux qui ont fait ces roues étaient certainement des artisans d'un réel talent.

Ces roues entièrement en bronze avaient des rais creux venus d'une seule pièce avec le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyeu et la jante, et l'épaisseur est seulement de quelques millimètres, témoignant d'une perfection du travail de fonderie qu'on n'atteindrait peut-être pas de nos jours.

La jante est également creuse et paraît avoir été destinée à recevoir des bandages propres à atténuer les chocs, tout comme nous le faisons maintenant, ce qui devait s'imposer à l'époque reculée dont nous parlons, car les chars d'alors n'avaient pas de ressorts et devaient fournir, quand cela était nécessaire, des courses de vitesse.

Ces roues en bronze paraissent avoir succédé à des roues mixtes en bois et métal et être devenues d'un emploi assez répandu.

Il est fort probable qu'on avait trouvé, dans cette construction des roues, le moyen d'avoir plus de légèreté en même temps que plus de solidité qu'on en pouvait obtenir des roues en bois.

Il résulte donc de ce précédent très éloigné, qu'il n'y a aucune témérité à faire usage de roues entièrement métalliques ainsi que nous l'avons fait nous-même récemment. Il suffit pour cela de bien connaître les conditions que la roue doit remplir si on veut obtenir de bons résultats.

La roue métallique pas plus que la roue en bois ne peut rouler à grande vitesse sur le pavé si elle est lourde et si son bandage est métallique ou rigide. Il faut, pour des roues de ce genre que le véhicule aille lentement, et si on veut réaliser de grandes vitesses, il faut à tout prix rendre les roues légères, et pour éviter une dépense considérable du travail moteur absorbé par les réactions violentes, et pour éviter la prompte destruction de la roue

Mais avec un bandage élastique les choses changent et non seulement si la roue est lourde il n'y a plus rien à craindre pour sa solidité et sa durée, mais il semble encore qu'il ne faut pas la faire trop légère, et qu'il existe une relation, que nous soupçonnons, entre le poids de la roue, celui de la charge qu'elle supporte, et la vitesse qu'elle doit avoir.

Nous avons pu observer récemment une automobile qui a fonctionné d'abord avec des roues à rayons en fil d'acier c'est-à-dire très légères; ensuite avec des roues en bois et enfin avec des roues en tubes d'acier relativement lourdes. Ces trois types de roues avaient été successivement garnies des mêmes bandages pneumatiques qui ont servi dans les trois cas. Hé bien, il s'est produit cette chose qui paraîtra singulière, et que cependant nous nous expliquons, c'est que plus le poids de la roue augmentait et mieux le bandage élastique se comportait. Avec les roues lourdes plus de crevaisons et cependant l'allure de vitesse était la même, ainsi que les mêmes chemins étaient parcourus, et les roues lourdes ayant été essayées les dernières, les bandages étaient déjà fatigués quand on s'en est servi.

Voici ce que nous avons vu dans ce phénomène dont l'observation n'a pu être prolongée à cause de la mort du propriétaire de cette automobile.

Dans les trois cas les pneumatiques étaient gonflés de la même façon.

Avec les roues légères, celles-ci rebondissaient facilement quand, après un choc qui les avait appliquées sur le sol, le véhicule se relevait sous l'action des ressorts, et les roues n'ayant pas assez de masse et renvoyées par la réaction du pneumatique quittaient le contact avec le sol sur lequel elles retombaient ensuite en fatiguant le pneumatique par une série de compressions et de dépressions successives.

Au contraire, avec les roues lourdes ce phénomène ne se produisait pas et le pneumatique ne perdait jamais le contact avec le sol, et par suite fatiguait bien moins. Le pneumatique absorbait bien les chocs mais n'avait pas assez de puissance pour réagir sur la roue, étant donné la masse de celle-ci, au point de lui faire quitter le sol; et c'est là, à notre avis, la seule cause pour laquelle les pneumatiques n'ont plus éprouvé les accidents qu'ils subissaient constamment lorsqu'ils étaient montés sur des roues légères.

Il ressortait donc de ce fait que, si les roues doivent être aussi légères que possible lorsqu'elles sont munies de bandages métalliques rigides, il n'en est plus de même lorsqu'elles sont munies de pneumatiques, et qu'il y a une relation à observer entre le poids de la roue et l'élasticité du bandage pour obtenir le meilleur résultat.

Il semble que ce bandage ne doive pas posséder une élasticité trop parfaite, et que son rôle doit être surtout celui d'un amortisseur de chocs, jouant, par rapport à la roue, le même rôle que le ressort par rapport à la caisse.

Si le pneumatique réagit sur la roue au point de lui faire perdre le contact avec le sol il se produit les inconvénients suivants:

1° Fatigue du pneumatique qui subit constamment des chocs successifs dus aux chocs de la route d'abord, et ensuite aux chocs de retombée lorsque la roue reprend le contact.

2° Inutilisation de la force du moteur pendant tout le temps que la roue motrice perd le contact et par conséquent travail perdu et moins bon rendement.

3° Perte de travail moteur occasionnée par la projection verticale de la roue laquelle n'est pas restituée au véhicule.

4° Danger lorsque ce sont les roues motrices qui perdent le contact de faire une tête à queue s'il se présente un obstacle devant les roues directrices.

5° Danger de ne plus pouvoir être maître de la direction de la voiture si ce sont les roues directrices qui perdent le contact avec le sol et de faire tête à queue si une des deux roues motrices rencontre un obstacle.

On voit que, d'après ce que nous venons de dire, la question des bandages n'est pas encore résolue, pas plus d'ailleurs que la question des ressorts de la caisse, qui, lorsqu'ils sont trop

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flexibles, ont pour effet de décharger les roues et quelquefois de leur faire perdre le contact lorsque les réactions qu'ils produisent sont trop fortes.

C'est pour faire disparaître ces inconvénients qu'on a recouru à des ressorts freinés dont nous avons été l'un des premiers à signaler les avantages.

Comme on ne peut freiner l'action des bandages pneumatiques, il faut recourir à des moyens mécaniques pour arriver au même résultat, et ce moyen c'est l'augmentation raisonnée du poids des roues métalliques.

L'augmentation du poids des roues, si celles-ci sont parfaitement construites et forment un tout bien solidaire, ne peut qu'être utile en cas de chocs, car la roue, par l'effet de sa masse empêche que ces chocs se transmettent au véhicule.

Elle ne peut qu'être utile à la régularité de marche du moteur.

Elle augmente l'utilisation du travail moteur de la machine par suite de la suppression des réactions des bandages.

Le seul reproche qu'on puisse lui faire est d'exiger un peu plus de travail moteur en rampe mais ce travail est restitué en descente. Cette perte de travail est d'ailleurs compensée par l'augmentation de l'utilisation citée plus haut.

D'ailleurs, afin de bien montrer que la prévention qu'on a contre les roues lourdes n'est pas fondée, c'est qu'après avoir exigé des roues légères, on garnit celles-ci, mais sans y attacher aucune importance, de bandages élastiques de plus en plus lourds, car quelques-uns sont blindés. Mais, si le poids de la roue ainsi garnie augmente, comme ce poids est réparti dans le bandage et non dans le corps de roue, il est presque sans avantage au point de vue du meilleur rendement de la roue.

A un autre point de vue nous devons appeler l'attention sur l'emploi des roues métalliques. Ces roues forment, par leur construction même, qu'elles soient faites en tubes d'acier ou en tôle découpée emboutie ou ondulée, un tout solidaire, c'est-à-dire que la jante, le moyeu, les rais sont reliés invariablement et solidement entre eux. D'autre part, les matières employées présentent toutes les garanties recherchées d'élasticité, de résistance et autres, nécessaires pour le service et la sécurité qu'on doit trouver dans l'usage de l'automobile et à ce titre les roues métalliques devraient être employées uniquement.

En cas de choc violent, non seulement une roue métallique ne peut se briser, mais encore elle absorbe par la déformation qu'elle subit, les effets destructeurs qui, le plus souvent avec d'autres roues sont transmis à l'essieu, aux ressorts, et à la caisse, et qui peuvent causer des accidents graves.

Ainsi, en cas de choc violent, une roue métallique bien conditionnée pourra être voilée, tordue, pliée mais ne pourra rompre, et souvent permettra de rentrer, tandis qu'une roue en bois sera brisée et fera culbuter le véhicule qu'on sera obligé de laisser sur la route.

Comme nous l'avons dit au début de cette note, la roue est l'agent principal de l'automobile, et d'elle dépend la bonne marche et la sécurité qu'on doit trouver dans son emploi; et nous sommes heureux d'avoir pu appeler l'attention des spécialistes et des automobilistes sur ce point.

Il ne faut pas se dissimuler que l'automobile, née d'hier, a suivi simplement les mêmes errements que ceux que nous avons vus se produire dans l'antiquité. — On a fait les premières automobiles d'une certaine façon parce qu'on s'est contenté de copier les voitures à chevaux; puis, à l'usage, on s'est aperçu que, la fonction n'étant pas la même, il a fallu apporter des corrections à ce qui avait été fait précédemment.

Il ne semble pas cependant qu'on se soit décidé à entrer dans l'étude rationnelle de cette machine intéressante, qu'on se contente de modifier quand l'expérience démontre que cela est nécessaire, et quelquefois en vue d'obtenir des résultats spéciaux tout à fait différents de ceux qu'on vise en pratique.

Néanmoins de grands progrès ont été accomplis, et il en reste encore quelques-uns à réaliser. Mais, pour y arriver, il faut encore vaincre des errements et des idées erronées qui cependant, il faut le reconnaître, diminuent de jour en jour.

Quelques études comme celles de M. Forestier et de divers auteurs qui se sont attachés tout particulièrement aux questions concernant l'automobile, ont certainement contribué puissamment à cette évolution.

Nous serons heureux si notre contribution, quoique limitée aux travaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de ces auteurs, peut être aussi utile que ceux-ci aux constructeurs et à ceux qui emploient l'automobile pour leur usage, et nos conclusions en ce qui concerne la roue seront les suivantes:

1° La roue devra avoir du carrossage pour obtenir un meilleur roulement, et de l'écuantage pour obtenir une grande résistance;

2° La roue devra être munie d'un bandage simple absorbant les chocs, mais non parfaitement élastique, ou autrement dit d'une élasticité atténuée;

3° La roue à bandage rigide devra être aussi légère que possible. Celle à bandage souple devra être relativement et d'autant plus lourde que la vitesse sera plus grande;

4° Pour offrir le maximum de solidité et de sécurité, la roue devra être entièrement métallique et ne formant qu'un ensemble solidaire sans assemblages libres.

Ces conclusions s'appliquent aux roues d'automobiles devant passer par tous les chemins.

Pour les automobiles de course, roulant sur des routes choisies et parfaitement planes, on conçoit que la question du bandage puisse être différente, car plus la route est lisse et plane, moins il y a de chocs au roulement.

Il serait désirable que des expériences suivies et méthodiques soient faites en vue de résoudre les meilleures conditions que doivent remplir les roues d'automobiles.

M. DE LA VALETTE. — A son avis l'écuanteur ne s'impose pas, il faut la sacrifier pour avoir plus de stabilité notamment pour les roues motrices.

M. FORESTIER corrobore l'opinion de M. DE LA VALETTE ; pour que la chaîne et le différentiel fonctionnent bien, il faut sacrifier l'écuanteur.

M. LEFER croit, qu'il est possible de conserver l'écuanteur même pour les roues motrices au moyen d'un différentiel spécial dont il s'occupe et qu'il présentera ultérieurement.

M. LE COLONEL RENARD constate que les vues de M. LEFER ont du bon et qu'il a raison de défendre le carrossage, il en faut un peu et surtout ne pas tendre à le donner négatif comme il a pu le constater ; les routes d'autrefois étant plus bombées, l'écuanteur s'imposait plus que de nos jours.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. LEFER de sa très intéressante communication ainsi que MM. les Membres du Congrès, qui ont pris part à la discussion qu'elle a motivée.

M. LE PRÉSIDENT donne la parole à M. le Secrétaire pour lire la communication de M. LEMOINE, qui s'excuse de ne pouvoir venir lui-même.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Communication de M. LEMOINE

INGÉNIEUR E. C. P.

sur les

GÉNÉRALITÉS DES ESSIEUX ET RESSORTS DE VOITURES AUTOMOBILES

Première Partie. — ESSIEUX.

Les essieux employés généralement pour le montage des voitures automobiles, sont de deux genres : les essieux directeurs d'avant et ceux d'arrière.

Le plus grand nombre des Constructeurs emploient les essieux à fusées lisses, du système dit « patent à huile »; d'autres ont adopté les moyeux à billes.

On a beaucoup exagéré l'importance de la force absorbée par les frottements des essieux à fusées lisses; elle diffère infiniment peu de celle dépensée par les roulements à billes.

Les essieux à fusées lisses étant de fabrication plus simple que ceux à billes, sont de prix moins élevés; en outre, leur simplicité les rend moins sujets aux accidents provenant de l'usure; ils donnent d'excellents résultats, à la condition d'être fabriqués avec beaucoup de soins et des matières de toute première qualité.

Le métal qui convient le mieux à la fabrication des essieux est le fer à grain fin, donnant environ 35 kilogs de résistance à la rupture par traction, par millimètre carré et 25 à 27 % d'allongement. Les fusées doivent être cémentées et trempées.

L'acier doux doit être proscrit de cette fabrication à cause de sa grande fragilité constatée dans les laboratoires de métallurgie; il résiste mal aux chocs et vibrations, répétés à des intervalles très rapprochés.

L'acier demi-dur ne doit pas, davantage, être employé, la propriété qu'il possède de se tremper à cœur le rendant très cassant; on serait obligé de le faire recuire et la trempe ne serait plus suffisante, sur les surfaces de frottements, pour résister à l'usure.

Les moyeux de roues se font de deux sortes:

1° Les moyeux pour roues métalliques à rayons tangents en acier, employés pour les voiturettes très légères et dont l'usage semble délaissé;

2° Les moyeux, genre artillerie, pour roues en bois.

Ces derniers se font en acier doux; ils sont forgés et les surfaces frottantes sont cémentées et trempées ; l'intérieur est garni d'une chemise en bronze dur dans laquelle se fait le frottement de la partie cylindrique de la fusée d'essieu; cette disposition n'existait pas dans les boîtes des essieux de voitures attelées; elle a été rendue nécessaire par les grandes vitesses qui sont atteintes par les voitures automobiles et par la puissance des moteurs employés pour obtenir ces vitesses.

Les disques fixes et leurs contre-disques qui enserrent les rais des roues, sont concaves, de préférence; cette forme a pour but de s'opposer à tout mou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement des hérissons dans les moyeux et de faire travailler les boulons de serrage, uniquement à la traction.

La fonte malléable, l'acier coulé et le bronze ne doivent pas être employés pour faire des moyeux de voitures automobiles; ces métaux ne résistent pas aux chocs, ce qui a été prouvé par la pratique.

Dans le cas spécial dont nous parlerons au sujet des voitures de courses, pour obtenir plus de légèreté, on a fabriqué des moyeux en acier demi-dur, trempés et recuits; on a pu ainsi diminuer les épaisseurs et, par conséquent, le poids ; ils ont parfaitement résisté.

ESSIEUX DIRECTEURS

Nous allons décrire les anciens types, les types courants et les nouveaux types d'essieux directeurs d'avant.

Ces essieux sont de véritables avant-trains, comme ceux des voitures attelées ; en dehors de leur fonction de supporter l'avant des voitures, ils ont aussi celle de donner la direction aux véhicules; la seule différence consiste en ce que, dans les voitures attelées, il n'y a qu'une seule articulation au centre, tandis qu'à ceux des voitures automobiles, il y en a deux, une de chaque côté donnant la direction, chacune, à une roue d'avant ; on a eu pour motif d'adopter cette disposition, la nécessité de braquer les roues pour virer dans un court rayon sans pratiquer dans les châssis et les caisses, des passages de roues.

Il y a très longtemps que ce genre d'essieu dont l'invention remonte,

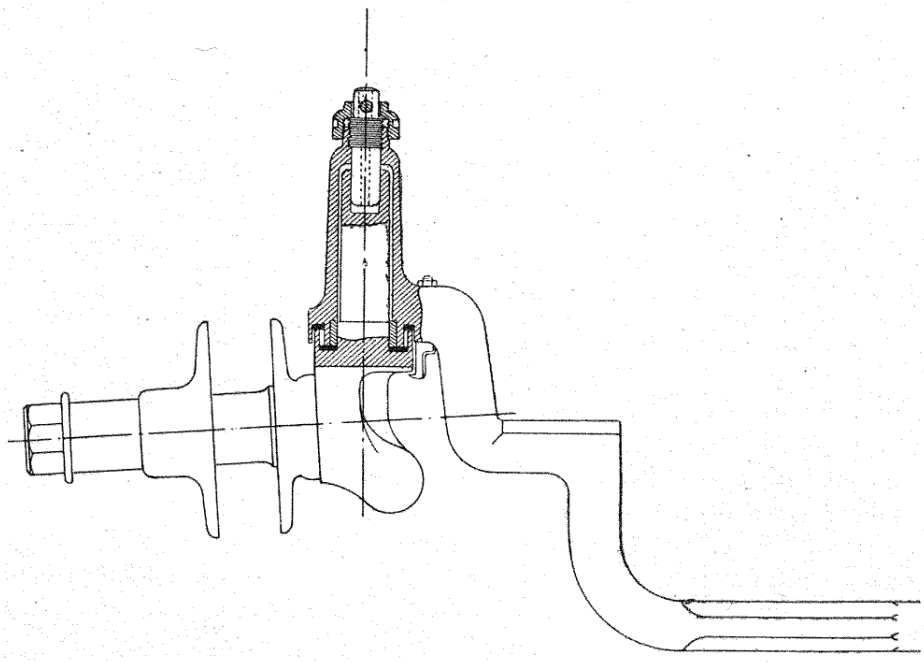


Fig. 1. — Essieu directeur pivot supérieur, à grain.

dit-on, à 1815 avait été appliqué à des voitures attelées, notamment à un mail-coach exposé par M. JEANTAUD à l'Exposition Universelle de 1889.

Les essieux à simple pivot supérieur, dirigé de haut en bas et portant sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un grain placé dans une cuvette à la partie supérieure de la cheville verticale, sont abandonnés maintenant; le graissage, sur la partie cylindrique de la cheville était loin d'être parfait et le coincement provenant du porte-à-faux de la charge, se faisait sentir sur la partie inférieure de la cheville, du côté de la roue et à la partie supérieure, du côté opposé.

Pour remédier à ce défaut, on a fait les essieux à double bain d'huile dans lesquels les frottements de l'articulation se font, en haut et en bas de la cheville, dans des parties formant cuvettes pour l'huile; dans ce système, le frottement du haut se fait à l'intérieur de la cheville, ce qui fait que les frottements du haut et du bas sont du même côté, cest-à-dire, du côté de la roue et sans coincement.

Dans certains de ces essieux, le frottement du bas de la cheville se fait dans une bague en acier trempé; dans d'autres, ce frottement se fait sur billes, dans des cuvettes dont la forme rationnelle des gorges ne permet, absolument,

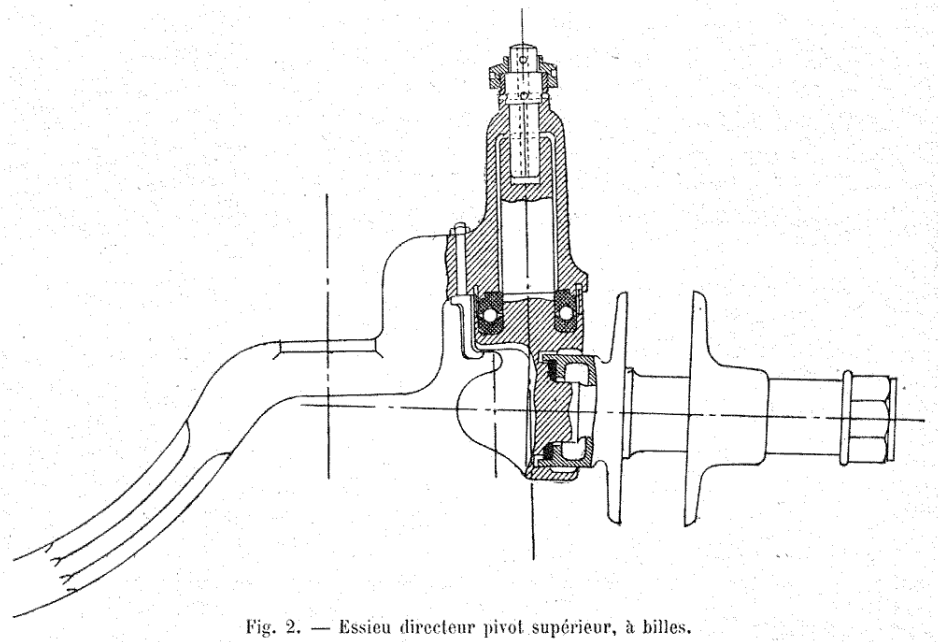


Fig. 2. — Essieu directeur pivot supérieur, à billes.

que le frottement de roulement; cette disposition forme une plate-forme à billes qui porte toute la charge que subit cette partie de l'essieu, le dispositif du haut ne portant rien et ne servant que de guide.

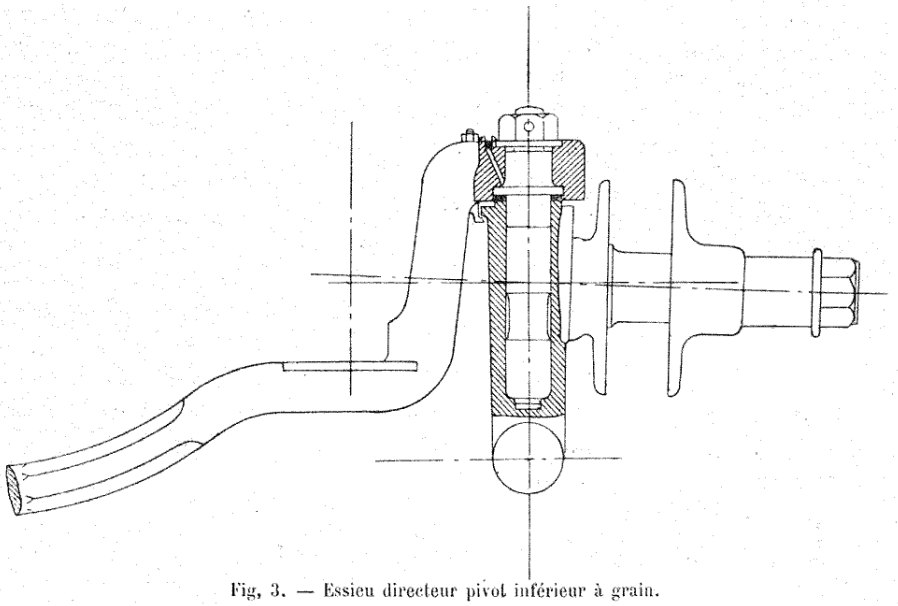
Les billes, employées ainsi, travaillent dans d'excellentes conditions, la charge étant répartie sur la totalité de ces billes et la direction est très douce aux mains du conducteur.

On a fait aussi des essieux directeurs à chevilles renversées; les boisseaux de ces chevilles retiennent bien l'huile; mais, cette huile ne descend pas toujours bien le long des chevilles, dans le fond des boisseaux ; de plus, ce système a l'inconvénient d'empêcher d'encastrer les moyeux dans la pièce formant, à la fois, la fusée et le boisseau, ce qui a le défaut d'augmenter le porte-à-faux entre l'axe d'articulation et le plan de la roue; or, la réduction de ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte-à-faux est l'objet de nombreuses études qui, toutes, tendent à le diminuer ou même, à le supprimer entièrement, comme nous le verrons, tout à l'heure.

Les essieux à chapes, avec boulon d'articulation, présentent le même



Fig, 3. — Essieu directeur pivot inférieur à grain.

défaut: ils ont aussi l'inconvénient de ne pouvoir retenir l'huile de graissage du boulon d'articulation.

La douille est encastrée dans la chape, à sa partie inférieure et, dans le haut, elle appuie sur un rebord semi-circulaire, de façon à ce que le boulon

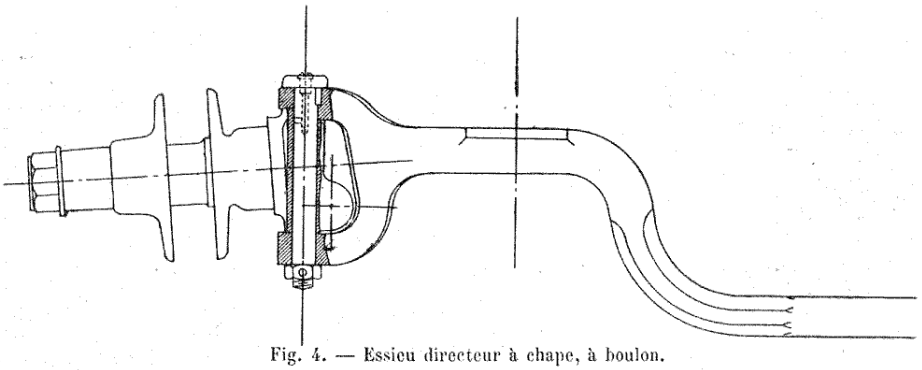


Fig. 4. — Essieu directeur à chape, à boulon.

ne travaille pas au cisaillement. L'avantage de ces essieux est d'être de prix peu élevés, ce qui les fait préférer par certains Constructeurs pour des voiturettes légères.

Depuis quelque temps, toutes les voitures sont basses sur leurs roues, contrairement à ce qui se faisait précédemment; on est obligé de couder les essieux pour surbaisser les patins sur lesquels les ressorts sont fixés et, dans les essieux à chevilles verticales, l'attaque de la direction étant très basse re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lativement aux portées de l'articulation, il se produit un coincement dans le boisseau ; l'essieu à chapes n'offre pas cet inconvénient et présente un réel avantage au point de vue de la disposition de la direction.

Il fallait trouver le moyen de supprimer les deux défauts que nous avons

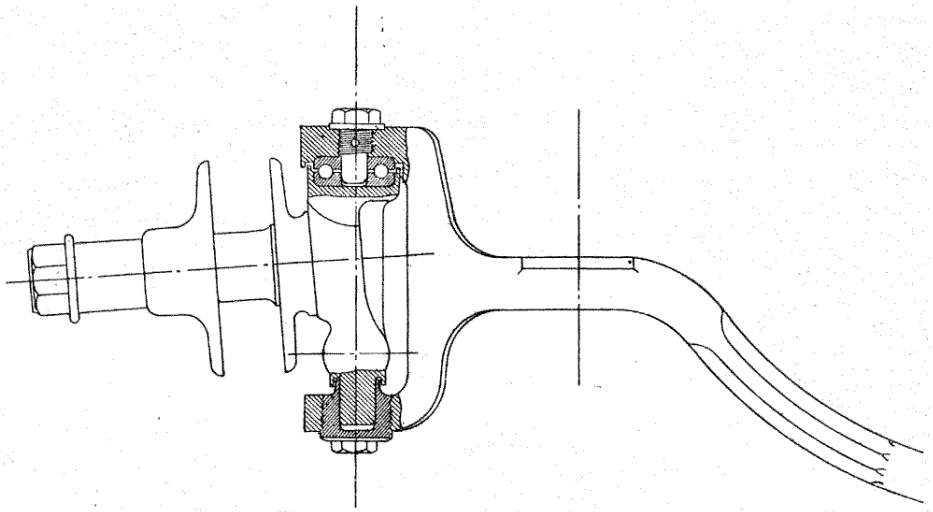


Fig. 5. — Essieu directeur à chape, à billes.

signalés dans ces essieux, c'est-à-dire, le trop grand porte-à-faux de l'axe d'articulation au plan de la roue et la difficulté de retenir l'huile de graissage; c'est

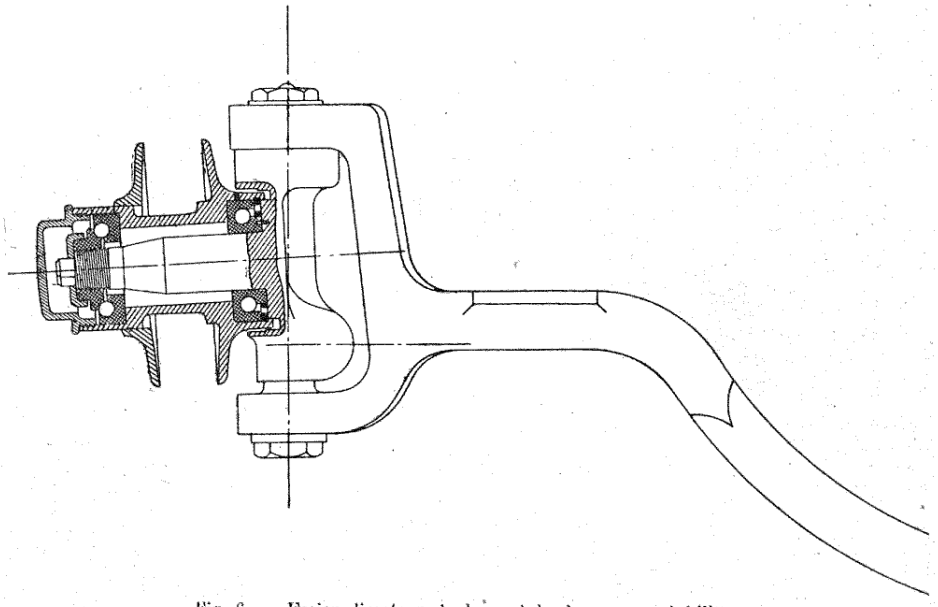


Fig. 6. — Essieu directeur, à chape, à boulon, moyeu à billes.

alors qu'on a fabriqué l'essieu à chapes sans boulons d'articulations; la fusée est disposée de telle sorte que sa partie postérieure, au lieu de former une douille est en forme d'axe de rotation; la partie supérieure est évidée pour rece-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voir des cuvettes à billes et un tourillon-guide; la partie inférieure forme un autre tourillon-guide qui ne supporte pas de charge, toute celle-ci reposant sur les billes de la partie supérieure; la plate-forme à billes se trouve dans les mêmes conditions que dans l'essieu à chevilles verticales, sauf qu'elle est en haut de l'articulation, tandis qu'à ce dernier, elle est en bas de la cheville. Un bossage est ménagé pour être percé et recevoir le levier de direction. Ce dispositif permet d'encastrer le moyeu et de diminuer le porte-à-faux; la direction est douce avec ces essieux et les principaux Constructeurs les ont adoptés pour leurs nouveaux types de voitures automobiles.

L'application des roulements à billes a été demandée par quelques Constructeurs, sur les fusées des essieux à chapes; les billes sont prisonnières dans les moyeux, les cuvettes et les cônes sont en acier, cémentés et trempés. Les moyeux sont en acier doux et forgés; ils sont légers et résistent bien aux efforts de la charge et de la route.

Parmi les essieux directeurs qui ont la propriété de diminuer le porte-à-faux entre l'articulation et la roue, il convient de citer un système allemand, appliqué aux voitures MERCÉDÈS, dont le pivot est à l'intérieur et à l'arrière

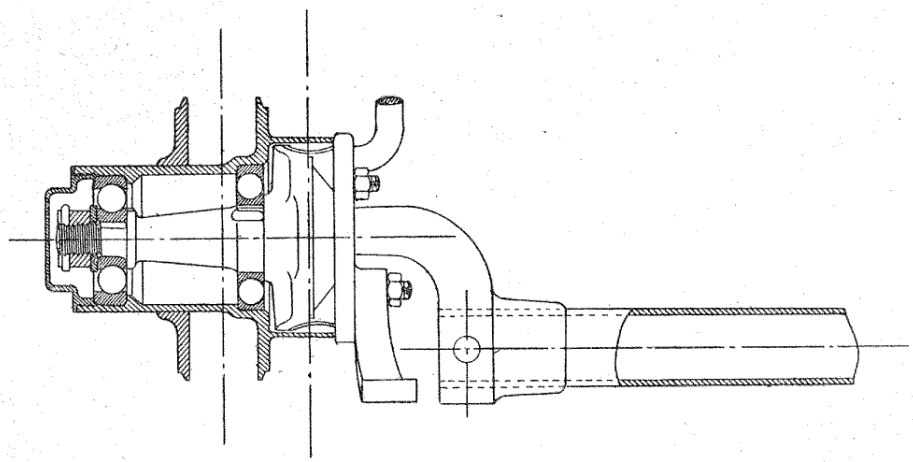


Fig. 7. — Essieu directeur à chape, MERCÉDÈS.

du moyeu; la distance de l'axe du pivot au milieu des rais de la roue est de 60 à 65 m/m. Ce genre d'essieu est à billes, les surfaces frottantes étant d'un trop grand diamètre pour qu'on puisse y appliquer des frottements sur surfaces lisses; ils est un peu compliqué et coûteux de fabrication; le diamètre du moyeu est, forcément, un peu grand. Le corps est en tube d'acier.

On avait appliqué à des essieux du même genre, des roulements à cylindres; on a dû les abandonner, les résultats ayant été mauvais.

Un autre système, imaginé pour diminuer le porte-à-faux, est à chapes inclinées; si l'on prolonge l'axe d'articulation, il rencontre le sol à 50 m/m environ du point d'appui de la roue; il est possible de diminuer encore cette distance, mais il faut observer que, dans ce cas, l'axe d'articulation serait très incliné par rapport à la verticale et que les leviers de direction, par conséquent, seraient forcés de tourner dans un plan oblique sur l'horizontale, d'où une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complication dans le dispositif de l'assemblage de la bielle de connexion des leviers, qui devrait être obtenu par des genouillères. Dans ce genre d'essieu, il y a une rangée de billes à la branche supérieure de la chape pour supporter

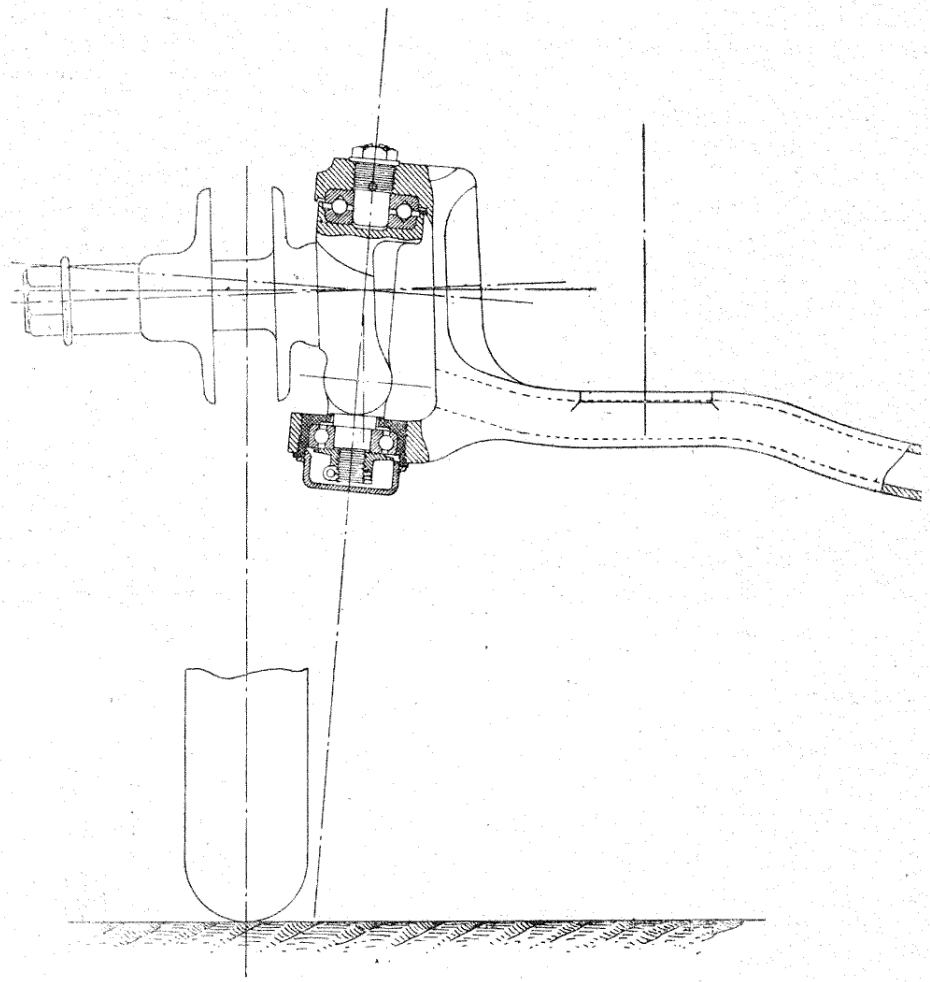


Fig. 8. — Essieu directeur à chape inclinée.

la charge et une autre rangée, à la branche inférieure pour adoucir le coincement du porte-à-faux.

On arrive à supprimer entièrement le porte-à-faux et à faire pivoter les roues dans le plan passant par l'axe des pneumatiques, au moyen d'un dispositif dans lequel l'axe d'articulation est à l'intérieur du moyeu, dans l'axe même de l'enrayage. Une rangée de billes, au bas de l'axe d'articulation, supporte la charge; les frottements sont à billes dont une rangée est placée au bout du moyeu et une autre, plus grande, à l'arrière du moyeu.

Ce dernier essieu a résolu le problème du pivotement sur place des roues d'avant qui est intéressant, surtout, pour les voitures électriques; dans ces voitures, les essieux avant sont, généralement, directeurs et moteurs; chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roue d'avant est actionnée par un moteur et, lorsque pour une cause quelconque, l'un des moteurs diminue de vitesse ou même, s'arrête, la voiture dévie brusquement de sa direction; si la direction est absolument irréversible,

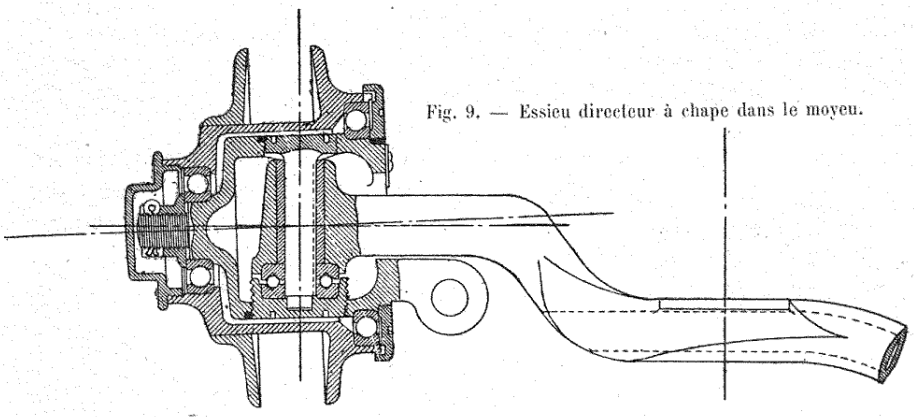


Fig. 9. — Essieu directeur à chape dans le moyeu.

comme c'est le cas lorsque les roues pivotent sur les axes verticaux de leur voie, la voiture ne change pas de direction.

Il existe encore d'autres systèmes d'essieux directeurs de types très variés; il serait trop long de les décrire ici et nous avons dû nous borner à citer seulement, ceux qui ont été et ceux qui sont d'un usage courant ainsi que ceux qui présentent un intérêt particulier.

ESSIEUX D'ARRIÈRE

Les essieux d'arrière des voitures automobiles ne diffèrent pas sensiblement de ceux des voitures attelées; à ceux qui portent les roues motrices, on

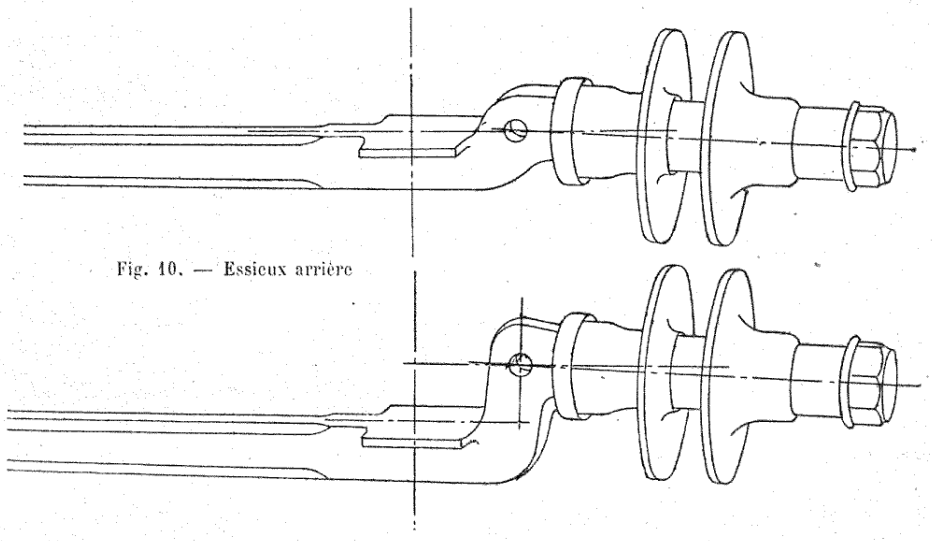


Fig. 10. — Essieux arrière

fait les fusées et surtout les corps, assez renforcés pour résister aux efforts provenant du moteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aux deux bouts, derrière les rondelles, sont des bossages percés d'un trou pour fixer les bielles qui servent à la tension des chaînes et poussent la voiture.

En général, l'essieu d'arrière, à corps droit, convient aux voitures qui sont montées sur roues d'égal diamètre; à celles dont les roues d'arrière sont plus grandes que celles d'avant, on met l'essieu coudé, à patins de ressorts surbaissés; la hauteur du coude équivaut à la différence des rayons des roues avant et arrière.

Les essieux d'arrière tournants, portant le différentiel, sont de véritables arbres de machines et, par suite, ne doivent pas être compris dans la catégorie des essieux, proprement dits; ils sont de types très variés, en une ou deux pièces, suivant les dispositions mécaniques adoptées par les Constructeurs.

ESSIEUX CREUX EN ACIER NICKEL

Pour des cas spéciaux, notamment pour certaines voitures de course qui ont été faites depuis un an, la nécessité de réduire les poids a fait employer des essieux creux en acier à faible teneur de nickel.

Cet acier donne :

Au naturel: 65 à 70 K^{os} de résistance avec 16 % d'allongement, limite élastique 52 K^{os};

Trempé et recuit : 100 à 120 K^{os} de résistance avec 9 à 10 % d'allongement, limite élastique 100 à 105 K^{os}.

Au choc, un barreau de 30 m/m × 30 m/m, longueur 300 m/m supporte 3 coups de mouton au pliage et 3 au redressement avec des flèches respectives de 2 m/m $\frac{1}{2}$, 5 m/m et 6 m/m $\frac{1}{2}$, sans aucune crique ; poids du mouton 50 K^{os}, hauteur de chute 2 m. 350.

A l'essai au choc, à outrance, le barreau précité ne se rompt qu'après un ployage de 100° environ.

Cet acier, très nerveux, résistant bien à la flexion et au choc, est donc tout désigné pour la fabrication de ces essieux.

Dans le type courant du corps des essieux avant des voitures de

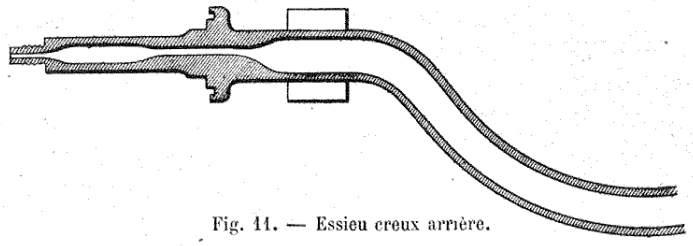


Fig. 11. — Essieu creux arrière.

courses 1902 les branches des chapes sont à section en T et le corps est cylindrique, percé d'un trou rond à diamètre constant.

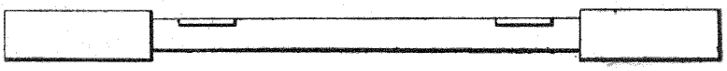
Ce corps d'essieu est forgé d'une seule pièce par étirage d'un bloom d'acier de section convenable ; le corps est d'abord droit. La pièce passe ensuite au recuit, pendant 8 heures, dans un four dormant ; au bout de ce temps, on la retire et on la couvre de cendres pour qu'elle refroidisse aussi lentement que possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le corps d'essieu est ensuite tracé puis, charioté entre les patins. Le forage se fait à la machine à percer double permettant d'attaquer le corps à ses deux extrémités *a* et *b* et de travailler deux pièces simultanément. Les forets, de forme spéciale, portent un petit tube giclant l'eau de savon à l'extrémité de la partie active ; l'eau est injectée à une pression de 4 K^{os}, de manière à chasser les copeaux qui tendraient à s'accumuler et à bourrer, quand les outils sont engagés assez loin.

Les têtes de chapes, mortaisées et percées, les parties tournées ou frai-

Fig. 12.



sées, raccordées avec les endroits qui doivent rester bruts, on cintre le corps entre les patins, à la forme demandée.

Puis, vient l'opération de la trempe et du recuit : le corps d'essieu est chauffé dans un four à gaz ; cette opération dure environ une demi-heure ; la pièce est ensuite plongée verticalement dans l'eau à la température de 20°, puis elle est recuite ; on profite de la température où elle se trouve alors, pour la redresser, s'il y a lieu.

Les fusées à chevilles de rotation sont fabriquées à la manière ordinaire.

Pour certaines voitures à moteur spécial, nécessitant un espace disponible aussi grand que possible, on a eu l'occasion d'étudier et de fabriquer un type d'essieu coudé à angles vifs, le forgeage de ce corps d'essieu se fait d'une seule pièce. Le perçage du corps développé s'effectue à la machine, comme d'habitude et les évidements se font au tour ; on fait ensuite le cintrage à la façon ordinaire avec toutes les précautions d'usage.

Les essieux arrière en acier nickel pour les voitures de courses, sont de trois sortes :

1° Essieux creux, droits, corps cintrés ou non ;

2° Essieux creux, coudés, avec ou sans attaches de supports de freins ;

3° Essieux droits ou coudés, corps profilé.

Dans les essieux creux, droits, à corps cintré, le trou percé dans l'axe

Fig. 13.

est à diamètres variables, en rapport avec les efforts également variables qu'ils subissent en leurs différents points.

L'essieu *(fig. 11)* est forgé droit, plein, d'une seule pièce, en ayant soin de réserver le métal nécessaire aux extrémités, — *(fig 12)* — pour former les rondelles et pour le rétrécissage à la forge, en deux opérations, du trou à partir des patins.

Après le forgeage, l'essieu est recuit, puis charioté et percé.

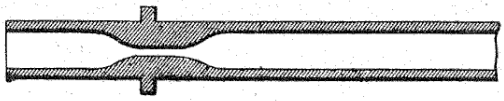
Un premier rétrécissage à la forge donne à l'essieu l'aspect indiqué par la fig. 13.

Puis on procède, au tour, à l'évidement des trous, au droit des fusées,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au dégrossissage des rondelles et des fusées, suivant la fig. 14. On a soin

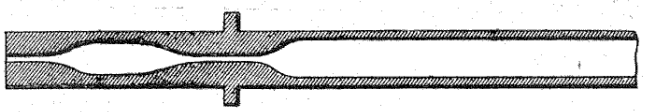
Fig. 14.



de réserver la matière nécessaire en vue de l'étirage des bouts des fusées qu'on obtient comme à la fig. 15.

Restent le finissage au tour, le cintrage du corps, la trempe et le recuit

Fig. 15.



du corps de l'essieu, la cémentation des fusées, à basse température, et la trempe de celles-ci au rouge sombre *(fig. 16)*. Ces opérations sont très délicates et exigent beaucoup de soins.

Les essieux creux coudés avec attaches de supports de freins se font suivant la même méthode et comme l'indique la fig. 19.

Les essieux droits ou coudés avec corps profilé se font avec fusées et corps

Fig. 16.

non percés; la section du corps est en forme de croix, c'est-à-dire, à 4 nervures *(fig. 16)*. L'ébauchage de ce genre d'essieu est beaucoup plus facile que celui des essieux creux que nous venons de décrire. Le corps à section en croix

Fig. 17.

Fig. 18.

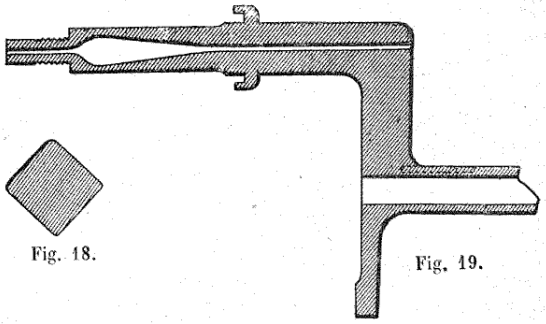


Fig. 19.

s'obtient entièrement de forge, dans des étampes *(fig. 17)* après qu'on a donné au corps une section suivant le profil d'un carré sur angles (*fig. 18*).

L'usinage et la trempe de ces essieux se font de la même manière que les opérations correspondantes dans les essieux creux.

Force, poids et essais des essieux de course en acier nickel. — La force des essieux en acier nickel adoptés pour les voitures de courses du poids de 1.000 K^{os} est, ordinairement, de 38 m/m à l'avant et à l'arrière; cette dimension indique le diamètre des fusées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les poids de ces essieux creux sont de 24 à 25 K^os pour l'avant et de 16 à 18 K^os pour l'arrière, suivant la forme, droite ou coudée, de ces derniers ; des essieux en fer satisfaisant aux mêmes conditions que ceux en acier nickel, pèseraient respectivement, 35 et 28 K^os environ.

On soumet les essieux en acier nickel, à des efforts de flexion qui croissent de 100 en 100 K^os. Un essieu avant est essayé jusqu'à 1.800 K^os de charge également répartie sur les deux patins des ressorts ; sous cette charge, l'essieu fléchit, au milieu, de 28 m/m sans produire de déformation permanente, tandis que l'essieu arrière est essayé jusqu'à 2.200 K^os et fléchit, au milieu du corps, de 15 m/m, sans atteindre la limite d'élasticité ; les pertes de flèche sont nulles.

Deuxième Partie. — RESSORTS.

La flexibilité des ressorts de voitures automobiles doit être établie de façons différentes ; elle dépend de la charge sur l'avant et sur l'arrière, de la vitesse des véhicules, de l'état des routes qu'ils sont appelés à parcourir et de la nature de la charge à transporter : voyageurs ou marchandises.

Pour le transport des voyageurs, les flexibilités peuvent être déterminées ainsi :

Voitures légères jusqu'à 650 K^os. — Ressorts avant : 23 à 25 m/m par 100 K^os, par ressort. Ressorts arrière : 25 à 30 m/m pour 100 K^os, par ressort.

Voitures de 1.000 K^os. — Ressorts avant: 21 à 23 m/m par 100 K^os, par ressort. Ressorts arrière : 24 à 28 m/m par 100 K^os, par ressort.

Voitures à marchandises. — Ressorts avant et arrière — 8 à 15 m/m par 100 K^os, par ressort.

Ces données sont approximatives, chaque cas devant être l'objet d'une étude spéciale et les flexions des ressorts ne devant jamais dépasser la limite qu'il leur est permis d'atteindre, limite qui est fonction de l'allongement élastique de l'acier trempé et recuit.

A titre d'exemple, nous donnons ci-dessous, un tableau des flexions que les ressorts peuvent subir, sans déformations permanentes, ces ressorts étant fabriqués avec une qualité d'acier capable de travailler à l'allongement élastique de 5 m/m par mètre.

ÉPAISSEUR DE LA MAITRESSE FEUILLE	LONGUEUR DÉVELOPPÉE DE LA MAITRESSE FEUILLE D'AXE EN AXE DES ROULEAUX							
	800	840	880	900	940	1000	1040	1100
7 m/m	102	112	118	130	142	160	172	194
7 m/m 1/2	96	105	110	120	132	150	162	181
8 m/m	90	98	103	113	124	140	152	170
8 m/m 1/2	84	92	97	107	117	132	142	160
9 m/m	80	88	92	100	110	125	135	151

Il résulte de ce qui précède qu'il y a toujours avantage à employer des ressorts longs ; ils sont plus souples et moins cassants, les flexions qu'ils peuvent supporter étant plus grandes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La largeur de l'acier à recommander ; avec des ressorts larges, les voitures ont plus de stabilité dans le sens transversal et il faut tenir compte de ce que, dans les virages, les ressorts travaillent à la torsion et subissent, de ce fait, de grands efforts.

On emploie pour certains cas, notamment pour des voitures de courses, des ressorts de qualité spéciale, en acier mangano-siliceux.

Cet acier a les caractéristiques suivantes:

A la traction, il donne:

Naturel : résistance 85 à 90 K^{os} ; allongement 12 % ;

Trempé et recuit : résistance 140 à 150 K^{os}; allongement 6 % ;

Avec une limite élastique de 130 à 140 K^{os}.

Allongement élastique, par traction directe, 7 m/m 1/2 à 8 m/m par mètre;

Allongement élastique à la flexion, 8 m/m 1/2 à 9 m/m par mètre.

Pour rendre plus tangibles, les avantages qu'on peut attendre d'un ressort à lames en acier mangano-siliceux, nous allons prendre un exemple en comparant deux ressorts de dimensions identiques dont l'un, fabriqué en acier de qualité supérieure et l'autre, fait en acier mangano-siliceux; puis, nous indiquerons la différence de poids qu'il y aurait entre des ressorts de chaque qualité donnant les mêmes flexions; enfin, nous ferons ressortir la supériorité de garantie en faveur du ressort en acier mangano-siliceux, toutes conditions égales.

Un ressort à rouleaux, à 6 feuilles, longueur cintrée 1.030, longueur développée 1050, flèche lège 85, largeur de l'acier 55, épaisseur des lames 7 m/m chaque, *poids 14 K^{os}*, fabriqué en acier mangano-siliceux et ayant une flexibilité de 15 m/m environ, par 100 K^{os}, peut subir, sans déformation permanente, un essai de flexion de 235 m/m de course, correspondant à un allongement élastique de 6 m/m par mètre avec une charge de 1.550 K^{os} environ.

Si l'on considère, qu'en général, un ressort peut faire un bon service avec une charge moitié de celle d'épreuve, ce qui, ici, correspondrait à un allongement de 3 m/m, le ressort précité peut donc supporter *une charge allant jusqu'à 775 K^{os}*, en supposant qu'il travaille librement.

Un ressort de mêmes dimensions, fabriqué en acier de première qualité MARTIN, supportant un allongement élastique de 5 m/m par mètre, en ressorts finis, donnerait les résultats suivants:

Flexion maxima d'essai.....	196 $^{m/m}$
Charge correspondante.....	1280 ^{kgs}
Charge en service.....	640 ^{kgs}

Soit 21 % en faveur du ressort en acier mangano-siliceux.

Pour obtenir, avec cette même qualité d'acier MARTIN, les mêmes flexions et charge qu'avec l'acier mangano-silicieux, il faudrait:

Un ressort à 8 feuilles, longueur développée 1150, largeur 55, épaisseur de chaque feuille 8 m/m, poids 19 K^{os}, soit 35 1/2 % environ de plus de poids que le ressort en acier mangano-siliceux donnant les mêmes résultats et travaillant dans les mêmes conditions.

Si, maintenant, nous prenons pour base le ressort en acier de première qualité, le même ressort en acier mangano-siliceux, avec mêmes dimensions et charge, présenterait une garantie de sécurité d'au moins 1/5 plus grande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRESIDENT donne la parole à MM. DE LA VALETTE et BRILLE, entre lesquels s'engage une discussion relative à la maîtresse lame des ressorts et au sujet de la position à donner à la manette de suspension des ressorts.

M. LE PRESIDENT remercie M. LEMOINE de sa très intéressante communication ainsi que MM. les Membres du Congrès qui ont pris part à la discussion qu'elle a motivé.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. BOCANDÉ pour sa communication sur les transmissions dans les voitures automobiles.

Communication de M. BOCANDÉ

INGÉNIEUR E. C. P.

sur les

ORGANES DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT DANS LES AUTOMOBILES

Il semble qu'une équivoque volontaire se soit établie et qu'une idée erronée se soit peu à peu généralisée et ancrée dans les cerveaux, influant singulièrement sur la construction de la voiture automobile actuelle.

On a négligé d'établir une distinction nécessaire entre les voitures spécialement étudiées en vue de la course et celles destinées au tourisme proprement dit; et l'on affecte encore de croire — et de faire croire — que le prototype de l'automobile qui se respecte est la voiture de course, et que rien ne saurait exister en dehors d'elle.

Ainsi va la mode: et pour peu que s'entretienne un tel état d'esprit, l'automobilisme en général sera bien malade, ou tout au moins bien gêné dans son développement normal.

Le succès formidable de la voiture de course a eu sa raison d'être, et l'a même encore: il fallait prouver que le nouveau moyen de locomotion était pratique, qu'il pouvait permettre des parcours sur des routes réputées impossibles; il fallait, une fois de plus prouver le mouvement en marchant. On a fait mieux et plus: on a bondi jusqu'au but, et force nous est maintenant de revenir en arrière pour créer enfin la voiture s'appliquant réellement aux besoins du touriste.

La voiture de course est en effet le pur-sang de l'automobile: toute en muscle, sans accessoires inutiles — on lui en refuse parfois d'à peu près indispensables — elle n'a rien de confortable et constitue surtout un engin destiné aux professionnels initiés aux mystères de la mécanique de l'automobile.

La voiture du touriste n'est pas moins bien musclée; seulement, son impétuosité est tempérée par les charges de sa destination: elle doit être sûre, solide, assez rapide, et surtout très confortable. Il est presque superflu de souhaiter rencontrer ces mêmes qualités, confortable en moins, dans les véhicules industriels, qui doivent plus que tous autres présenter le maximum de solidité, de simplicité et d'économie. La voiture de course peut être simple-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment un outil de spécialiste; c'est pourquoi l'on n'y craint guère la complication des organes, ni même leur fragilité: elle sera toujours mise entre des mains expertes qui sauront, en tout état de cause, en tirer le meilleur parti possible.

La voiture de tourisme, au contraire, est destinée à tout le monde. Elle doit donc être simple, facilement compréhensible, économique, agréable à conduire et à entretenir; c'est-à-dire qu'elle doit réunir toutes les qualités qui font le charme de la locomotion sur route et qui en évitent les amertumes.

Ces deux destinations si tranchées ont eu pour résultat de créer des différences assez considérables dans l'étude des dispositions mécaniques destinées à transmettre l'effort moteur aux roues.

Les voitures de vitesse, les monstres de la route, ont en général conservé la transmission par chaîne: les voitures de tourisme au contraire, surtout les voitures dites légères, ont presque toutes adopté la transmission par cardan longitudinal commandant un essieu arrière moteur portant le différentiel.

Nous passerons rapidement sur la transmission par chaîne, d'ailleurs si connue aujourd'hui, qui demande des matériaux de toute première qualité et une construction irréprochable des chaînes, et nécessite un réglagle assez délicat pour obtenir de bons résultats. On s'accorde à lui trouver comme principale qualité une certaine élasticité lors des démarrages brusques et une certaine souplesse pendant la marche: on fait d'ailleurs revivre à ce propos les discussions caténiennes et acaténiennes des beaux temps de la vélocipédie.

Quoi qu'il en soit, la chaîne perd du terrain chaque année: l'arbre cardan l'a détrônée dans les forces courantes. Nous avons même vu la chaîne supplantée dans certains types de voitures de pure vitesse, légères (?) il est vrai, mais offrant des points de contact de plus en plus nombreux avec les grosses (?) voitures, leurs ainées enchaînées, surtout comme vitesse et comme poids.

La chaîne paraît donc condamnée à disparaître, et a disparu effectivement dans les types commerciaux de voitures légères. Le cardan triomphe, et c'est justice. La chaîne en appellera difficilement du verdict de l'opinion: elle n'est pas mécanique, elle a de multiples défauts pour peu de qualités.

Cette digression, quelque peu rétrospective, était nécessaire pour nous permettre d'entrer franchement dans le vif de notre sujet. Laissant de côté le squelette et le cœur de la voiture, le châssis et le moteur, nous allons maintenant en disséquer les membres tout à notre aise, en nous attachant surtout aux types de tourisme, à l'exclusion de ceux de course, dont nous venons de parler incidemment tout à l'heure.

EMBRAYAGE

Le premier organe que nous rencontrons en partant du moteur, et l'un des plus importants — j'ai souvent entendu dire l'un des plus délicats — c'est l'embrayage, qui est le premier transmetteur de l'effort moteur.

Quelles sont les conditions que doit remplir cet intermédiaire ? Il doit être :

1° Souple, pour se prêter sans trop de fatigue à tous les aléas de la route ;

2° Très progressif, pour éviter les à-coups brusques à l'embrayage, voire le calage du moteur ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Très sûr, pour ne pas mettre en danger les passagers par un calage intempestif empêchant tout débrayage au moment opportun ;

4° Enfin, peu susceptible, pour ne pas être d'un entretien coûteux et désagréable.

En général, on paraît aujourd'hui s'être mis d'accord sur le système d'embrayage par cône de friction garni de cuir s'engageant dans une cuvette *ad hoc*, montée sur l'extrémité de l'arbre moteur. Souvent le cuir est rendu plus souple par l'adjonction de ressorts d'acier intercalés entre le cône et lui. Cette complication dans la construction ne paraît cependant pas prévaloir : les chances d'accidents peuvent s'en trouver augmentées dans une large mesure, sans compter que le réglage de la tension des ressorts est délicat et que l'entraînement n'est plus suffisamment assuré lors de la rupture de quelques-uns de ces ressorts, ce qui amène rapidement la destruction du cuir entier par brûlure. Nous ne comptons que pour mémoire l'augmentation du prix de revient qui doit résulter de l'adjonction des ressorts sous le cuir, et les usures par suite du *patinage*, la souplesse d'un embrayage ne s'obtenant guère qu'en faisant glisser le cône dans la cuvette en l'y engageant incomplètement. L'habileté du conducteur joue le plus grand rôe dans la conservation de l'embrayage tel qu'on le construit généralement.

Faut-il parler ici des embrayages par satellites engrenant avec une couronne dentée intérieurement et munis d'un frein agissant sur une couronne extérieure et l'immobilisant à volonté ?

Ce genre d'embrayage nous est présenté de temps à autre ; cette solution qui paraît séduisante au premier abord est exposée à trop d'aléas en pratique pour que l'on soit tenté de lui accorder la moindre chance de diffusion. Elle n'a pu se généraliser, malgré les efforts de quelques-uns, parce qu'elle porte en elle, en dehors de l'augmentation de résistance qu'elle donne à la commande, un danger redoutable, le blocage, ou tout au moins, la non-progressivité dans l'embrayage, dont le moindre résultat est une usure anormale des pièces en jeu, et, l'alternative plus désagréable encore de la rupture inopinée de l'une des pièces en prise. Sans compter que plus encore que tout à l'heure, la question de la conservation de l'embrayage est renfermée toute entière dans le savoir-faire du conducteur.

Tous les autres systèmes, condamnés par l'expérience, ne méritent plus qu'on s'y arrête. L'embrayage à friction par cône et cuvette peut varier par des détails de disposition : il est resté à peu près maître du terrain, en raison même de sa simplicité et de sa solidité, et tel quel, rend de très bons services, lorsqu'il est manié par un conducteur avisé.

On pourrait lui souhaiter une progressivité plus personnelle et dépendant moins de la volonté du conducteur, ce qui rendrait son usage un peu moins délicat. Il est à espérer que quelque perfectionnement lui donnera tout cela.

CHANGEMENT DE VITESSE

Le changement de vitesse vient après l'embrayage. Ce fut l'une des créations les plus laborieuses et les plus importantes de la locomotion automobile. Le nombre des combinaisons tour à tour essayées est incalculable ; aussi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous nous contenterons de passer rapidement en revue celles que l'usage a sanctionnées, celles que nous voyons encore employer couramment, sans cependant dédaigner les multiples tentatives qui, pour intéressantes qu'elles soient, n'ont pu réussir à s'implanter dans l'automobile.

Commençons donc par le classique changement de vitesse à *train baladeur* ; il est aujourd'hui tellement connu, qu'il est superflu de le décrire ici. Il est né simple ; et s'il n'est pas toujours robuste, il faut moins s'en prendre à lui-même qu'à ses créateurs, qui à plaisir le diminuent de tous côtés, lui retirant du poids, torturant sa denture pour le rendre plus obéissant et d'un maniement plus facile.

S'il est fragile entre des mains inexpérimentées, il est simple, relativement peu coûteux, facile à placer, et se contente de peu pour son entretien.

Ses qualités ont prévalu sur ses défauts : l'on s'est habitué à lui, comme l'on se fait à tout désagrément léger, mais inévitable. Et d'ailleurs, n'était-ce pas une solution acceptable, et d'un fonctionnement sûr ? On a adopté le train baladeur par économie, et non faute de mieux ; on s'est habitué à lui et petit bonhomme vit encore et vivra encore longtemps, car il a pour ainsi dire lié partie avec le moteur à quatre temps, qui est en somme de commerce peu agréable pour tout changement de vitesse qui se respecte :

D'autres combinaisons ont d'ailleurs vu le jour ; pour ne parler que de ce qui a été exécuté, a-t-on oublié les changements de vitesse à roues toujours en prise, embrayant à l'aide de manchons à griffes, de frictions, de cames et autres dispositifs ? Ne parla-t-on pas également de roues et de galets de friction, de roues extensibles, de cônes alternés réunis par une courroie ou par un anneau de friction, que leur complication ou leur encombrement rendirent inacceptables ? Ces divers dispositifs sont trop connus pour qu'il soit utile d'y insister davantage.

La tendance générale est donc le changement de vitesse à train baladeur. Nous en avons cependant vu cette année une variante dont le baladeur est formé par un chariot portant des roues folles et se déplaçant parallèlement aux axes des trains de roues, de façon que l'entrée en prise des dentures du baladeur et des roues des vitesses se fasse non par côté, mais de face, et sur toute la longueur des dentures.

C'est une tentative nouvelle qui méritait d'être signalée en passant, mais dont il conviendra d'attendre les résultats lors de l'application de ce système dans la pratique.

Deux des principaux inconvénients du train baladeur, tel que nous le connaissons, sont:

1° La longueur assez considérable que nécessitent les changements de vitesse à trois ou quatre vitesses;

2° Le bruit et l'usure produits par les mises en prise rapide des dentures.

Un système qui a donné d'excellents résultats a paré de la façon suivante à ces deux défauts:

1° Pour gagner de la longueur, il ne possède en réalité qu'un demi-train baladeur, que l'on peut ainsi nommer en raison du double rôle que le baladeur est appelé à jouer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce baladeur comprend, ainsi qu'habituellement, deux roues droites qui peuvent engrener respectivement avec les roues de 1re, de 2e vitesse et de marche arrière à la façon ordinaire. Une roue folle à denture droite est montée sur une partie cylindrique de l'arbre carré du baladeur et est constamment en prise avec la roue de 3e vitesse.

Après avoir successivement pris la 1re et la 2e vitesse, le mouvement du baladeur continuant a pour effet d'engager la roue de 2e vitesse de ce baladeur dans une denture intérieure appartenant à la roue folle dont nous venons de parler et de la rendre solidaire du baladeur; cette roue, ainsi clavetée commande alors la 3e vitesse, et l'on gagne par ce moyen une assez grande longueur de translation.

2e Pour éviter le bruit et diminuer l'usure on a pris soin de démultiplier la vitesse avant l'attaque du changement de vitesse. On obtient ainsi plus facilement la mise en prise des dentures, qui se fait à une vitesse réduite, et l'on diminue notablement l'usure et le bruit résultant des changements de vitesse.

Le changement de vitesse à train balladeur et ses variantes est donc le seul qui ait subsisté, admettant trois ou quatre vitesses et la marche arrière commandée par un parasite amovible. En général un seul levier commande les vitesses et la marche arrière.

Le changement de vitesse à trois vitesses est largement suffisant s'il est conduit par un moteur assez souple pour produire par son seul fonctionnement toute la gamme des vitesses intermédiaires à celles obtenues par les engrenages. Plusieurs maisons l'emploient exclusivement, grâce à leur moteur bien compris, réglé par l'aspiration ou par l'échappement.

PRISE DIRECTE

Une innovation qu'il est bon de ramener à sa juste valeur s'est manifestée cette année dans les changements de vitesse en général: nous voulons parler du type dit à prise directe en 3e ou 4e vitesse, lequel a été immédiatement mis très à la mode pour la raison suivante: Appliqué sur les voitures de course il donnait des résultats appréciables, cette nouvelle disposition supprimant, au moins pour la grande vitesse, deux intermédiaires dentés: l'arbre du cardan ou la commande de l'arbre de chaîne se trouvant en ce moment attaqué directement par l'arbre du moteur, ou par un arbre dans son prolongement.

Si l'on considère que la marche en grande vitesse est le régime important des véhicules de course, pour lesquelles les inégalités du sol n'existent pour ainsi dire pas en raison de la force considérable dont on dispose, l'attaque en prise directe devait rendre et rendit en effet le maximum.

En serait-il de même dans la voiture de tourisme, où le conducteur disposant de moins de force et comptant à beaux deniers sa consommation journalière, marchera forcément à toutes les allures que provoqueront les inégalités de la route ?

Non, car dans ce cas les vitesses basses, actionnées généralement par un baladeur supplémentaire ou par des engrenages supplémentaires, ont un plus mauvais rendement que dans la construction ordinaire. Encore une fois, ce qui est excellent pour la course ne paraît aucunement indiqué pour le tourisme et les usages industriels, ou la 1re et la 2e vitesse, qui permettent de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

monter sûrement et rapidement les côtes, sont au moins aussi intéressantes et aussi utiles que la 3e vitesse.

TRANSMISSION PROPREMENT DITE

Dans les voitures à commande par chaîne, le changement de vitesse est généralement complété par un renvoi de pignons coniques commandant le différentiel et les arbres porte-pignons de chaînes. Nous n'y insisterons pas, cette disposition étant celle généralement adoptée par les constructeurs partisans de la chaîne... et de la course, et étant d'ailleurs parfaitement connue.

Dans les voitures à cardan longitudinal le renvoi par engrenages coniques est reporté par l'intermédiaire d'un arbre cardan jusqu'à l'essieu moteur arrière, lequel est brisé et porte le différentiel.

Dans certaines voitures, le cardan est libre et relie directement l'arbre des vitesses à l'axe du pignon conique commandant la boite du différentiel; cet axe est généralement très court, et reçoit, dans la plupart des cas, les poussées en bout dûes aux variations de flexion des ressorts arrière par suite des inégalités du sol de la route. Il résulte de cette disposition une usure rapide et des coincements des roues d'angle.

Ces inconvénients sont quelque peu diminués dans d'autres voitures, où l'on pris la précaution de placer un tube de poussée reliant l'essieu arrière avec le changement de vitesse ou avec une traverse du chassis.

Un autre mode de construction, qui donne depuis longtemps d'excellents résultats, est le suivant;

L'arbre cardan est aussi court que possible; ses deux extrémités sont en prise, l'une avec l'arbre des vitesses, l'autre avec l'arbre portant le pignon conique d'attaque de la boîte du différentiel. Ce dernier arbre, le plus long possible, porte à son extrémité opposée au pignon, une noix qu'attaque le cardan, et est complètement renfermé dans un carter à bain d'huile fixé sur le carter d'essieu moteur.

L'extrémité de ce carter vers le changement de vitesse est terminée par une rotule sphérique qui s'engage dans un support *ad hoc* fixé au châssis.

On comprend que cette disposition a pour objet de soustraire les engrenages coniques de l'essieu moteur à tous les chocs; elle est complétée par deux pousseurs, de dimensions et de dispositions convenables, analogues aux pousseurs des voitures à chaîne, et assurant le réglage de l'essieu moteur. Cette disposition est excellente de tous points.

ESSIEU MOTEUR

L'essieu moteur comprend la boîte du différentiel, le différentiel, et les arbres portant les roues.

DIFFÉRENTIEL

L'ensemble différentiel à pignons coniques paraît avoir définitivement prévalu; il prend moins de place, et présente une solidité suffisante pour donner satisfaction dans les usages courants; on compte maintenant les maisons qui ont conservé le différentiel à pignons droits, lequel ne se trouve plus guère que dans certaines voiturettes ou dans des voitures de forte charge.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ARBRES DES ROUES

Les arbres des roues, montés sur billes ou sur roulements lisses, ne présentent rien de particulier, si ce n'est qu'en certains cas, on s'est préoccupé de les envelopper de carters à nervures, suffisamment résistants et servant de bain d'huile. Cette disposition gagne du terrain et est d'ailleurs plus mécanique et plus rigide que la construction avec tubes d'acier brasés sur la boîte de différentiel qui présente certainement une moindre solidité.

Nous terminerons ici cet exposé déjà trop long à notre gré et nous formulerons les desiderata suivants, indiquant assez bien, selon nous, la voie dans laquelle il convient de s'engager:

1° Il faut améliorer l'organe d'embrayage, quel qu'il soit, en s'attachant surtout à augmenter sa progressivité et la sécurité de son fonctionnement.

2° Il faut arriver à diminuer le nombre des vitesses, sinon à supprimer complètement le changement de vitesse, en rendant le moteur *très souple* et *très élastique*.

Nous pensons que tout cela est possible; mais malheureusement les moteurs actuels ne possèdent pas une souplesse suffisante pour permettre de rendre pratique le changement de vitesse à moins de trois vitesses.

De tous côtés, des études sont en cours sur des moteurs plus souples et nous espérons bien voir sortir d'ici peu le moteur idéal qui permettra la suppression du changement de vitesse.

Telle qu'elle est, la voiture automobile a cependant su s'imposer; les services qu'elle rend sont incalculables et ne manqueront pas de s'étendre chaque jour davantage, pour le plus grand bien de l'automobile en général et de chacun de ses adeptes en particulier, grâce aux perfectionnements incessants dont elle est l'objet.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Bocandé de sa très intéressante communication et donne la parole à M. Marcel Armengaud pour sa communication.

Communication de M. Marcel ARMENGAUD

INGÉNIEUR CIVIL

sur les

CHANGEMENTS DE VITESSE

Je vais avoir l'honneur de passer rapidement en revue devant vous les différents systèmes de changements de vitesse qui sont appliqués sur les voitures automobiles.

EXPOSÉ

Comme vous le savez, la question de changement de la vitesse d'un véhicule automobile en cours de marche est et a toujours été une des préoccupations les plus grandes des constructeurs d'automobiles. Il est en effet nécessaire d'être en mesure de modifier la vitesse des véhicules pour deux raisons: la première, afin de pouvoir marcher à l'allure qui convient à l'encombrement de la voie sur laquelle on circule, la seconde, d'un ordre purement mécanique, pour disposer d'un couple moteur assez grand sur l'essieu arrière du véhicule, soit que l'on veuille monter une côte, soit que l'on ait à démarrer en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pleine charge, la vitesse du moteur étant supposée rester sensiblement constante.

A ce sujet il convient de remarquer que cette condition, je veux dire la vitesse constante du moteur, semble devoir être appelée à disparaître en ce qui concerne les moteurs à essence de pétrole ou à alcool employés sur les automobiles.

En effet, en réglant convenablement la quantité admise de mélange tonnant on peut aujourd'hui faire osciller le régime de vitesse et par conséquent la puissance du moteur entre des limites dont on ne se doutait pas il y a à peine quelques années. La plupart des constructeurs qui exposent peuvent en effet, ainsi qu'ils vous l'ont sans doute dit, faire marcher leur moteur tantôt à 200 tours, tantôt à 800 et plus sans que celui-ci ait lieu d'en souffrir le moins du monde. C'est cette faculté que présentent les moteurs actuels de pouvoir ainsi changer d'allure que l'on est convenu d'appeler la souplesse du moteur.

Voici donc, Messieurs, un premier moyen de changer la vitesse du moteur faisant date à cette exposition, qui semble en consacrer la valeur pratique, et que, pour cette raison, je n'ai pas cru devoir passer sous silence quoiqu'il ne s'agisse pas ici à proprement parler d'un mécanisme de changement de vitesse.

On peut classer les changements de vitesse en trois groupes bien distincts, savoir :

1° Les changements de vitesse à engrenages, dans lesquels les roues dentées qui donnent les différents rapports de vitesse ne sont pas toujours en prise mais viennent seulement engrener entre elles au moment où l'on veut avoir la vitesse désirée.

2° Les changements de vitesse à engrenages dans lesquels les roues dentées qui donnent les différents rapports de vitesse sont toujours en prise.

3° Les changements de vitesse par courroies et poulies.

PREMIER GROUPE

Ce premier groupe comprend tout d'abord le changement de vitesse classique que tout le monde a employé. Rappelons que ce système consiste en un arbre primaire solidaire de l'arbre du moteur et portant un train baladeur dont les roues dentées, au nombre de trois ou quatre, entrent successivement en prise avec des roues dentées en nombre égal calées sur un arbre secondaire transmettant le mouvement aux organes actionnant les roues motrices.

Ce système de changement de vitesse classique est encore très suffisamment représenté à l'Exposition et de nombreux constructeurs parmi lesquels la Société Panhard et Levassor, la Société Charron-Girardot-Voigt continuent à l'employer en raison de sa simplicité.

Il faut toutefois signaler comme nouveau dans ce genre de changement de vitesse classique celui de la Société Gillet-Forest.

Ce mécanisme *(fig. 20)* se caractérise par un dispositif qui permet de raccourcir la boîte contenant les roues dentées tout en donnant à celles-ci une largeur convenable de manière à en augmenter la robustesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La quatrième ou grande vitesse s'obtient au moyen d'une roue *b*, folle sur l'arbre *a* du baladeur *b*, qui est toujours en prise avec une roue 8 calée sur l'arbre à cardan par un arbre en prolongement de l'arbre du moteur situé sur l'arbre secondaire *c*. Cette roue folle *b* porte intérieurement une denture dans laquelle vient s'engager la denture de la roue 3 du baladeur qui solidarise la roue *b* de l'arbre *a*.

L'entrainement se fait alors par la roue *b* et la roue 8 engrenant toujours avec elle.

Cependant, malgré la consécration par la pratique du mécanisme clas-

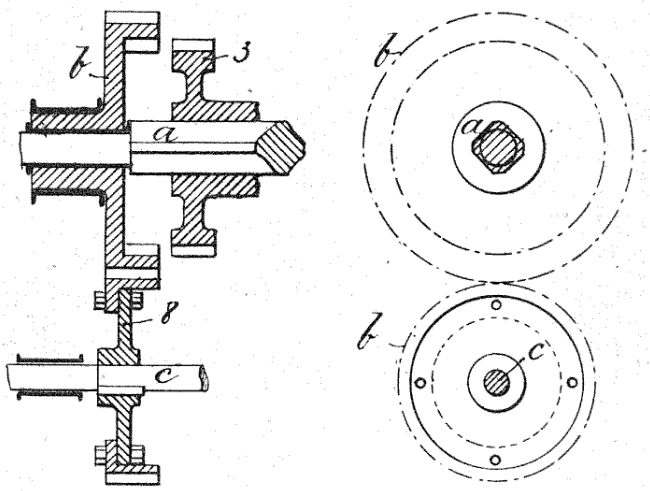


Fig. 20. — Changement de vitesse GILLET-FOREST.

sique à train baladeur, on constate que la vogue est à l'attaque directe en grande vitesse.

Tout d'abord qu'entend-on par attaque directe ?

C'est la transmission du mouvement du moteur au différentiel ou à l'arbre à cardan par un arbre en prolongement de l'arbre du moteur situé à l'intérieur du changement de vitesse sans passer par l'intermédiaire d'engrenages calés sur un arbre secondaire.

Les changements de vitesse à attaque directe peuvent se classer en deux:

1° Ceux dans lesquels pendant l'attaque directe l'arbre intermédiaire continue à être entraîné.

2° Ceux dans lesquels, au contraire, pendant l'attaque directe l'arbre intermédiaire reste immobile.

A la première catégorie appartient le changement de vitesse de la Société MORS *(fig. 21 et 22)*.

Ce système comprend un arbre principal B et un arbre intermédiaire J.

Le premier est en deux parties dont l'une B s'engage à frottement doux dans la seconde *g* qui sert à la première de coussinet et affecte en I la forme d'un manchon d'accouplement à griffes. La partie B de l'arbre principal a une section carrée sur laquelle coulisse un train de trois roues dentées B^1 B^2 B^3

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui viennent respectivement en prise avec trois roues dentées J^1 J^2 J^3 calées sur l'arbre intermédiaire J.

La roue B^2 est munie sur sa droite d'un manchon à griffes I^1 qui vient en prise avec le manchon I lorsque l'on est à la grande vitesse.

L'arbre J et la partie *g* de l'arbre principal portent chacun extérieurement à leurs portées un pignon d'angle *j* et G qui engrènent respectivement avec les

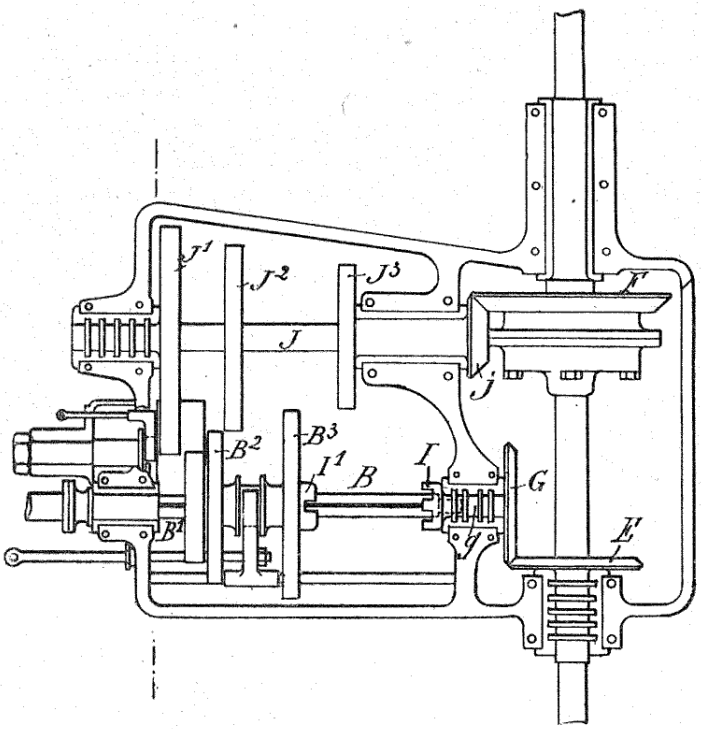


Fig. 21. Changement de vitesse Mors.

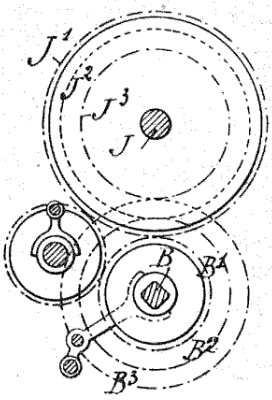


Fig. 22.

pignons F et E calés l'un sur la boîte du différentiel et l'autre sur une douille solidaire de celui-ci.

Dans ce système les poussées longitudinales dues aux pignons d'angle sont supportées par des tourillons cannelés.

Ainsi qu'on le voit, avec ce mécanisme la transmission directe du mouvement a lieu sans l'intermédiaire d'engrenages, c'est-à-dire directement au pignon d'angle E lorsque l'accouplement à griffes I^1 I est en prise ; en outre à une vitesse intermédiaire, la seconde vitesse par exemple, il n'y a seulement que les deux roues droites B^2 et J^2 en prise et c'est le pignon d'angle *j* qui transmet le mouvement à la couronne d'angle F comme dans un changement de vitesse ordinaire.

A l'examen de ce mécanisme on peut s'étonner que la Société Mors se risque à employer des roues dentées si étroites ; les dents de celles-ci sont soumises à des pressions bien considérables et il faut qu'elle ait la précaution d'employer un métal de premier ordre pour ne pas craindre d'avoir des bris de dents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'application de tourillons cannelés a l'inconvénient d'occasionner des frottements excessifs par suite de la difficulté qu'il y a à faire porter également tous les collets sur les surfaces correspondantes du coussinet.

La Société des Automobiles ADER a adopté un système de changement de vitesse qui a également pour but d'attaquer directement en grande vitesse *(fig. 23)*.

Cette disposition comporte, comme on le voit, deux couronnes d'angle M et G solidaires de la boîte du différentiel et fixées dos à dos sur celle-ci. L'arbre principal au lieu d'être en deux parties tourillonne dans une douille qui porte d'une part un manchon à griffes E et d'autre part un pignon d'angle M. Ce mécanisme est très robuste, les roues dentées sont larges, l'arbre

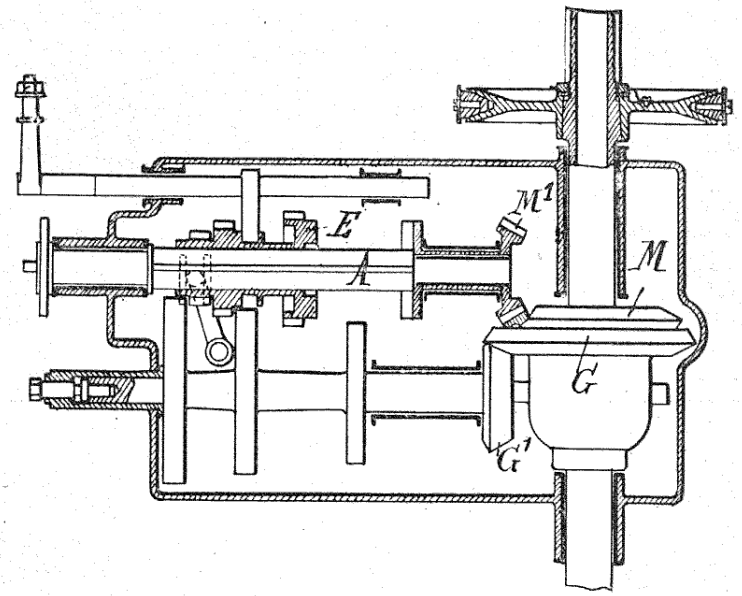


Fig. 23. — Changement de vitesse ADER.

principal A est bien supporté, les tourillons des arbres sont longs et forts et les efforts de poussée axiale des roues d'angle s'exercent sur des collets et des butées, dispositifs de construction que la pratique a reconnu comme très avantageux.

Le changement de vitesse de la Société des Etablissements Georges RICHARD, employé depuis plusieurs années, se compose *(voir fig. 24 et 25)* d'un arbre principal *a* et d'un axe intermédiaire *b* parallèle au premier.

L'arbre *a* est en deux parties comme dans le mécanisme de la Société MORS; la partie *a* est de section carrée et sur celle-ci coulisse un train baladeur de deux roues droites 1, 2. La roue 2 se prolonge par une noix ou manchon à griffes *c* qui peut venir en prise lors de l'attaque directe avec un autre manchon à griffes *d* solidaire également d'une roue droite 3 montée sur la seconde partie a^1 de l'arbre *a*. Sur l'arbre *b* tourne une douille *e* supportant trois roues dentées 4, 5, 6 dont la roue 6 est toujours en prise avec les roues correspondantes 1 et 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au-dessus de ces arbres *a* et *b* est montée une large roue dentée 7 qui sert à la marche arrière et qu'on abaisse au moment voulu.

Ce qui caractérise ce système c'est qu'à une vitesse intermédiaire, c'est-à-dire lorsqu'on ne marche pas à la grande vitesse, il y a toujours un groupe de quatre roues dentées en prise, savoir : les roues 1, 2, 6, 3 pour la première vitesse ou les roues 3, 4, 6, 3 pour la seconde vitesse; la transmission du mouvement a donc toujours lieu en repassant par la seconde partie a^1 de l'abre *a*.

En grande vitesse, lorsque le baladeur a coulissé jusqu'à ce que les griffes des deux manchons *c* et *d* se soient emboîtées les unes dans les autres, les deux parties a^1 et *a* de l'arbre principal sont solidaires l'une de

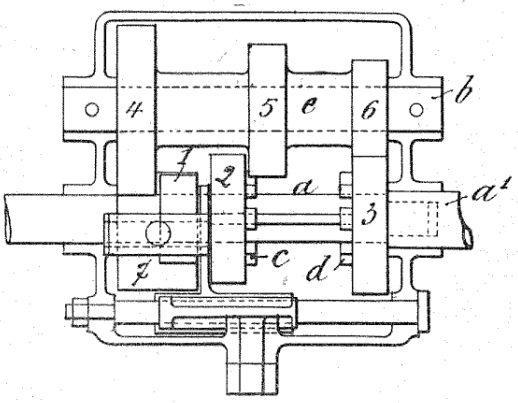


Fig. 24.

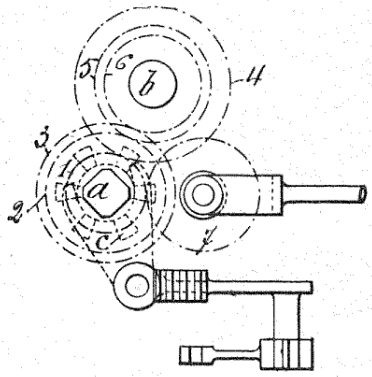


Fig. 25.

Changement de vitesse Georges Richard.

l'autre et la transmission du mouvement se fait sans l'intermédiaire d'aucun engrenage.

De nombreux constructeurs, et parmi ceux-ci je citerai les Etablissements Peugeot, Henriod, Darracq, Otto, Motobloc de Bordeaux, etc., ont adopté des mécanismes reposant sur le même principe.

Les deux changements de vitesse à attaque directe que je viens d'analyser présentent cependant le même inconvénient savoir, d'avoir à la grande vitesse leur arbre intermédiaire qui continue à tourner, ce qui donne lieu à une perte d'énergie assez sensible quoique le dit arbre intermédiaire ne transmette aucun effort utile.

Dans le changement de vitesse de la Société Mors par exemple, lorsqu'on est en grande vitesse, la boîte du différentiel étant en mouvement, la couronne d'angle F qui en est solidaire entraîne le pignon denté *j* calé sur l'arbre intermédiaire et par conséquent celui-ci.

Dans le système des Etablissements G. Richard, en grande vitesse le pignon 3 tournant puisqu'il est solidaire de l'arbre *a*, entraîne la roue 6 calée sur l'axe intermédiaire qui tourne donc aussi.

Plusieurs constructeurs se sont proposé de remédier à cet inconvénient et ils y sont tous arrivés par le même moyen. Les changements de vitesse munis de ce perfectionnement sont ceux de la seconde catégorie.

Considérons par exemple le changement de vitesse de Rochet *(fig. 26)*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On y retrouve bien les deux arbres principal *a* et intermédiaire *b* sur lesquels sont montés les six roues dentées de la marche avant du mécanisme système G. RICHARD et cela disposés de la même façon.

On remarque cependant que, ainsi que le dessin le montre, les roues 3

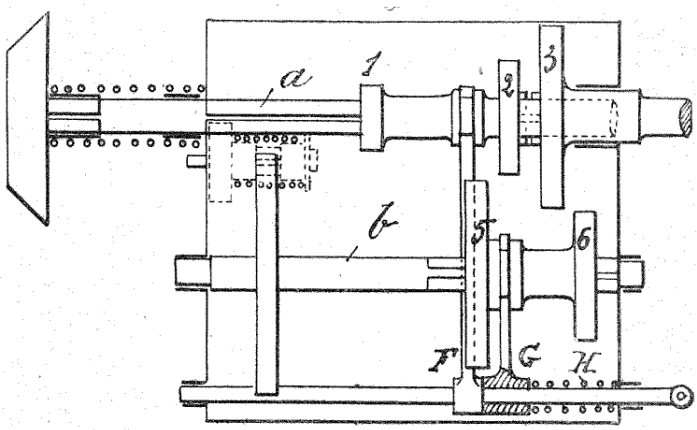


Fig. 26. — Changement de vitesse ROCHET.

et 6 ne sont pas en prise et cela au moment où les griffes des roues 2 et 3 vont s'emboîter les unes dans les autres. En effet dans ce système l'arbre *b* est en partie rond et en partie carré, et sur la partie carrée les roues 5 et 6 montées sur un manchon peuvent coulisser vers la droite. Ce déplacement a lieu lorsque la douille de la fourchette F qui fait coulisser le train mobile 1, 2, 3 bute contre la douille d'une seconde fourchette G et repousse celle-ci qui en même temps entraîne vers la droite le train des deux roues 5 et 6. Les roues 3 et 6 ne sont alors plus en prise au moment de l'attaque directe et l'arbre intermédiaire *b* ne tourne plus.

Il faut remarquer que le train de roues 5 et 6 est ramené à la place où la roue 6 est en prise avec la roue 3 par un ressort de rappel H qui repousse la fourchette G. La course de retour est limitée par la butée, formée par le changement de la section carrée de l'axe *b* en section circulaire et contre laquelle s'arrête le train des roues 5 et 6.

Les mêmes dispositions, à quelques changements insignifiants près, ont été employés à ma connaissance par les constructeurs suivants: Société BOYER et Cie, Société HÉRALD, Société DECAUVILLE.

Mais dans tous systèmes examinés jusqu'à présent les roues dentées arrivent en prise par leur profil de sorte que pour éviter autant que possible le bris des coins des dents les constructeurs ont recours à des matériaux de premier ordre.

D'autre part, les roues dont la largeur *b* des dents est telle que $b > 2\,l$, *l* étant la hauteur de la dent, ne peuvent empêcher l'écornement des dents, car le calcul montre que pour les cas où $2\,l = b$ le coin de la dent dont la section dangereuse est à 45° avec la génératrice de base de la dent, et ladite dent sont dans des conditions identiques de résistance *(fig. 27)*.

Il est cependant bon, abstraction faite de cette considération de choisir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b plutôt $= 3l$ que $= 2l$ car les roues dentées ne travaillent, le plus souvent, que lorsqu'elles sont complètement en prise tandis qu'elles ne portent par leur coin qu'au moment même où on les engrène, c'est-à-dire exceptionnellement.

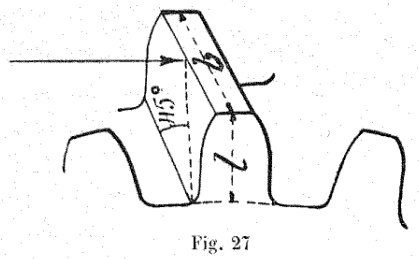


Fig. 27

Ainsi donc, la grande largeur des dents ne peut empêcher le bris des coins desdites dents, la seule solution possible était d'éviter l'entrée en prise par le profil et de la faire par toute la largeur du flanc de la dent.

Cette solution a été réalisée par MM. Renault frères en écartant l'arbre intermédiaire de l'arbre principal, en même temps que le baladeur se déplace sur celui-ci et en rapprochant ledit arbre intermédiaire une fois que les roues dentées que l'on veut mettre en prise sont en regard.

Ce système de changement de vitesse représenté dans son ensemble *(fig. 28)* et dans ses détails *(fig. 29, 30, 31, 32, 33)* comporte un arbre principal a sur lequel coulisse un train baladeur de deux roues dentées 1, 2 et un axe intermédiaire monté excentriquement sur les galets x, y, sur lequel tourne un manchon ou train de trois roues dentées 4, 5, 6.

Le baladeur *(voir fig. 28 à 33)* est muni d'un manchon à griffes qui vient s'emboîter à la grande vitesse dans un manchon à griffes solidaire d'un pignon fou 3 en connexion avec le cardan longitudinal.

La fourchette c qui déplace le baladeur, porte sur sa douille d un ergot e qui pénètre dans une rainure f alternativement circulaire et hélicoïdale de l'axe g sur laquelle coulisse la dite fourchette.

Sur l'axe g, à son extrémité de droite, est montée une came h qui repousse par l'entremise d'un galet i une crémaillère j guidée dans un fourreau et appliquée sur le galet par un ressort ; ladite crémaillère engrène avec un secteur k fixé excentriquement comme les galets x y sur l'axe intermédiaire b.

Pour la marche arrière le mécanisme comporte un large satellite 7 situé au-dessus de deux arbres a et b et toujours en prise avec la roue 4. Ce pignon 7 est aussi monté sur un axe m excentré par rapport à son axe de rotation, reposant d'une part sur un tourillon l et d'autre part sur un galet n. Cet axe porte de plus un secteur denté o engrenant avec une crémaillère p guidée comme la crémaillère j et munie d'un ressort. Cette crémaillère bute contre un galet q reposant sur une came r folle sur l'axe g et qui n'en devient solidaire que lorsque le baladeur vient repousser une butée à ressort dont les crans s'engagent dans des crans de la douille de la dite came.

La rotation de l'axe g s'effectue au moyen d'un mécanisme appelé mandoline en raison de sa forme. Ce mécanisme consiste en un secteur A logé dans une boite, engrenant avec un très petit pignon B sur l'axe duquel est clavetée une roue d'angle C en prise avec un pignon d'angle fixé au bout de l'axe g.

Faisons tourner au moyen de la mandoline l'axe g d'un quart de tour dans le sens de la flèche l l'ergot et la douille à ressort de la fourchette se déplace

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vers la droite et la came h repousse la crémaillère i ; l'axe b est alors écarté, la roue dentée 6 n'est plus en prise avec la roue 3 et les griffes des roues 3 et 2

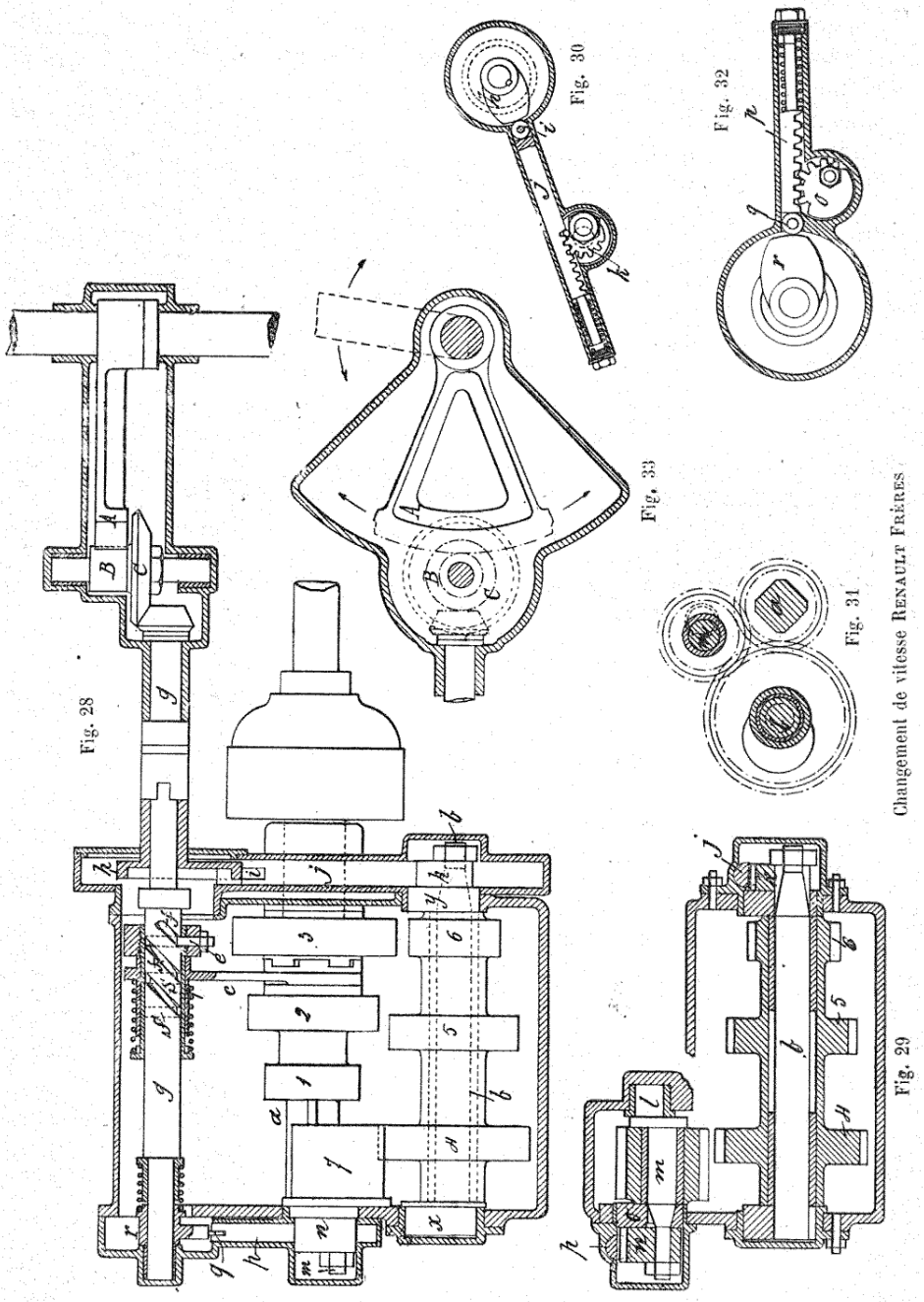


Fig. 28

Fig. 30

Fig. 32

Fig. 33

Fig. 31

Fig. 29

Changement de vitesse RENAULT FRÈRES

étant engagées les unes dans les autres, on a l'attaque directe sans que l'axe b ne soit entraîné.

Si l'on fait tourner l'axe g en sens contraire à la flèche, l'ergot e parcourant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la portion de la rainure où celle-ci est circulaire, le baladeur reste fixe, et l'axe *b* s'écarte ; puis l'ergot venant dans la rainure hélicoïdale la fourchette se déplace jusqu'à la roue 2 venant en regard de la roue 4, pendant ce temps l'axe *b* est resté un instant en place, puis la came *h* continuant à tourner, s'est rapproché; à ce moment les roues 2 et 4 sont entrées en prise et cela sur toute la largeur de leur denture et sans choc.

Le même mouvement se répète pour la première vitesse et la marche arrière s'opère de la même façon, la came *r* étant à ce moment solidaire de l'axe *g* ainsi que je l'ai expliqué plus haut.

Ce mécanisme, on doit le reconnaître, est très ingénieux et donne bien une solution du problème de l'entrée en prise par toute la largeur du flanc de la denture ; mais il est un peu compliqué et assez délicat. Il paraîtrait cependant au dire de ses constructeurs qu'il leur donne toute satisfaction.

On trouve encore à l'Exposition une autre solution du problème que je

Fig. 34

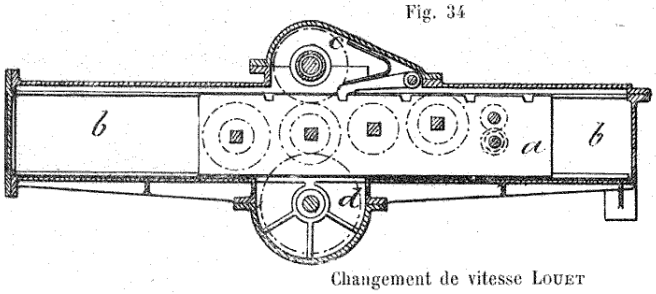
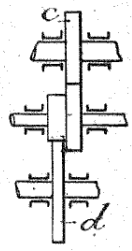


Fig. 35



Changement de vitesse LOUET

viens de rappeler ; elle est fournie par le changement de vitesse de M. E. LOUET.

Ce mécanisme est représenté vu de côté et par bout *(fig. 34 et 35)*.

Il se compose d'un chariot *a* portant un train de paires d'engrenages. Ce chariot à course rectiligne est guidé dans un carter *b* qui porte à sa partie supérieure *b* une roue dentée *c* calée sur le différentiel et à sa partie inférieure une roue dentée *d* calée sur l'arbre du moteur. C'est entre ces deux roues *c* et *d* que vient s'interposer une des paires de roues dentées du chariot, l'une des roues d'une paire engrenant avec la roue *c* et l'autre avec la roue *d*.

Les roues qui viennent en prise ave la roue *d* doivent être tangentes à une parallèle à l'axe du chariot, tangente elle-même à la roue *d* ; quant aux roues devant engrener avec la roue *c*, elles devront aussi être tangentes à une parallèle à l'axe du chariot, tangente à la roue *c*.

Il en résulte que les axes des paires d'engrenages sont à des hauteurs différentes. La marche arrière s'obtient par l'interposition d'un satellite entre une paire de roues.

Comme on le voit pour passer d'une vitesse à l'autre il suffit de déplacer le chariot de manière que l'axe de la paire d'engrenages correspondant à la nouvelle vitesse soit sur la ligne droite qui joint les axes des roues *c* et *d*. L'entrée en prise a donc lieu par toute la largeur de la dent, d'une façon très douce, c'est-à-dire sans choc, sans bruit. Par conséquent ainsi que dans le système de MM. RENAULT frères plus de bris de dents à redouter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant au déplacement du chariot il s'effectue au moyen d'un pignon engrenant avec une crémaillère solidaire du chariot.

Ce système est donc d'une extrême simplicité, les paires d'engrenages intermédiaires sont montées sur des axes très courts, ce qui supprime les grande flexions des arbres de changements de vitesse où l'entrée en prise se fait par le profil de la denture. De plus son démontage est d'une très grande facilité puisqu'il suffit de déboulonner le fond arrière du carter pour tout sortir sans toucher au différentiel ni à l'arbre du moteur.

Je crois du reste que le temps ne fera que sanctionner les qualités de ce mécanisme, qui semblent résulter de son ingénieuse disposition.

Notons de plus qu'il est facile de donner à la denture des engrenages de ce mécanisme une largeur aussi grande que l'on voudra sans rendre celui-ci encombrant.

Il me reste encore, avant de terminer ce premier groupe, à examiner les *changements de vitesse à deux baladeurs* qui ne s'appliquent qu'au cas de quatre vitesses.

Ainsi que leur nom l'indique, dans ces changements de vitesse le baladeur unique des changements de vitesse est sectionné en deux parties.

Cette disposition a pour avantage de permettre pour chacun de ces deux baladeurs une course plus réduite que dans le cas du baladeur unique et par suite de donner aux deux roues qu'ils portent une denture plus large, par conséquent plus résistante.

La dite disposition a en revanche l'inconvénient de compliquer un peu la manœuvre du levier qui actionne le mécanisme.

Parmi les systèmes exposés, je citerai d'abord celui de la Société Vinot et Deguinguand. Je me bornerai seulement à exposer comment se fait, par l'intermédiaire d'un seul levier la commande de l'un ou l'autre des baladeurs, car le reste du mécanisme n'a rien de particulier.

Sur l'axe *a (fig. 36 et 37)* autour duquel oscille le levier de manœuvre L sont montés fous deux balanciers G^1 et G^2 dont les extrémités inférieures sont respectivement en connexion par des biellettes F^1 F^2 avec les leviers E^1 E^2 qui commandent les fourchettes des baladeurs.

Les deux balanciers présentent à leur partie supérieure une encoche H^1 ou H^2 dans laquelle vient s'emmancher un téton I fixé sur la glissière J du levier L.

Le téton I se prolonge de l'autre côté du levier en K et vient s'emboîter dans le guide-support N suivant les deux rainures *o* et *p* limitant la course. La rainure *o* correspond à la manœuvre du levier G^2 et la rainure *p* à celle du levier G^1.

Comme on le comprend facilement, suivant que le téton I de la glissière J est engagé dans l'encoche de l'un ou de l'autre balancier on manœuvre l'un ou l'autre baladeur correspondant.

Pour passer de la manœuvre d'un baladeur à la manœuvre de l'autre on ramène le levier dans sa position verticale de façon que le téton K puisse coulisser dans la rainure verticale du support en appuyant sur la manette M^2, si l'on veut engager le téton I dans l'encoche H^1, ou en lâchant celle-ci, qui est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rappelée par un ressort Q, si c'est dans l'encoche H^2 que l'on veut faire pénétrer le dit téton.

De cette analyse on voit que la manœuvre de ce système est en somme encore assez simple; le dispositif est en revanche un peu plus compliqué que dans les changements de vitesse à baladeur unique; c'est là du reste l'inconvénient que j'avais signalé plus haut comme étant inhérent à ce genre de mécanisme.

Ce même inconvénient se retrouve d'ailleurs aussi dans le changement

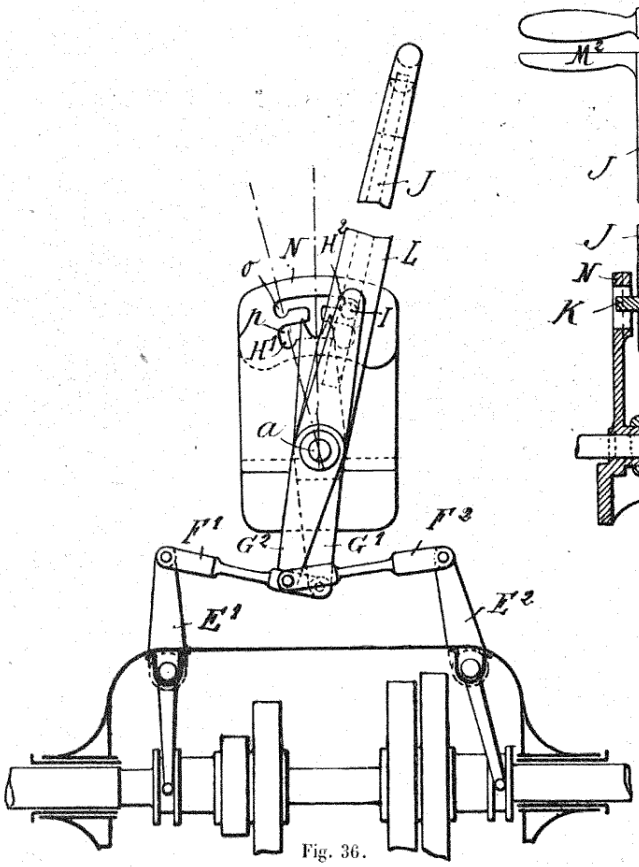


Fig. 36.

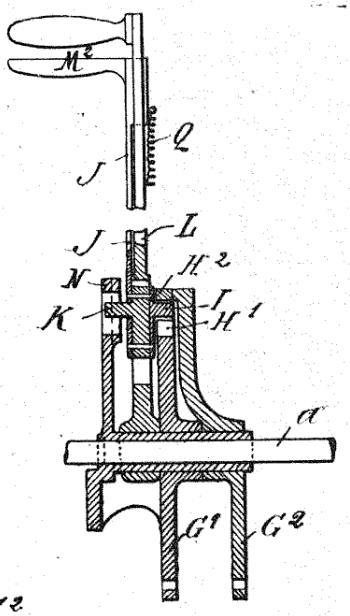


Fig. 37.

Changement de vitesse Vinot et Deguingand.

de vitesse de la marque Mercédès, autrement dit de la Société dite : Daimler Motoren Gesellschaft.

Dans ce système représenté *(fig. 38 et 39)* le levier commandant la manœuvre des deux baladeurs et de la marche arrière peut effectuer deux genres de mouvements:

1° Un mouvement de rotation autour d'un axe;

2° Un déplacement rectiligne perpendiculaire au plan de ce mouvement de rotation.

Le levier de manœuvre *b* est fixé à sa partie inférieure sur un axe horizontal *a* sur lequel est assujettie une chape ou fourche, dont une des branches

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'évase de manière à constituer un pied c à semelle circulaire roulant sur un appui approprié; l'autre branche d forme secteur denté et vient en prise avec des crémaillères e f ou m dont les deux premières sont solidaires des tringles g, h, commandant les fourchettes i j des deux baladeurs k l et dont la troisième sert à la marche arrière.

Afin de limiter la course des écarts du levier b et assurer sa manœuvre,

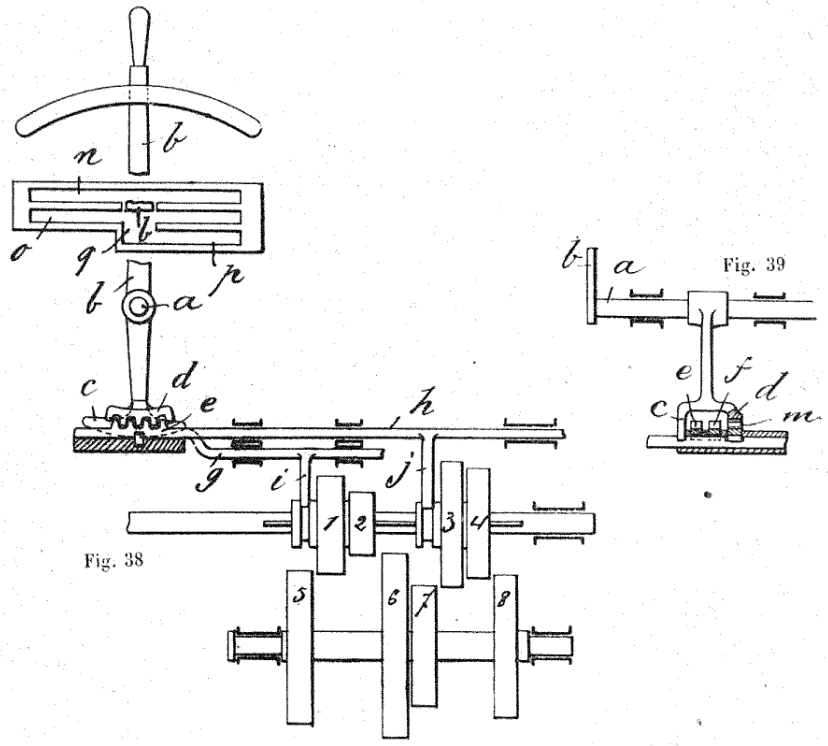


Fig. 38

Fig. 39

Changement de vitesse DAIMLER-MERCÉDÈS

la tige de celui-ci est contrainte de se mouvoir dans une sorte de grille présentant trois fentes longitudinales n, o, p et une fente transversale q perpendiculaire aux autres.

La manœuvre du mécanisme est la suivante:

Supposons qu'on veuille mettre en prise les roues 1 et 5, il suffit d'amener le levier par la fente q en regard de la fente n et de l'incliner vers la droite dans cette fente. En l'inclinant vers la gauche dans la même fente on fait engrener 2, 6. Puis si on désire mettre en prise les roues 3, 7 on ramène le levier à sa position verticale, on le déplace dans la fente q jusqu'à être en regard de la fente o et on l'incline à droite; en l'inclinant à gauche on engrène les roues 4 et 8.

La marche arrière s'obtient en ramenant le levier dans la position verticale et en l'amenant en regard de la fente p. Afin d'éviter, par une manœuvre brusque ou lorsqu'il fait nuit, de passer subitement d'une des vitesses de la marche avant à la marche arrière, ce qui pourrait avoir des conséquences

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très fâcheuses, l'accès de cette dernière fente p est fermé par un verrou logé à l'entrée de celle-ci et qui n'est pas représenté au dessin.

Ces mécanismes à deux baladeurs ne sont pas les seuls exposés. La Société l'Aérocanthe emploie un changement de vitesse semblable à celui qui vient d'être décrit. Il en est de même de la Société Rochet et Schneider de Lyon.

On rencontre aussi à l'Exposition des changements de vitesse à deux baladeurs ayant l'attaque directe en grande vitesse. Ces mécanismes au nombre de deux sont ceux de la Société des Automobiles Delahaye de Paris et de Berliet de Lyon. Malheureusement il ne m'est pas possible d'entrer dans les détails de ces mécanismes car les renseignements qui m'ont été fournis ne me permettent pas d'en donner une description fidèle.

Je dois dire cependant que les mécanismes m'ont semblé particulièrement volumineux; cette dernière remarque s'applique surtout à celui de M. Berliet.

DEUXIÈME GROUPE

Parmi les changements de vitesses dans lesquels les roues dentées sont toujours en prise, il me faut citer en première ligne ceux qui ont acquis à juste

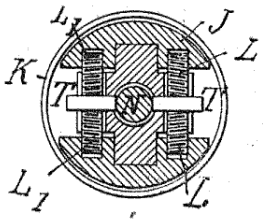


Fig. 41.

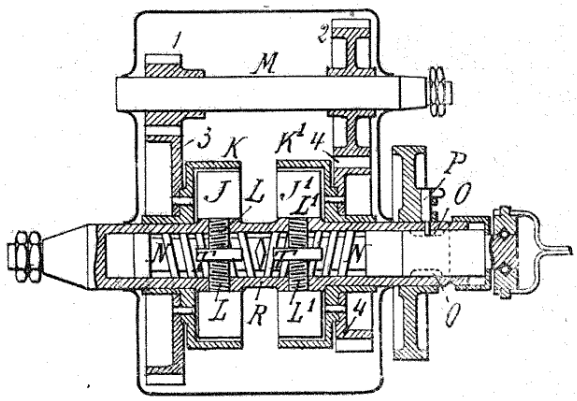


Fig. 40.

Changement de vitesse
(2 vitesses)
Populaire de Dion-Bouton & Cie.

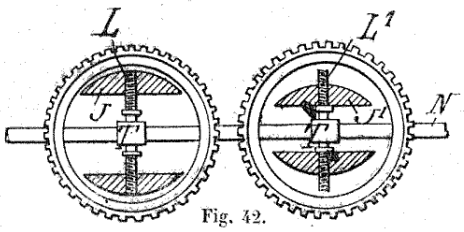


Fig. 42.

titre une réputation universelle et dont leurs constructeurs n'ont eu jusqu'à présent qu'à se louer; c'est-à-dire les mécanismes employés par MM. De Dion, Bouton et Cie.

Le changement de vitesse de la voiture « *Populaire* » très semblable au changement de vitesse de la voiture de 1902 des mêmes constructeurs, ne comprend également comme celui-là que deux vitesses.

Il se compose *(fig. 40, 41, 42)*, de deux arbres, l'un M, aux extrémités duquel sont clavetées les deux roues dentées 1, 2, et qui est actionné par le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moteur, l'autre R qui est creux, et sur lequel est calé le pignon engrenant avec le différentiel. Cet arbre R porte les deux roues dentées 3 et 4 montées folles sur lui, et sur lesquelles sont fixés les boîtes ou tambours K K¹ qui sont tour à tour rendus solidaires de l'arbre R au moyen de segments J J¹ de fibres qui viennent coller, lorsqu'on les écarte, contre le pourtour intérieur des boîtes K K¹ L'écartement ou le rapprochement des segments J du tambour K s'opère en même temps que le rapprochement ou l'écartement des segments J ¹ du tambour K¹ de manière à ne solidariser de l'arbre R qu'un seul des deux tambours K ou K¹ à la fois.

Ces mouvements contraires des segments J et J¹ sont produits très simplement par des vis à pas à droite et à gauche L L, et L¹, L, dont les axes sont solidaires de pignons T engrenant avec une vis sans fin N à pas à droite et à gauche faisant office de crémaillère. Il faut remarquer que les pas des vis L L, et L¹, L, sont inversés les uns par rapport aux autres pour produire simultanément l'écartement des segments J du tambour K et le rapprochement des segments J¹ de l'autre tambour K¹ et inversement, suivant les déplacements de la vis N logée à l'intérieur de l'arbre creux R.

Ainsi donc en faisant avancer ou reculer la crémaillère ou vis N à l'aide d'une fourche commandée par un levier, on obtient la solidarisation progressive d'une des deux roues 3 ou 4 montées folles sur l'arbre R.

Cette solution si élégante du problème de changement de vitesse progressif présentait cependant un inconvénient, celui du jeu inévitable provenant peu à peu de l'usure des segments. Mais MM. de Dion et Bouton, avaient prévu le cas ; leur système remédie en effet à ce défaut en permettant un rattrapage facile du jeu.

La crémaillère N ou vis sans fin est, ainsi que je l'ai dit, à pas à droite et à gauche. Au premier abord on peut se demander pourquoi ne pas faire usage d'une crémaillère ordinaire et pourquoi les deux pas ?

C'est simplement pour compenser, en écartant davantage les segments, le jeu provenant de l'usure de ces segments de fibre. Il suffit alors de dégager le verrou P appelé *bonhomme* en terme de métier, qui s'engage dans la rainure *o*, de donner un demi-tour ou un tour à la vis N et le changement de vitesse est à nouveau réglé.

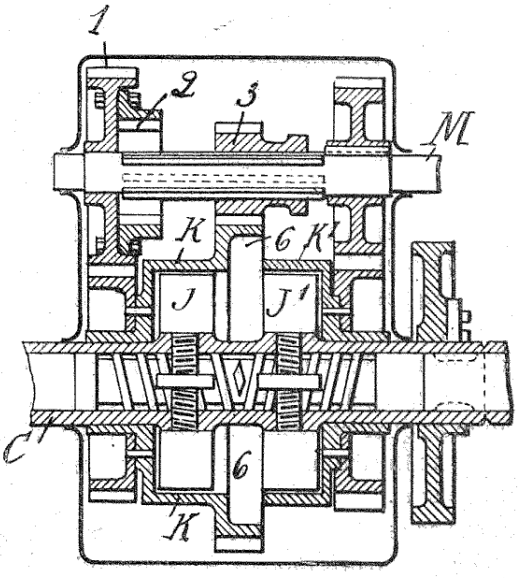


Fig. 43.
Changement de vitesse (3 vitesses) de Dion, Bouton & Cie.

MM. de Dion, Bouton et Cie présentent aussi à l'Exposition un changement de vitesse à trois vitesses dont le principe est le même que celui à deux vitesses (*fig. 43*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il comporte, outre les organes du mécanisme de changement de vitesse de la Populaire, un baladeur portant une roue dentée et se déplaçant sur l'arbre commandé par le moteur, dont la dite roue peut venir en prise avec une couronne dentée venue de fonte avec le tambour ou boîte K fixé sur l'une des roues dentées motrices de l'arbre *c*.

De plus la roue 1 engrenant toujours avec la roue 3 est montée folle sur l'arbre M; pour la rendre solidaire de celui-ci on déplace alors le baladeur vers la gauche jusqu'à ce que la denture de la roue 3 s'engage dans une denture intérieure 2 dont est munie la roue 1 ; ce dispositif rappelle celui de la grande vitesse de la Société Gillet-Forest.

En outre, MM. de Dion, Bouton et Cie, construisant également la grosse voiture ont été amenés à adopter un mécanisme à trois vitesses plus robuste que le précédent dans lequel on retrouve aussi le changement de vitesse progressif par segments mobiles.

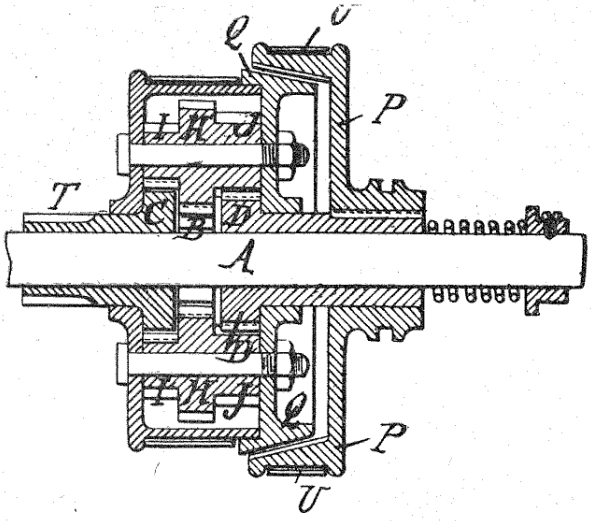


Fig. 44. — Changement de vitesse Bozier

Ce mécanisme à trois vitesses diffère du précédent, à trois vitesses également, par ce fait que les engrenages sont toujours en prise, et ceci prouve combien MM. de Dion, Bouton et Cie attachent d'importance à cette caractéristique de leurs systèmes.

Du même ordre d'idées que les changements de vitesse qui viennent d'être analysés est le changement de vitesse de M. Bozier. En effet ce mécanisme est progressif et a ses engrenages toujours en prise *(fig. 44)*.

Ce changement de vitesse est ce qu'on pourrait appeler un changement de vitesse différentiel. Il comporte en effet l'emploi de plusieurs trains de trois satellites H, I, J dont les axes sont montés dans un tambour sur le pourtour duquel se trouve le ruban d'un frein. Ce tambour se prolonge par un cône mâle d'embrayage Q en regard d'un cône femelle P calé sur l'arbre moteur A.

Les satellites H, I, J sont respectivement en prise l'un H avec un pignon B calé sur l'arbre moteur A, le second I avec un pignon C fou sur le dit arbre, dont le moyeu se prolonge par une denture T engrenant avec la grande roue du différentiel et le troisième J avec une roue solidaire du cône femelle P formant tambour par son pourtour extérieur sur lequel s'enroule la bande U d'un frein.

Lorsque les cônes Q, P sont embrayés, et que le frein est desserré, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pignon fou C est rendu solidaire de l'arbre A par le pignon claveté B et les satellites H I et l'on a la grande vitesse.

Si les cônes Q P sont débrayés et que l'on freine en même temps en serrant la bande sur le tambour jusqu'à le bloquer, les satellites H I ont leurs axes fixes dans l'espace et le pignon fou C entraîné par eux transmet la seconde vitesse.

La marche arrière s'obtient en freinant sur le tambour du cône P débrayé; le pignon D solidaire de celui-ci est alors immobile et le train des satellites J I H, sous l'impulsion du pignon B calé sur l'arbre A, tourne autour du pignon fixe D en effectuant sur son axe K un mouvement de rotation de sens inverse à celui de l'arbre moteur A; c'est ce mouvement transmis par la roue I à la roue C et de là au différentiel qui produit la marche arrière.

En soumettant au calcul ce mécanisme on trouve comme expression finale de la vitesse ω_2 de la roue C

$$\omega_2 = \omega \left(1 - \frac{f}{e} \times \frac{d}{c}\right) \left(1 - \frac{c}{d} \times \frac{a}{b}\right)$$

où ω désigne la vitesse angulaire de la roue B ; f, e, a, b, c, d étant les rayons des roues H, C, B, I, H, J.

L'expression $\left(1 - \frac{a}{b} \times \frac{c}{d}\right)$ est $> o$ car $a < b$ et $c < d$; il suffit donc pour que le sens de rotation de C soit inverse de B, c'est-à-dire pour avoir la marche arrière, que ω_2 soit $< o$.

Or c'est bien ce qui a lieu puisque f est $> e$, ainsi qu'on le voit sur le dessin et que d étant $> c$, la parenthèse $\left(1 - \frac{f}{e} \times \frac{d}{c}\right)$ est $< o$.

Comme on le voit, ce système a l'avantage d'être relativement simple et robuste et d'occuper peu de place, mais il a, je crois, l'inconvénient d'absorber une quantité d'énergie assez importante par suite des trains de satellites toujours en prise avec les roues C B D.

Il faut croire pourtant que ce n'est pas là un grand désavantage car ce mécanisme a été adopté par deux constructeurs pour leur voiturette extra-légère; savoir la maison Rochet et MM. Vauzelle, Morel et Cie. Toutefois les mécanismes montés sur ces voiturettes ne comportent pas la marche arrière, qui est une innovation toute récente de M. Bozier; et les pertes d'énergie auxquelles ils donnent lieu sont par conséquent moindres.

Le changement de vitesse employé par MM. Hautier et Cie est également un mécanisme dans lequel les engrenages sont toujours en prise.

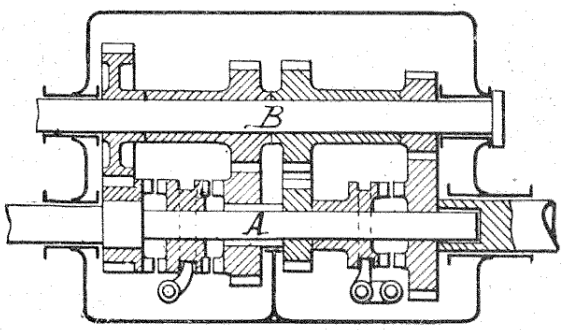


Fig. 45. — Changement de vitesse Hautier

Il se compose de deux arbres A et B sur lesquels sont montées folles les roues dentées *(fig. 45)*.

Les roues de l'arbre primaire A sont simplement rendues tour à tour soli-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

daires du dit arbre A au moyen de manchons à griffes commandés par les rampes d'une came unique qui les fait avancer ou reculer. On obtient ainsi les trois vitesses et la marche arrière.

Ce mécanisme, comme on le voit, peut être particulièrement robuste mais il n'est pas progressif comme ceux de MM. DE DION, BOUTON et Cie.

Les Etablissements des Automobiles CONCORDIA ont également adopté un mécanisme absolument analogue qui ne diffère du précédent que par la came qui commande les déplacements du manchon à griffes; il est également très ingénieux et a toutes les qualités du précédent.

TROISIÈME GROUPE

De tous les différents systèmes par courroies et poulies extensibles essayés

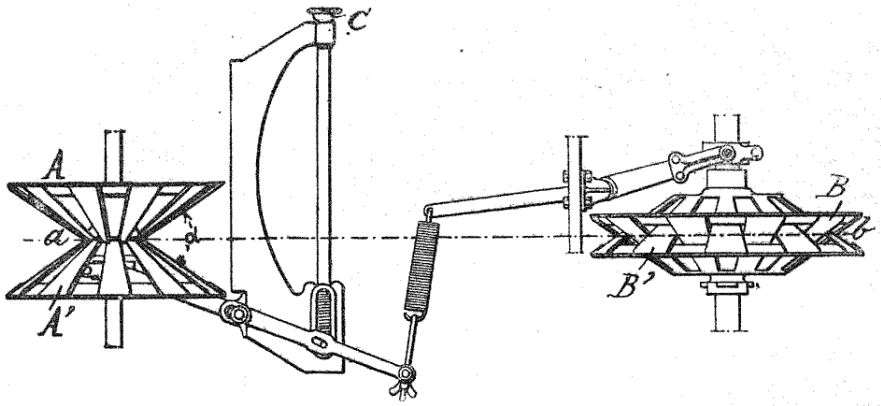


Fig. 46. — Changement de vitesse FOUILLARON

et qui seuls permettent d'obtenir le véritable changement de vitesse progressif il ne reste plus grande trace sur les véhicules exposés.

Ces mécanismes qui sont séduisants par leurs avantages cinématiques plus théoriques que pratiques, ne semblent pas avoir donné des résultats satisfaisants à leurs partisans.

Un seul système cependant semble résister aux épreuves de la pratique c'est la transmission par poulies extensibles de M. FOUILLARON (*fig.* 46 *et* 47).

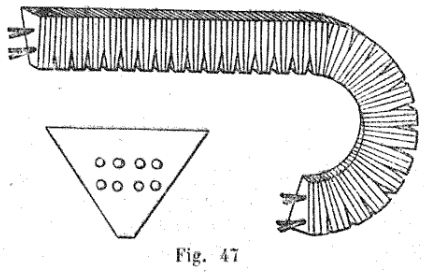


Fig. 47

Les deux poulies de ce système, montées sur deux arbres parallèles, se composent chacune des deux cônes lamellés AA', BB', dont l'un est fixe AB, tandis que l'autre A'B' est mobile.

Ces deux cônes A et B ou A' et B' se pénètrent par leurs évidements et forment une gorge $a\,b$ de section triangulaire isocèle ayant un angle α constant quelle que soit la grandeur de la gorge.

La commande des deux cônes mobiles A' et B' a lieu de manière que le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diamètre de la gorge de l'une des poulies augmente tandis que celui de la gorge de l'autre poulie diminue, afin de maintenir constante la tension de la courroie.

Cette commande est effectuée à l'aide d'un volant C commandant une vis sans fin qui actionne le levier déplaçant le cône mobile A', ce même levier produisant par un renvoi approprié le déplacement du cône mobile B'. Ce système est complété par une chaîne-courroie souple et robuste formée par des blocs triangulaires de cuir, enfilés sur des cordes à boyaux très solides.

A cette analyse rapide du système de M. FOUILLARON j'ajouterai seulement que son système paraît être celui qui donne la solution la plus simple et la mieux étudiée au point de vue constructif de tous ceux qui ont existé avant lui.

Quant à la valeur de ce mécanisme au point de vue pratique pour l'automobile il faut attendre pour répondre que le temps la consacre définitivement.

M. Ch. MORIN a eu l'idée d'appliquer pour résoudre le problème de la poulie extensible, la propriété qu'a un cylindre de révolution de se transformer en un hyperboloïde de révolution lorsqu'on décale un des cercles de base par rapport à l'autre.

Les deux poulies qui constituent le changement de vitesse sont montées l'une sur l'arbre moteur et l'autre sur l'arbre de transmission parallèle au premier.

Elles sont formées par deux disques dont l'un est calé sur l'arbre et l'autre fou, ces disques sont reliés l'un à l'autre par des tringles montées à rotules dans les dits disques. Par un simple décalage du disque mobile par rapport au disque fixé on obtient ainsi un hyperboloïde dont le cercle de gorge a un diamètre plus ou moins petit suivant le décalage du cercle mobile.

Jusqu'ici M. MORIN n'a pas encore fait d'essais de son système sur une voiture automobile; il faut donc faire toutes réserves sur ce mécanisme ingénieux et attendre les résultats des expériences de son constructeur.

La solution simple et complète du problème du changement progressif et continu de la vitesse d'un véhicule automobile a tenté beaucoup d'inventeurs et l'on peut estimer à mille environ le nombre des brevets qui ont été pris en France pour des mécanismes imaginés dans ce but.

Certains inventeurs ont cru trouver la véritable solution de ce problème par un groupement ou combinaison de plusieurs différentiels entre eux, mais ces divers systèmes n'ont pas répondu à l'attente de leurs auteurs soit en raison de leur complication, soit par suite des conceptions peu rationnelles sur lesquelles ils reposent.

Peut-être est-ce encore à l'électricité dont les applications sont si fécondes et si variées, qu'il appartiendra de résoudre complètement et élégamment le problème.

M. LE PRESIDENT donne la parole à :

M. LUMET qui discute le principe de la manœuvre du changement de vitesse RENAULT et vient compléter les explications données par M. M. ARMENGAUD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE COMMANDANT RENARD fait remarquer, que le changement de vitesse figurant au stand de M. LOUET peut se prêter à un grand nombre de vitesses sans grandes complications ; il est de ce fait très intéressant.

M. LE COLONEL RENARD constate, que les changements de vitesses dits par trains baladeurs présentent deux inconvénients : 1° d'avoir tous une très grande longueur ; 2° d'engager les dents par le côté. Avec celui de M. LOUET, ces deux inconvénients disparaissent.

M. LE PRESIDENT remercie M. ARMENGAUD de sa très intéressante communication, ainsi que MM. les Membres du Congrès qui ont pris part à la discussion qu'elle a motivée.

La séance est levée à 5 heures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Première et Deuxième Sections. -- AUTOMOBILES, MOTEURS

SEANCE DU VENDREDI 19 DÉCEMBRE 1902

La séance est ouverte à 2 h. 20 : sont présents au bureau : MM. FORESTIER, *Président* de la première Section ; LOREAU, *Président* de la deuxième Section; DE LA VALETTE, *Vice-Président ;* CHARVET et BOYER-GUILLON, *Secrétaires.* —

M. LE PRÉSIDENT FORESTIER donne la parole à M. KRIEGER pour sa communication.

Communication de M. KRIÉGER

sur les

MOTEURS ÉLECTRIQUES

M. FORESTIER m'a prié de faire rentrer dans les discussions du Congrès de l'Alcool la question des moteurs électriques, cela me paraissait à la vérité un peu difficile, étant donné que l'alcool a dans l'électricité des emplois plutôt limités comme producteur d'énergie. Je ne parle pas des essais qui ont été faits sur des piles utilisant l'alcool comme combustible, car cela n'a donné aucun résultat. Je m'en tiendrai donc à son utilisation dans un moteur thermique actionnant une dynamo, et pour le cas particulier qui nous occupe cette dynamo envoyant l'énergie électrique produite dans les moteurs d'une voiture.

La voiture ainsi établie est dite voiture mixte ; plusieurs essais en ont été faits sous différentes formes :

1° Le moteur thermique et sa dynamo forment un groupe de puissance déterminée, et ce groupe est accouplé avec une batterie d'accumulateurs qu'il recharge, soit pendant la marche de la voiture, soit au repos. Dans ce type de voiture, deux procédés peuvent être employés :

Le premier consiste à avoir un moteur thermique puissant comportant tous les changements de vitesse de la voiture à moteur thermique ordinaire et à n'employer la batterie d'accumulateurs que comme adjuvant dans les côtes ; la génératrice du groupe électrogène devient alors moteur et augmente l'énergie fournie par le moteur thermique. La voiture PIEPER, puis celle de JENATZY ont été établies suivant ce principe.

La deuxième solution consiste à adjoindre à une voiture électrique ordi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naire comportant un poids d'accumulateurs assez considérable, un groupe électrogène faible destiné à recharger la batterie ou à aider au débit de celle-ci, soit à l'arrêt, soit en route, ce qui augmente considérablement le parcours qu'il est possible d'effectuer avec une voiture électrique. Cette solution a été employée par moi lors du Circuit du Nord ; elle est employée actuellement par la maison MILDÉ.

La batterie d'accumulateurs dans ces conditions joue par rapport au groupe électrogène un rôle de régulateur automatique ; en effet, celui-ci quelle que soit la puissance demandée à une voiture marche toujours à puissance constante. J'ai pensé que le régulateur ainsi formé était véritablement trop lourd, trop onéreux et trop délicat pour permettre jamais des applications très étendues. J'ai donc essayé de remplacer cette batterie d'accumulateurs par un réglage réalisant l'automaticité que me donnait la batterie et résolvant entièrement le problème suivant :

Etant donné un groupe électrogène mû par un moteur thermique et fournissant un nombre de watts déterminé à une vitesse déterminée et constante, faire en sorte que quelle que soit la variation du couple et par conséquent du nombre d'ampères demandé par les moteurs de la voiture, le wattage fourni par le groupe restât constant, et par conséquent que la différence de potentiel disponible aux bornes variât inversement proportionnellement au nombre d'ampères demandé. La réalisation de ce problème indique que lors d'un effort plus grand la vitesse de la voiture diminuera inversement proportionnellement à cet effort, et vice versa. Il semble donc que l'on ait pas dans ces conditions l'avantage de pouvoir monter les rampes à la même vitesse qu'à la marche en palier, étant donné qu'il n'existe là aucun accumulateur d'énergie, aucun cheval de renfort, qui aide le moteur à gravir la rampe.

Je ferai remarquer qu'il est nécessaire de nourrir ce cheval de renfort, et que cela ne peut se faire qu'en diminuant pour un moteur de puissance donnée, la vitesse de la voiture en palier ; ce qui fait que tout bien pesé, la vitesse moyenne de la voiture se trouve être exactement la même dans un cas comme dans l'autre, à cela près que mon dispositif ne comporte pas d'augmentation de poids, alors qu'un accumulateur quel qu'il soit, augmente d'une notable proportion le poids du véhicule.

J'ai réalisé de la façon suivante le problème que je me suis posé :

La puissance constante du moteur thermique et par conséquent la puissance recueillie aux bornes de la génératrice est représentée dans une hyperbole équilatère que je trace A B. Cette hyperbole équilatère a comme équation E I = Constante. E étant la différence de potentiel aux bornes de la génératrice et I le courant qu'elle fournit.

Considérons l'hyperbole A B que j'ai représentée comme celle de la puissance normale du moteur thermique, nous pouvons évidemment avoir toute une série d'hyperboles représentées en A' B', A" B", etc... qui seront obtenues en faisant varier les conditions de l'admission ou de l'échappement du moteur thermique. Quelle que soit celle que nous choisissions, si nous maintenons constant le régime correspondant à cette hyperbole, il nous faudra maintenir dans toutes les conditions l'équation E I = Constante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi que je l'ai dit, I augmentant, E doit diminuer proportionnellement, E étant fonction de deux facteurs variables :

1° le nombre de tours par seconde de la génératrice ;

2° le champ inducteur de cette génératrice.

Laissant le nombre de tours constant, je fais varier le champ inducteur de la génératrice de telle manière que celui-ci baisse quand l'intensité du courant augmente.

Le décalage des balais aurait pu amener ce résultat, mais il eût été diffi-

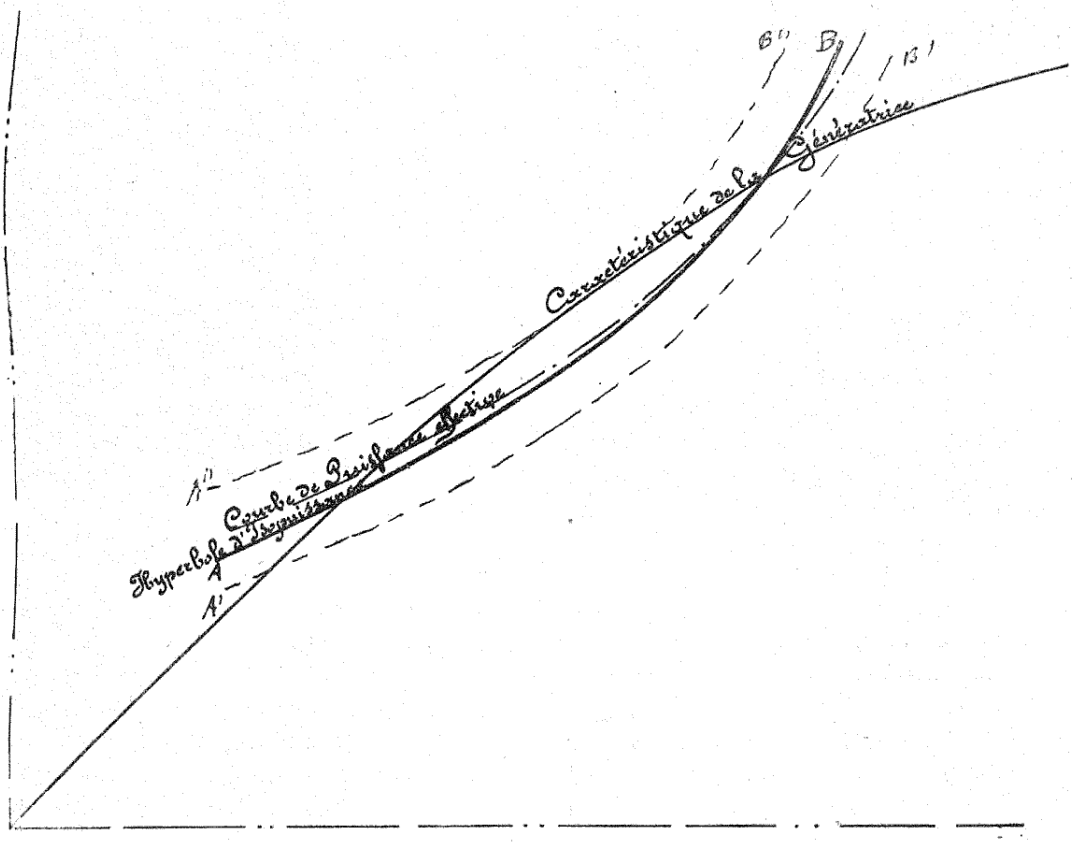


Fig. 48.

cile d'obtenir l'automaticité dans ce cas, à moins d'appareils très compliqués ; de plus, on risquait d'avoir à ces mêmes balais de fortes étincelles. Pour obtenir la diminution de champ j'ai enroulé quelques spires placées en série dans le circuit de l'induit et tendant à démagnétiser les inducteurs. Cette démagnétisation sera plus considérable au fur et à mesure de l'augmentation de l'intensité et fera varier automatiquement dans le sens voulu le champ et par suite le voltage de la génératrice.

Si la génératrice était pour son excitation de sens normal, simplement excitée en shunt, au moment des grands efforts, démarrages ou rampes, la machine se désamorcerait et la courbe de la puissance serait loin de l'hyperbole équilatère cherchée. Afin d'éviter ce désamorçage et de rapprocher

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autant que possible la courbe cherchée de l'hyperbole équilatère représentant la ligne d'iso-puissance de la machine, j'ai excité dans le sens normal la génératrice à l'aide de deux excitations différentes :

1° Une excitation shunt ordinaire prise aux balais, excitation qui est variable avec la différence de potentiel à ces balais ;

2° Une excitation constante fournie par une batterie d'accumulateurs minuscule et qui est elle-même constamment maintenue en charge par une prise de courant aux balais avec interposition de résistances.

Dans ces conditions, la courbe obtenue se rapproche très sensiblement de l'hyperbole équilatère d'iso-puissance, et le faible écart que l'on peut constater est compensé par les petites variations permises dans la vitesse du moteur thermique.

Afin de pouvoir à certains moments varier la valeur de la démagnétisation et par suite les limites de la régulation automatique de la puissance, j'ai employé pour les bobines démagnétisantes un nombre de tours supérieur à celui qui est nécessaire et j'ai shunté par une résistance très faible ces bobines ; en faisant varier cette résistance, j'ai fait varier la valeur de la démagnétisation.

Ce réglage peut être utile dans le cas où le moteur thermique vient à avoir quelque faiblesse ou lorsqu'un des cylindres ne donne plus.

Il est à remarquer que dans ce dispositif il n'existe aucun combinateur, car le couplage des moteurs est fait une fois pour toutes. Comme la variation d'allure de la voiture se fait entièrement automatiquement et qu'enfin, s'il est besoin de faire un réglage, celui-ci se fait sans aucune interruption du courant général, il n'y a par suite aucune perte dans les contacts d'un combinateur et aucune production d'étincelles.

Grâce à l'automaticité du dispositif indiqué le moteur à essence peut tourner à une très faible vitesse, sans que pour cela une augmentation subite de l'effort demandé puisse le faire caler ; ceci est très avantageux dans la marche à petite allure pour les villes et les traversées dangereuses.

L'enroulement série différentiel présente en outre un avantage très considérable qui est le suivant :

Il permet de mettre en route le groupe électrogène avec la petite batterie d'excitation séparée sans demander à celle-ci un courant d'intensité exagéré, la génératrice fonctionnant alors comme un moteur compound à enroulement concourant. Enfin le rendement d'une telle transmission est très élevé, car la génératrice peut être calculée pour des rendements atteignant et dépassant 90 % les moteurs pour des rendements analogues ce qui permet d'atteindre comme rendement total à la jante près de 80 % ce que sont loin de donner les voitures à transmission mécaniques actuelles.

De plus, l'entretien d'une telle machine est réduit au strict minimum, car l'absence des embrayes, des changements de vitesse, des paliers pour ces changements de vitesse, etc... supprime du coup l'onéreux remplacement de ces pièces ; il suffit dans une telle machine de constater si les balais ne sont pas complètement usés, et de nettoyer de temps en temps les collecteurs des génératrices et des moteurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. MICHEL LEVY. — Je demande à M. KRIEGER, étant donné le dispositif assez complexe de la génératrice, s'il a été fait des mesures de rendement ?

M. KRIEGER répond, qu'il a fait des mesures sur des génératrices de 8 chevaux, qui donnent 90 % de rendement, naturellement en tournant à 1.500 t.

M. MICHEL LEVY demande à M. KRIEGER comment il opère sur l'ensemble des deux moteurs pour obtenir les différences rapides de vitesse souvent nécessitées par l'existence de caniveaux, etc.

Si j'ai bien compris, la conduite de cette voiture équivaut bien à la conduite d'une machine à explosion, dans laquelle il n'est plus question de transmission mécanique pour faire ces changements de vitesse. — Il y a des nécessités, qui se présentent dans la pratique, qui nous obligent à changer très rapidement de vitesse et à modifier très rapidement l'allure des véhicules. Je demanderai à M. KRIEGER, d'une part comment il atteint ce résultat et d'autre part avec quelle rapidité ses moyens employés obéissent.

M. KRIEGER. — Il suffit de couper l'allumage au moteur thermique, le courant s'annule immédiatement.

On peut alors interrompre le circuit sans production d'étincelles, cette interruption rétablissant l'allumage le moteur continue à tourner à vide et reste préparé pour un nouveau démarrage.

M. MICHEL LEVY. — Une fois que vous avez arrêté votre véhicule, comment ramenez-vous la puissance maximum, comme il est parfois nécessaire de le faire à l'occasion. — Je vous signalerais par exemple un cas, qui se présente souvent ; il faut passer lentement un caniveau et reprendre aussitôt la puissance maximum pour remonter le talus opposé. Si le moteur n'a pas la vigueur nécessaire, la machine cale immédiatement.

M. KRIEGER.— Dans le dispositif que j'ai décrit, le moteur thermique ne peut pas caler : Je suppose que j'ai coupé le courant, le régulateur agit pour éviter que le moteur ne tourne trop vite. En rétablissant le courant je donne l'admission normale au moteur, qui reprend tout de suite sa puissance maximum, le nombre d'ampères atteint la valeur voulue pour le démarrage et la voiture repart sans que le moteur thermique ralentisse.

M. LE PRESIDENT remercie M. KRIEGER de sa très intéressante communication ainsi que M. MICHEL LÉVY pour la part qu'il a prise à la discussion.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. TURGAN pour sa communication sur les automobiles à vapeur.

Communication de M. TURGAN

sur les

AUTOMOBILES A VAPEUR

Le programme des travaux du Congrès, consacre cette séance à l'exposé d'aperçus généraux sur les principales sources d'énergie que peut emprunter la locomotion mécanique.

Les moteurs à mélanges tonnants, les moteurs électriques, dont nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avons ou nous allons être entretenus avec une compétence toute spéciale, représentent pour beaucoup d'entre nous les sources d'énergie actuelles et futures, tandis que la vapeur est déjà le plus souvent reléguée dans le domaine du passé.

Si cela était, j'aurais à m'excuser, en vous entretenant de moteurs à vapeur, de faire précéder de notes d'histoire les communications d'un intérêt tout actuel et immédiat de MM. FORESTIER et KRIEGER.

Je voudrais bien au contraire, après avoir rappelé en quelques mots brefs l'historique des voitures à vapeur, m'attacher à montrer quelles sont les ressources multiples de la vapeur et vous dire ce que l'on peut attendre actuellement de la locomotion mécanique qui empruntera cette source d'énergie aussi bien pour les voitures de luxe que pour la traction industrielle.

Nous connaissons tous le fardier de CUGNOT construit en 1770. Quelques années plus tard en Angleterre, REED construisait une voiture mue par deux moteurs indépendants agissant sur l'essieu arrière au moyen de crémaillères, puis, en 1784, MURDOCH établissait une voiture actionnée par un moteur à balancier et son véhicule est encore exposé au musée de Kensington à Londres.

Ce n'est guère cependant qu'en 1802 que la première voiture à vapeur fut construite par TREWITHICK. En 1821, GRIFFITH imagine sur sa voiture le premier changement de vitesse; en 1824, JONES réalise la première voiture à 4 roues motrices; enfin, en 1828, GURNEY présente sur son véhicule une série de dispositions vraiment nouvelles.

La chaudière est multitubulaire et nous ne saurions mieux la comparer, quant à son principe même, qu'à la chaudière PURREY actuellement en service sur un certain nombre de camions. La pression de régime, considérable pour l'époque, était de 5 kilos, la distribution de la machine reposait sur le même principe que la distribution WALCHÆRTS si employée de nos jours. La pompe d'alimentation était commandée par un moteur indépendant; c'est le premier petit cheval, la cheminée était supprimée et le tirage obtenu par un ventilateur actionné par la pompe. Enfin les roues étaient entraînées par la jante au moyen de bras calés sur les extrémités de l'essieu arrière, disposition qui a été reprise dans son principe par MM. de DION et THORNYCROFT.

Vers la même époque, HANCKOK, de 1827 à 1835, construisait de nombreuses voitures qui ont été fréquemment décrites.

En France, à la date de 1828, nous trouvons sur le chariot de PECQUEUR le premier différentiel, la première direction à roues indépendantes du corps de l'essieu avant et enfin le premier moteur rotatif.

En 1835, DIETZ construisait un tracteur tricycle et inventait le bandage élastique en se servant de liège et de caoutchouc interposés entre la jante et le bandage; cet inventeur imaginait également le premier moyeu métallique.

Puis pendant près de trente ans le développement des chemins de fer arrête le développement de l'automobilisme sur routes, et il nous faut remonter jusqu'en 1866 pour trouver le tracteur de FEUGÈRES mu par deux machines à deux cylindres, chacune actionnant au moyen de chaînes une des roues avant indépendantes l'une de l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La chaudière à vaporisation instantanée était du système BELLEVILLE ; si nous exceptons la chaudière de la locomotive N° 51 du Chemin de fer de l'Est qui en 1853 était déjà une chaudière BELLEVILLE à vaporisation instantanée, nous croyons que le véhicule FEUGÈRES fut le premier à utiliser les chaudières à vapeur instantanée surchauffée, imaginées par PAUL et PÉKINS en 1824 et 1828.

Quelques années plus tard, en 1870, MICHAUX construisait un tracteur, dans lequel chaque roue arrière était mue directement et indépendamment au moyen d'une chaîne actionnée par l'arbre de chacun de ces moteurs.

La première voiture automobile construite par M. BOLLÉE était basée sur le même principe que nous trouvons aujourd'hui préconisé par MM. TURGAN, FOY et Cie. Nous rappellerons en passant que M. BOLLÉE complétait sur cette voiture la première direction de PECQUEUR en conjuguant les deux roues avant de telle façon que, prolongées, les fusées vinssent converger en un même point de l'essieu arrière.

Ces notes d'histoire peuvent se résumer en peu de mots.

Un premier pas est fait par CUGNOT en 1770, puis pendant 50 ans la question reste stationnaire. En 10 ans, de 1825 à 1835, en France et en Angleterre, ingénieurs et savants s'attachent à l'étude de l'automobilisme et successivement se trouvent créés : la chaudière multitubulaire à haute pression et la chaudière à vaporisation instantanée, la machine à vapeur rotative, le changement de vitesse, le différentiel, la direction par roues oscillant autour de pivots verticaux, les roues motrices mues par des machines indépendantes, les quatre roues motrices, la transmission directe de l'effort de l'essieu à la jante.

Sur la plupart des voitures en général, nous retrouvons aujourd'hui le différentiel, le changement de vitesse, la direction de PECQUEUR perfectionnée par BOLLÉE.

SCOTTE, PURREY, de DION-BOUTON, TURGAN-FOY, THORNICROFT, etc. ont sur leurs véhicules des chaudières multitubulaires, SERPOLLET, CHABOCHE, MIESSE produisent de la vapeur au moyen de chaudières à vaporisation instantanée, MM. TURGAN et FOY ont les roues de leurs voitures actionnées indépendamment par des machines distinctes, de DION-BOUTON et THORNYCROFT transmettent directement l'effort de l'essieu à la jante.

Malheureusement, les machines rotatives et la transmission du mouvement aux quatre roues motrices n'ont guère fait de progrès et nous pouvons dire ainsi que, dans leurs éléments généraux, les voitures à vapeur de 1835 réalisaient presque tous les dispositifs que nous retrouvons souvent brevetés et revendiqués avec soin de nos jours.

Pour poursuivre cette courte étude, il nous faut maintenant établir une classification des véhicules à vapeur, elle me sera je crois donnée par les types de chaudières. Les unes, tubulaires ou multitubulaires, fournissent de la vapeur saturée, les autres produisent de la vapeur surchauffée à production instantanée. Cette classification à peu d'exceptions près, se confond avec celle que dans le premier cas et combustible liquide, essence, pétrole, alcool, dans le second cas. En effet presque toutes les chaudières à volume d'eau sont chauf-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fées au coke ou au charbon, tandis que presque toutes les chaudières sans volume d'eau sont chauffées au pétrole ou à l'alcool.

Une seule classe de voitures fait actuellement exception à cette règle : je veux parler de tous les systèmes de voitures légères américaines et anglaises qui sont munies d'une petite chaudière tubulaire chauffée à l'essence.

En dehors de ces véhicules la chaudière tubulaire a été abandonnée comme trop lourde, encombrante et d'un mauvais rendement car elle est sans circulation.

Nous restons donc en présence de deux grandes catégories :

Les voitures à vapeur surchauffée à production instantanée empruntant la chaleur au combustible liquide. Elles sont propres, légères, exigent seulement un conducteur et sont susceptibles d'une grande vitesse pour un poids qui ne dépasse pas celui des voitures à pétrole de classe correspondante, d'autre part cette grande vitesse permet de récupérer l'eau condensée ce qui évite les ennuis des ravitaillements. Malheureusement, le combustible liquide est cher par rapport au charbon, mais recourir à une source d'énergie d'un prix élevé n'est pas un défaut pour une voiture de luxe.

Je veux dire ici tout de suite à quelle perfection M. SERPOLLET a su amener la voiture à vapeur surchauffée, ses grands succès de l'année sont dans la mémoire de tous et j'espère qu'il voudra bien nous entretenir de ses voitures lorsqu'il viendra ici nous parler du chauffage des chaudières à l'alcool, problème capital qui, s'il était industriellement résolu, entraînerait une consommation formidable d'alcool.

A côté du nom de M. SERPOLET je n'aurai garde d'oublier de citer M. CHABOCHE et MIESSE dont les voitures sont également très remarquables.

La chaudière à volume d'eau, multitubulaire, entraîne des appareils de sécurité; le combustible solide est malpropre et exige la présence d'un deuxième agent, d'un chauffeur. Ce générateur est relativement lourd, mais aussi très robuste, les ravitaillements sont souvent désagréables à assurer, mais malgré tout ce mode de production d'énergie est le seul réellement économique.

Aussi l'ensemble de ces inconvénients et de ces avantages désignent nettement la vapeur saturée comme devant être employée pour assurer les transports industriels de poids lourds.

Avant de continuer plus loin je dirai un mot des moteurs ; ceux-ci ont été naturellement appelés à suivre le développement des chaudières.

La haute température de la vapeur surchauffée sa production rapide ont fait penser à revenir aux moteurs à simple effet permettant de grandes vitesses et présentant le minimum de joints.

D'autre part, la machine compound s'est introduite dans les automobiles à vapeur saturée et nous voyons par exemple les voitures TURGAN-FOY recevoir deux machines compound indépendantes. La machine compound a permis une grande économie de vapeur et son emploi conjugué à celui de la surchauffe à l'admission apporte une grande légèreté dans les appareils et dans les approvisionnements.

Je ne parlerai pas ici des divers modes de transmission, des changements de vitesse et des différentiels, je crois en toute sincérité qu'il faut avant tout pour des véhicules industriels, rechercher la plus grande simplicité possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La transmission directe aux roues soit par chaînes soit par des arbres, me semble donc la meilleure; un dépiqueur bien installé permettant l'admission directe remplace très avantageusement le changement de vitesse.

Après avoir exposé aussi brièvement que possible quelques données générales, la classification se complète et devient nette — exception faite bien entendu pour les voitures légères américaines.

Le premier groupe comprend les voitures dont la chaudière produit instantanément de la vapeur surchauffée, le combustible est liquide, la machine à grande vitesse est à simple effet et à simple expansion. L'ensemble de la voiture est très léger la récupération de l'eau est possible. La conduite est simple et complète les qualités nécessaires à une voiture de luxe dont le seul défaut est d'utiliser un combustible cher jusqu'à ce que l'on ait obtenu l'alcool à un prix extrêmement réduit.

Le second groupe renferme les véhicules dont la chaudière est multitubulaire à volume d'eau et utilise le combustible solide; la machine est le plus souvent compound et à rotation relativement lente. Le poids, l'encombrement, les exigences de la conduite sont plus grands que dans le cas précédent, la récupération de l'eau est très difficile mais tous ces inconvénients sont primés par deux grandes qualités: les appareils producteurs d'énergie sont très robustes et leur fonctionnement est de beaucoup le plus économique.

Les voitures à vapeur saturée, sont donc nettement désignées pour assurer les transports industriels dont je vais maintenant vous entretenir.

Dès d'abord je m'attends à ce que vous m'opposiez une définition de la chaudière à vapeur saturée donnée par M. Baudry de Saulnier.

Immédiatement on évoque de lourds véhicules, tout ennuagés de fumée, mettant rapidement les routes hors de service, effrayant bêtes et gens par un bruit de ferrailles.

Ce tableau est familier aux détracteurs systématiques de la traction mécanique industrielle. Dans une exposition d'automobiles le rapprochement de la fine silhouette de l'automobile de course, rend encore plus massif le puissant tracteur de 10 tonnes, mais qui songe à comparer à un concours hippique l'attelage d'un sulky, traîné par un trotteur qui fait du trente à l'heure et les attelages des lourds fardiers de gros camionnage de Paris qui font du quatre à l'heure.

Ne tombons pas dans cette erreur et quand on songe qu'il y a 100 chevaux de trait pour 3 chevaux de luxe on est amené à admettre qu'un jour le nombre des véhicules industriels dépassera très notablement celui des voitures de tourisme. Aussi ne doit-on pas décourager par des critiques bien souvent vaines, les constructeurs qui poursuivent la recherche de la substitution de la traction mécanique à la traction animale pour les gros transports.

Je veux par suite m'attaquer immédiatement à la grosse objection que l'on répète sans cesse: Le poids des véhicules lourds à vapeur est trop considérable, aucune route ne saurait y résister et le camion ou le tracteur peut à peine suffire à transporter les quelques tonnes d'eau et de charbon qu'il consomme journellement.

Je tiens à déclarer dès maintenant que je considère comme un maximum pour les camions automobiles un poids total de 9 tonnes, c'est-à-dire environ

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6 tonnes sur l'essieu arrière et encore ce poids doit-il se répartir sur des roues arrières à bandages très larges, n'ayant pas moins de 200 m/m de largeur. Un véhicule de ce poids ayant de telles roues pourra circuler sur toutes nos routes en les détériorant bien moins que les véhicules de même poids à traction animale qui sont d'un emploi journalier.

Voyons maintenant quelle latitude nous laisse ce poids total. Mettons immédiatement à part 1.000 kilog. d'approvisionnement : eau et charbon et 1.000 kilog. pour un moteur complet avec sa chaudière et ses accessoires développant ensemble 35 Chx; il reste 7 tonnes. Nous pouvons admettre que le châssis complet pèse trois tonnes, la charge utile ressort à 4 tonnes. En effet, ce poids de trois tonnes pour le châssis est celui que l'on est obligé d'atteindre fatalement pour réaliser un véhicule résistant au dur service qui lui est demandé et ce poids est absolument indépendant de l'énergie motrice employée. Or, je soutiens qu'un moteur à pétrole convenable pour la traction mécanique devra développer plus de puissance que le moteur à vapeur correspondant pour le même travail ; admettons même que la puissance soit la même, le moteur employé avec les changements de marche et de vitesse, suffisamment résistants, sera d'un poids au moins égal à mille kilos. Donc au point de vue du poids, la seule infériorité des véhicules à vapeur est constituée par l'approvisionnement des 7 ou 800 litres d'eau. N'oublions pas cependant au compte du moteur à pétrole le poids du radiateur et le poids de l'eau de refroidissement qui sera considérable pour un véhicule à faible vitesse.

Que de reproches injustes pour 800 kilos d'excédent sur un poids total de 9 tonnes, soit 10 %. On les met sans cesse en avant et l'on voudrait faire oublier le rendement très supérieur du moteur à vapeur qui permet la suppression des intermédiaires, la souplesse et la docilité de cette source d'énergie, et par-dessus tout l'économie considérable des prix de revient.

Avant d'aborder cette seconde question, qu'il me soit permis de dire que, au sujet du poids, le problème semble comporter deux solutions d'un ordre parfaitement différent:

La première réside dans la division des poids et dans la traction avec remorques.

La seconde solution est celle que je voudrais voir chercher par tous ceux qui s'intéressent au problème des poids lourds. Je veux parler de la condensation réalisée au moyen d'appareils ayant un poids moindre que celui de l'eau qu'ils permettent de récupérer.

Le jour où la condensation sera réalisée il n'y aura plus aucune objection contre la traction mécanique avec remorque réalisée par des véhicules à vapeur saturée, produite par un combustible solide.

Je vous demanderai maintenant de vous retenir encore quelques instants pour vous soumettre quelques prix de revient que j'emprunterai à MM. Forestier, Bret, Scotte, Chaboche et à quelques données personnelles. Je laisserai intentionnellement de côté les prix de transport de voyageurs qui sont très complexes à établir et que je n'aurais pas le temps de vous exposer. Je me limiterai à quelques aperçus sur les prix de transport des marchandises,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transport qui est véritablement le champ d'action ouvert à la traction mécanique à vapeur.

Le prix des camionnages à chevaux des Compagnies de Chemins de fer à Paris ressort pour des transports de 4 tonnes à 0 fr. 50 par tonne kilomètre utile avec retour à vide. D'autre part, la Ville de Paris paie pour le transport des charbons des cylindres compresseurs 2 fr. 70 la tonne, pour un parcours de 6 kilomètres, soit 0 fr. 45 la tonne kilomètre et cela grâce à un rabais d'adjudication de 30 %. L'ensemble des autres observations conduit à la même conclusion. Avec retour à vide la traction animale à Paris pour 4 tonnes coûte de 0 fr. 45 à 0 fr. 50 la tonne kilomètre. En province avec retour partiellement en charge, la traction ne descend dans aucun cas au-dessous de 0 fr. 25 la tonne kilomètre utile. D'autre part la distance parcourue par jour n'excède pas 30 kilomètres. Voici les deux chiffres contre lesquels la traction mécanique a à lutter.

D'après M. Bret les camions à vapeur atteignent les dépenses suivantes, suivant le poids transporté :

Pour	1	tonne	1 fr. 15	la tonne kilométrique
—	2	—	0 fr. 60	— —
—	3	—	0 fr. 40	— —
—	4	—	0 fr. 33	— —
—	5	—	0 fr. 27	— —

(L'amortissement et l'entretien représentant environ la moitié des dépenses.)

Ces chiffres sont très suffisamment exacts pour prouver que jusqu'à 4 tonnes il n'y a aucun intérêt à l'emploi de la traction mécanique si ce n'est celui qui réside dans l'augmentation considérable du rayon d'action qui passe de 30 kilomètres à 70 et même 80 kilomètres par jour.

Le même auteur fait varier les prix de transport par camion à essence de 1 fr. 05 pour une tonne jusqu'à 0 fr. 48 pour 5 tonnes par tonne-kilomètre utile. Je suppose que la charge n'est pas complète ou que le retour se fait partiellement à vide. Ces chiffres nous prouvent que la traction légère à pétrole est d'abord plus économique que la traction à vapeur, puis les dépenses deviennent égales et dès une charge de 2 tonnes, deviennent nettement supérieures. Mais je ne veux pas ici ouvrir le débat sur cette question; je me borne à croire que sauf certains cas tout particuliers, où la vitesse et le grand rayon d'action jouent un grand rôle, la traction mécanique à vapeur n'est actuellement pas pratique pour des charges inférieures à 4 tonnes, or il n'est pas douteux que la vapeur donne la plus grande économie de transport possible.

Mais si nous nous rappelons ce que j'ai posé en principe, cette charge de 4 tonnes est une charge maxima pour nos routes, la remorque préconisée par M. Scotte, il y a de longues années, s'impose et ne rencontre comme limite que l'adhérence nécessaire pour gravir les fortes rampes. Nous voyons alors les prix de la traction baisser considérablement et tout en élevant la part de l'amortissement jusqu'à 20 francs par jour et par train, le prix de la tonne kilomètre utile pour 10 tonnes utiles descend à 0 fr. 10 à 0 fr. 12 centimes ; nous sommes loin des 0 fr. 25 de dépenses par traction animale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a donc là une économie considérable à réaliser pour tous ceux qui s'occupent de transports, de grains, de farine, de bois, de pierre et de minerais.

Je sais bien qu'alors on nous pose immédiatement une nouvelle objection: la remorque entraîne de grandes difficultés; à cela je répondrai par un exemple personnel, ce sera le seul que je citerai: vous voudrez bien m'excuser. J'ai traversé la France entière de Paris à Nice avec un train composé d'un tracteur et de 4 chariots d'artillerie ; la longueur totale du train était de 28 mètres, le poids dépassait 15 tonnes, en aucun point du parcours, sauf pour le passage de deux ponts suspendus, je n'ai eu à dételer et jamais je n'ai rencontré de difficultés d'évolutions.

Je m'arrêterai ici, mais je voudrais en terminant rendre hommage à la persévérance de ceux qui ont étudié ces questions, à DE DION-BOUTON, dont cependant l'abstention cette année pour les gros poids n'est pas sans avoir été remarquée, à LE BLANT, à SCOTTE, à PURREY.

Qu'il me soit permis aussi de déplorer l'ostracisme dont semble frappé en ces dernières années, dans les manifestations automobiles, les véhicules de transport lourd à vapeur. En Angleterre des concours de poids lourds décernent des récompenses de 2.000 livres au premier classé ; en France, bien souvent les conditions mêmes des manifestations sont devenues telles qu'elles excluent les véritables poids lourds et cependant je crois avoir prouvé que l'emploi des moteurs à mélange tonnant ne réalisera qu'une bien faible économie de poids, cette objection contre laquelle nous nous heurtons toujours. J'ose espérer qu'il y aura un jour un revirement et l'on ne verra plus alors les marques étrangères essayer de venir, ne fut-ce que de loin, nous disputer notre marché national, sous le couvert de remarquables récompenses recueillies dans leur pays, récompenses auxquelles nous ne pouvons opposer que nos efforts qui seront, longtemps encore, j'espère, très persévérants.

M. LOUET. — Il me semble que le distingué conférencier a oublié de nous parler de l'encrassement des chaudières par les dépôts calcaires ; Il ne faut pas oublier que 7 à 10 % des eaux contiennent des calcaires. Je désirerais provoquer sur ce point quelques explications, en demandant à notre collègue par quel moyen on peut remédier à ce grave inconvénient?

M. TURGAN. — Messieurs, je répondrai simplement ceci, c'est que les chaudières qui présentent par leurs dispositions mêmes une très grande circulation, ne peuvent pas avoir de ces dépôts calcaires, que vous semblez à la vérité un peu trop craindre. Choisissez le département que vous voudrez; je vous enverrai une chaudière ; vous ferez avec les expériences, qui vous sembleront utiles, et moyennant de très faciles précautions, qui consisteront à faire des extractions en cours de route et des lavages tous les quinze jours, vous ne trouverez jamais aucun entartrage.

M. LOUET. — Ce sont les dépôts calcaires que je crains.

M. TURGAN. — Messieurs, je le répète, une chaudière, si elle est à grande circulation, ne peut pas avoir de dépôts calcaires. Comme témoignage, je fais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appel à M. le Commandant FERRUS, qui a fait lui-même la visite de la chaudière dont je parlais et avec laquelle j'étais parti pour Nice. Pendant les dix ou quinze jours que j'ai passés sur la route, je peux dire que j'ai rencontré des eaux de toute nature et qu'après ce long voyage je n'avais pas trace de dépôts calcaires dans ma chaudière.

M. LE PRESIDENT. — L'incident est clos. — Quelqu'un a-t-il des observations d'une autre nature à faire?

M. BRILLIE. — Messieurs, il y a une objection très grave aux moteurs à vapeur, objection qui se relie aux observations qu'on vient de faire. — C'est celle de la condensation. Si on arrivait à condenser les vapeurs très vite et à les faire consommer par la chaudière, la question ne se poserait pas. Quant au danger des dépôts calcaires, il faut bien en convenir les chaudières à vapeur sont fort sujettes à ce genre d'accident et c'est là la grande infériorité des moteurs à vapeur sur les moteurs à pétrole. — L'obstacle réside aussi dans la difficulté de la condensation, qui oblige à porter avec soi de grandes quantités d'eau, malgré toutes les recherches, malgré les essais multiples faits de toutes parts, la question n'est pas encore résolue.

M. THAREAU. — M. TURGAN vient de parler tout à l'heure du poids des approvisionnements nécessaires à la bonne marche de la voiture à vapeur; c'est là l'infériorité notable des moteurs à vapeur sur les moteurs à pétrole, qui se contentent de 5 à 6 litres d'eau lorsqu'ils sont munis du nouveau condenseur à ventilateur. Le poids de l'eau reste donc pour eux négligeable.

M. TURGAN. — Nous comptons beaucoup sur les progrès réalisés dans cette voie par les moteurs à pétrole pour nous procurer de bons condenseurs à vapeur. J'avais employé autrefois des kilomètres de tubes pour activer la condensation et cette condensation qui n'était pas pratique, il y a quelques années, M. SERPOLLET l'a cependant réalisée aujourd'hui.

M. LE PRESIDENT. — Une autre question paraît-elle devoir être soulevée ?

M. BRILLE. — M. le Président, je voudrais demander à M. TURGAN pourquoi il limite à 9 tonnes le poids total de son véhicule en charge.

M. TURGAN. — Je crois que M. le Président serait plus qualifié que moi, pour répondre à votre question.

M. LE PRESIDENT. — Nous ne pouvons pas mettre plus de neuf tonnes parce que si nous dépassons ce poids, nous ne trouverons pas de routes capables de le supporter.

M. BOYER-GUILLON. — M. TURGAN a tout à l'heure donné des chiffres, serait-il possible d'en avoir le détail ?

M. TURGAN. — Parfaitement, c'est moi-même qui les ai relevés; ils sont à votre disposition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. MICHEL LEVY. — Je tiens à faire quelques réserves sur des questions d'ailleurs purement théoriques, que M. TURGAN a soulevées dans sa communication. Je veux, en particulier, parler de la surchauffe.

On cherche en ce moment à substituer la surchauffe à l'enveloppe de vapeur, dont le but est d'éviter les condensations pendant la détente, mais quant à parler de grande économie en sus de celles déjà réalisées par les enveloppes de vapeur, la question n'est pas encore résolue d'une façon entièrement satisfaisante.

Je demande en outre, que des réserves soient formulées notamment sur la grave question des poids lourds sur route, que M. FORESTIER envisage comme devant amener rapidement la destruction de notre beau réseau de routes, si on ne pare pas à son usure supplémentaire. M. TURGAN ne nous a pas apporté des renseignements bien précis sur la différence des résultats par traction animale ou par traction mécanique, en ce qui concerne le roulage. Il y a certains facteurs importants de la question qu'il ne faut pas négliger, mais approfondir. — Il est certain que l'Etat fera payer les dégâts; il ne pourrait autrement y suffire et si je ne me trompe, le fait s'est déjà produit : M. GARIEL et M. FORESTIER étaient mieux placés que moi pour faire les réserves nécessaires à ce sujet. Je crois, d'après les quelques chiffres que j'ai eu sous les yeux, que c'est là un des gros facteurs de la question. La largeur des jantes n'est pas un remède. Avec la traction mécanique, l'arrachement se produit sous la jante, tandis qu'il se produit habituellement sous les pieds des chevaux, au milieu de la route.

Il y a là un problème qui, vous le voyez, mérite d'être approfondi.

M. TURGAN. — J'aurais fort en effet de présenter la surchauffe comme un bénéfice acquis immédiatement; néanmoins vous pouvez déjà être assuré d'un bénéfice de 20 % par 100° de surchauffe.

M. LE COMMANDANT FERRUS demande qu'il soit fait des expériences au sujet de l'influence de la largeur des bandages de telle ou telle manière sur la destruction des routes.

M. LE PRESIDENT remercie M. TURGAN de sa très intéressante communication ainsi que MM. les Membres du Congrès, qui ont pris part à la discussion qu'elle a motivée.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. le colonel RENARD pour sa communication sur son frein dynamométrique.

Communication du Colonel Ch. RENARD

sur un

NOUVEL APPAREIL DESTINÉ A LA MESURE DE LA PUISSANCE DES MOTEURS AU MOYEN DE LA RÉSISTANCE DE L'AIR

L'appareil que nous proposons de faire connaître aujourd'hui et auquel nous avons donné le nom de « moulinet dynamométrique » est employé par nous depuis plusieurs années pour l'étude des moteurs rapides (moteurs élec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

triques, moteurs à explosions, moteurs à vapeur) à l'exclusion des appareils ordinairement en usage (frein de PRONY, frein funiculaire, etc.).

Il consiste simplement en une barre en acier ou en bois perpendiculaire à l'axe de rotation du moteur et sur laquelle on peut fixer un couple symétrique de plans généralement en aluminium et se mouvant *orthogonalement dans l'air.*

Les conditions de résistance de l'appareil peuvent être modifiées soit en faisant varier l'écartement des deux plans c'est-à-dire en les éloignant plus ou moins et toujours symétriquement de l'axe de rotation, soit en modifiant la surface de ces plans sans changer leur distance à l'axe.

C'est le premier système qui a été le plus généralement employé.

Dans le type qui nous a servi le plus souvent, la barre est en frêne et les plans en aluminium. Chaque plan est fixé à la barre par deux boulons passant dans des trous équidistants. Il y a généralement onze trous sur chaque bras de la barre. On peut obtenir ainsi dix positions différentes des plans, positions caractérisées par le numéro du trou dans lequel passe le boulon le plus éloigné de l'axe. Un deuxième groupe de trous percés dans les plans à demi intervalle de distance du premier groupe permet dix positions intermédiaires.

Le coefficient de résistance de l'appareil varie ainsi d'une façon presque continue.

Les figures 49 et 50 montrent assez nettement le mode de construction d'un de ces appareils. — Ici le module (écartement des trous en centimètres) est égal à 5,5. La longueur de la barre est égale à 1,32 (24 modules). Le poids du moulinet est de 12 kilogrammes.

Cet appareil convient pour l'essai de moteurs tournant de 600 à 1.300 tours et développant de 10 à 80 chevaux.

Un moulinet de module 2,5, long de 0,60 et pesant 1 kilog. peut absorber jusqu'à 20 chevaux.

Nous citons ces chiffres pour montrer qu'avec les moteurs rapides généralement employés aujourd'hui pour l'automobilisme les *moulinets dynamométriques* sont des appareils peu encombrants et de faible poids.

Jusqu'au module 4 (barre de 0,96 de longueur) on peut caler directement le moulinet sur l'arbre du moteur. Pour des appareils plus gros, il est préférable de monter le moulinet sur un axe indépendant monté sur billes et relié à l'arbre moteur par une bielle de cardan. *(Fig. 49 et fig. 50.)*

ÉVALUATION DE LA PUISSANCE

Dans tous les cas le moment moteur est proportionnel au carré de la vélocité du moulinet et la puissance absorbée au cube de cette même vélocité. Le moment moteur et la puissance sont en outre proportionnels au poids *a* du mètre cube d'air dans le laboratoire.

Si on désigne par M le moment moteur en kilogrammètres,

Si on désigne par *a* le poids du mètre cube d'air,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si on désigne par N la vélocité en tours par minute, et par K_m un coefficient propre au moulinet employé on peut poser

$$(1) \quad M = a\, K_m \left(\frac{N}{1000}\right)^2$$

(les nombres $\frac{N}{1000}$ sont plus faciles à manier que les nombres N)

K_m est *le coefficient de moment* obtenu par un tarage et qui varie avec l'écartement des plans.

On en déduit facilement pour la puissance motrice en Kgm:

$$T = 2\pi \frac{N}{60} M = \frac{\pi}{30} a K_m \left(\frac{N}{1000}\right)^2 N = \frac{1000\,\pi}{30} a K_m \left(\frac{N}{1000}\right)^3$$

ou enfin

$$T = a \times \frac{100\,\pi}{3} k_m \left(\frac{N}{1000}\right)^3$$

et en posant

$$K_t = K_m \times \frac{100\,\pi}{3}$$

$$(2) \quad T = a\, K_t \left(\frac{N}{1000}\right)^3$$

K_t est le coefficient de travail du moulinet.

Les coefficients K_m et K_t sont déterminés une fois pour toutes en fonction du numéro du trou de calage extérieur des plans. N est mesuré au compteur, $\left(\frac{N}{1000}\right)^3$ est donné par des tables de cubes qu'on trouve partout. Le poids a est déterminé rapidement soit par une table à double entrée, soit plus simplement par un abaque semblable à celui que nous reproduisons ici *(fig. 51)*. Les calculs du moment et de la puissance sont donc très simples. Mais dans la pratique on les simplifie encore beaucoup.

La *figure 52* montre un abaque donnant directement la puissance en chevaux d'un moulinet de module 2,5 en fonction de la vélocité N. On a supposé à l'air le poids moyen de 1 kilog. 25. On a ainsi une évaluation immédiate de la puissance sans aucun calcul par une simple lecture du compteur ou du tachymètre. Une petite table à double entrée donne ensuite la correction en centièmes à faire subir en plus ou en moins à ce résultat approximatif, en raison de la température et de la pression. Il suffit dans la pratique d'évaluer la température et la pression en nombre rond de degrés centigrades et de millimètres de mercure.

Si l'on néglige pour le moment cette correction, on voit que le moulinet dynamométrique permet l'enregistrement continu de la puissance. Si, en effet, on dispose d'un tachymètre ou d'un cinémomètre enregistreur, on pourra graduer pour chaque trou des papiers qui donneront directement la puissance motrice dont les fluctuations pourront être suivies et interprétées facilement. Toute la puissance est absorbée par la résistance de masses d'air qui se renouvellent sans cesse, car l'appareil fonctionne comme un ventilateur centrifuge. Il n'y a donc aucun échauffement appréciable et les expériences peuvent être indéfiniment prolongées sans aucune surveillance.

S'il s'agit de mettre un moteur au point, on cherchera par tâtonnements la position des plans qui lui donnera sa vitesse normale, on pourra ensuite modifier les parties défectueuses du mécanisme et l'amener peu à peu à la plus grande puissance dont il est susceptible. Chaque modification heureuse se traduira par une augmentation de vélocité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MOULINET N° 5,5

AVEC PLANS DE 231$^{m/m}$ — PUISSANCE 80 à 92 CHEVAUX

VITESSE LIMITE 1400 TOURS

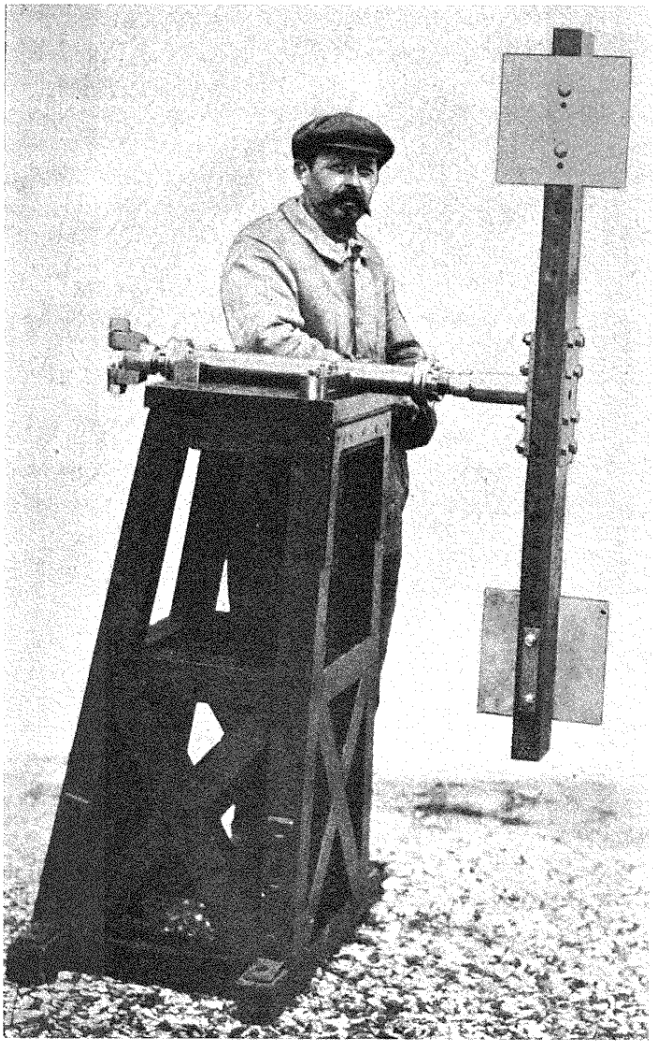


Fig. 49.

Ce moulinet est monté sur un arbre spécial de 40$^{m/m}$ avec coussinets à billes. Son poids est de 12 kilogr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MOULINET N° 5,5

AVEC PLANS DE 231 m/m — PUISSANCE 80 A 90 CHEVAUX

VITESSE LIMITE 1400 TOURS

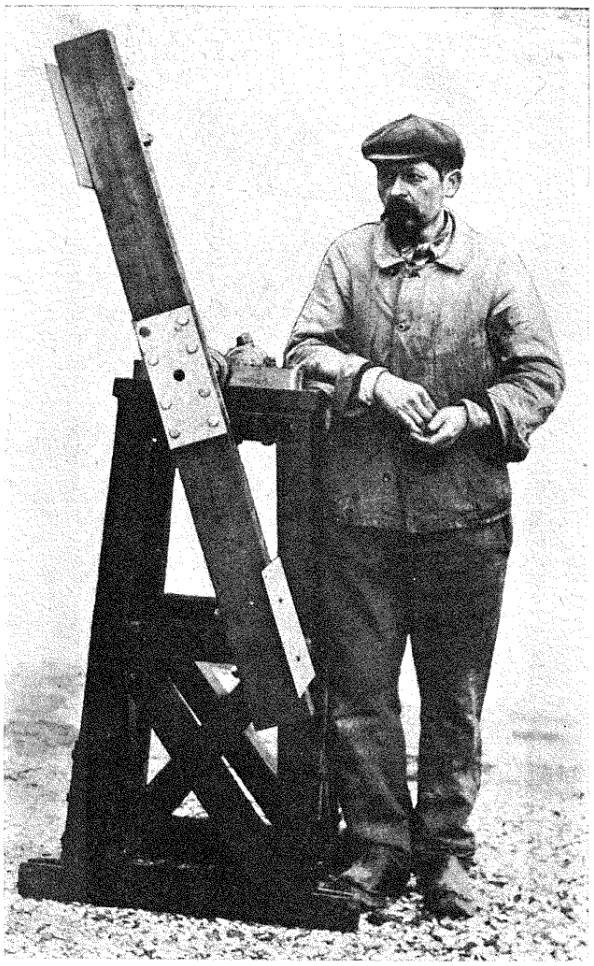


FIG. 50.

Ce moulinet est monté sur un arbre spécial de 40 m/m avec coussinets à billes. Son poids est de 12 kilogr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BALANCE DYNAMOMÉTRIQUE

DE 1 KILOWATT

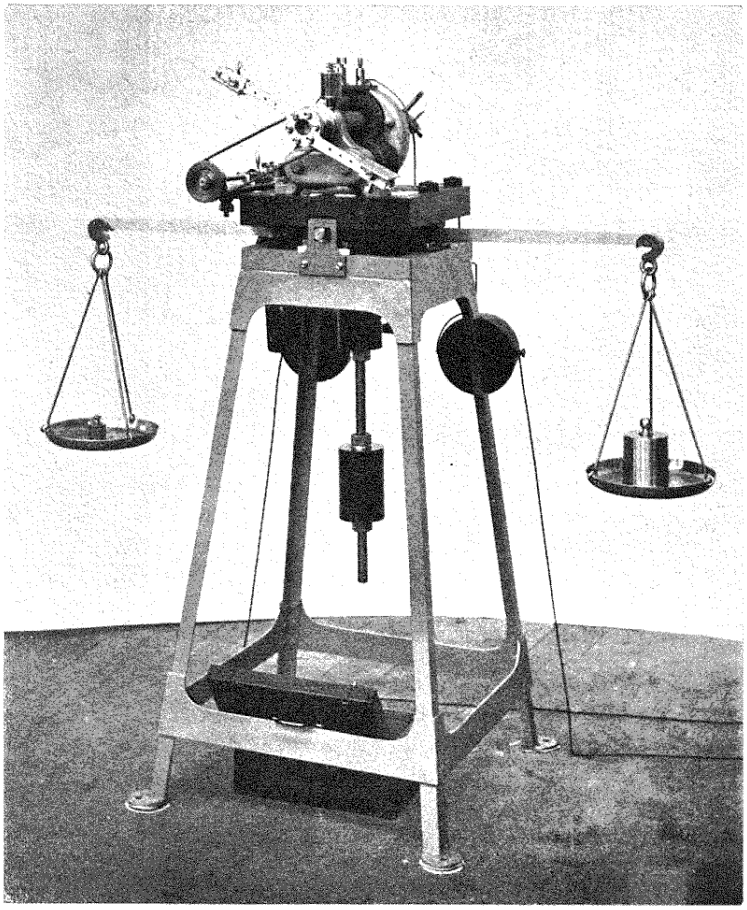


FIG. 53.

Préparée pour le tarage d'un petit moulinet métallique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BALANCE DYNAMOMÉTRIQUE

DE 1 KILOWATT

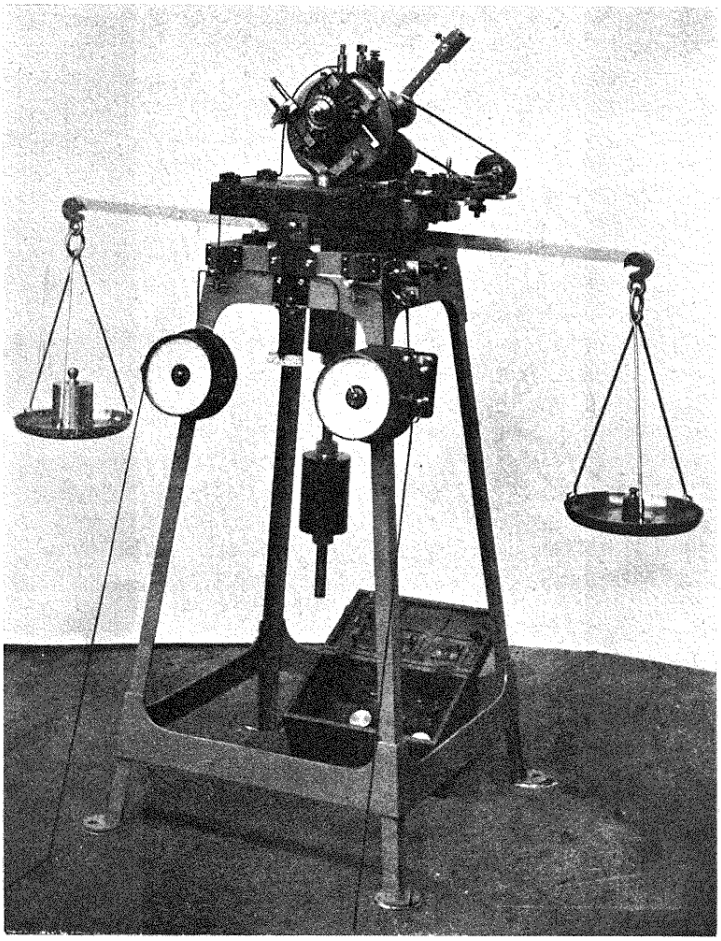


FIG. 54.

Préparée pour le tarage d'un petit moulinet métallique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BALANCE DYNAMOMÉTRIQUE

DE 1 KILOWATT

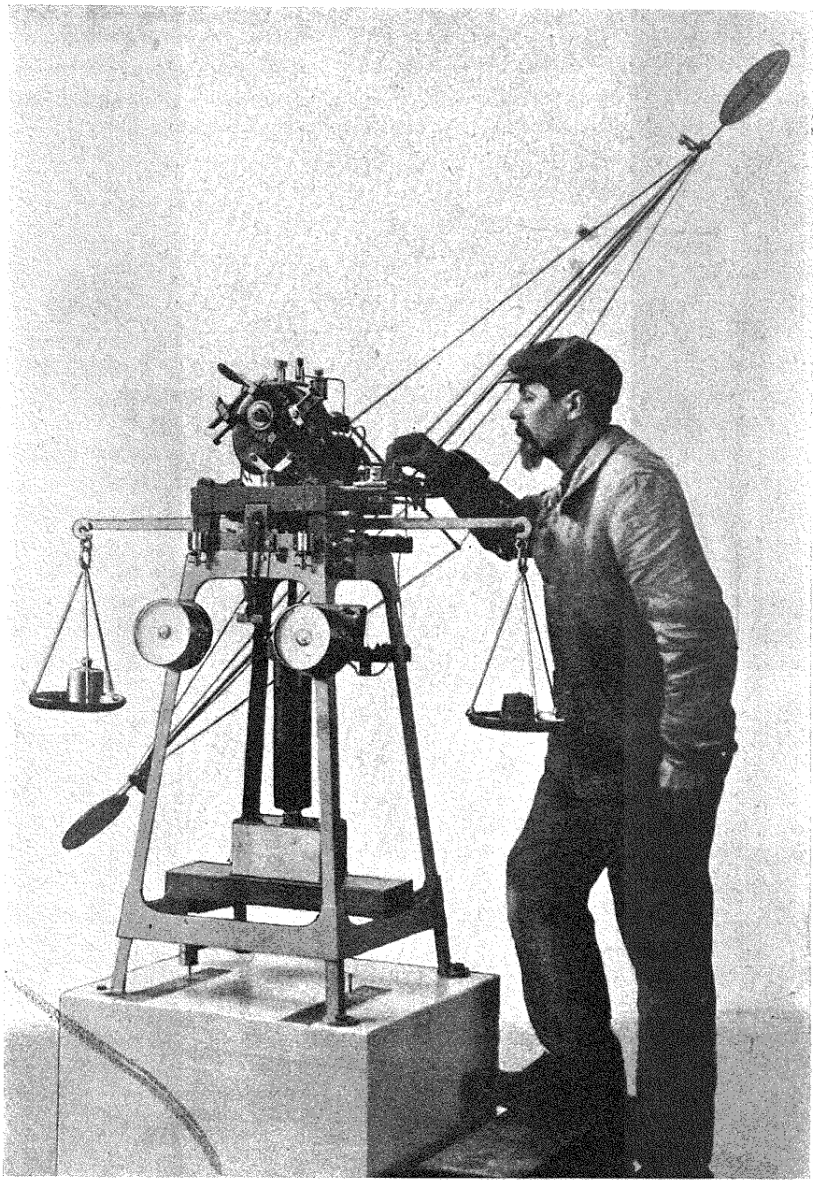


FIG. 55.

Préparée pour la mesure de la résistance de l'air au mouvement de plans minces orthogonaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

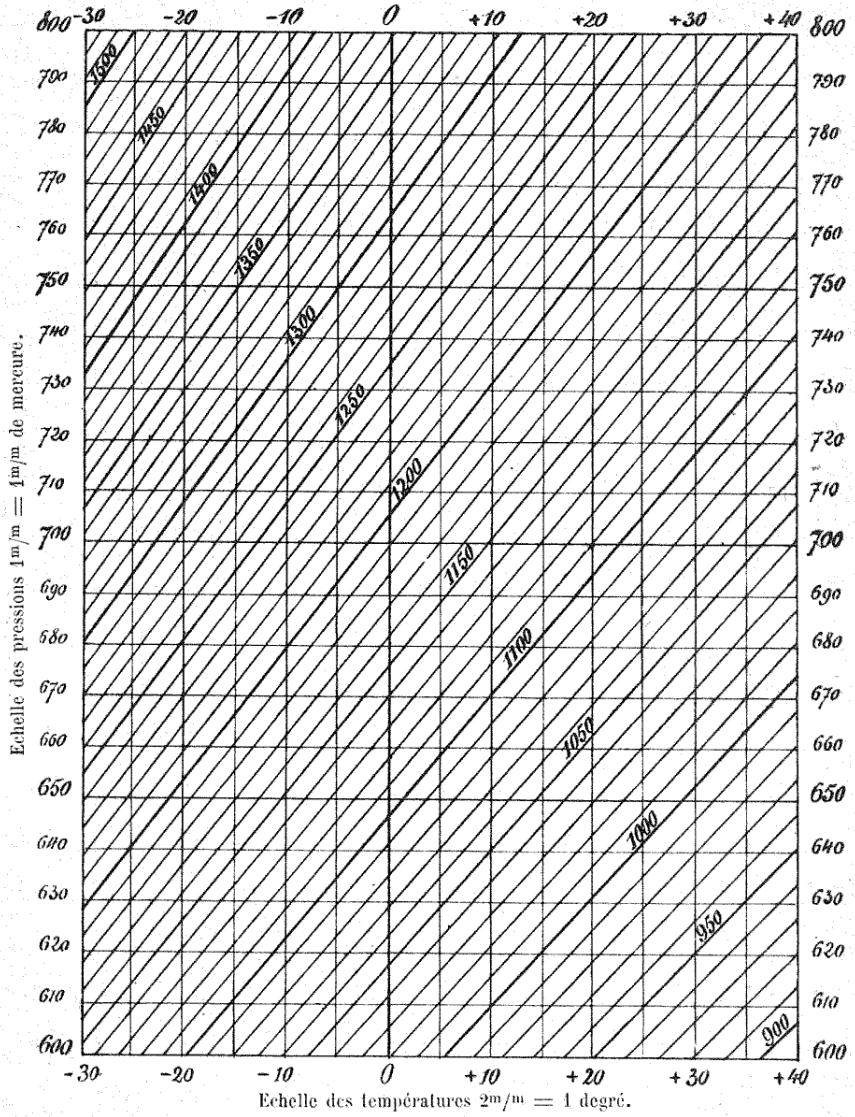
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce moyen de contrôler l'amélioration progressive d'un moteur est d'ailleurs très sensible.

FIG. 51.

ABAQUE POUR LE CALCUL DU POIDS SPÉCIFIQUE DE L'AIR (A)

En fonction de la température t (abcisses)
et de la pression h, en millimètres de mercure (ordonnées).



N. B. — Les nombres placés sur les lignes de niveau indiquent le poids du mètre cube d'air en grammes.

Un moteur de 40 chevaux à 1.000 tours passant progressivement à 1.050 aura gagné 6 chevaux, 5.

S'il s'agit de vérifier rapidement des moteurs d'un type uniforme, on saura d'avance quel est le moulinet qui correspond aux meilleures conditions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

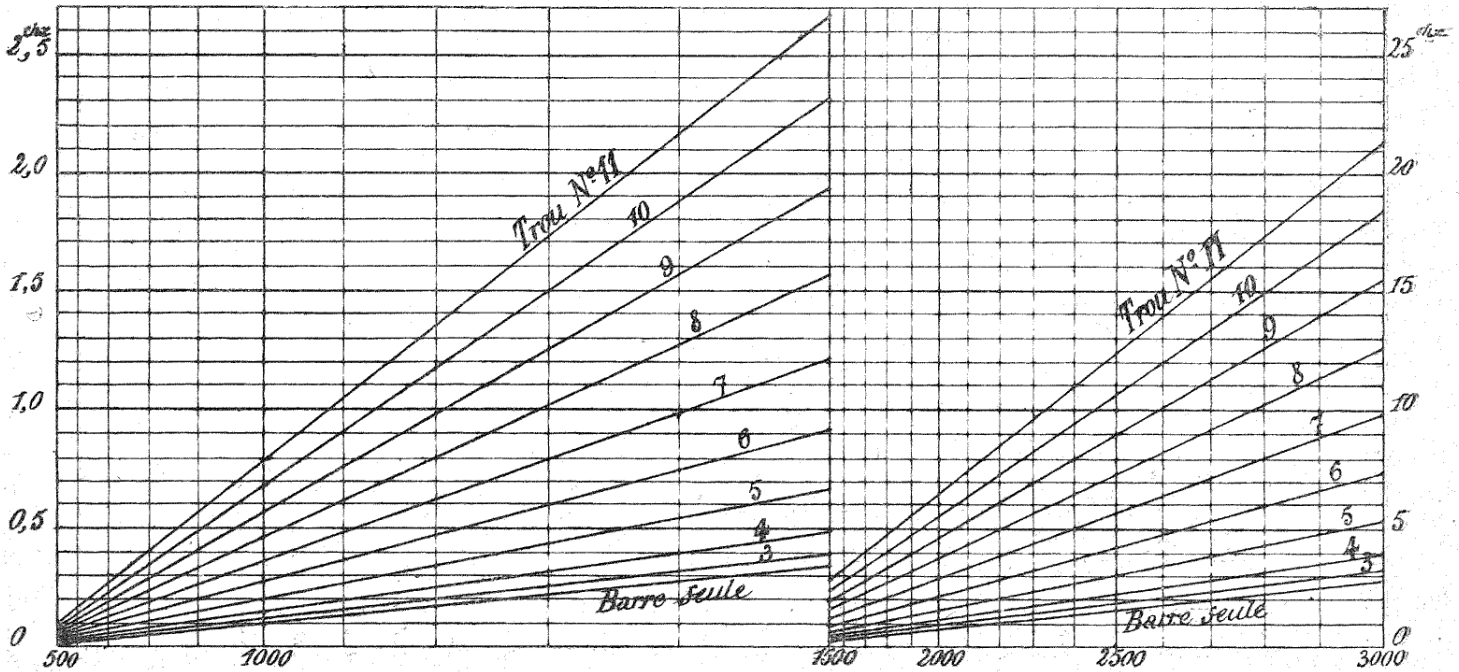
FIG. 52.

MOULINET N° 2,5

ABAQUE DE LA PUISSANCE EN CHEVAUX

Poids du mètre cube d'air 1 kil. 250.

Ecartement des trous	25 m/m.
Longueur de la barre	0,600.
Section de la barre	25×50.
Poids de l'appareil	1 kil. 09.
Plans carrés de	105m/m.



Nombre de tours du moulinet.

de marche. Le moteur devra marcher avec ce moulinet type à une vélocité connue. Si la vélocité constatée est notablement inférieure aux prévisions, le moteur est défectueux.

On peut s'étonner que la résistance de l'air prenne des valeurs assez grandes pour permettre d'absorber des quantités de travail aussi considérables dans des appareils aussi petits. Un simple calcul permettra de se l'expliquer.

Un plan de 1 décimètre carré se mouvant *en ligne droite* orthogonalement avec une vitesse de 10 m. par seconde éprouve une résistance de 85 grammes de la part de l'air normal (a=1,25). A la vitesse de 100 m. cette résistance est centuplée et devient 8 kil. 500.

Un couple de plans semblables éprouve donc une résistance de 17 kilogr. Le travail absorbé est le produit de cette résistance par la vitesse soit 1.700 kilog. ou un peu plus de 22 chevaux (1).

Or nos moulinets sont construits de façon à pouvoir supporter des vitesses de 100 m. par seconde, à l'extrémité de la barre; on se rend donc bien compte de la possibilité d'absorber avec ces appareils de très grandes quantités d'énergie sans leur donner de grandes dimensions.

Depuis cinq ans nous avons appliqué cette méthode à des moteurs très nombreux et très différents.

Le moulinet des figures 49 et 50 que nous présentons au Congrès et dont le module est 5,5 a fonctionné pendant plusieurs semaines à la Maison Georges Richard pour l'essai de moteurs de 40 chevaux à 1.200 tours. Nous en avons construit un un peu plus grand (module 6) pour l'essai d'un moteur de 90 chevaux à 930 tours. Enfin, nous avons pu faire l'essai d'un moteur à vapeur de 150 chevaux à 900 tours avec un moulinet de module 8 (1,92 de longueur de barre) dans des conditions de sécurité parfaites.

TARAGE DES MOULINETS

L'opération du tarage du moulinet se fait très simplement (chez le constructeur de l'appareil) au moyen de la machine représentée sur les figures 53 54 et 56 et à laquelle nous avons donné le nom de balance dynamométrique.

L'appareil comprend: un fléau de balance ordinaire monté sur couteaux et portant deux plateaux; un contrepoids pour régler la sensibilité de l'appareil et une aiguille de repère mobile sur un petit cadran. Ce fléau supporte un bâti qui oscille avec lui et qui porte à son tour un moteur électrique qui reçoit son courant par deux fils plongeant dans deux godets de mercure. Un compteur débrayable est placé sur le bâti.

Les moulinets à tarer sont montés soit directement sur le nez de la dynamo (comme les figures 53, 54 et 55 où l'on voit un petit moulinet métallique disposé pour une expérience de tarage) soit sur un arbre parallèle permettant une réduction ou une accélération de mouvement par engrenages (comme dans la figure 55).

---

(1) Dans le mouvement curviligne, le coefficient de résistance de l'air est toujours plus grand que dans le mouvement rectiligne. Il est parfois quadruplé dans nos moulinets (position des plans la plus rapprochée de l'axe).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour procéder à une mesure on opère de la manière suivante:

1° Au moyen de grenaille placée sur les plateaux on amène l'aiguille de repère à zéro.

2° On donne le courant progressivement jusqu'à ce qu'on ait obtenu à peu près la vélocité qu'on a en vue.

L'équilibre de la balance est rompu. Si le moulinet tourne à droite tout l'équipage tend à tourner à gauche et pour ramener l'aiguille à zéro, il faut placer dans le plateau de *droite* un poids P dont le moment par rapport à l'axe d'oscillation est juste égal au moment résistant du moulinet dans l'air. (Cette méthode élimine tous les frottements du mécanisme.)

Il est donc facile de mesurer ce moment.

Dans l'appareil que nous allons faire fonctionner devant les Membres du Congrès le bras de levier du fléau est de 0,50 et le moment résistant cherché est 0,5 P.

La vélocité N est mesurée au compteur.

Le poids de l'air a est déterminé au moyen de l'abaque; dès lors l'équation $M = a\,K_m \left(\frac{N}{1000}\right)^2$ ne contient plus d'autre inconnue que le *coefficient de moment* K_m et on a $K_m = \frac{M}{a\left(\frac{N}{1000}\right)^2}$.

On opère toujours pour plusieurs vélocités croissantes N et on doit trouver pour K_m une valeur constante. Cette constance de K_m est une vérification de la loi de proportionnalité de la résistance de l'air au carré de la vitesse. Cette loi ne s'est jamais trouvée en défaut dans nos essais qui ont été poussés jusqu'à des vitesses circonférentielles de 100 m. par seconde.

Du coefficient de moment K^m on passe au cofficient de travail K_t par la relation

$$K_t = \frac{100\,\pi}{3}\,K_m = 104{,}72\,K_m$$

Nous pourrons faire ici même une expérience de tarage à la fin de cette communication.

Ces expériences se font très régulièrement et sont très concordantes.

Pour les rendre plus faciles, il est bon de se servir d'un courant régulier fourni par une batterie d'accumulateurs et d'ajouter à la balance un amortisseur formé d'un plan mobile dans une cuve à eau et fixé au bas de la tige du contrepoids.

La petite balance que nous avons pu apporter ici permet le tarage des petits moulinets jusqu'au module 3. Nous possédons un appareil plus grand qui peut recevoir des moulinets des modules 3 à 5,5.

Rien ne serait plus facile que de construire des appareils répondant à toutes les demandes de l'Industrie, mais la *loi de similitude* des moulinets permet de se dispenser le plus souvent du tarage direct des grands appareils.

SIMILITUDE DES MOULINETS

Le calcul démontre en effet et l'expérience vérifie complètement que pour deux moulinets géométriquement semblables, les coefficients varient tous deux comme la puissance cinquième du *rapport de similitude*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette loi a été vérifiée trou par trou pour deux moulinets du module 2,5 et 5,5 dont le rapport de similitude est par conséquent de 2,2.

La puissance cinquième de 2,2 étant égal à 51,54 les coefficients du moulinet (5,5) doivent être égaux à ceux du moulinet (2,5) multipliés par 51,54.

Malgré les erreurs expérimentales et les erreurs de construction inévitables, la vérification de la loi s'est produite dans des conditions très satisfaisantes.

Nous ne donnerons que quelques chiffres.

Barre seule....	Coefficient du grand moulinet		333
	Coefficient du petit.....	calculé.	6,5
		observé	6,3
Trou N° 4.....	Grand moulinet.....		461
	Petit	calculé.....	8,9
		observé.....	8,8
Trou N° 8.....	Grand moulinet.....		1458
	Petit	calculé.....	28,3
		observé.....	28,0
Trou N° 10.....	Grand moulinet.....		2130
	Petit	calculé.....	41,3
		observé.....	41,0

Cette loi de la cinquième puissance vérifiée sur d'autres appareils permet donc de calculer *a priori* des moulinets d'une puissance plus grande que celle que l'outillage actuel permet de tarer. Il ne faut d'ailleurs pas croire qui si l'Industrie demandait un grand nombre de moulinets d'un type donné, il serait indispensable de les tarer tous. Une construction aux cotes bien soignées permet de s'en dispenser. Nous possédons plusieurs moulinets d'un même type construit avec un soin ordinaire et dont les coefficients vérifiés se sont trouvés parfaitement d'accord à moins de 1/2 centième. On pourrait faire beaucoup mieux avec une construction entièrement métallique.

L'opération du tarage dans ces conditions se réduira à un petit nombre d'étalonnage de types primordiaux.

SOUPLESSE DE LA MÉTHODE

On peut se demander s'il faudrait pour l'industrie automobile par exemple un grand nombre de types de moulinets? Heureusement il n'en est rien et un même moulinet peut permettre d'étudier un grand nombre de moteurs.

Cela tient à ce que le coefficient de travail varie beaucoup quand on déplace le plan, du trou 1 au trou 11.

Dans le type auquel on s'est arrêté depuis quelque temps, les dimensions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

principales sont exprimées comme il suit en fonction du module μ (écartement des trous en centimètres).

Ecartement des trous		μ
Longueur de la barre		$24\,\mu$
Epaisseur de la barre		μ
Hauteur du profil de la barre		$2\,\mu$
Plan	Côté du carré	$\frac{60}{11}\mu$
	Epaisseur	$\frac{4}{55}\mu$
Diamètre des boulons		$\frac{10}{55}\mu$
Diamètre de l'arbre		$\frac{40}{55}\mu$
Nombre de trous d'un côté		11
Distance du dernier trou au centre		$11\,\mu$

Les moulinets construits dans ces conditions ont des valeurs de K_t qui varient de $0{,}069\ \mu^5$ à $1{,}018\ \mu^5$ la première de ces valeurs correspond à la barre seule et la deuxième au trou N° 11. Le rapport de ces deux coefficients est égal à 14,75.

On peut prévoir d'après ce résultat qu'il suffira d'un petit nombre de numéros de moulinets pour avoir toutes les valeurs possibles de K_t entre des limites données.

LIMITES D'EMPLOI D'UN MOULINET

Quant aux limites d'emploi d'un moulinet, elles sont imposées.

1° Par la limitation de la vitesse de l'extrémité de la barre.

2° Par la tension des fibres les plus fatiguées de cette barre.

Pour la première condition, on est conduit à ne pas dépasser la vitesse circonférentielle de 100 m. par seconde. Cette limite est celle de nos expériences, mais il est possible que la loi du carré de la vitesse se vérifie bien au delà. Pour le moment, nous croyons devoir nous l'imposer.

La tension de la barre d'autre part a été limitée à 100 k. par centimètre carré qui correspond encore à un coefficient de sécurité de 7 à 8 avec du frêne de choix sans défaut. En combinant ces deux conditions on arrive à représenter les limites d'emploi d'un moulinet par un diagramme très simple et très commode, car il permet immédiatement de choisir le type qui correspond aux données du problème. Ces données sont la vélocité du moteur et sa puissance.

Soit N la vélocité (tours par minute) et D la puissance en chevaux.

Si nous considérons N comme une abcisse et D comme un ordonnée (fig. 56), tout couple de valeur N et de D sera représenté par un point.

Pour un moulinet donné, ces points devront tous tomber à l'intérieur d'un quadrilatère curviligne A B C D dont le côté A B est la parabole cubique exprimant la valeur du travail en chevaux en fonction de N pour le trou n° 11.

$$D = \frac{\alpha\, K t}{75} \left(\frac{N}{1000}\right)^3$$

Le côté A D est la parabole cubique correspondant à la barre seule.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le côté C D est une verticale qui correspond à la vitesse circonférentielle de 100 m. par seconde.

Enfin le côté B C est une portion de la courbe d'égale tension de la barre, cette tension constante étant fixée à 100 kg. par centimètre carré.

Toute combinaison de N et de D qui tombe dans l'intérieur du quadrilatère correspond à une expérience possible avec le moulinet donné.

Nous avons représenté sur la même figure 56 trois diagrammes correspondant aux moulinets dont les modules sont 3, 5 et 8. Il serait facile de voir qu'ils fournissent à eux trois à peu près toutes les solutions possibles pour des moteurs de 5 à 200 chevaux.

Si l'on veut par exemple essayer un moteur de 20 chevaux à 1200 tours, on voit que le point correspondant tombera très franchement à l'intérieur du polygone du moulinet $\mu = 5$. Il est à la limite du moulinet $\mu = 3$.

Il est probable que ces trois grandeurs suffiraient dans tous les cas de la pratique, les deux premières $\mu = 3$ et $\mu = 5$ étant de beaucoup les plus employés.

Les poids de ces appareils sont faibles:

Le moulinet 3 pèse 1 k. 88; le moulinet 5 pèse 8,72; le moulinet 8 pèse 35,72.

Tous les moulinets géométriquement semblables possèdent comme il est facile de le démontrer les mêmes coefficients de sécurité quand ils tournent à la *même vitesse circonférentielle*. Cette égalité des coefficients de sécurité s'applique non seulement à la barre mais aux plans, aux boulons et à l'arbre sur lequel le moulinet est monté.

Les limites *B C* et *C D* de nos diagrammes correspondent à cette condition d'égalité des vitesses circonférentielles.

On en déduit facilement que les vélocités limites sont en raison inverse des modules et que les *puissances limites* sont en raison directe du *carré des mêmes modules*.

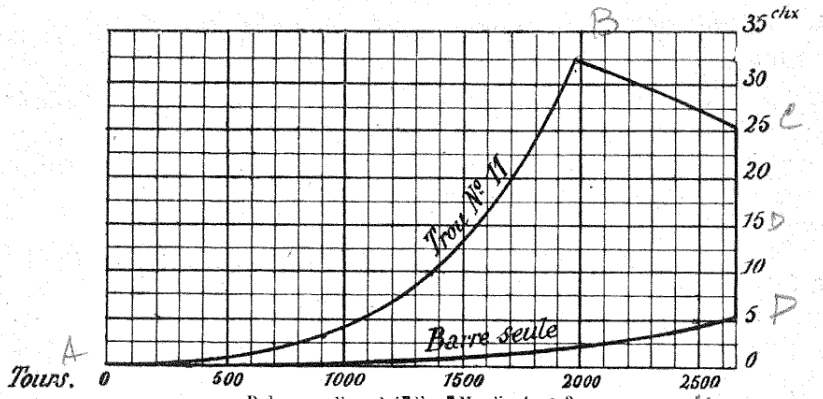
Le tableau suivant donne pour les trois moulinets dont nous venons de parler les valeurs des vélocités et des puissances limites.

NUMÉRO DU TROU	MOULINET $\mu = 3$		MOULINET $\mu = 5$		MOULINET $\mu = 8$		VALEUR DE K_t POUR $\mu = 1$ (1)
	LIMITE SUPÉRIEURE DE		LIMITE SUPÉRIEURE DE		LIMITE SUPÉRIEURE DE		
	N	D	N	D	N	D	
		chx		chx		chx	
1	2653	5,24	1592	14,5	995	37,2	0,069
4	2653	9,02	1592	25,0	995	64,1	0,119
5	2653	13,6	1592	37,7	995	96,5	0,179
6	2653	20,2	1592	56,2	995	144	0,268
7	2563	26,3	1538	73,0	961	187	0,385
8	2391	28,4	1434	79,0	896	202	0,514
9	2244	29,9	1346	83,1	841	213	0,655
10	2112	31,1	1267	86,4	792	221	0,814
11	1987	32,4	1192	90,0	745	230	1,018

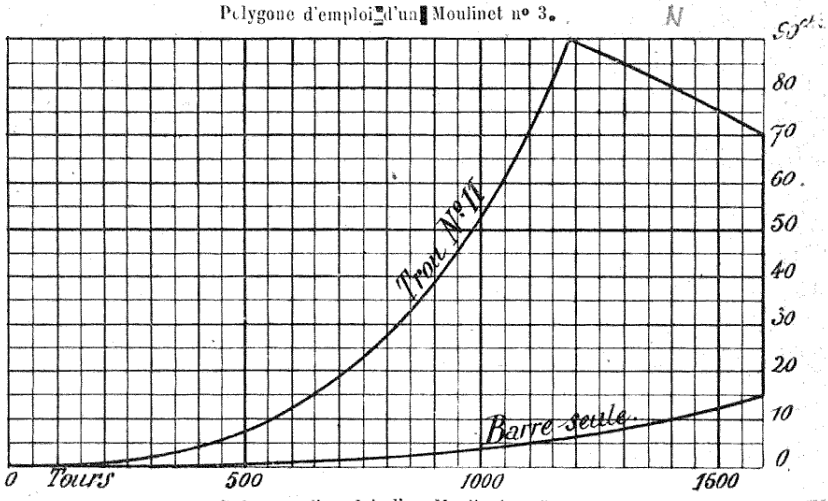
(1) Le coefficient Kt pour un moulinet quelconque est proportionnel à μ^5.

En faisant connaître les données numériques de ces trois appareils, nous avons voulu seulement montrer que l'emploi du moulinet dynamométrique

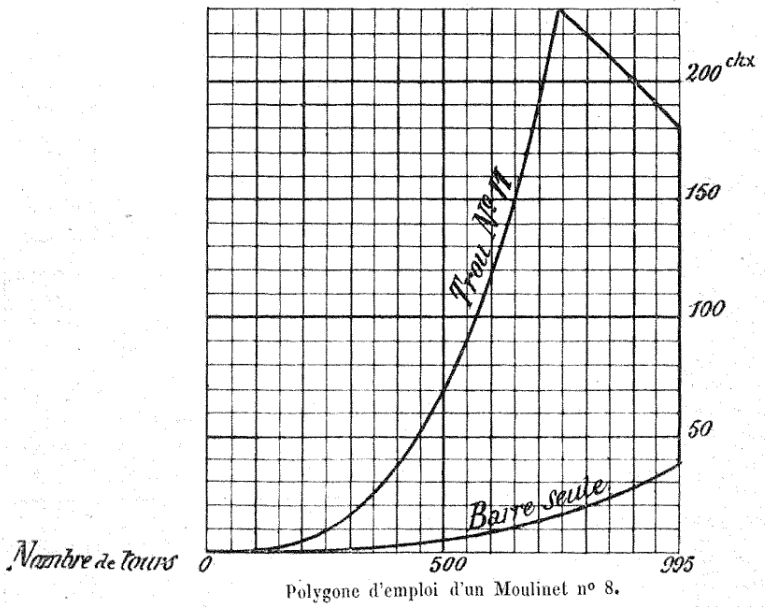
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Polygone d'emploi d'un Moulinet n° 3.



Polygone d'emploi d'un Moulinet n° 5.



Polygone d'emploi d'un Moulinet n° 8.

FIG. 56.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour la mesure des puissances des moteurs, en admettant qu'il se généralise, n'entraînera pas la création d'un outillage bien compliqué.

En restant dans les données du type que nous venons de décrire, trois ou quatre numéros de grandeur différente au plus suffiront à tous les besoins de l'industrie.

Il est évident qu'on peut construire des moulinets sur d'autres données, substituer à des plans orthogonaux des plans obliques réglables en marche ou au repos, compléter l'outillage d'un moulinet par une transmission à vitesse variable à train baladeur ou autre, afin d'augmenter l'aire de son polygone d'emploi, employer des barres d'acier pleines ou creuses à la place de nos barres de frêne, etc. Sans doute tous ces perfectionnements pourront reculer les limites d'emploi de ces appareils qui deviendront d'un usage commode non seulement pour les moteurs rapides, mais pour les grandes machines d'atelier à mouvement lent; mais il nous a semblé utile de faire connaître dès à présent *le moulinet* sous la forme où nous l'avons employé, forme qui a au moins pour elle le mérite de la simplicité et de l'économie.

Pour résumer les avantages de ce nouveau procédé nous rappellerons seulement en terminant qu'il n'exige aucun agent de réfrigération, aucune canalisation, aucune surveillance, qu'il permet l'enregistrement continu et direct de la puissance motrice et qu'un même appareil peut s'appliquer entre des limites de puissance et de vitesse très étendues.

Nous ajouterons enfin que nous ne pensons pas que le frein de PRONY si simple et si sûr, malgré ses défauts, doive disparaître en présence d'un appareil de ce genre, nous espérons seulement mettre à la disposition de l'industrie un moyen d'étude nouveau et plus commode dans bien des cas et notamment dans le cas d'une étude méthodique et prolongée de nouveaux types de moteurs. C'est d'ailleurs à cet usage que nous avons surtout employé le moulinet dynamométrique.

A la fin de la communication le conférencier exécute quelques expériences de tarage au moyen de la balance dynamométrique qu'il avait fait apporter au Grand Palais.

M. LE PRESIDENT remercie M. le Colonel RENARD de sa très intéressante communication et prie M. LOREAU de vouloir bien le remplacer au fauteuil de la présidence.

M. LE PRÉSIDENT LOREAU donne la parole à M. FORESTIER pour sa communication sur les moteurs à mélange tonnant.

Communication de M. G. FORESTIER

sur les

MOTEURS A MÉLANGE TONNANT

Il y en a peut-être parmi vous, Messieurs, qui se figurent qu'il est facile de trouver des rapporteurs de bonne volonté. J'ai eu beaucoup de peine à trouver quelqu'un pour les moteurs à vapeur qui veuille bien remplir ce rôle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, quant aux moteurs à mélange tonnant, personne n'en a voulu, et tout le monde m'a filé entre les mains en déclarant que c'était là un sujet trop rempli de mystères pour se hasarder à venir en parler devant vous.

Réduit à prendre une place restée vacante, je réclame, Messieurs, votre extrême bienveillance pour une communication impromptu.

Vous avez entendu tout à l'heure M. TURGAN faire une critique très vive du moteur à mélange tonnant, plaçant bien au-dessus le moteur à vapeur.

Je ne veux pas exciter la discorde parmi les partisans des différents moteurs. Je respecte l'amour de M. TURGAN pour son moteur; je veux lui indiquer simplement comment le moteur à mélange tonnant donne satisfaction aux desiderata des automobilistes.

Les voitures automobiles ont besoin de moteurs puissants, pesant peu et peu encombrants. Eh bien, les moteurs à mélange tonnant, qui dérivent des moteurs à gaz, pour remplir ces conditions, c'est-à-dire présenter une grande puissance spécifique, doivent pouvoir faire un très grand nombre de tours, c'est-à-dire marcher à une très grande vitesse.

Il est vrai que les chimistes et certains physiciens accusent les moteurs à marche rapide de consommer davantage que les moteurs à marche lente, c'est-à-dire de moins bien utiliser le combustible.

Nous devons nous préoccuper de placer ces moteurs dans les conditions les plus favorables à leur fonctionnement. Il faut nous préoccuper également du combustible et de la quantité d'air que nous ajouterons.

Ce sera l'objet de l'étude des carburateurs dont ont bien voulu se charger MM. PÉRISSÉ et DE LA VALETTE.

Nous savons tous que lorsque le mélange a été amené à un degré convenable de compression, il faut l'enflammer. Vous connaissez tous les phases successives par lesquelles a passé l'allumage du mélange tonnant. Pendant un certain temps on a préconisé l'allumage par des tubes incandescents, allumage qu'on emploie encore dans quelques voitures. Ce système est excellent, à la condition d'avoir un brûleur qui chauffe bien. L'inconvénient, c'est que si on peut obtenir l'avance à l'allumage, il n'est guère pratique de la faire varier. L'allumage électrique, au contraire, jouit de la propriété de permettre une avance aussi variable qu'on peut le désirer.

L'électricité nécessaire à l'allumage peut être obtenue par pile, accumulateurs, magnéto, ou enfin par dynamo. — Le choix de la source d'électricité dépend de théories plus ou moins intéressantes.

Une question non moins importante est celle de l'étude de la variabilité de puissance du moteur. Cette question est d'un intérêt bien différent pour les moteurs installés dans les usines ou sur les voitures. — Les premiers n'ont le plus souvent à vaincre qu'une résistance à peu près constante. Au contraire, les moteurs qui sont placés sur les voitures circulant sur les routes ordinaires, sont soumis à des résistances variables. D'abord les roues rencontrent des efforts de traction différents suivant l'état de la chaussée; ensuite les déclivités sont loin d'être constantes. — Dans ces conditions, le moteur doit être maintenu à la vitesse la plus favorable à son rendement. Tel est le but de la régulation.

Il y a deux systèmes principaux de régulation. L'un, dit tout ou rien, est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

basé sur l'interruption des coups moteurs. L'autre, dit progressif, repose sur l'affaiblissement graduel du couple moteur. Tant que la soupape d'échappement a été seule commandée mécaniquement, le « tout ou rien » a été obtenu en empêchant l'ouverture de cette soupape. Depuis que la soupape d'admission n'est plus automatique, le « tout ou rien » s'obtient en empêchant son ouverture mécanique. — Dans les moteurs où le carburateur est à distribution, la régulation tout ou rien procède, non pas de la non ouverture d'une soupape, mais de l'interruption de l'accès du liquide combustible.

La régulation progressive a été pendant longtemps obtenue par l'étranglement plus ou moins complet de la conduite d'accès de l'air carburé. Depuis quelque temps, plusieurs constructeurs, revenant, peut-être sans s'en douter, aux idées de KOERTING, emploient la régulation progressive produite par l'ouverture graduée de la soupape d'échappement, soit en durée, soit en section.

Les partisans de la régulation par tout ou rien reprochent à la régulation progressive d'altérer le rendement économique en faisant varier la compression et la composition du mélange tonnant. Les adversaires du tout ou rien lui reprochent d'être trop brutal surtout dans les moteurs monocylindriques.

La régulation progressive du système KOERTING nous paraît réunir tous les avantages théoriques sans présenter les inconvénients pratiques ci-dessus. Nous faisons des vœux sincères pour que l'expérience sanctionne nos préférences.

Je viens de vous dire qu'autrefois les soupapes d'admission étaient automatiques. Maintenant quelques constructeurs les commandent mécaniquement, ainsi que vous avez pu le voir à la 5e Exposition, dont elle est une des curiosités, cette commande mécanique de la soupape d'admission tend à se généraliser.

Vous vous demandez peut-être pourquoi on compliquait ainsi le mécanisme des moteurs sans espoir d'en augmenter la puissance. Voici la réponse:

A l'origine on a eu tendance à employer des moteurs relativement lents, 5 à 700 tours au plus. Les partisans de ces moteurs, pour obtenir la grande puissance dont le besoin se fait de plus en plus sentir, ont dû avoir des soupapes très grandes pour obtenir une section d'ouverture suffisante tout en conservant la levée assez faible nécessaire pour que la soupape retombe bien sur son siège. Mais ces soupapes, de grand diamètre, doivent être assez épaisses pour ne pas se voiler. Leur inertie s'oppose dès lors aux mouvements alternatifs fréquents qu'exige un battement trop rapide. De leur côté, les ressorts de réglage sont difficiles à mettre bien au point.

On a alors cherché à obtenir la section d'aspiration par une surface moindre mais une levée plus considérable de la soupape, ce qu'on ne peut obtenir que par la commande mécanique.

Le grand reproche fait aux moteurs à mélange tonnant, c'est d'être le vibrateur par excellence, et d'imprimer, surtout à l'arrêt, des secousses fort pénibles à ceux qui sont dans la voiture qui en est pourvue. On s'est préoccupé, sinon de faire disparaître ces trépidations, tout au moins de les rendre moins désagréables. A cet effet on a créé le « moteur équilibré ».

Il y en a plusieurs systèmes:

Dans les uns, les constructeurs, par imitation de ce qui se fait sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

locomotives, se sont bornés à ajouter des masses additionnelles dont les mouvements fussent, à une certaine vitesse, en équilibre dynamique avec les pièces mobiles du mécanisme moteur.

D'autres ont cherché à rendre à peu près invariable le centre de gravité des pistons et têtes de bielle. Pour cela, ils ont placé la chambre d'explosion entre deux pistons symétriques. Ces pistons se meuvent soit dans des cylindres verticaux soit dans des cylindres horizontaux. Suivant le cas on emploie un mode de commande approprié pour obtenir la solidarité de vitesse des pistons moteurs.

On a pendant longtemps reproché au moteur à mélange tonnant d'être un moteur ayant un très mauvais rendement en dehors de son allure de régime, c'est-à-dire d'être à puissance à peu près constante.

Les études récentes ont démontré qu'il n'en était rien. Entre certaines limites assez étendues le couple moteur est constant c'est-à-dire que la puissance croit proportionnellement au nombre de coups. Au delà le couple moteur diminue, mais pas assez d'abord pour que la puissance n'augmente pas encore avec le nombre de coups, puis ensuite assez rapidement pour que la puissance diminue malgré une plus grande vitesse de battement.

Il est bien entendu que l'influence avantageuse du nombre des coups de piston moteur ne se fera sentir que si pour chaque vitesse de celui-ci on place la carburation, la compression et l'allumage dans les conditions les mieux appropriées au résultat à atteindre.

Nous sommes ainsi amenés à étudier ces conditions.

Nous laisserons aux auteurs si compétents des communications sur les carburateurs le soin de vous renseigner sur la meilleure composition du mélange tonnant et les moyens de l'obtenir. Nous nous bornerons aujourd'hui à étudier l'allumage et l'explosion.

Dans les moteurs à vapeur les calories produites par le combustible brûlé dans un fourneau sont employées à vaporiser dans la chaudière un liquide. Le fluide élastique ainsi obtenu est envoyé dans un cylindre ou introduit à une certaine pression il déplace un piston et sort à une pression inférieure.

On a longtemps discuté sur le liquide à vaporiser de manière à obtenir la moindre perte de calories renfermées dans le fluide élastique au moment de sa sortie du cylindre. Aujourd'hui, après bien des débats, la vapeur d'eau employée à haute pression avec la grande détente que le compoundage permet sans accroître par trop la course du piston, semble réaliser pratiquement tous les desiderata économiques.

Malgré toutes les précautions prises pour diminuer les pertes dans le fourneau et la chaudière, le moteur à vapeur n'utilise guère que de 10 à 12 % des calories produites par le combustible.

En vue de diminuer les pertes et augmenter le rendement, on a cherché à produire dans une seule et même enceinte tous les phénomènes qui dans le moteur à vapeur ont lieu dans trois enceintes distinctes.

Parmi ces moteurs deux sont applicables à la voiture automobile. Dans l'un, le moteur à mélange tonnant, on cherche à obtenir de la manière la plus brusque possible la combustion de l'air carburé comprimé au préalable. Dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre, le moteur DIESEL ou à combustion, on brûle d'une manière progressive le liquide combustible introduit dans un air fortement comprimé.

Les calculs de maints théoriciens, notamment ceux de M. LECORNU, Ingénieur en chef des Mines, tendent à démontrer, contrairement aux assertions des partisans du moteur DIESEL que l'utilisation des combustibles est d'autant plus grande que la combustion est plus instantanée. Ce qui est tout à l'avantage du moteur à mélange tonnant, le seul aujourd'hui appliqué sur la voiture automobile.

Quoi qu'il en soit, dans tous les concours de l'Automobile-Club de France on a constaté que la quantité de combustible brûlé dans le fourneau d'un moteur à vapeur était le double pour une même puissance que celle brûlée dans la chambre d'explosion du moteur à mélange tonnant.

Quoique le résultat obtenu soit déjà assez beau, il peut, croyons-nous, être encore dépassé par les dispositions d'allumage employé après une étude plus complète des conditions dans lesquelles doit s'effectuer l'explosion du mélange tonnant.

Celui-ci, constitué par une certaine quantité de vapeurs combustibles intimement mêlées à une proportion convenable d'air, est porté à un degré de compression variable avec la nature et la composition du mélange tonnant.

Pour qu'il fasse explosion, c'est-à-dire pour que sa combustion présente le degré d'instantanéité nécessaire d'après M. LECORNU, il faut que la quantité de calories produites ou fournies au commencement de la combustion soit assez grande pour que sa propagation dans le sein de la masse du mélange se fasse aussi rapidement que possible.

Les phénomènes qui se passent alors sont analogues à ceux qu'ont peut étudier facilement dans l'inflammation d'une allumette ou à ceux qui se passent dans une mine chargée avec des cartouches de dynamite où le premier choc, origine de l'explosion, est produit par une capsule garnie de fulminate du détonateur placée dans une petite cartouche de dynamite spéciale.

Au contact, soit de la paroi du tube incandescent, soit de l'étincelle électrique, une petite quantité de mélange tonnant se brûle, et la chaleur que cette combustion partielle met en liberté, fait enflammer le mélange avoisinant, et cela d'autant plus rapidement que cette quantité de calories plus grande permet d'élever à un degré de température convenable une plus grande quantité de mélange tonnant, et que celui-ci est à un degré de compression plus favorable.

Les expériences de M. SOREL ont à nouveau démontré ce qui était connu depuis des constructeurs de moteurs à gaz, nos ancêtres et nos modèles, que l'air devait être en excès si on voulait brûler complètement les vapeurs combustibles. On sait également que la compression doit être d'autant plus grande que le mélange est plus pauvre.

Ce qui semble avoir plus particulièrement préoccupé certains inventeurs dans ces derniers temps, c'est l'utilité de l'introduction dans le mélange tonnant, au voisinage de l'étincelle d'inflammation, d'un gaz endothermique dont l'explosion produit une quantité de calories bien supérieure à celle du même volume du mélange tonnant.

Cette idée nous paraît préférable à celle suivie par certains chimistes qui,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans quelques concours de consommation, ont présenté des liquides renfermant des substances comme l'acide picrique. Il importe, en effet, non pas d'avoir un mélange plus uniformément explosif, mais d'avoir un centre d'explosion plus chaud.

Dans ces conditions, à l'introduction, peut-être quelque peu dangereuse, de gaz ou vapeurs endothermiques, on pourrait peut-être substituer avec beaucoup d'avantage *une étincelle plus chaude*. — L'étincelle de rupture de la maison Mors, produite par une magnéto, en est une première preuve. Quelques expériences faites au Laboratoire de l'Automobile-Club, nous portent à penser qu'en augmentant le voltage on arrivera à des résultats encore plus avantageux.

En possession ainsi du moyen de faire exploser les mélanges pauvres, c'est-à-dire ceux qui renfermant un excès d'air, utilisent plus complètement les vapeurs combustibles qu'ils renferment, nous sommes amenés à étudier les propriétés des vapeurs combustibles qu'il convient d'employer.

Si l'on pouvait faire abstraction du refroidissement de la chambre d'explosion qui absorbe en pure perte tant de calories, peut-être pourrait-on se préoccuper surtout du pouvoir calorifique de la vapeur combustible. Avec la nécescité d'empêcher la température de s'élever au-dessus d'un certain degré, il importe de faire intervenir la nature des produits de la combustion et surtout leur chaleur spécifique, facteurs importants non seulement de la température au moment de l'explosion, mais aussi de la quantité de calories mises en liberté dans la détente des gaz.

A cet égard, on a depuis longtemps appelé l'attention sur le rôle de l'eau introduite dans le cylindre tant dans les moteurs Diesel que dans les moteurs à explosion. Mais il importe de distinguer entre l'eau introduite par vaporisation avec le combustible et celle introduite à l'état liquide, — car la chaleur latente de vaporisation de cette dernière intervient dans l'abaissement de la température des produits de l'explosion.

A ce point de vue il n'est pas indifférent que la vapeur d'eau soit produite par l'oxydation de l'hydrogène du combustible ou par la reconstitution du groupe OH^2 dont les éléments figurent comme OH dans le corps brûlé.

Je suis arrivé au terme de ma communication, qui a eu pour but de vous mettre à même de pressentir pourquoi l'alcool carburé, malgré son pouvoir calorifique moindre, procure dans certaines conditions des puissances plus grandes que l'essence ainsi qu'on vous le démontrera dans la séance de lundi prochain.

M. MICHEL-LÉVY rappelle que des expériences pratiques d'Otto et des considérations théoriques développées récemment par M. Jules Deschamps, démontrent que, pour obtenir un rendement maximum, l'allumage doit être rapide mais non instantané. Il insiste en outre sur un procédé pratique pour éviter la propagation trop lente de l'inflammation, procédé qui consiste à produire l'allumage dans une petite cavité distincte, projetant un jet de flamme dans la chambre de compression par un orifice rétréci.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Forestier de sa très intéressante communi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation, ainsi que M. MICHEL LÉVY d'avoir si judicieusement rappelé des résultats d'expériences si pleines d'intérêt. — Il fait ressortir la nécessité d'avoir une nouvelle réunion supplémentaire de la 1re et 2e Section, le lendemain, à deux heures, dans laquelle il sera continué l'étude du programme arrêté, par des communications sur la circulation de l'eau, deux questions indispensables pour bien connaître et étudier avec fruit les mélanges, qui sont, eux aussi, partie essentielle de l'appareil si intéressant pour chacun de nous qu'est le moteur de nos voitures.

La séance est levée à 5 heures.

SÉANCE DU SAMEDI 20 DECEMBRE 1902

La séance est ouverte à 2 h. 1/2, sont présents au bureau : MM. LOREAU, *Président;* DE LA VALETTE, *Vice-Président;* CHARVET et BOYER-GUILLON, *Secrétaires.*

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. BUTIN, pour sa communication sur les pompes.

Communication de M. BUTIN

INGÉNIEUR E. C. P.

sur les

POMPES DE CIRCULATION D'EAU

POUR LE REFROIDISSEMENT DES MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

La circulation d'eau dans les voitures a pour but de refroidir le cylindre de façon à maintenir ses parois et les soupapes, principalement celles d'échappement, à une température telle que le fonctionnement se fasse dans de bonnes conditions ; en effet les gaz provenant de la combustion de l'essence sont portés à une température voisine de 1.500°, et les huiles de graissage se décomposent en général à partir de 350 à 400°, il faut donc, autant que possible, que le moteur soit à une température inférieure, de façon à éviter la décomposition de l'huile et les grippements qui en résulteraient.

De même on comprend facilement que cette masse de gaz, qui possède une température si élevée puisse produire en s'échappant des corrosions très importantes de la soupape d'échappement.

Du reste pour montrer combien est grande l'influence d'une bonne circulation sur la marche d'une voiture, nous vous citerons à ce sujet l'exemple caractéristique qui nous a été signalé par un chauffeur. Sa voiture, lorsqu'il l'acheta, était munie d'un système de refroidissement par thermo-siphon. Or, bien qu'elle fût neuve et que du reste elle appartînt à un très bon système, on était obligé de roder la soupape d'échappement tous les deux mois environ. Plus tard, ayant eu l'idée de remplacer le thermo-siphon par une pompe, et tout en faisant travailler la voiture de la même façon, on constata que son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

échappement fonctionnait normalement beaucoup plus longtemps, et que le rodage n'avait plus besoin de s'effectuer qu'en fin de saison, c'est-à-dire après environ six à huit mois de marche. Cet exemple est bien caractéristique, car cette double expérience fut faite dans les mêmes conditions, sur une même voiture, par un même chauffeur, et dans des conditions de marche et de fonctionnement identiques.

D'expériences que nous avons faites sur diverses voitures, il résulte que pour obtenir une très bonne circulation dans l'ensemble des tuyauteries, du cylindre, du refroidisseur et du réservoir, il faut une pression d'eau supérieure ou au moins égale à 10 mètres. Lorsque cette pression n'est que de 5 à 6 mètres, le débit est d'environ 1.000 litres à l'heure, et ce même débit tombe rapidement à 120 ou 180 litres lorsque la pression descend à 4 mètres ou 4 m. 50. On voit donc l'intérêt qu'il y a à donner à l'eau en circulation la plus forte pression possible.

La circulation dans les voitures s'opère en général d'une façon beaucoup plus rapide qu'on ne le croit à première vue. En effet, de diverses expériences que j'ai faites, il résulte que dans les voitures munies de pompe, le temps nécessaire pour que la totalité de l'eau contenue dans le réservoir et les tuyauteries passe par le moteur varie de 15 secondes à une minute au maximum, la température de régime de l'eau de circulation s'établit donc très rapidement. Mais cette durée est beaucoup augmentée dans les installations par thermo-siphon où la circulation est excessivement lente.

Les modes de refroidissement actuellement adoptés sont le thermo-siphon, l'évaporation, l'éjection et les pompes.

THERMO-SIPHONS

Le *thermo-siphon* présente de grands avantages de simplicité, mais par contre il offre de gros inconvénients, car par ce procédé l'eau ne circule qu'à une vitesse beaucoup trop faible. La circulation se produit par suite de la différence de densité entre l'eau froide provenant du réservoir et l'eau échauffée dans la double enveloppe du moteur. Or, étant donné que cette dernière est à une température toujours inférieure à 100° et que, en marche normale, l'eau dans le réservoir est presque toujours à une température supérieure à 45°; il en résulte que la différence de densité des deux eaux est d'environ $0{,}990 - 0{,}962 = 0{,}028$. C'est ce chiffre multiplié par la différence de niveau entre le réservoir et le cylindre qui produit seul la circulation de l'eau. Comme il faut d'après d'autres expériences que je mentionnais plus haut, environ 5 à 6 mètres de pression d'eau pour assurer une circulation suffisante dans une voiture, on voit de suite que le thermo-siphon ne peut donner qu'une circulation très défectueuse. Il ne peut donc s'appliquer qu'à de petits moteurs monocylindriques et tournant assez lentement.

D'autre part, au point de vue construction, le thermo-siphon présente deux autres inconvénients qui sont : la nécessité de grosses tuyauteries de façon à diminuer le plus possible les pertes de charge et la mise en charge du réservoir sur le moteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ÉVAPORATION

Le second mode de refroidissement adopté est, avons-nous dit, *l'évaporation*. Ce système présente, au point de vue de la réfrigération, les mêmes inconvénients, mais amplifiés, que le thermo-siphon. Par contre, il supprime presque complètement le réservoir et à ce point de vue il peut être intéressant.

ÉJECTION

Le système par *éjection* n'a pas encore fait ses preuves d'une façon définitive, mais il présente les mêmes avantages et les mêmes inconvénients que le système par évaporation

POMPES

Le quatrième mode de circulation est celui par *pompe*. Les pompes présentent de nombreux avantages, dont les plus importants sont : la sécurité, une grande vitesse de circulation, une petite tuyauterie, la facilité d'installation, car les pertes de charge pouvant résulter des coudes ou déviations sont sans influence, étant donné la pression considérable produite par la pompe, la facilité de mise en place du réservoir d'eau, qui n'a plus besoin, comme dans les systèmes précédents, d'être au niveau ou au-dessus du cylindre. Mais par contre, elles présentent les désavantages suivants : complication de mécanique, par suite de la nécessité de leur commande, usure et par conséquent entretien, enfin arrêts éventuels en cas de non fonctionnement de la commande.

POSITION

La première question qui se pose à l'esprit du constructeur est celle de la position que doivent occuper les uns par rapport aux autres les différents

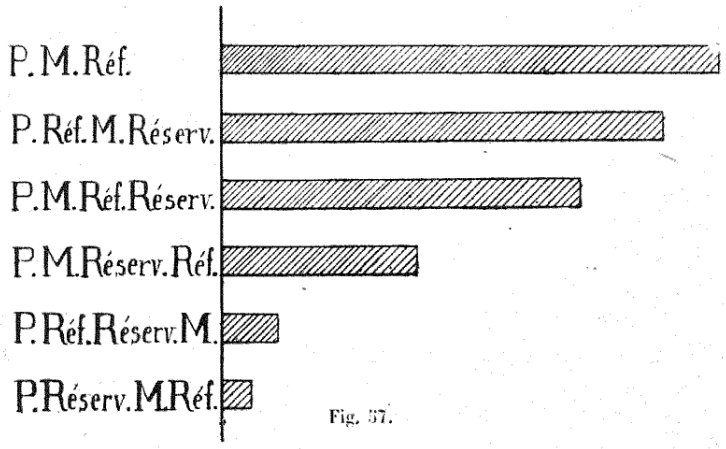


Fig. 57.

éléments dont se compose un système de circulation d'eau de voiture, c'est-à-dire la pompe, le refroidisseur et le réservoir. D'après un relevé que j'ai fait ici dans les stands de l'Exposition, et dont les résultats sont représentés dans le tableau de la fig. 57, il résulte que les constructeurs sont loin d'être fixés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à cet égard. et que tous les systèmes sont en général appliqués d'une façon qui peut paraître à première vue quelconque.

Le cycle qui nous paraît préférable est celui disposé de la façon suivante: pompe, moteur, refroidisseur et réservoir. En effet il est rationnel d'aspirer l'eau à son point le plus froid, c'est-à-dire lorsqu'elle a déjà passé par le refroidisseur et le réservoir. D'autre part, il est également judicieux d'envoyer l'eau la plus chaude dans le refroidisseur, de façon à ce que ce dernier produise son maximum d'action. Deux autres dispositifs sont également pratiques mais nous paraissent moins bons, ce sont les cycles: pompe, moteur, réservoir et refroidisseur, et: pompe, réservoir, moteur, refroidisseur. Par contre, nous conseillons formellement de rejeter le cycle: pompe, refroidisseur, moteur, réservoir et surtout celui: pompe, refroidisseur, réservoir, moteur.

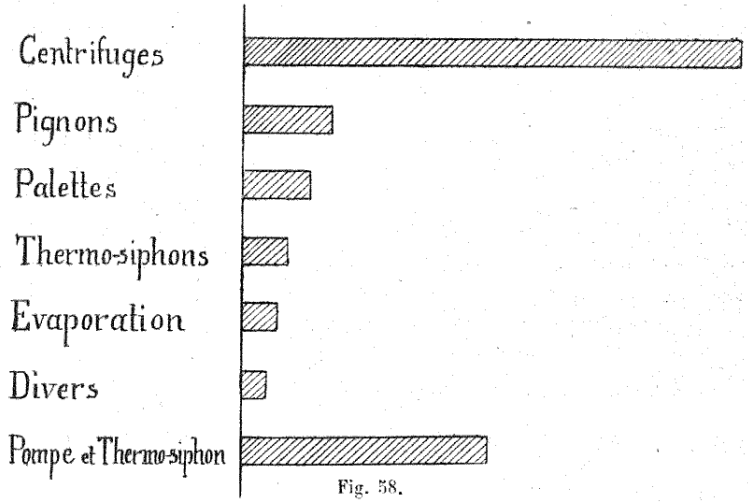


Fig. 58.

Dans le cycle que nous préconisons, nous conseillons de refouler l'eau provenant du moteur dans le radiateur par le bas de cet appareil, de façon à ce que les bulles d'air ou de vapeur que contient l'eau soient entraînées par la circulation, la sortie se faisant naturellement par le haut. L'entrée et la sortie inverses présenteraient, il est vrai, l'avantage d'offrir une circulation correspondante à l'augmentation de densité de l'eau au fur et à mesure qu'elle se refroidit, mais aurait l'inconvénient de laisser emmaganiser à la partie supérieure du refroidisseur les bulles en question, ce qui pourrait gêner la circulation.

Les conditions que doit remplir une bonne pompe sont les suivantes : simplicité, grand débit, forte pression, robustesse, usure minimum et commande facile. Quant aux systèmes employés, de même que pour le cycle à adopter, les constructeurs sont également d'avis différent. Cependant, en examinant le tableau de la fig. 58 qui donne un relevé des différents systèmes adoptés par les exposants, on constate que la grande majorité a adopté la centrifuge ce qui doit être attribué aux grands avantages de simplicité, de longue durée et de bon rendement qu'elle possède. Mais les partisans des pompes à palette et à pignons sont encore assez nombreux, et nous allons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voir que ce système de pompes est celui qui répond le mieux à une bonne circulation.

Nous conseillons, quel que soit le système de pompe adopté, d'ajouter sur la tuyauterie de circulation un manomètre ou un petit robinet, placé sur une dérivation à portée de la main du chauffeur qui permette, l'un ou l'autre, de vérifier que la circulation se fait toujours bien, car ce qu'il y a le plus à redouter, c'est que, par suite de la commande de la pompe, cette dernière fonctionne mal, et que la circulation ne soit interrompue. Nous conseillons également de combiner le circuit : pompe, moteur, refroidisseur, réservoir, de telle façon qu'il puisse fonctionner, en cas d'arrêt de la pompe, comme thermo-siphon ; la chose est simple et facile à faire, et permettrait de remédier dans une certaine mesure aux arrêts intempestifs de cet organe. Enfin, nous préconisons de toujours avoir, autant que possible, le réservoir en charge sur la pompe quel que soit le système de cette dernière, ou tout au moins placé de niveau avec elle, car l'eau dans le réservoir atteint souvent une température assez élevée, 45 ou 50° et l'aspiration pourrait être gênée par l'émission de vapeurs; cette disposition est du reste une nécessité absolue pour les centrifuges qui ne peuvent fonctionner qu'en charge.

Enfin, il faut avoir soin de bien noter que pour obtenir un bon rendement, il est essentiel, surtout dans les centrifuges qui donnent peu de pression et aspirent mal, d'établir des orifices d'aspiration à la pompe toujours plus grands que ceux de refoulement.

Nous allons passer maintenant à l'examen des pompes centrifuges qui, l'avons-nous dit, sont généralement les plus employées.

POMPES CENTRIFUGES

Nous avons étudié plus spécialement, grâce à l'obligeance de la maison DE DION-BOUTON, qui a bien voulu mettre à notre disposition son laboratoire d'électricité, les conditions de marche et de rendement de trois pompes centrifuges appartenant toutes trois à un type bien différent, dans lequel il nous semble qu'on peut classer la plupart des autres.

Les diagrammes que vous avez sous les yeux ont été obtenus de la façon suivante: il a été fait pour chaque pompe deux sortes d'essais: l'un en faisant varier la pression de refoulement tout en maintenant la vitesse de rotation constante et égale à celle préconisée par le constructeur; l'autre en faisant varier la vitesse de rotation et en mesurant les débits et puissances absorbées, la pompe fonctionnant sans aucune charge. Les échelles adoptées sont les mêmes pour chaque type de pompe et l'examen comparatif des courbes ainsi obtenues permet d'apprécier très exactement quels sont les qualités et défauts inhérents à chaque système.

Tous les essais faits pour les pompes centrifuges ont été faits avec la même installation que pour les autres pompes, et établie d'après le schéma suivant.

On voit en particulier pour les centrifuges que toutes ces pompes fonctionnent sur une aspiration d'environ 0 mèt. 60. Il y a donc lieu de tenir compte de cette hauteur d'aspiration et, pour les pompes ordinaires, de l'ajouter à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la pression de refoulement ; quant aux pompes centrifuges, cette hauteur d'aspiration a eu forcément une mauvaise influence sur le débit et le rendement

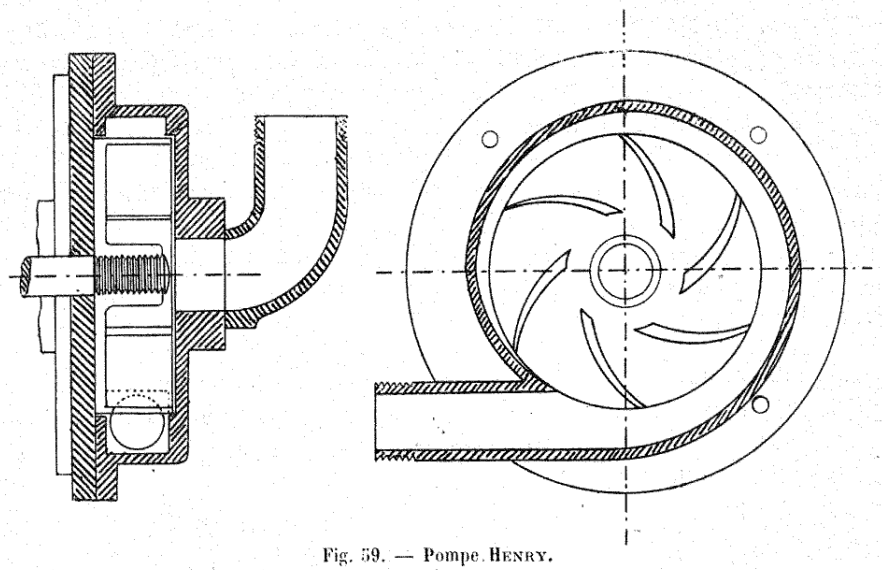


Fig. 59. — Pompe HENRY.

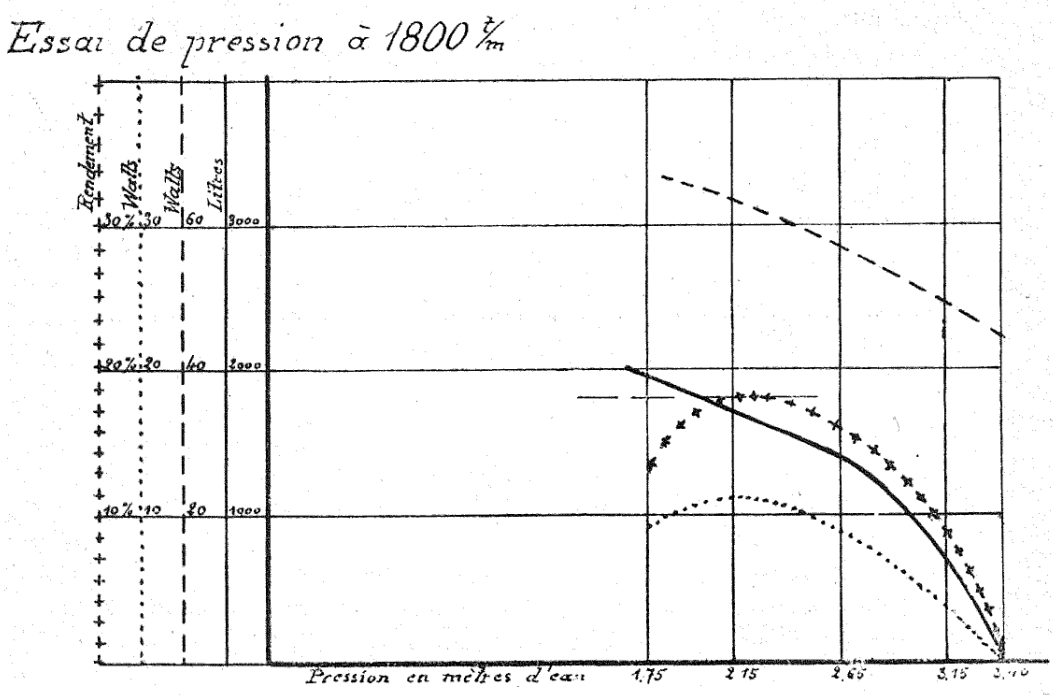


Fig. 60. — Pompe centrifuge HENRY.

indiqués. Mais par contre cette disposition nous a permis de constater d'une façon bien plus frappante les résultats que peut donner une centrifuge placée sur une voiture où souvent les pertes de charge par obstructions accidentelles,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coudes, etc..., et la disposition du réservoir peuvent amener à des conditions de fonctionnement presque semblables.

La première pompe examinée *(fig. 59)* m'a été obligeamment fournie par son constructeur, pompe centrifuge à aubes courbes venues de fonte sur le volant et qui ressemble beaucoup aux grosses pompes centrifuges employées dans l'industrie, son fonctionnement est le même et sa commande se fait en général par un volant de friction garni de cuir vert qui vient s'appliquer à l'aide d'un ressort sur le volant du moteur. Souvent aussi cette pompe est commandée sur les voitures par engrenages. Sa vitesse normale varie entre 1.400 et 3.500 tours suivant les débits.

On voit par les courbes des essais à vitesse constante et pressions variables

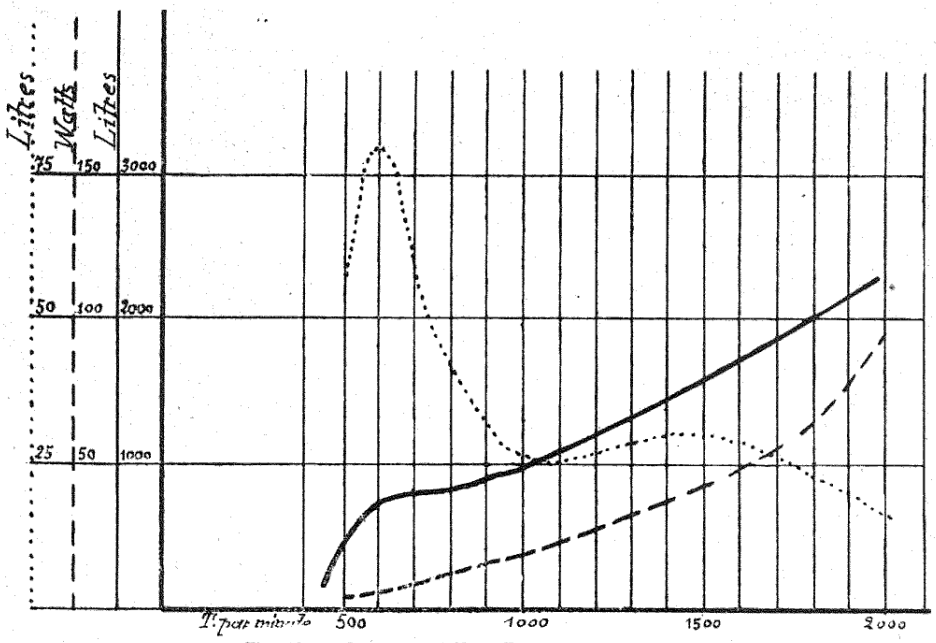


Fig. 61. — Pompe centrifuge Henry.

(fig. 60) que le rendement maximum de ces pompes a atteint 18 % correspondant à un débit d'environ 1.800 litres à l'heure; on remarque également que la puissance absorbée totale diminue avec le débit, malgré la pression, ce qui tient à ce que les frottements sont très faibles, la pompe étant très bien construite. Mais ce qui ressort de la façon la plus marquée et ce qui est une caractéristique, non seulement de cette pompe, mais aussi des autres centrifuges que nous allons examiner, c'est que le débit tombe très rapidement dès que la pression augmente, pour devenir nul lorsque cette dernière atteint 3 mèt. 50 environ, tandis qu'il tend au maximum lorsque la pression s'annule complètement. L'examen des courbes de puissance absorbée dans les essais de circulation à vitesse variable sous pression nulle *(fig. 61)* montre que le débit tombe très rapidement dès que la vitesse descend au-dessous de 1.000 tours, et que pour avoir un bon débit, il faut se maintenir entre 1.200 et 2.000 tours. D'autre part la courbe des litres débités par watt-heure, indique que le meil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur rendement de cette pompe avait lieu pour une vitesse de 1.400 à 1.500 tours, correspondant à un débit de 2.500 litres.

La centrifuge DE DION-BOUTON, que nous allons maintenant examiner *(fig. 62)* est constituée également par des ailettes venues de fonte avec un disque, mais ces ailettes sont droites et au nombre de quatre seulement, disposées tangentiellement à un petit cercle, offrant ainsi l'aspect des ailettes d'un tarare. Ce dispositif, qui peut paraître à première vue irrationnel au point de vue mécanique, n'a cependant été choisi qu'après de nombreux essais, et sans vouloir entrer dans les théories des pompes centrifuges, je me bornerai à signaler que les résultats que l'on obtient ainsi sont très différents de ceux que donnent les centrifuges ordinaires.

En effet, cette pompe, qui est commandée directement par l'arbre du moteur par l'intermédiaire d'un ressort à boudin pour faciliter la transmission, tourne à une vitesse très faible, comprise entre 800 et 2.000 tours. Et, ainsi qu'il résulte de l'examen des courbes du tableau des essais à vitesse variable sous pression nulle, on voit que le débit varie suivant la vitesse de rotation d'une façon plus uniforme que dans la pompe précédente ; de telle sorte que si ce débit, qui est égal à 3.500 litres pour 2.000 tours, tombe à 1.800 litres pour 1.000 tours, il est encore de 750 litres pour 500 tours, alors que dans la pompe précédente il n'était plus, pour cette même vitesse, que de 300 litres environ.

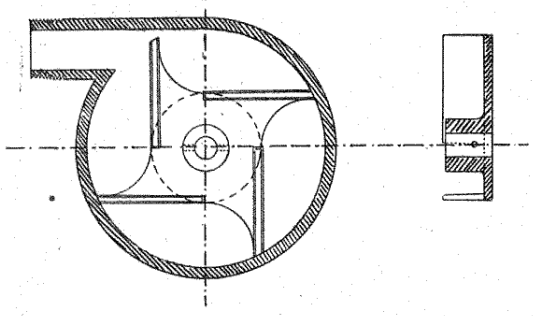


Fig. 62. — Pompe DE DION-BOUTON.

Quant à l'examen des courbes du tableau des essais à pression variable *(fig. 63)* et à vitesse constante *(fig. 64)* qui ont été faits à la vitesse de régime de 1.500 tours par minute, on constate que la puissance utile en eau montée est représentée par une ligne presque horizontale, qui s'infléchit à la fin, ce qui indique un rendement presque constant sous des pressions variables. Mais on voit que, de même que dans l'exemple précédent, le débit s'annule très rapidement dès que la pression d'eau atteint une certaine valeur, qui est de 6 mètres environ au lieu de 3 mèt. 50. Quant au rendement son maximum est de 22 % et il a lieu pour une pression correspondante à 5 mètres d'eau, au lieu de 2 mèt. 50 dans la pompe précédente.

Nous passons maintenant à l'examen d'une pompe centrifuge bien différente des deux précédentes. C'est la pompe GROUVELLE et ARQUEMBOURG *(fig. 65)*. Elle se compose d'un disque plein, dans lequel se trouvent disposées suivant des rayons, des rainures de profondeur variable, mais de section totale constante, dans lesquelles s'écoule l'eau entraînée par la force centrifuge; de plus ce même disque possède à sa périphérie une denture disposée dans le sens convenable, et qui a pour but d'augmenter considérablement l'entraînement de l'eau et, par conséquent, la hauteur de refoulement et le débit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'augmentation qui résulte de cette addition d'une denture périphérique n'est pas moindre de 3 mèt. 50.

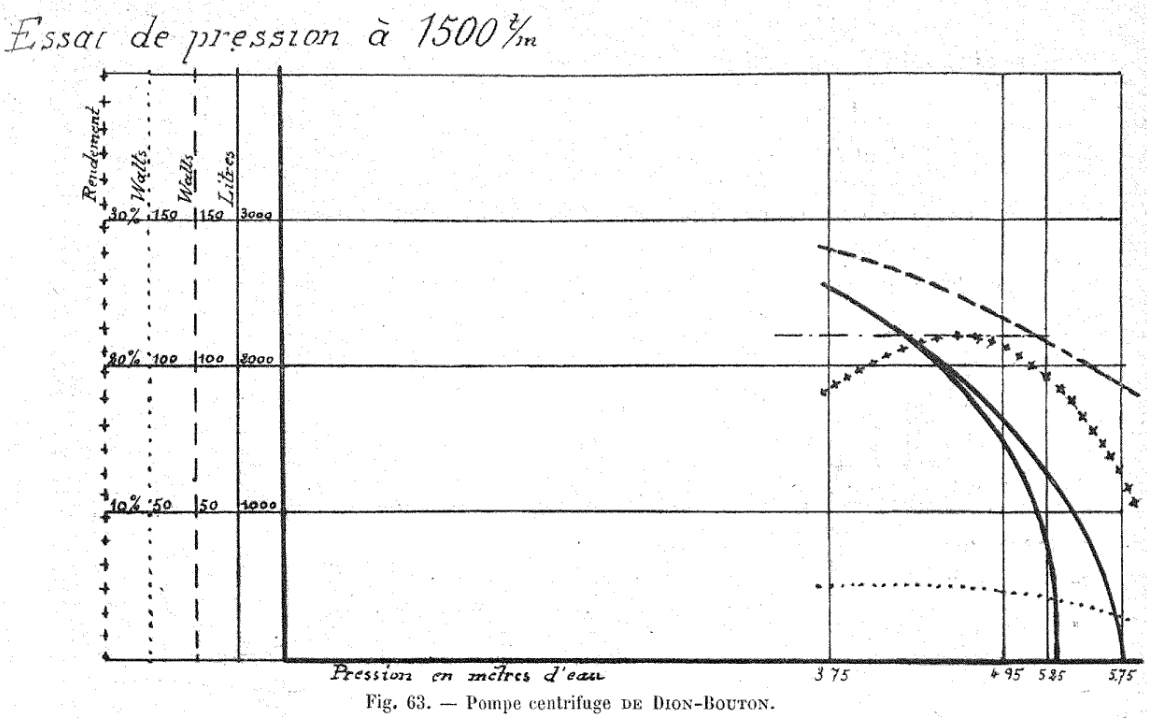


Fig. 63. — Pompe centrifuge de Dion-Bouton.

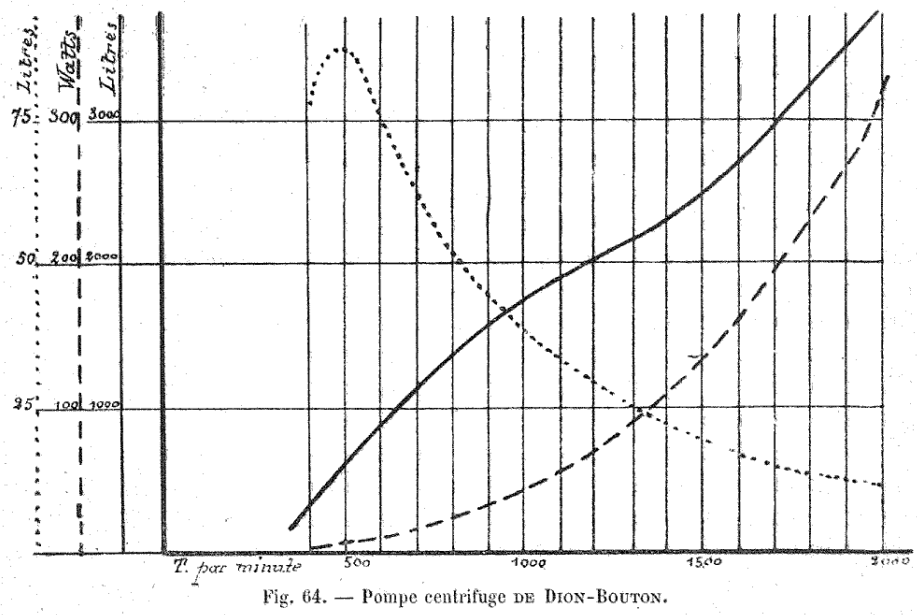


Fig. 64. — Pompe centrifuge de Dion-Bouton.

Cette pompe, dans laquelle l'aspiration se fait dans le centre, comme dans toutes les centrifuges, et le refoulement vers la circonférence, est action-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

née par un plateau garni de cuir vert, commandé par friction sur le volant, où il s'appuie à l'aide d'un ressort. L'arbre de commande de la pompe est très long, guidé par un double palier avec graisseur. Ainsi que nous allons le voir par l'examen des tableaux, les conditions de fonctionnement sont telles que le rendement est excellent ; mais la vitesse de rotation de ces pompes est considérable ; elles doivent tourner, pour donner de bons résultats, à une vitesse comprise entre 2.500 et 3.000 tours, aussi comprend-on aisément que les constructeurs aient été amenés à prendre des soins tout particuliers pour en assurer le bon fonctionnement.

L'installation dont je disposais ne m'a pas permis de faire des essais à sa vitesse de régime, soit 2.500 tours et les courbes du tableau que vous avez sous les yeux correspondent à une vitesse de 2.000 tours seulement au lieu

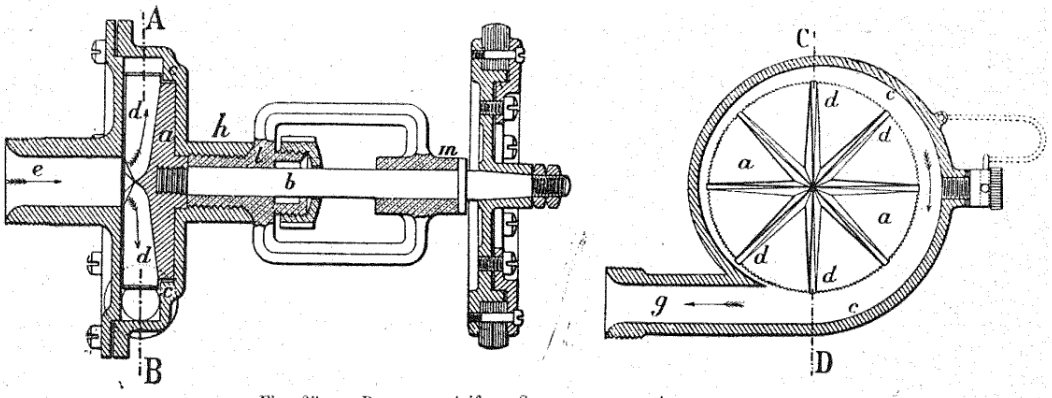


Fig. 65. — Pompe centrifuge Grouvelle et Arquembourg.

de 2.500. Nul doute que poussée à sa vitesse de régime, cette pompe n'eût donné encore de bien meilleurs résultats.

L'examen du tableau des essais de pression *(fig. 66)* faits à une vitesse de régime de 2.000 tours, montre que le rendement maximum a atteint 35 %, correspondant à une hauteur de refoulement de 4 mèt. 30, alors que dans les autres ce rendement n'était que de 18 à 22 %, correspondant à des hauteurs de refoulement de 2 mèt. 50 et 4 mèt. 50; on voit également que la puissance demandée pour le fonctionnement et la puissance utile en eau montée sont indiquées par une courbe peu inclinée, ce qui indique un excellent rendement. Par contre on voit, de même que pour les pompes précédentes, que le débit diminue très rapidement dès que la pression atteint une certaine valeur, pour devenir nulle pour une pression de 5 mèt. 60.

L'examen de la courbe des débits à vitesse variable *(fig. 67)* montre que de même que la pompe centrifuge ordinaire à ailes courbes, le débit diminue très rapidement dès que la vitesse tombe au-dessous de 1.500, pour devenir nulle lorsqu'elle n'est plus que de 5 à 600 tours.

Ainsi donc des essais que nous avons faits et des calculs auxquels nous nous sommes livrés, nous pouvons déduire un moyen pratique de reconnaître une bonne centrifuge pour circulation de voitures. Il suffit de mesurer la pression maximum obtenue pour un débit nul, à différentes vitesses de rotation,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

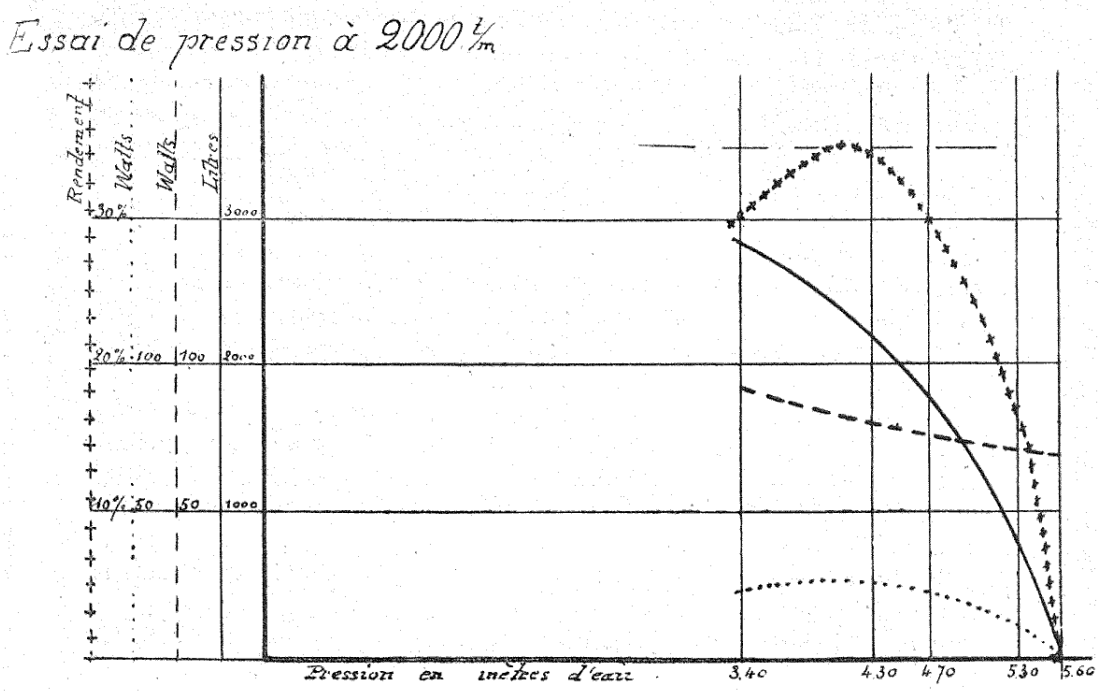


Fig. 66. — Pompe centrifuge Grouvelle et Arquembourg.

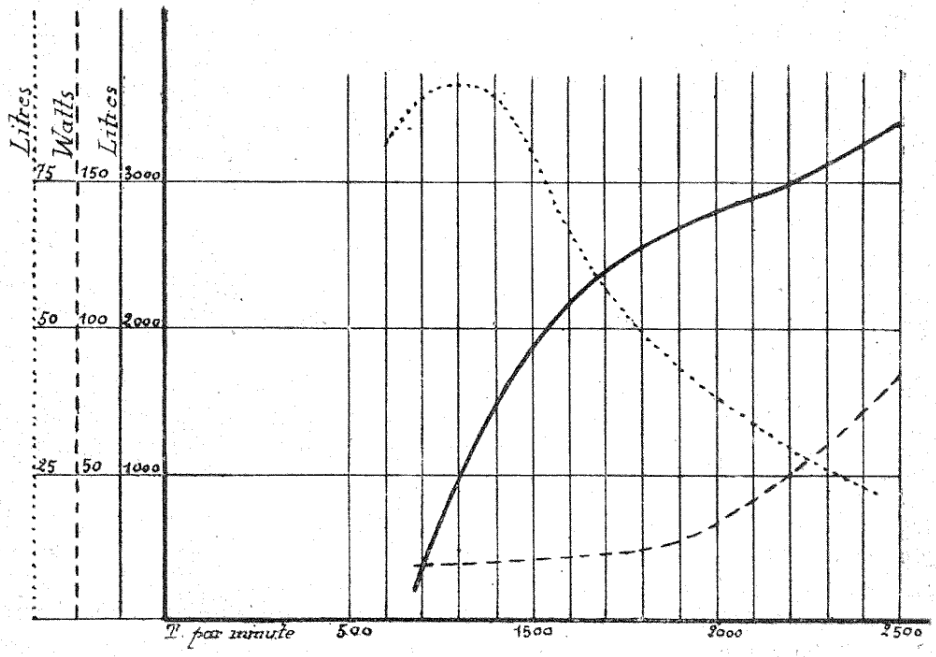


Fig. 67. — Pompe centrifuge Grouvelle et Arquembourg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car ce débit, dans tous les cas, tombe très rapidement avec la pression et avec la vitesse. Or, étant donné que la résistance du moteur, du radiateur et des tuyauteries est dans une voiture en moyenne d'environ 5 mèt. 50 pour un débit de 1.000 litres et de 4 mèt. à 4 mèt. 50 pour un débit de 800 litres, on voit que la meilleure centrifuge, ou celle à qui il faudra accorder la préférence, est celle qui donnera la meilleure pression sous différentes vitesses et particulièrement à sa demi-vitesse de régime.

En somme, une bonne centrifuge pour voiture moyenne et radiateur moyen devrait pouvoir donner 6 à 7 mètres de pression à demi-vitesse de régime. Car, la commande se faisant en général par le volant ou engrenages, c'est précisément lorsque la vitesse du moteur diminue par suite du travail qu'il a à fournir, que les échauffements sont à craindre, et qu'il y a lieu d'assurer une bonne circulation. C'est donc, dis-je, pour la demi-vitesse de régime qu'une pompe doit bien fonctionner, et qu'une bonne centrifuge dans le cas particulier qui nous occupe devrait donner les 6 à 7 mètres d'eau nécessaires ; or, actuellement, il n'existe pas de type de centrifuge répondant à ces desiderata et puisque nous sommes obligés de nous contenter de ce que nous avons il faut s'attacher à diminuer le plus possible les pertes de charge dans les tuyauteries et adopter les radiateurs les plus simples et offrant le moins de résistance à la circulation de l'eau.

En résumé, les avantages des centrifuges sont les suivants : simplicité, usure presque nulle, bon rendement. Mais leurs inconvénients sont : faible pression, trop grande vitesse de rotation, mauvais débit et pression nulle à demi-vitesse de régime, nécessité d'être en charge sur le réservoir, insécurité et irrégularité de fonctionnement, car des essais que nous avons faits sur des voitures, il résulte que très souvent, suivant les moments, une même centrifuge sur une même voiture, dans les mêmes conditions apparentes, fonctionne mal, passablement ou bien, sans que l'on puisse savoir à quoi l'attribuer. Enfin, comme autre inconvénient, diminution brusque de débit dès que la pression s'élève un peu, ce qui est très dangereux.

POMPES A ENGRENAGES

Les pompes à engrenages, connues de tout le monde, se composent de deux pignons dentés qui engrènent l'un dans l'autre et qui, par suite de la prise des dents, chassent dans la tuyauterie de refoulement l'eau qui arrivait par la tuyauterie d'aspiration et s'est logée entre chaque dent, ainsi que le montre la figure ci-contre.

Mes essais ont porté sur deux pompes à engrenages de dimensions différentes, de construction semblable, et tournant l'une à 100 tours *(fig. 68)* l'autre à 500 ou 600 tours. Voici quels ont été les résultats obtenus dans la pompe tournant à 600 tours. Le tableau des essais de pression (*fig. 69*) dressé à cette vitesse de régime montre que le débit est d'environ 2 800 litres pour une vitesse de 250 tours et une pression de 2 m. 50 d'eau. Il descend d'une façon presque régulière pour devenir nul sous une pression de 58 m. d'eau. On peut donc, avec ce système de pompe, obtenir des pressions considérables et le rendement est d'autant meilleur que la pression est plus élevée, ce qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se conçoit quand on remarque que la puissance absorbée par les frottements est relativement très élevée par suite des engrenages en prise.

L'examen de la courbe des essais à vitesse variable *(fig. 70)* montre que le débit croît d'une façon presque proportionnelle à la vitesse et que la puissance absorbée est très régulière, pour atteindre environ 3.000 litres à 300 tours. On voit que la meilleure vitesse de régime serait environ 170 tours, correspondant à un débit d'environ 1.700 litres. Le constructeur indique une vitesse de régime de 100 tours seulement. Il a été impossible de pousser les essais à vitesse variable à plus de 300 tours, car au-dessus de ce chiffre les engrenages se comportaient très mal,

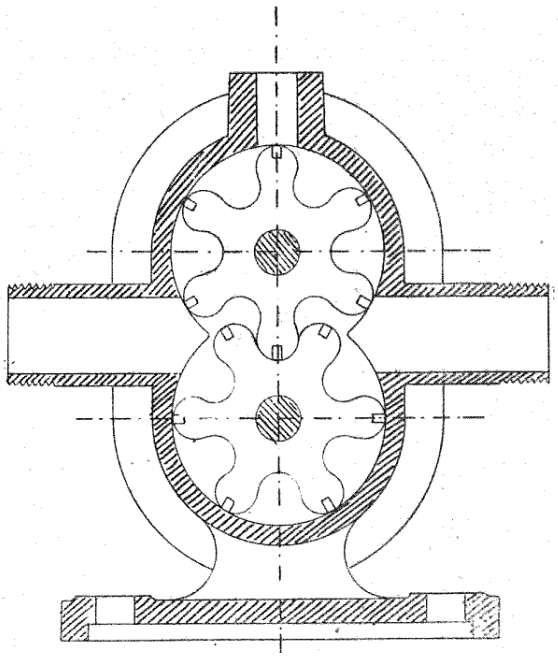


Fig. 68. — Pompe à engrenages BROQUET.

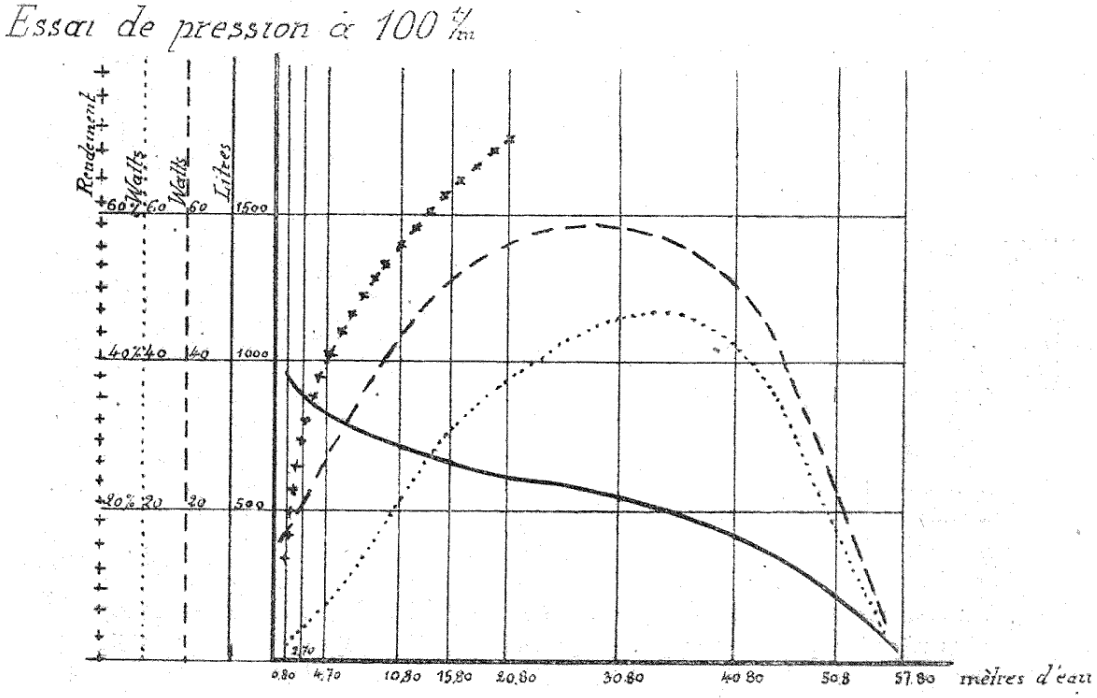


Fig. 69. — Pompe à engrenages BROQUET.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnant lieu à des chocs et à des vibrations, des secousses extraordinaires.

Etudions maintenant une deuxième pompe à engrenages, plus petite, de construction plus soignée, avec des coussinets spéciaux pour assurer une bonne

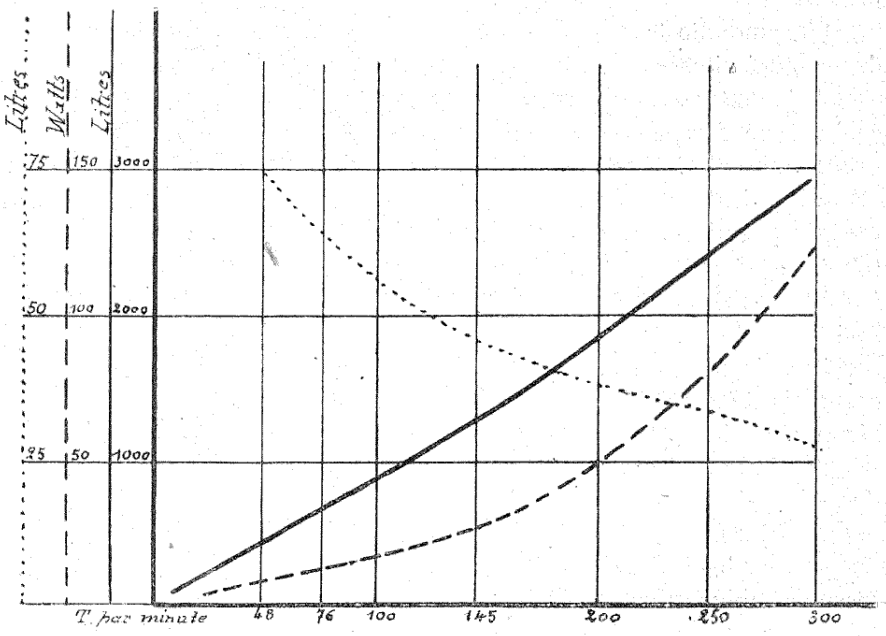


Fig. 70. — Pompe à engrenages de Henry.

portée des axes, et dans laquelle on a grâce à cette bonne conduite pu pousser les essais de circulation à vitesse variable jusqu'à 1.000 tours *(fig. 71)*. D'après

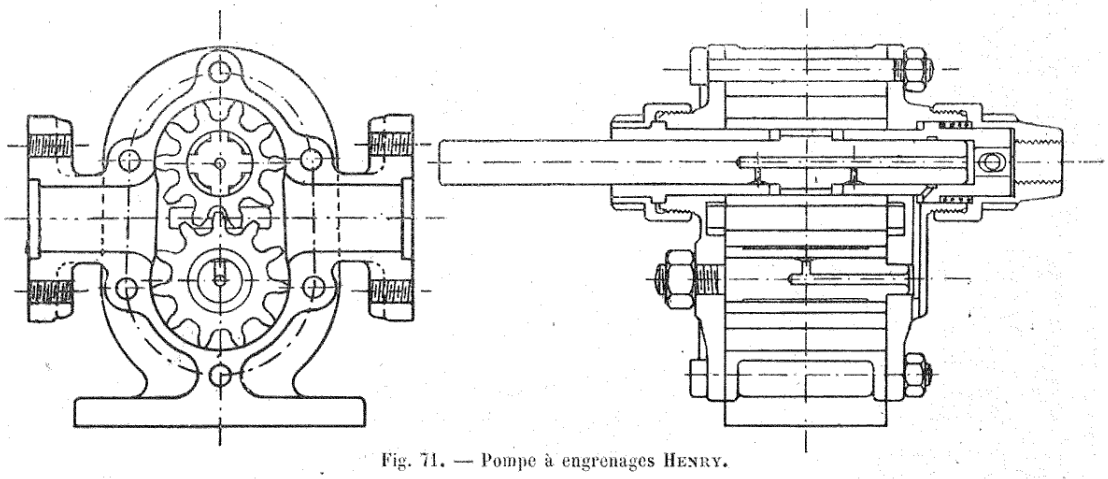


Fig. 71. — Pompe à engrenages Henry.

les courbes de ces tableaux *(fig. 72 et fig. 73)* on voit que le débit est encore plus régulier que dans la pompe précédente, il se représente par une ligne droite parfaite. Cela tient évidemment à la bonne construction de la pompe. On voit que la puissance absorbée est également à peu près proportionnelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

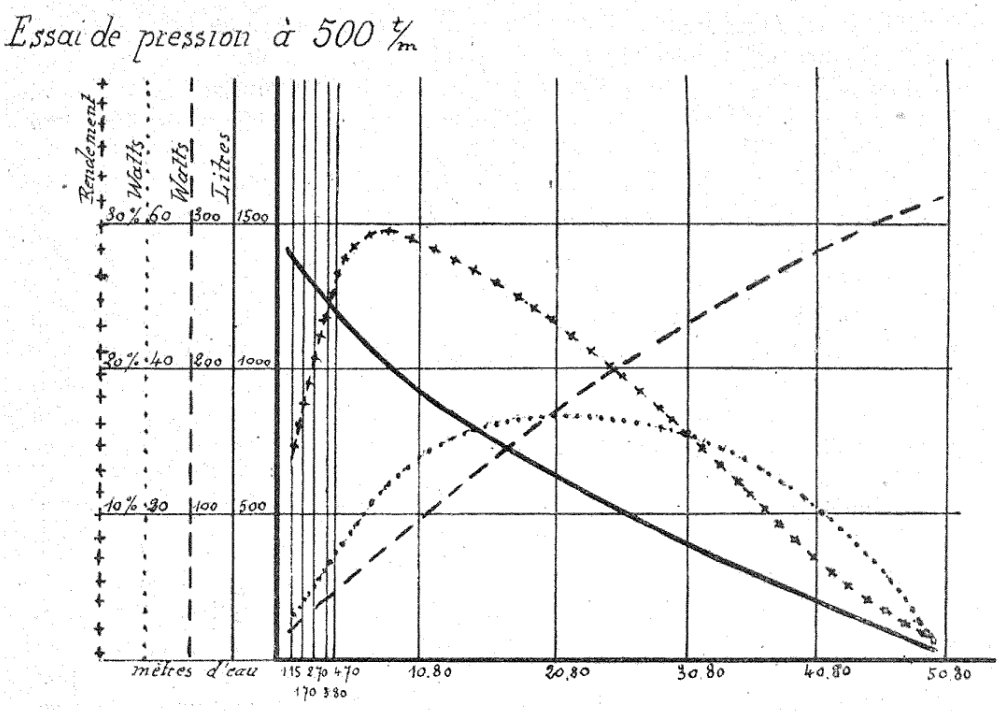


Fig. 72. — Pompe à engrenages HENRY.

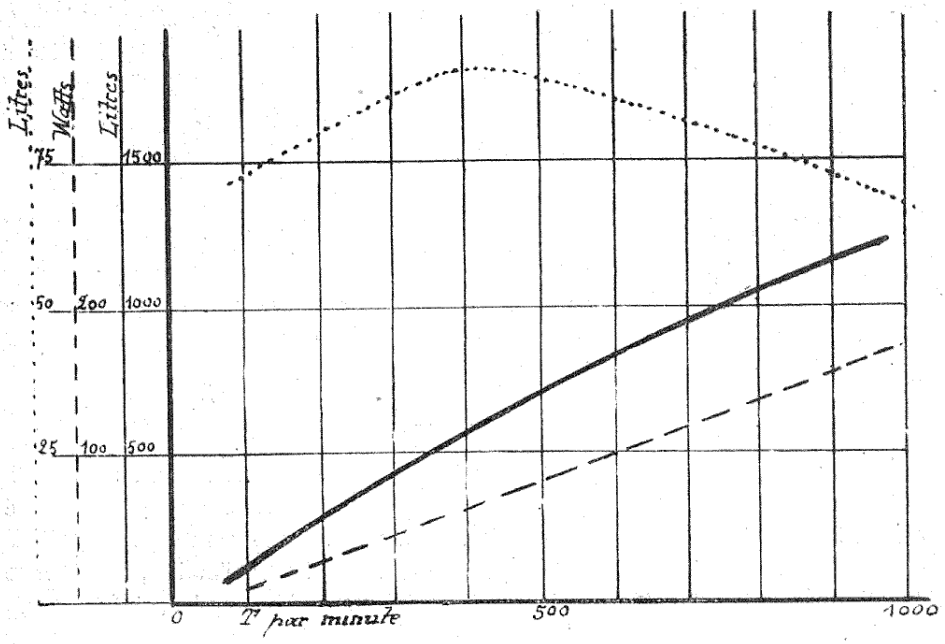


Fig. 73. — Pompe à engrenages HENRY.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et suit une courbe voisine de celle des débits. Le nombre de litres débités par watt-heure est représenté par une courbe moins inclinée que la précédente, indiquant par conséquent un meilleur rendement. Le tableau indique que la meilleure vitesse de régime pour cette pompe est comprise entre 500 et 550 tours, alors que le constructeur indique comme vitesse normale de régime 500 tours.

L'examen du tableau des essais de pression à la vitesse de régime de 500 tours, montre que le rendement maximum est d'environ 30 %, et qu'il a lieu à une pression d'environ 10 mèt. d'eau tandis que dans les centrifuges que nous avons pu examiner précédemment ce maximum de rendement avait lieu pour 4 à 5 mètres. En même temps, on voit que la pression maximum que l'on peut atteindre avec une telle pompe, marchant à sa vitesse normale de 500 tours, est de 50 mètres d'eau. Quant au débit, il décroît d'une façon presque régulière au fur et à mesure que la pression augmente, étant égal à environ 1.300 litres pour une pression de 1 mètre, pour devenir nul sous 50 mèt. d'eau.

Pour que cette pompe travaille dans les meilleures conditions, il faudrait donc qu'elle ait une vitesse de rotation comprise entre 500 et 550 tours et qu'on la fasse travailler sous une pression de 8 mètres d'eau. A cette vitesse et sous cette pression, son débit serait d'environ 1.000 litres, ce qui est largement suffisant.

En résumé, de cette étude des pompes à pignons, il résulte qu'elles possèdent les avantages suivants : elles peuvent fournir facilement une forte pression, pouvant atteindre, en cas d'obstruction des conduits ou autres, jusqu'à 5 et 6 kilos : elles sont très sûres, fonctionnent dans tous les cas (quand elles sont actionnées, puisque les engrenages sont toujours en prise); et, sous ce rapport bien supérieures aux centrifuges qui, elles, sont irrégulières et s'arrêtent parfois sans qu'on en puisse trouver la cause; elles sont robustes, simples et reversibles, c'est-à-dire fonctionnent dans les deux sens, l'aspiration pouvant devenir le refoulement. Par contre elles possèdent les désavantages suivants: faible vitesse de régime ne pouvant pas dépasser 5 à 600 tours, usure rapide, surtout avec de l'eau sale, et c'est là leur défaut capital, car les usures latérales que prennent les deux pignons, dans le corps de pompe, sont irrémédiables et occasionnent des fuites qui, au bout de peu de temps, peuvent presque annuler le rendement de la pompe, tant comme pression que comme débit. Enfin, si elles tournent trop vite ou si les engrenages sont mal taillés, elles produisent du bruit, et leur aspiration devient détestable dès que les usures latérales dont nous avons parlé ci-dessus se sont produites.

POMPES A PALETTE

Les pompes à palette que nous allons examiner maintenant, sont ordinairement composées d'un cylindre dans lequel se trouve un disque excentré qui sert de guide à une ou deux palettes disposées suivant un de ses diamètres et poussées contre le corps de pompe par un ressort dont l'action, pendant le fonctionnement, est aidée par la force centrifuge créée par la rotation de la palette.

Le corps de pompe est ainsi divisé constamment en deux capacités de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

volume variable, et les deux palettes travaillent en somme comme deux véritables pistons.

Ces pompes ne peuvent pas non plus, de même que les pompes à engrenages, tourner à une très grande vitesse. Mais elles présentent sur les précédentes l'avantage de pouvoir rattraper en grande partie l'usure latérale que nous signalions tout à l'heure. Dans le dessin que nous avons sous les yeux, *(fig. 74)* cette usure se rattrape d'une façon très simple à l'aide d'un ressort qui tend à chasser constamment l'arbre et par conséquent le moyeu et les palettes dans le fond du corps de pompe, où se trouve placé un disque en fibre, le fond du corps de pompe étant fermé par un couvercle à pas de vis que l'on serre plus ou moins pour rattraper les usures. Un anneau de caout-

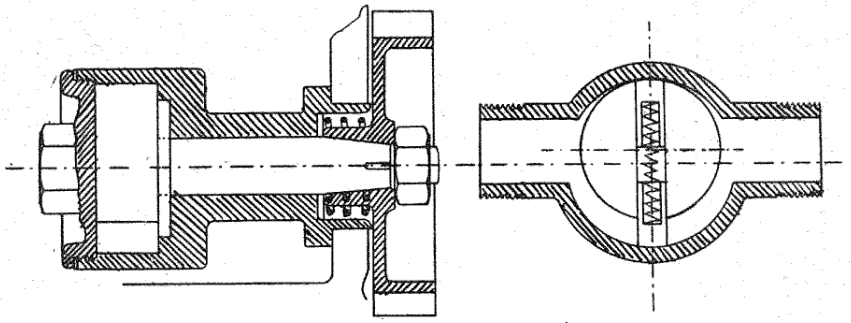


Fig. 74. — Pompe à palettes VERMOREL.

chouc est placé entre le cylindre et le couvercle pour faire le joint et se prêter au serrage.

Les essais que j'ai faits sur une pompe de ce système m'ont donné les résultats suivants: Le tableau des essais de pression *(fig.75)* montre que le débit décroît d'une façon absolument régulière au fur et à mesure que la pression augmente pour devenir nulle sous une charge de 17 mètres d'eau, le rendement étant maximum sous une charge d'environ 8 mètres d'eau. Ces pompes donnent donc une grande sécurité dans les automobiles au point de vue de la circulation. Mais le tableau des essais de circulation à vitesse variable sous pression nulle *(fig. 76)* montre que, à partir de 6 à 700 tours, le débit devient complètement irrégulier, ce que j'attribue à ce que les palettes n'ont plus le temps d'aller et venir dans leur logement, les ressorts n'agissant pas d'une façon suffisamment rapide, en sorte qu'il y a quelquefois communication directe entre l'aspiration et le refoulement. Quant à la puissance absorbée, elle varie d'une façon absolument irrégulière, et l'on voit que la meilleure vitesse à donner à ces pompes est celle d'environ 500 tours. En résumé, les pompes à palettes ordinaires sont moins simples que les pompes à engrenages, puisqu'elles nécessitent des pièces plus délicates, des ressorts, des palettes. Mais, par contre, elles permettent de rattraper en partie les usures qui se produisent, et de même que les pompes à engrenages, elles donnent une pression aussi forte qu'un cylindre avec piston. Elles sont robustes et elles sont reversibles.

Leur inconvénient est d'être obligées de tourner à une vitesse relativement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

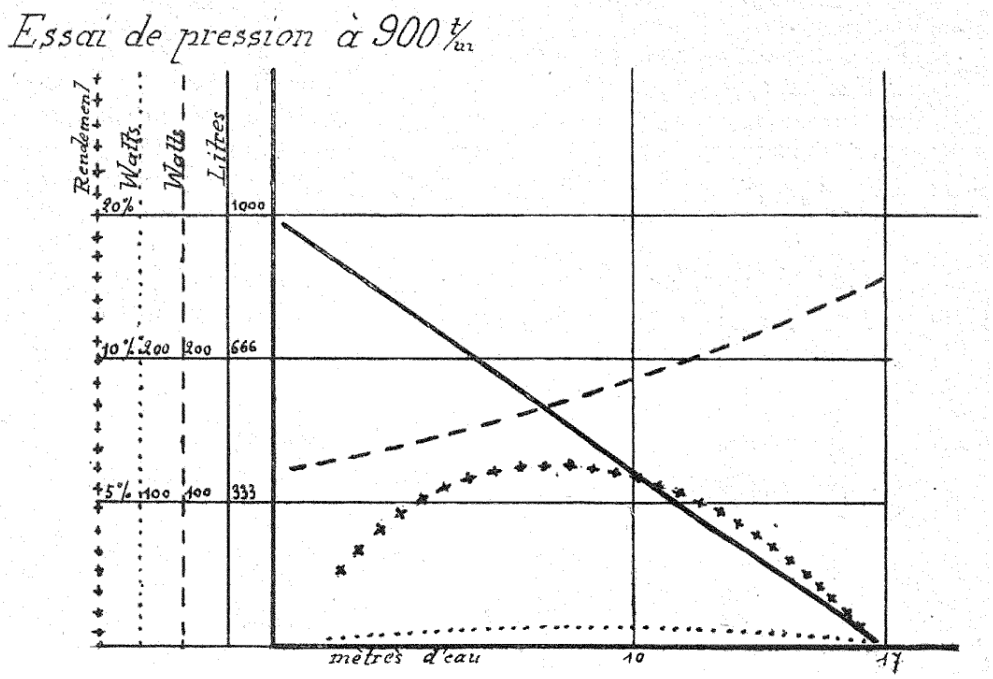


Fig. 75. — Pompe à palettes VERMOREL.

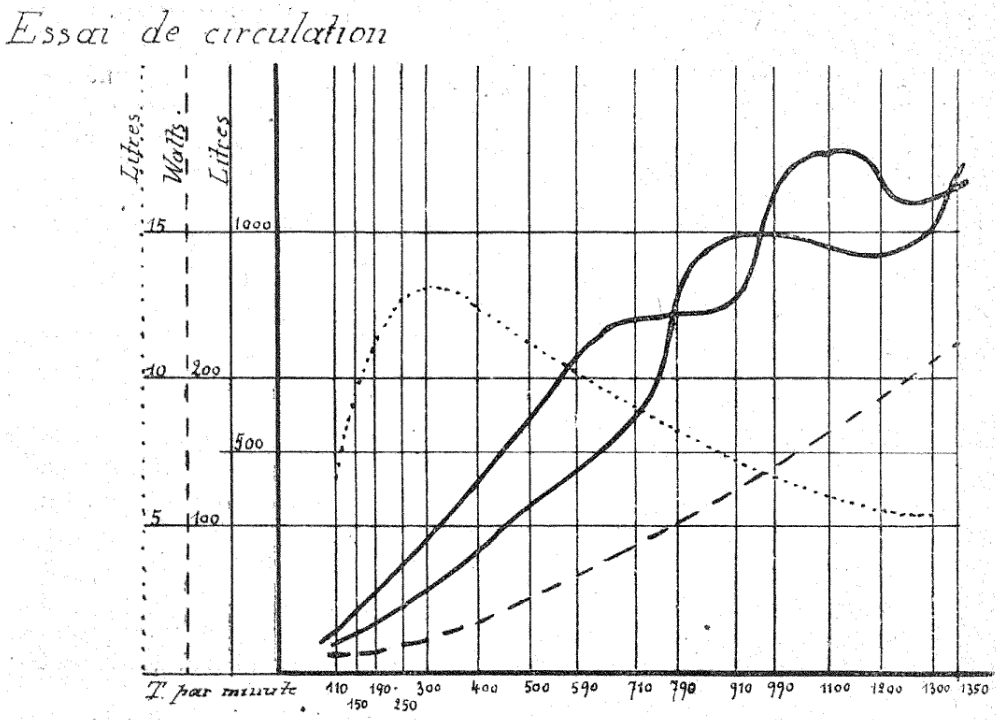


Fig. 76. — Pompe à palettes VERMOREL.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faible, à peu près celle des pompes à engrenages, et d'avoir des usures difficilement rattrapables car même le dispositif indiqué dans le dessin est difficile à régler. Si les métaux entrant dans leur fabrication ne sont pas parfaitement choisis, ou si les ressorts sont trop durs, il se produit à l'intérieur du corps de pompe cylindrique une sorte de broutage qui diminue considérablement le rendement et le bon fonctionnement.

Voici maintenant une autre pompe, sur laquelle je n'ai pas eu le temps de faire d'essais, et qui est exposée ici, où je l'ai rencontrée. Elle est excessivement simple. Ce n'est autre chose en somme qu'une pompe à vis d'Archimède, à un seul pas, mais identique à celles connues depuis si longtemps. Cette pompe, qui nous paraît très intéressante par sa simplicité, a les mêmes inconvénients d'usure que les pompes à engrenages. Son constructeur nous a donné sur elle les caractéristiques suivantes :

Nombre de tours normal 2.000 à 2.400 suivant le débit. Débit suivant le diamètre 2.500 à 5.000 litres. Pression obtenue 10 mètres d'eau.

POMPE DE DION-BOUTON (*Système BUTIN*)

Enfin, nous terminerons cette étude par celle d'une nouvelle pompe rotative à palette, basée sur un principe tout à fait nouveau,

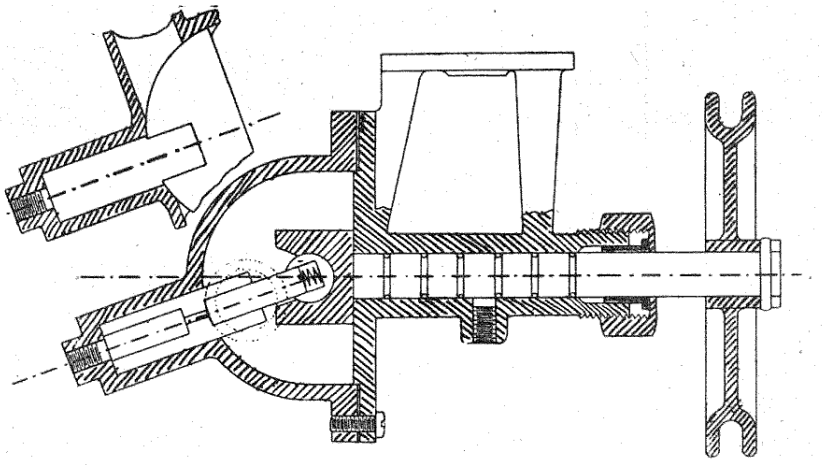


Fig. 77. — Pompe de Dion-Bouton.

et que vient de construire la maison de Dion-Bouton. Cette pompe, qui travaille comme une véritable pompe à piston, se compose *(fig.77)* d'une demi-sphère fermée par un plateau tournant, dans lequel se trouve engagée une rotule qui porte elle-même une palette demi-circulaire. Cette palette est chassée vers le sommet de la sphère, d'abord par un ressort placé dans la rainure de la genouillère, et aussi par la force centrifuge. Par suite de la courbure même de la sphère, il se produit une sorte de rodage entre cette dernière et la palette en sorte que les usures se rattrapent automatiquement et constamment. La palette est guidée dans son mouvement de rotation par un tourillon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'axe passe par le centre de la demi-sphère et se trouve plus ou moins incliné selon que l'on doit faire tourner la pompe plus ou moins vite.

Le volume engendré par la palette d'une telle pompe est exactement semblable à celui que donnerait une pompe actionnée par piston et manivelle, et peut se représenter par une courbe identique à la sinusoïde que donne ce dernier système. Cette pompe peut fonctionner indifféremment à toutes les vitesses comprises entre 50 et 1.200 tours.

L'examen des essais de pression *(fig. 78)* montre que le rendement est d'environ 18 % pour une pression d'environ 10 mètres d'eau, et que ce

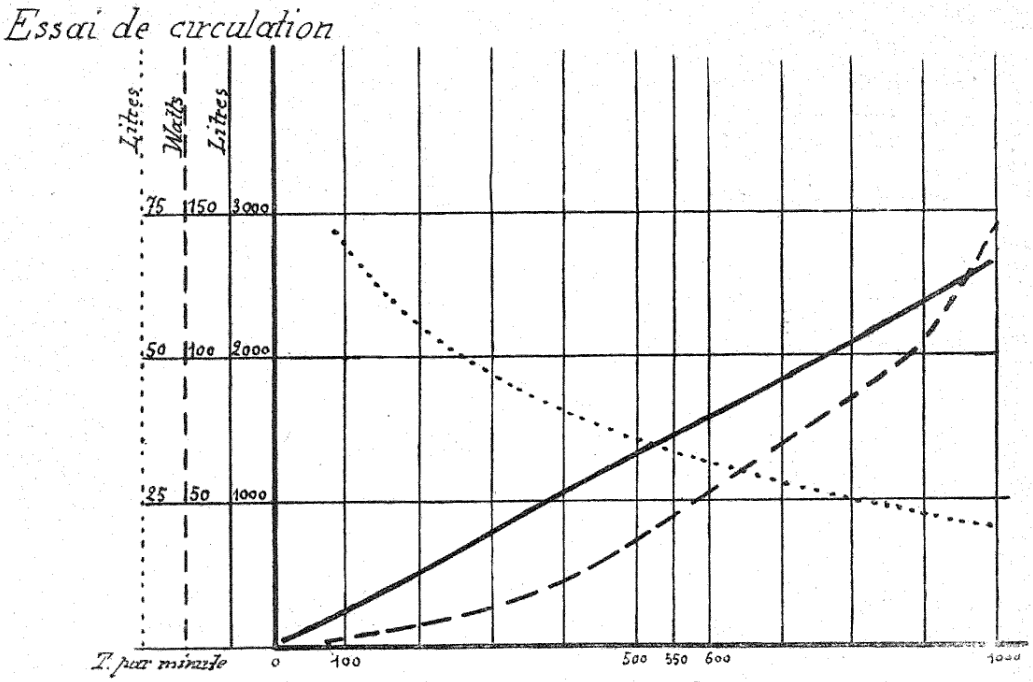


Fig. 78. — Pompe de Dion-Bouton, Système Butin.

rendement diminue d'une façon très lente à partir de 30 mètres d'eau. Le débit décroît d'une façon continue, et la pression peut atteindre jusqu'à 5 et 6 kilos.

L'examen des courbes de débit *(fig. 79)* sous pression nulle et à vitesses variables nous montre que de même que dans les pompes à engrenages et à palettes, le débit est presque exactement proportionnel au nombre de tours, quel que soit ce dernier, et que le rendement variant très lentement, la meilleure vitesse à adopter pour cette pompe est comprise entre 200 et 800 tours.

Cette nouvelle pompe présente donc les avantages suivants : simplicité, robustesse, sécurité de fonctionnement, très forte pression, reversibilité de marche, usure complètement rattrapable. Ses inconvénients sont les mêmes que ceux de toutes les pompes mécaniques autres que les centrifuges, c'est-à-dire complications et frottements.

En résumé, aux constructeurs qui recherchent avant tout la simplicité, nous conseillons d'adopter les pompes centrifuges. A ceux qui désirent au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contraire la sécurité, nous conseillons les pompes mécaniques à engrenages ou à palette, de préférence ces dernières.

Etant donné, somme toute, la faible force absorbée par une pompe, qui varie de 100 à 150 watts dans les centrifuges, de 300 à 400 watts dans les pompes à engrenages, de 250 à 400 watts dans les pompes à palette, nous estimons qu'il n'y a pas lieu de se préoccuper beaucoup du rendement des pompes et qu'il faut avant, choisir celle qui répond le mieux au desideratum du construc-

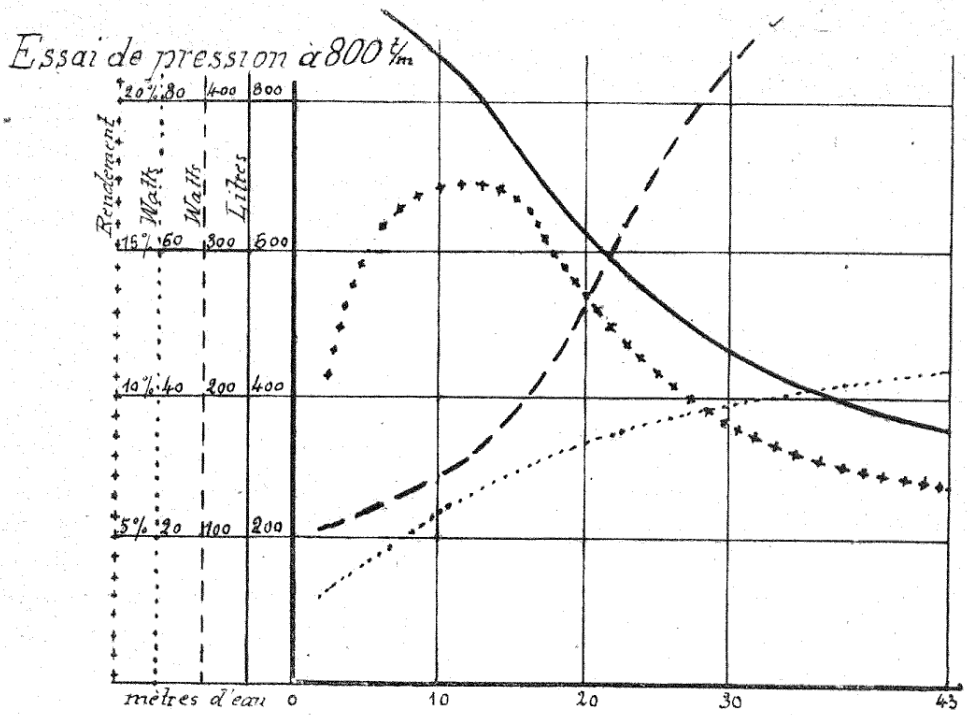


Fig. 79. — Pompe de Dion-Bouton, Système Butin.

teur. Donc, comme conditions capitales d'une bonne pompe, nous poserons en premier lieu les suivantes :

Bonne marche à demi-vitesse de régime, et à ce point de vue les centrifuges me paraissent très inférieures aux autres systèmes;

Longue durée et alors les centrifuges sont les meilleures, ensuite viennent les pompes à palette système de Dion-Bouton ou autres et les pompes à engrenages ;

Commande la plus directe possible, à ce point de vue encore, les centrifuges nous paraissent les meilleures, puis les pompes à palette, enfin celles à pignons ;

Enfin, vitesse de rotation assez grande, de façon à pouvoir supprimer tous les engrenages intermédiaires qui sont toujours source de complications et d'ennuis en commandant la pompe directement soit par l'arbre même du moteur, soit par l'arbre des cames.

A ce sujet nous nous permettrons de signaler que l'on rencontre un cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tain nombre de constructeurs qui commandent leurs pompes centrifuges à l'aide de trois engrenages intermédiaires. C'est là un système absolument à rejeter, d'abord à cause de sa complication, et ensuite parce que, au point de vue même rationnel, il est inutile de faire consommer, pour un outil du genre de la pompe, trois fois plus de force par la commande que par la pompe elle-même.

Comme qualités à exiger d'une bonne pompe, il faut citer également la simplicité, la légèreté et la facilité de pose.

Enfin, puisqu'on cherche en automobile à réduire autant que possible tous les organes, il nous semble rationnel d'employer des radiateurs à grande surface extérieure de contact, de volume très réduit et d'employer des pompes donnant suffisamment de pression et de débit lorsque le moteur tourne à demi-vitesse. A ce point de vue, les centrifuges sont inférieures aux autres pompes, et il me semble que la meilleure solution consisterait à commander directement par l'arbre des cames une pompe à palette à usure rattrapable, donnant en vitesse normale 1.000 à 1.200 litres et à demi-vitesse par conséquent 500 à 600 litres, par une pression de 5 à 6 mètres d'eau ce qui serait largement suffisant pour assurer une bonne circulation d'eau de telle façon qu'elle puisse fonctionner comme thermo-siphon en cas d'accidents.

M. SAINT-CHAFFRAY défend le refroidissement par thermo-siphon et proteste contre l'erreur du refroidissement à outrance.

M. LOREAU proteste également contre cette idée de pousser le refroidissement du moteur au maximum, qui est en contradiction avec le bon rendement d'un moteur bien réglé. Il y a une limite à observer.

M. PERISSE émet l'avis que le moyen le plus simple est de refroidir par ébullition de l'eau, qui a l'avantage de donner toujours une température constante et de supprimer tout organe mécanique.

M. BRILLE préfère également la marche à température élevée.

M. THAREAU rappelle très heureusement les mots suivants, qu'il tient de la bouche autorisée du très regretté M. LEVASSOR « Il ne faut pas avoir moins « de 75° dans l'eau de refroidissement. »

M. DE LA VALETTE demande la parole pour ramener la discussion sur son vrai terrain. — Il n'y a pas lieu de faire ici le procès du rendement thermique du moteur ; mais nous savons tous qu'il faut refroidir nos moteurs de voitures, nous nous occupons en ce moment des pompes et loin de nous la pensée de trop refroidir le moteur pour le faire mal travailler.

M. SIDERSKY dit qu'il y a deux systèmes de refroidissement, l'un à l'eau froide, l'autre qui n'utilise que la chaleur latente de vaporisation de l'eau. Il préfère le premier système et cite des exemples à l'appui de cette théorie.

M. PERISSE croit que M. SIDERSKY a surtout en vue des moteurs fixes, tandis qu'ici nous parlons de moteurs d'automobiles dans lesquels le bon fonctionnement prime le rendement. Dans les moteurs chaque fois que la suppression de la pompe sera possible, elle sera à souhaiter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. VARLET préconise la pompe à palettes et la commande par engrenages comme plus sûre; il rejette le système par friction comme incertain et trop délicat.

M. BUTIN n'est pas de l'avis de M. VARLET.

M. LE PRESIDENT remercie M. BUTIN de sa très intéressante communication ainsi que MM. les Membres du Congrès, qui ont pris part à la discussion qu'elle a motivée.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. BENABENQ pour sa communication :

Communication de M. J. BÉNABENQ

INGÉNIEUR E. C. P.

sur les

REFROIDISSEURS OU RADIATEURS EMPLOYÉS EN AUTOMOBILE

Les moteurs à explosion parmi lesquels doivent être classés les moteurs à alcool ont le coefficient économique maximum.

C'est ce qui résulte nettement de l'application du principe de CARNOT CLAUSIUS à l'étude de ces moteurs.

Si, abandonnant la théorie, nous nous reportons aux nombreux essais faits sur les moteurs à explosion pour déterminer leur bilan calorimétrique nous trouvons que l'on peut admettre en moyenne les chiffres suivants :

Puissance calorifique du combustible employé 100.

Chaleur convertie en travail indiqué 20 %.

Chaleur perdue par l'eau de refroidissement 40 %.

Chaleur perdue par l'échappement 40 %.

Il est, bien entendu, que ces chiffres ne sont que des moyennes, car on a trouvé des résultats bien supérieurs pour la chaleur convertie en travail ; c'est ainsi qu'avec le moteur à alcool on peut atteindre 30 % comme chaleur convertie en travail pour l'alcool pur et 34 % avec l'alcool carburé à 50 %.

C'est ce qui résulte des essais du mois de mai dirigés par M. RINGELMANN.

En répartissant la perte subie, par moitié sur l'échappement et le refroidissement on voit que si on pouvait supprimer ce dernier on arriverait à augmenter de plus du double le rendement des moteurs.

Malheureusement le refroidissement des moteurs à explosion est une nécessité pour plusieurs motifs.

Le bon fonctionnement de tout moteur nécessitant un graissage de toutes les pièces en mouvement pour atténuer les effets du frottement et la température au moment de l'explosion atteignant plus de 1.500°, il faudrait avoir un lubrifiant qui résiste à la température moyenne de plus de 600° possédée par les parois sous l'effet de l'explosion pour être assuré d'une bonne marche sans refroidissement.

Or, les huiles de graissage fournies jusqu'à ce jour commencent à se décomposer entre 350 et 400°. Il en résulte que si l'on élimine par une grande

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

partie de la chaleur communiquée aux parois par l'explosion, le graissage sera impossible et qu'il se produira un grippage.

De plus, les soupapes, principalement celles de l'échappement, sont soumises à une température très élevée puisqu'elles sont situées dans la chambre d'explosion ; il se produit de ce fait une oxydation et elles se déforment rapidement perdant ainsi leur étanchéité.

Enfin, quoique plus difficilement, il pourrait se produire des allumages prématurés si la température de la chambre d'explosion était trop élevée.

Il est donc absolument nécessaire de refroidir, mais c'est loin d'être une utilité, puisque si on ne refroidissait pas on arriverait à une meilleure utilisation de l'énergie calorifique du combustible et par suite à une consommation inférieure de ce dernier, ce qui serait aussi avantageux en automobile que dans les applications industrielles ou agricoles du moteur à alcool.

REFROIDISSEMENT PAR CYLINDRES A AILETTES

Si l'on remarque qu'une partie de la chaleur intérieure du moteur est éliminée à la fois, par rayonnement de la paroi du cylindre et par connexion par suite du contact de l'air avec cette dernière on voit que la première idée à venir pour obtenir un refroidissement devrait être d'augmenter la surface extérieure du cylindre.

C'est, en effet, ainsi que l'on refroidit tous les petits moteurs jusqu'à la puissance de 2 chevaux-vapeurs.

Pour cela on munit le cylindre d'ailettes convenablement disposées et l'on obtient un refroidissement suffisant parce que dans les moteurs de faible puissance la surface extérieure des cylindres est relativement grande par rapport au volume intérieur.

Mais dès que le moteur dépasse la puissance de 2 chevaux-vapeurs les ailettes ne suffisent plus pour obtenir un bon refroidissement et on doit avoir recours à l'eau qui est employée comme véhicule de chaleur.

Il importe, d'ailleurs, de noter que, même pour les petites puissances, si le moteur est employé dans une installation fixe, le refroidissement par ailettes n'est pas suffisant sans l'emploi d'un ventilateur envoyant un fort courant d'air sur le moteur, ce qui nécessite une installation telle qu'il est préférable d'adopter l'eau pour amener le refroidissement.

Il n'en est plus de même pour les petits moteurs employés, dans les tricycles ou dans les motocyclettes, car la vitesse de ces machines produit l'effet d'un ventilateur. Toutefois même pour ces petites machines, on trouve des motocyclettes avec moteurs à culasse à refroidissement d'eau.

REFROIDISSEMENT PAR L'EAU

Deux systèmes de refroidissement au moyen de l'eau sont couramment employés :

1° Refroidissement par circulation de l'eau dans l'enveloppe du cylindre.

2° Refroidissement par évaporation de l'eau dans l'enveloppe du cylindre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

REFROIDISSEMENT PAR CIRCULATION D'EAU

Ce système, de beaucoup le plus employé consiste à faire circuler dans l'enveloppe du cylindre soit par simple différence de densité au thermo-siphon soit au moyen d'une pompe un courant d'eau venant d'un réservoir.

Ces divers procédés ayant été indiqués dans une communication précédente, nous nous bornerons ici à étudier les divers systèmes de *Refroidisseurs* appelés aussi *Radiateurs* ayant pour but d'assurer le refroidissement de l'eau en circulation de façon à en obtenir le minimum de consommation, sans atteindre la température et l'ébullition de l'eau c'est-à-dire 100°.

Aussi bien dans les installations de moteurs fixes que dans l'automobile on peut avoir intérêt à toujours se servir de la même eau. Si, par exemple, l'on admet une consommation de 25 litres d'eau par cheval-heure pour le refroidissement d'un moteur à explosion on voit que pour un moteur de 10 chevaux, on consommera pour 10 heures de travail par jour 2.500 litres d'eau, or si on peut avoir parfois de l'eau à discrétion et ne coûtant rien, il arrive le plus souvent que l'eau a une valeur qui est loin d'être négligeable et que l'on a par suite intérêt à l'économiser.

Dans les installations fixes les dispositifs à employer pour le refroidissement de l'eau sont les mêmes que ceux adoptés pour le refroidissement des eaux servant à la condensation de la vapeur d'échappement des moteurs à vapeur.

Nous nous contentons de rappeler que ces dispositifs sont principalement : les bassins de réfrigération avec jets pulvériseurs, les tours à fascines, les réfrigérants en lattis, système KLEIN, HENRICH ou ZOCHOCKÉ, le réfrigérant à persienne BOHLER ou KŒRTING et enfin les divers types avec ventilateurs, CHALIGNY, BARNARD, KLEIN, BOHLER, WORTHINGTON et FOUCHÉ.

En automobile on comprend aisément que pour diminuer le poids mort transporté on a intérêt à avoir des réservoirs contenant aussi les refroidisseurs spécialement construits pour l'automobile. Sont-ils en assez grand nombre ?

Nous en ferons un examen très rapide sans avoir la prétention de faire ici un cours ce qui est loin d'être le but de cette communication.

Ainsi que nous l'avons dit la température de l'eau de circulation ne doit pas atteindre 100° sans cela elle se transformerait en vapeur et s'échapperait à l'air libre.

Elle doit être maintenue à une température d'environ 80° et d'une façon générale ne pas osciller avec une trop grande différence de part et d'autre de température pour laquelle a été calculée la dilatation du piston et du segment d'un moteur. Sans cela il pourrait se produire sinon le grippage tout ou moins un mauvais fonctionnement ce qui amènerait peu à peu des usures sérieuses.

Tous les constructeurs, en effet, sont obligés dans les études qu'ils font préalablement à la construction des moteurs, de prendre pour base de leurs calculs des dimensions principales une certaine température.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or, pour cette température, le moteur aura certainement son rendement organique maximum, puisque, toutes choses égales d'ailleurs, lorsqu'il marchera à cette température de régime il se trouvera dans les conditions qui ont été les bases de sa construction.

C'est d'ailleurs vers l'augmentation du rendement organique des moteurs qu'à notre avis doivent tendre les efforts des constructeurs.

Si les applications de la thermodynamique à l'étude des moteurs thermiques ont très certainement leur utilité pour expliquer les phénomènes et si elles ont pu ainsi amener des améliorations de détail, il n'est pas douteux que c'est surtout la pratique qui a amené les perfectionnements nombreux et principaux du moteur à explosion.

Pour obtenir le refroidissement il était tout naturel de chercher à utiliser le courant d'air violent produit par la marche de la voiture.

C'est en effet principalement par connexion que se fait le refroidissement, c'est-à-dire par un échange de chaleur entre l'air au contact du tuyau ou circule l'eau que l'on veut refroidir et la paroi de ce tuyau.

Or la connexion est proportionnelle à la racine carrée de la vitesse du fluide qui lèche la paroi, de telle sorte que l'eau sera d'autant mieux refroidie que le système de refroidisseur permettra d'utiliser toute la vitesse de l'air produite par la voiture, sans tourbillons, arrêts ou ralentissements, dans le mouvement de l'air.

Mais la surface de refroidissement intervient aussi; plus cette surface est grande, plus la connexion est facile.

Toutefois le refroidissement est loin d'être proportionnel au développement de la surface.

Nous classerons les refroidisseurs comme suit :

Refroidisseurs à ailettes sans ventilateur ;
Refroidisseurs à ailettes avec ventilateur ;
Refroidisseurs multibulaires sans ventilateur ;
Refroidisseurs multibulaires avec ventilateur.

REFROIDISSEURS A AILETTES SANS VENTILATEUR

La construction des tuyaux à ailettes est presque généralement la suivante :

On emploie un tube de cuivre rouge cylindrique de 12 à 20 m/m de diamètre sur lequel on enfile des ailettes généralement en fer.

Ces ailettes sont des carrés de tôle découpés, dans lesquels on a pratiqué au milieu une croix de Saint-André, inscrite dans un cercle de diamètre égal au diamètre intérieur du tuyau. Cette croix de Saint-André découpe dans le cercle circonscrit quatre triangles curvilignes que l'on relève en laissant une légère conicité, de sorte que dans l'enfilage sur les tubes ils forment ressorts et adhèrent.

Lorsque les ailettes sont ainsi enfilées et maintenues entre elles par un écartement égal au rayon extérieur du tube on soumet celui-ci à une pression d'environ 250 kilos par centimètre carré. La surface extérieure du tube s'on-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dule, et les ailettes se trouvent aussi maintenues dans le creux de l'ondulation.

Les avantages de cette construction sont d'un montage facile, une fixation certaine sans soudure, une grande facilité pour le coudage des tubes puisque la collerette de l'ailette est ouverte et qui permet à celle-ci de rester toujours perpendiculaire à l'axe du tube et enfin d'obtenir l'écartement d'ailette qui donne le maximum de rendement, attendu que des expériences faites il résulte que l'écartement d'ailettes pour lesquelles le rendement est maximum est égal au rayon extérieur du tuyau.

Ce procédé de construction est celui de MM. J. Grouvelle et H. Arquembourg et il est aujourd'hui généralement adopté.

C'est dans le modèle d'ailette que réside aujourd'hui la différence des divers types de refroidisseurs à ailettes.

Alors que la maison J. Grouvelle et H. Arquembourg adopte une ailette en tôle de fer plate avec une simple rainure pour les raidir, d'autres, comme les types Loyal, Liotard, Carpentier, Brunet, Pudanet, etc. ont des ailettes ondulées, pleines ou perforées, rondes ou carrées, en fer ou en cuivre.

Or la puissance réfrigérante des tuyaux à ailettes dépend de quatre 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 l'eau dans le tuyau ;

3° La vitesse de l'air ;

4° La surface de refroidissement en contact avec l'air.

Nous avons précédemment insisté sur les deux derniers facteurs que l'on a intérêt principalement à augmenter et si, toutes choses égales, d'ailleurs, on expérimente deux refroidisseurs, l'un avec ailette plate, l'autre avec ailette ondulée, on obtient pratiquement le même résultat, parce que dans les premiers la vitesse de l'air est plus grande puisqu'on a moins de résistance, tandis que dans les seconds on a plus de surface réfrigérante.

Toutefois le rendement économique des refroidisseurs à ailettes plates est meilleur, c'est-à-dire que le rapport du rendement réel de la surface refroidissante de ces radiateurs à leur prix est supérieur à celui des tuyaux à ailettes ondulées qui *a priori* coûtent plus comme construction.

L'épaisseur des ailettes est de 3/10 de millimètre environ. On peut la déterminer théoriquement en exprimant que sa surface doit transmettre par connection et rayonnement, la quantité de chaleur reçue par conductibilité, toutefois c'est par des expériences répétées qu'en pratique on détermine les épaisseurs.

Les tuyaux en cuivre sont également cylindriques mais on peut employer aussi des tubes plats sur lesquels sont moulées des ailettes plates, c'est le type des refroidisseurs H. Audin.

Le but que l'on s'est proposé d'atteindre avec ce type de refroidisseur est de faire circuler l'eau en lame très mince de 5 m/m environ d'épaisseur, c'est la même idée que celle appliquée dans les refroidisseurs multitubulaires; en même temps, l'aplatissement des tubes permet d'obtenir une surface de refroidissement double de celle d'un tuyau cylindrique de même section.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

REFROIDISSEURS A AILETTES AVEC VENTILATEUR

Un des défauts du type précédent est de ne demander sa réfrigération qu'au seul courant d'air résultant du vent et du mouvement de la voiture.

Or ce courant d'air est insuffisant, de façon accidentelle lorsqu'on monte une côte, parce qu'alors la voiture marche à faible vitesse tandis que le moteur travaille à pleine puissance, ce qui tend à l'eau plus chaude et d'une façon permanente avec les voitures industrielles transportant des poids lourds à des vitesses réduites.

Pour remédier à cet inconvénient, on emploie des radiateurs disposés de manière à ce qu'un ventilateur force l'air à traverser le radiateur avec une grande vitesse.

On peut, alors, rapprocher les ailettes à une distance inférieure au rayon du tuyau sur lequel elles sont montées.

On obtient ainsi des refroidisseurs dits soufflés montés à l'avant des voitures, à l'intérieur d'un cadre formant réservoir d'eau, car on peut arriver avec ce dispositif à n'avoir que 5 à 8 litres dans le réservoir qui peut être par suite de dimensions très réduites.

Dans le type GROUVELLE et ARQUEMBOURG les ailettes plates sont réunies entre elles par une tôle disposée entre deux tubes superposés de façon à former du tout un bloc rigide.

Dans le système LIOTARD on obtient par le plissage une surface environ une fois et demie plus grande que la surface plane.

La maison AUDIN dans son dernier type emploie toujours son type de refroidisseur tube plat mais avec tube intérieur dans lequel on insuffle de l'air. Les tubes sont verticaux.

On comprend facilement que par ce moyen, la lame d'eau est très réduite comme épaisseur et que de plus la circulation d'air se faisant sur les parois internes et externes du tube on puisse obtenir un très beau refroidissement.

Le seul inconvénient est de nécessiter l'emploi de deux ventilateurs.

Nous reviendrons sur l'examen de ces derniers.

REFROIDISSEURS MULTITUBULAIRES

Ces refroidisseurs sont composés en principe d'un très grand nombre de petits tubes ronds ou carrés ayant 10 m/m de diamètre et 10 centimètres de longueur environ, juxtaposés et reliés ensemble par une soudure qui forme du tout un bloc rigide comme les types précédents.

L'eau circule à l'intérieur des cloisons formées par les parois des tubes tandis que l'air passe à l'intérieur des tubes.

On a voulu ainsi diviser l'eau le plus possible de façon à ce que, en quelque sorte, chaque molécule d'air emporte la chaleur de chaque molécule d'eau.

Ainsi pour un moteur de 40 chevaux on a, dans le refroidisseur MERCEDÈS 5.800 tubes.

Les tubes peuvent être ondulés comme dans les systèmes MERCEDÈS ou PANHARD et LEVASSOR, ils peuvent être lisses, types PEUGEOT, CLÉMENT,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rochet-Schneider, Liotard, etc.; dans le type Aprin les tubes ont une section allongée comme deux accolades reliées aux extrémités.

Pour leur construction on emploie plusieurs procédés : ou bien, on les juxtapose simplement en plaçant soit un fil ou une rondelle pour maintenir leur écartement à chaque extrémité et on plonge ensuite le tout, maintenu par un cadre, dans un bain d'étain qui donne une soudure formant plaque à l'avant et à l'arrière; c'est le principe de la fabrication du modèle Peugeot; ou bien on équarrit pour les juxtaposer les extrémités des tubes ronds comme dans le type Panhard, puis on soude; on emploie aussi une grille métallique qui maintient l'écartement et raidit l'ensemble comme dans le type Liotard; enfin, dans d'autres systèmes, on dudigeonne les tubes dans deux plaques, type Rochet-Schneider.

On a ainsi une grande surface refroidissante et comme en plus le ventilateur fournit un grand appel d'air, on obtient avec ces types de refroidisseurs de très bons résultats de refroidissement avec très peu d'eau. Comme précédemment, 5 à 8 litres d'eau suffisent pour 40 chevaux, d'où économie de poids, réalisée aussi avec le type de refroidisseur à ailettes soufflé.

Le système multitubulaire nécessite un travail très soigné car la dilatation et les cahots amèneraient rapidement une fuite difficile à trouver. C'est un de leurs inconvénients.

VENTILATEURS

Les ventilateurs généralement employés sont du type hélicoïdal. Ils tournent à 2.000 tours environ et prennent de 45 à 50 kilogrammètres.

Les hélices sont inclinées à 45°; la vitesse théorique de l'air est égale pour cette inclinaison avec un ventilateur de 0 m. 40 de diamètre, à 75 kilomètres à l'heure environ. Pratiquement par suite de tourbillonnements, résistances diverses, etc., on obtient 40 kilomètres environ derrière le radiateur.

Le ventilateur se monte généralement derrière le radiateur, mais cela donne des points morts sur le refroidisseur, aussi est-il préférable, comme dans les types Mercedès et Panhard-Levassor, de le placer près du volant du moteur, à l'arrière. Dans le Mercedès, ce sont les leviers du volant qui sont en hélice, de telle sorte que le volant forme le ventilateur. On emploie alors des capots fermés et l'air traverse les refroidisseurs sur toute la surface avec la même vitesse.

L'inconvénient du ventilateur hélicoïdal est que les vitesses de la voiture et de l'air aspiré ne s'ajoutent pas. Ainsi si une voiture marche à 40 kilomètres à l'heure et que l'air soit aspiré à 40 kilomètres à l'heure, la vitesse de l'air après le refroidisseur n'est pas de 80 kilomètres, elle est seulement de 50 kilomètres à l'heure environ, de manière que si une voiture marche à 70 kilomètres à l'heure, le ventilateur va devenir résistant; il y aura mauvais refroidissement, puisqu'au lieu d'avoir comme vitesse de l'air celle de la voiture on aura une vitesse inférieure, comme si le ventilateur agissait en sens inverse.

Dans les voitures Panhard et Levassor, le ventilateur est du type centrifuge et ses orifices sont calculés de façon à ce que les vitesses s'ajoutent,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme dans l'accouplement des pompes centrifuges, pour arriver à de grandes hauteurs de refoulement.

De ce fait on arrive dans ces voitures à un très bon refroidissement.

REFROIDISSEUR MULTITUBULAIRE SANS VENTILATEUR

Il existe divers types de refroidisseurs multitubulaires dans lesquels on a cherché à diviser la masse d'eau en filets liquides, de façon à avoir une petite quantité d'eau à refroidir.

C'est suivant cette idée qu'est établi le refroidisseur LOYAL composé d'un faisceau de tubes de petite section, 5 m/m de diamètre environ, qui sont reliés et entrelacés entre eux par des ailettes oblongues, gaufrées et soudées à chaud à plein bain d'étain.

Ce refroidisseur donne de bons résultats, mais nécessite une installation d'eau donnant une vitesse très grande à cause des résistances de circulation créées par les divers tubes.

C'est un inconvénient général aux types multitubulaires.

Dans le système RAMIER et MARCHAL on emploie un tube spécial à section étoilée droit ou enroulé en hélice, ce qui permet d'obtenir comme surface de refroidissement environ quatre fois la surface d'un tube cylindrique de même section.

D'après le constructeur, le type en hélice aurait un meilleur rendement parce qu'on suppose que l'air entoure mieux l'hélice.

En thermo-siphon pour un moteur de 9 chevaux ce type de refroidisseur nécessite un réservoir de 20 litres d'eau et avec circulation par pompe le réservoir peut ne contenir que 15 litres.

Nous mentionnons aussi le type E. ROUNEAU composé de tubes de 7 m/m de diamètre avec ailettes en cuivre façonnées d'un seul morceau.

Enfin la maison CHARRON, GIRARDOT et VOGT a un type de refroidisseur en aluminium formant réservoir à l'avant de la voiture avec tubes de même métal de 20 m/m de diamètre dudigeonnés dans le réservoir.

Beaucoup de ces types de refroidisseurs qui sont employés comme nous l'avons dit sans ventilateur peuvent être également établis avec ventilateurs.

REFROIDISSEMENT PAR ÉVAPORATION D'EAU DANS L'ENVELOPPE DU CYLINDRE

Ce système a l'avantage de maintenir une température constante qui est celle de l'ébullition de l'eau. Dans ces conditions le rendement organique du moteur doit certainement être maximum.

Nous allons décrire l'application qui est faite de ce type de refroidisseur aux voitures GILLET-FOREST.

L'eau est emmagasinée dans un réservoir placé sous le siège de la voiture, ce réservoir est muni d'un tamis pour empêcher l'introduction des corps étrangers.

Quand on a de l'eau de pluie à sa disposition, il faut la choisir de préférence à une eau de puits ou de source qui est toujours plus ou moins calcaire ce qui est d'ailleurs général.

L'eau descend dans le moteur où le niveau est réglé par un réservoir à flotteur, sur la construction duquel nous reviendrons plus loin, cette eau qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entoure le cylindre et les boîtes à soupapes pénètre par la partie centrale et son niveau s'établit à hauteur d'un petit robinet *ad hoc*.

Lorsque le moteur fonctionne, la chaleur dégagée par les explosions ne tarde pas à porter cette masse d'eau à l'ébullition, la vapeur se forme, monte par les tubes centraux du radiateur, se répand à droite et à gauche dans le collecteur supérieur d'où elle descend en se condensant dans la batterie des tubes latéraux, le collecteur inférieur est incliné vers le centre et porte deux cloisons qui séparent la partie contenant la vapeur montante de la partie contenant l'eau descendante et aux points bas deux tubes de retour d'eau de condensation ramènent l'eau condensée à la partie centrale inférieure du moteur.

En cet endroit se trouve un bouchon de vidange qui permet de vider en quelques instants l'eau sans en laisser une seule goutte, ce qui est précieux en hiver pour éviter la gelée. On vide ainsi non seulement le moteur et le radiateur, mais le réservoir à flotteur et le grand réservoir général, si le robinet de la conduite (ou bien le bloc-système) est ouvert.

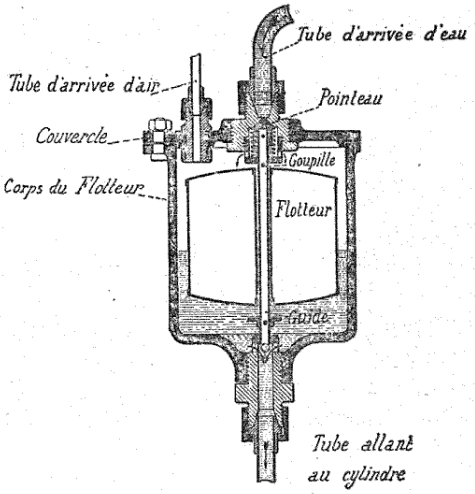


Fig. 80.
Refroidisseur par évaporation. Flotteur commandant l'arrivée d'eau (GILLET-FOREST).

A l'extrémité des collecteurs inférieurs, se trouvent deux tubes d'échappement de vapeur en forme de siphon par lesquels s'échappe à l'arrière la vapeur non condensée.

Le réservoir à flotteur *(fig. 80)* qui sert seulement à remplacer la quantité d'eau perdue par évaporation se compose d'un corps de flotteur dans lequel l'eau arrive à la partie centrale supérieure, sur le côté un petit tube dissimulé derrière le radiateur sert à mettre le réservoir en communication avec l'atmosphère pour empêcher toute pression ou dépression de venir troubler l'arrivée de l'eau.

Le flotteur en cuivre glisse librement sur la tige-guide centrale, sur celle-ci à sa partie supérieure repose un bouchon conique appuyé sur sa tige au moyen d'un ressort faible convenablement taré qui prend son point d'appui sur une rondelle goupillée sur le guide, à la partie inférieure du guide se trouve une rondelle clavetée. Quand le niveau baisse, le flotteur vient reposer sur cette rondelle, détend le ressort supérieur et l'eau pénètre dans le réservoir du flotteur d'eau. Cette disposition a été prise pour permettre au flotteur de suivre les agitations de l'eau dans le réservoir produites par les cahots tout en maintenant fermée l'arrivée de l'eau quand le moteur n'en a pas besoin.

Les Refroidisseurs ou Radiateurs ont suivi tous les perfectionnements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réalisés dans l'automobile, mais l'idéal serait de ne pas refroidir comme nous l'avons vu.

Peut-être y arrivera-t-on un jour, lorsque la métallurgie pourra fournir un métal moins sensible aux hautes températures que ceux actuellement employés et lorsqu'on aura trouvé un lubrifiant qui résistera lui aussi aux hautes températures.

Lorsqu'on voit les progrès faits chaque jour il est permis d'espérer, ce qui est désir aujourd'hui, pouvant être réalité demain.

M. LE PRESIDENT remercie M. BÉNABENQ de sa communication et donne la parole à M. L. PÉRISSÉ pour sa communication en collaboration avec M. DE LA VALETTE sur les carburateurs à alcool.

Communication de MM. L. PÉRISSÉ et H. de la VALETTE

INGÉNIEUR E. C. P. — INGÉNIEUR DES MINES

sur

LES CARBURATEURS A ALCOOL

« On ne peut incriminer l'alcool car s'il est le seul coupable, les mêmes « accidents se produiraient dans tous les moteurs. C'est plutôt du côté du car- « burateur qu'il faut chercher... » telles étaient les indications que donnaient aux membres du Jury du concours organisé par le Ministère de l'Agriculture en 1902, M. SOREL, le chimiste distingué dont les travaux ont fait faire un si grand pas à la question de l'alcool moteur.

Nous avons donc pensé qu'il serait intéressant pour notre Congrès de connaître ce qui a été fait déjà dans cette voie et d'en déduire quelques indications de nature à guider les chercheurs et les inventeurs pour avancer sinon résoudre du premier coup le difficile problème des carburateurs à alcool qui touche à la fois à la chimie, à la physique et à la mécanique.

Cette question des carburateurs à alcool a donné lieu déjà à de vives controverses.

Les uns soutiennent que le carburateur est la partie principale de l'ensemble moteur, car il permet ou permettra de transformer à peu de frais les moteurs à explosions existants le jour où le prix de l'alcool rendra ce combustible rémunérateur. Il est certain que lorsque ce carburateur sera trouvé, expérimenté, bien connu et largement appliqué à tous les systèmes de moteurs, la question de l'alcool aura fait un grand pas, mais l'espoir de cette réalisation n'est-il pas encore une utopie... ?

Le parti contraire dit que le carburateur est inséparable du moteur et qu'à chaque type de ces derniers, doit correspondre un type particulier de carburateur, ajoutant non sans quelque raison qu'en l'état actuel de la question, le moteur vaut surtout par le carburateur qui y est attaché et qui forme avec lui un tout complet. Ce sont ces considérations qui semblent prévaloir, qui expliquent l'absence d'une classification spéciale des carburateurs dans les différents concours qui ont eu lieu en 1901 et 1902.

Qu'est-ce en effet que le carburateur ?

Le carburateur n'est pas comme la chaudière à vapeur, un transforma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur d'énergie ou un générateur, c'est un simple appareil qui sert à fabriquer l'air carburé en mélangeant un hydrocarbure liquide avec de l'air pour constituer un mélange explosif, comme un appareil à eaux gazeuses sert à mélanger et à dissoudre de l'acide carbonique au sein des liquides.

La thermodynamique ne donne donc que peu d'indications pour l'établissement d'un tel appareil, la pratique seule nous a jusqu'à présent révélé les qualités que doit avoir un mélange explosif à base d'alcool et sur ce point,

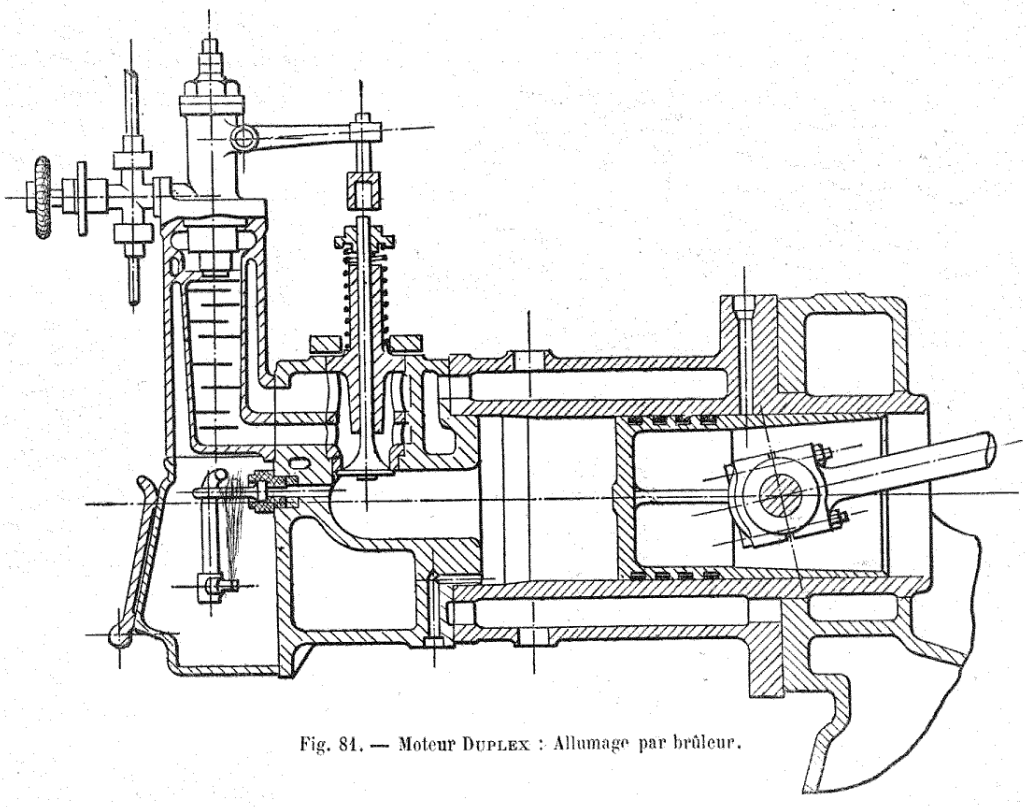


Fig. 81. — Moteur Duplex : Allumage par brûleur.

les intéressants travaux expérimentaux de MM. Ringelmann, Sorel et Trillat sont venus depuis quelques mois éclairer la question.

Ces qualités sont les suivantes :

D'abord le liquide doit être complètement évaporé, c'est-à-dire que le mélange ne doit contenir aucune trace de particules liquides sous peine des oxydations les plus graves.

D'autre part, on doit éviter d'admettre au cylindre un mélange trop chaud composé par suite de gaz dilatés diminuant le volume de la cylindrée utile et par suite le rendement. Le nombre des calories contenues dans l'alcool étant inférieur à celui des autres hydrocarbures, il faut pour arriver à rétablir un peu l'équilibre se mettre évidemment dans les meilleures conditions d'utilisation du mélange.

Le mélange doit être bien homogène, c'est-à-dire que l'air carburé par l'alcool qui sert de combustible gazeux et l'air supplémentaire qui sert de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comburant au mélange explosif doivent être intimement malaxés et brassés pour que chaque atome de combustible soit entouré des atomes de comburant destinés à la combustion par explosion ; c'est à cette condition que l'explosif est suffisamment vif et que la propagation de l'explosion par l'étincelle d'allumage se fait normalement dans la masse, au grand avantage du rendement, comme l'ont montré les travaux d'un grand intérêt théorique de M. G. Moreau.

Enfin la quantité d'air introduite doit être dans une proportion convenable avec le combustible et sur ce point il suffit de se reporter aux travaux de M. Sorel pour savoir que le rapport de la quantité de l'air introduit à l'air nécessaire varie de 1,10 à 1,25 pour l'alcool dénaturé et de 1,41 à 1,52 pour l'alcool carburé à 50 °/₀.

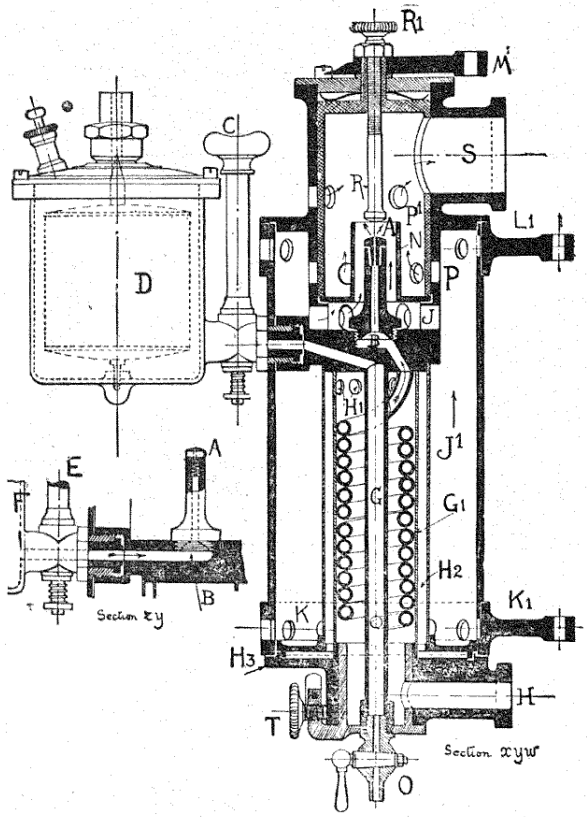


Fig. 82. — Carburateur Fillet.

Puisque la distinction est faite entre l'alcool carburé et l'alcool dénaturé pur, disons de suite que c'est à tort, selon nous, qu'on emploie pour l'alcool 50 °/₀ les mêmes carburateurs que pour l'essence, les conditions d'évaporation et de mélange ne sont pas les mêmes et en tout cas pour que le fonctionnement se fasse bien, les fabricants d'alcool carburé ont dû chercher un liquide qui puisse convenir aux carburateurs à essence, mais cette appropriation bâtarde présente des inconvénients qui ne se révèlent que par un usage de l'alcool plus prolongé qu'une course de quelques heures ou même qu'un concours de quelques jours.

Nous estimons que le problème doit se poser autrement. Il faut chercher pour les moteurs fixes un carburateur donnant de bons résultats avec l'alcool dénaturé pur; quand on possédera un tel appareil et *si la question de prix du combustible fait éliminer l'emploi de l'alcool dénaturé*, il sera très facile par l'adaptation d'un moyen de réglage quelconque d'utiliser l'appareil avec l'alcool carburé à 75 % d'alcool et à 50 %.

Quant aux automobiles où la question de consommation passe au deuxième plan, un appareil simplifié et léger sera facilement trouvé quand on possédera un bon appareil à alcool pur pour moteurs fixes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour fixer nos idées examinons les moyens employés jusqu'à présent ou qui peuvent être employés pour réaliser les conditions d'un bon mélange de vapeur d'alcool et d'air :

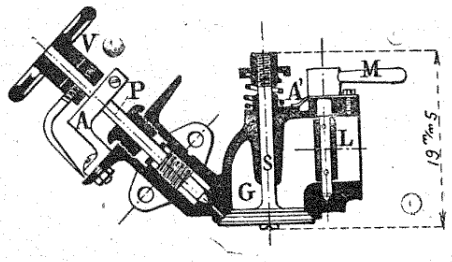
Trois questions principales doivent être examinées :

1° *Comment se fait la diffusion de l'alcool pur ou carburé dans l'air pour produire le mélange explosif? Autrement dit, quels sont les moyens de fabrication du mélange ?*

2° *Comment et en quelle partie de l'aspiration se fait le réchauffage ?*

3° *Quels moyens sont employés pour produire un brassage convenable du mélange et éviter les effets d'oxydation signalés comme si nuisibles ?*

Nous allons donc passer en revue les appareils qui ont figuré dans les concours et les expositions en France et en Allemagne en 1901 et 1902, notamment les appareils Brouhot, Duplex, Fillet, Gautereau, Japy, Krebs (groupe électrogène), l'*Economique* (Moteurs Charron, Le Blon, Longuemarre (appliqué sur un grand nombre de moteurs fixes et d'automobiles, par exemple, Otto, Niel, Charron, Chenard-Walker, Aster. etc.), Martha (appliqué sur des



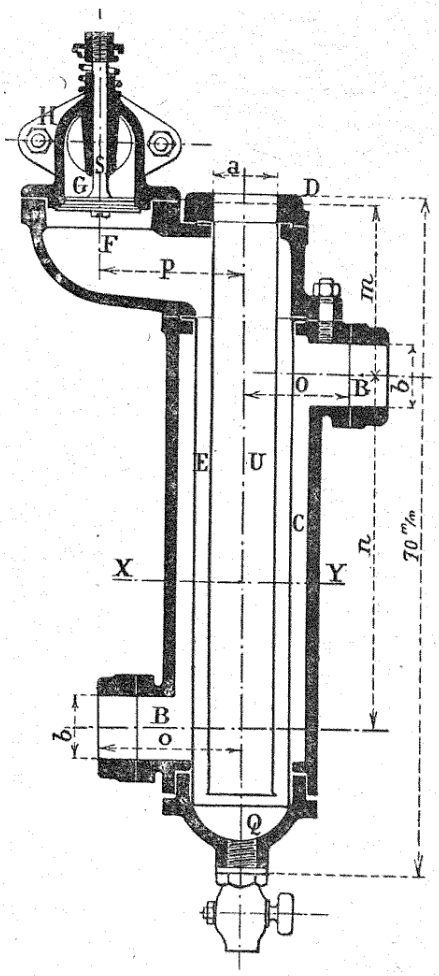


Fig. 83. — Carburateur Gautereau-Durr

moteurs de Diétrich, Gnome, Panhard-Levassor, Barbier, Noel, etc.), Altmann, Durr, Ateliers de Dresde, Grob, Deutz, Kuhlstein, Koerting, Oberursel. Pour les moteurs automobiles, les carburateurs utilisés sur les voitures Ader, Bardon, C. G. V., Clément, Darracq, Desmarais et Morane, de Dion-Bouton, Gillet-Forest, Gobron-Brillié, Mors, Panhard-Levassor (Centaure), G. Richard, etc.

Dans ces appareils une distinction doit se faire tout d'abord:

Les uns sont munis d'un réservoir à flotteur pour assurer un niveau constant, savoir: Brouhot, Japy, Martha, Noel, Kuhlstein, ainsi que tous les carburateurs d'automobiles, les autres n'ont pas de réservoir à flotteur et donnent en général la pression de l'alcool par une élévation calculée du réservoir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le réservoir à niveau constant a pour effet de régulariser le débit et il est indispensable quand l'arrivée d'alcool se fait par giclage sous l'action de l'aspiration du moteur, sans aucun organe de distribution mécanique; au contraire il n'est pas indispensable avec un distribbteur c'est-à-dire un organe qui agit par intermittence pour provoquer l'arrivée du combustible.

Ceci dit, rappelons les questions ci-dessus mentionnées :

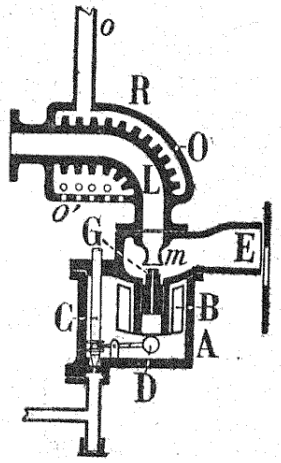


Fig. 84. — Carburateur Japy.

I. — MOYENS DE FORMATION DU MÉLANGE EXPLOSIF.

Nous trouvons trois moyens principaux de former le mélange :

1° L'alcool jaillit par un gicleur qui pulvérise le combustible dans un courant d'air, soit sur un champignon diffuseur, soit simplement dans la boîte de mélange.

Le gicleur peut être à orifice unique comme dans la plupart des carburateurs d'automobiles, le carburateur Martha, les carburateurs de Kuhlstein et de Marienfelde, il peut être à orifices multiples et dans ce cas, le liquide forme une nappe qui est enveloppée d'air (Longuemarre).

Parfois les orifices multiples sont placés à la périphérie et le courant d'air central (G. Richard), parfois le courant d'air est perpendiculaire au jet du gicleur (Centaure), parfois enfin le courant d'air à carburer est dirigé du sens opposé au giclage (moteurs Noel, Deutz, Obérursel).

2° Un second moyen consiste en une soupape distributrice qui peut être soit mue mécaniquement (Brouhot, Altmann, l'Economique), soit automatiquement (Koerting, Durr, Ateliers de Dresde).

3° Le carburateur à alvéoles du moteur Gobron-Brillié forme avec l'appareil Vilain une catégorie spéciale des distributeurs mus mécaniquement (1).

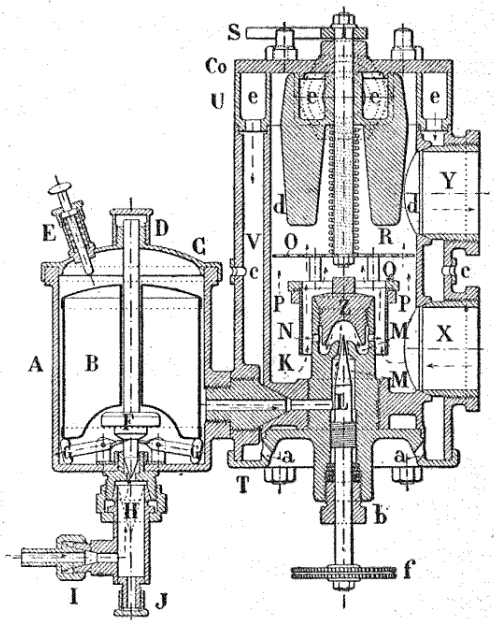


Fig. 85. — Carburateur Longuemare.

4° Enfin signalons d'une part le seul carburateur à barbotage qui ait fonctionné dans les concours à l'alcool carburé, le carburateur Delahaye (Desmarais et Morane), d'autre part

(1) Voir ci-après la communication spéciale de M. Brillié.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le carburateur à mèches de système Ader, avec soupape automatique d'air qui a figuré dans plusieurs concours.

On voit donc que deux systèmes sont en présence :

Le gicleur-diffuseur qui nécessite soit un réservoir à niveau constant comme les carburateurs d'automobiles, soit des pompes comme les appareils de Deutz et d'Oberursel, soit des réservoirs à pression comme dans les carburateurs Swiderski, type Longuemarre modifié; ces appareils comportent des orifices plus ou moins capillaires qui risquent toujours d'être obstrués par des corps étrangers.

Le distributeur par soupape qui est plus simple est d'un fonctionnement plus régulier, mais nécessite l'emploi d'un réservoir de combustible en charge dont les inconvénients en cas de fuites sont appréciables.

Malgré les avantages de ce dernier et les inconvénients des réservoirs

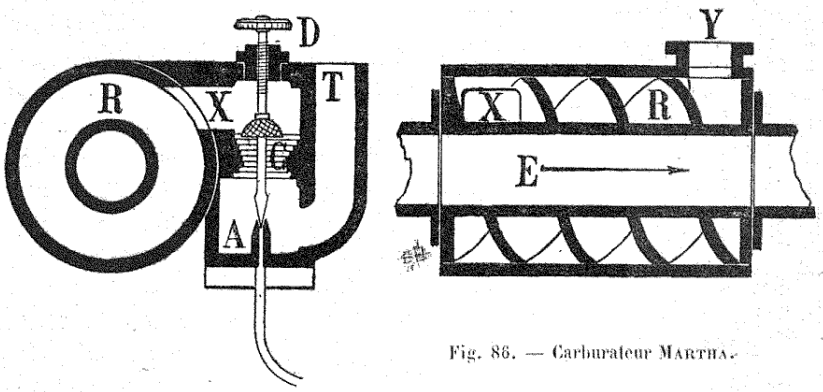


Fig. 86. — Carburateur Martha.

à niveau constant, ceux-ci nous semblent préférables pour un combustible peu volatil tel que l'alcool dénaturé ou carburé, car le pulvérisateur, surtout à orifices multiples, est le seul qui divise atomiquement les particules liquides pour les diffuser en présence de l'air qu'il s'agit de carburer.

II. — comment se fait le réchauffage et en quelle partie de l'aspiration s'exerce-t-il?

Le réchauffage qui à notre avis est indispensable pour l'alcool se fait en empruntant de la chaleur à trois sources distinctes:

D'une part les gaz d'échappement,

D'autre part l'eau chaude de la double enveloppe du moteur,

Enfin, la chaleur perdue du brûleur qui sert à porter au rouge le tube allumeur du cylindre, quand on emploie ce mode d'inflammation.

Le premier mode de faire est le plus généralement employé. Les systèmes Martha, Brouhot, Le Blon, Fillet, Altmann, Koerting, Oberursel, Durr, Kuhlstein comportent de véritables échangeurs de température destinés à produire un réchauffage plus ou moins méthodique.

MM. Longuemarre emploient une double enveloppe générale de leur carburateur dont l'effet se trouve augmenté par des ailettes rayonnantes placées à la partie supérieure de l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin les carburateurs L'Economique et Noël viennent emprunter le pot d'échappement lui-même comme source de chaleur.

Le réchauffage par l'eau chaude a été appliqué avec succès par Japy frères de Beaucourt, il a été également adopté par Charron-Girardot et Voigt, Krebs, Gillet-Forest, Roussat et par les Ateliers de Dresde en Allemagne.

Enfin le carburateur à alcool Duplex est basé sur l'utilisation des chaleurs perdues d'un brûleur.

Pour le moteur de faible puissance et bon marché, comme certains moteurs agricoles, le dernier système présente évidemment des avantages mais pour le moteur industriel où l'allumage électrique est de rigueur, on peut hésiter entre le réchauffage par les gaz de l'échappement et l'eau chaude.

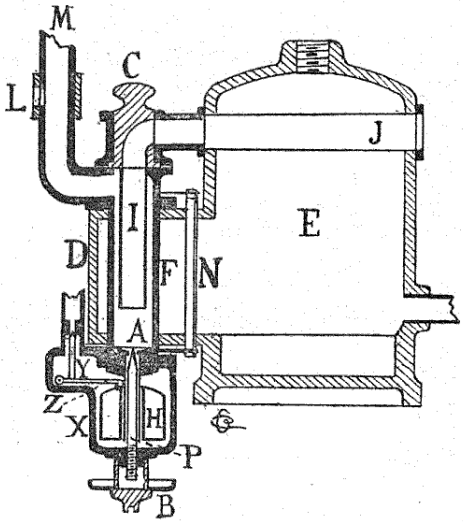


Fig. 87. — Carburateur Noel.

Tous deux ont l'inconvénient de ne faire sentir leurs effets qu'après une marche suffisante, mais il est facile de faciliter les démarrages en introduisant de l'eau chaude dans les appareils de deuxième catégorie; pour les autres on est obligé comme dans le carburateur Pruvost de faire le chauffage préalable de l'appareil (ce qui n'est pas sans inconvénient) par inflammation d'une petite quantité d'alcool.

Nous avons quelques préférences pour le réchauffage par l'eau chaude, parce que la température de 75 à 80° à laquelle arrive l'eau, correspond à une température de l'enceinte un peu inférieure et cette température si elle est bien répartie par des ailettes intérieures (Japy) semble la plus favorable pour la vaporisation de l'alcool; elle compense suffisamment l'abaissement de température produit par cette évaporation pour assurer l'évaporation sans faire un air carburé trop chaud.

Enfin ce système est le seul qui permette un réglage pratique ; en prévoyant des tuyaux de diamètre suffisant et des surfaces calculées pour l'emploi de l'alcool dénaturé, il sera facile par le simple jeu d'un robinet étranglant cette petite circulation, de diminuer la température jusqu'au degré exactement convenable au liquide employé.

Pour obtenir ce réglage avec les gaz d'échappement il faut créer des dérivations d'air au moyen de robinets genre bi-valve, qui permettent de faire varier la quantité d'air qu'on fait passer au réchauffeur par une dérivation variable entre l'entrée et la sortie des gaz ; ce dispositif est adopté dans les carburateurs L'Economique, Brouhot, etc.

Il nous reste à rechercher *en quelle partie de l'aspiration s'exerce le réchauffage.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les appareils à double enveloppe tels que le LONGUEMARRE, le GILLET-FOREST, etc., le réchauffage s'exerce sur l'ensemble de l'appareil mais il n'en est pas de même dans les autres carburateurs. Examinons les différents dispositifs adoptés :

1° Le réchauffage s'exerce sur la totalité de l'air qui est destiné à être fortement carburé, comme par exemple dans les appareils de l'ECONOMIQUE et ALTMANN, avec adjonction d'air froid supplémentaire pour parfaire le mélange.

2° Le réchauffage s'exerce sur le mélange explosif, c'est-à-dire sur la tota-

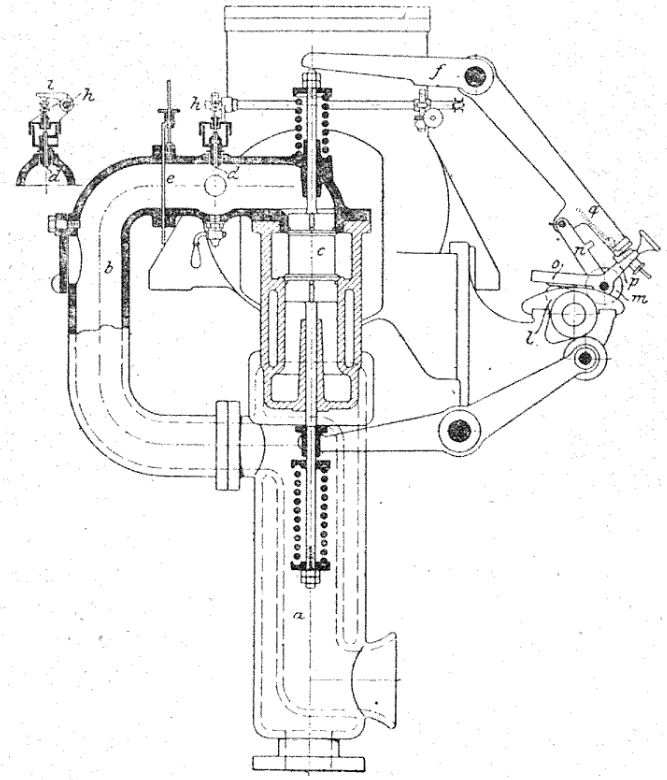


Fig. 88. — Carburateur ALTMANN.

lité de l'air carburé, chez MARTHA, JAPY, GAUTEREAU-DURR, DRESDE, KUHLSTEIN. Le carburateur DUPLEX réchauffe à la fois l'air à carburer et l'air supplémentaire.

3° Le réchauffage se fait sur l'air et l'alcool liquide dans l'appareil BROUHOT et le mélange explosif se fait ensuite par adjonction d'air froid.

4° Les appareils NOËL, LE BLON, KOERTING, OBERURSEL sont disposés pour réchauffer d'une part l'air pur qui va être carburé et d'autre part le mélange explosif formé.

5° L'appareil FILLET provoque le réchauffage de l'alcool à l'état liquide et de la plus grande partie de l'air à carburer, enfin le carburateur ROUSSAT réchauffe séparément l'air pur, l'alcool liquide et le mélange, mais il ne semble

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas suffisamment entré dans le domaine pratique pour qu'on puisse baser une opinion sur lui.

Nous avons l'opinion que l'adjonction d'air froid pour constituer le mélange, présente, à côté d'avantages pour le rendement, des inconvénients notables; l'air extérieur qui peut être parfois à très basse température, ne risque-t-il pas de provoquer des condensations dans le mélange qu'on a obtenu à grand effort de réchauffage?

D'un autre côté pourquoi faire traverser le diffuseur à la totalité de l'air nécessaire à la formation du mélange quand une petite quantité de cet air suffit à entraîner par diffusion l'alcool nécessaire?

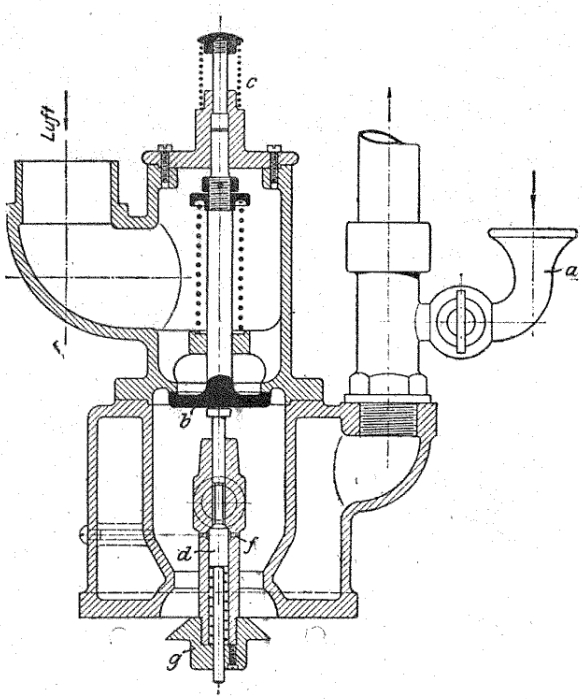


Fig. 89. — Carburateur des Ateliers de Dresde.

Il nous semble qu'un réchauffage modéré s'exerçant à la fois sur l'air destiné à être carburé, sur l'air destiné à parfaire ce mélange et peut-être même simultanément sur le mélange explosif répond à une solution satisfaisante du problème, mais il est évident que le résultat pratique dépend du dispositif adopté pour réaliser les conditions que nous venons d'indiquer et nous ne nous permettrions pas sur ce point de présenter une solution au Congrès.

III. — QUELS MOYENS SONT EMPLOYÉS POUR PRODUIRE UN MÉLANGE CONVENABLEMENT HOMOGÈNE?

Pour éviter les entraînements de liquide, le brassage du mélange explosif vient compléter l'action de la chaleur en rendant le mélange homogène sans le surchauffer.

Le brassage se fait de diverses manières :

1° *Par chicanes* qui forcent les gaz à changer continuellement de vitesse, de sens et de direction (LONGUEMARRE, NOËL, DUPLEX, OBERURSEL, DURR);

2° *Par serpentins* (MARTHA, BROUHOT);

3° *Par divisions de jets gazeux* (LE BLON, KUHLSTEIN);

4° *Par projections* du liquide sur des surfaces coniques à gradins (G. RICHARD, GILLET-FOREST, MARTHA, Ateliers de Dresde, etc.). On a souvent indiqué l'emploi de toiles métalliques pour opérer ce brassage, ce dispositif qui donne des résultats excellents quand les toiles sont neuves a dû être par-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tout abandonné par suite des diminutions de section qui résultent forcément des encrassements des dites toiles.

A côté du brassage, certains constructeurs ont cherché à empêcher tout excès de liquide d'aller au cylindre, les carburateurs allemands d'ALTMANN et de KOERTING possèdent un robinet de purge placé au fond d'un cul-de-sac ménagé sur l'aspiration. Au surplus si cette précaution est bonne à prendre, elle n'est pas indispensable puisque au concours de 1902, l'état des soupapes des moteurs l'ECONOMIQUE, SWIDERSKY, BROUHOT et DUPLEX a été reconnu comme très satisfaisant *même avec l'alcool dénaturé pur*.

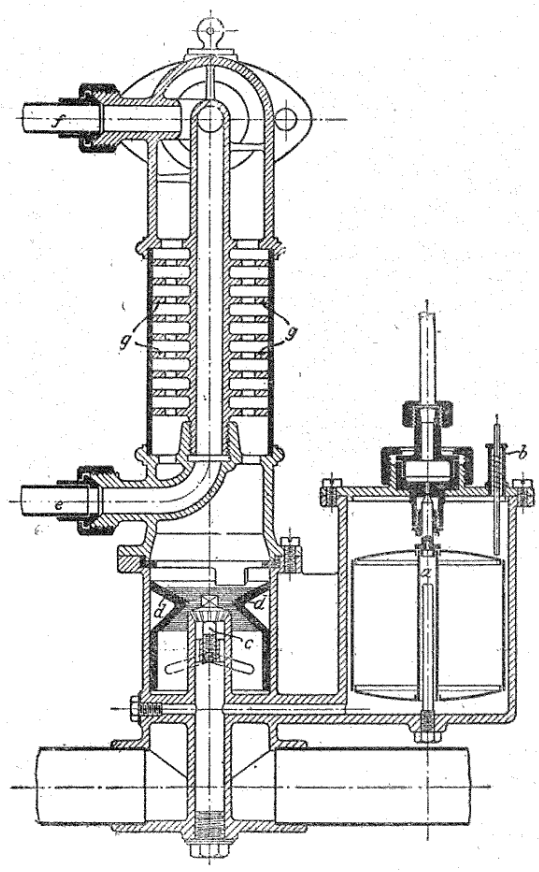


Fig. 90. — Carburateur KULSTEIN.

Enfin il faut indiquer que certains carburateurs tels que ceux de DEUTZ, de JAPY et les carburateurs d'automobiles dont les soupapes sont en général automatiques, n'ont aucun dispositif de brassage, lesquels produisent tous plus ou moins une résistance supplémentaire à l'aspiration.

Il est bon de signaler également que pour éviter les effets d'oxydation que l'alcool produit parfois, plusieurs constructeurs ont disposé leurs carburateurs pour fonctionner de la façon suivante :

La mise en marche a lieu à l'essence ; quand le moteur est chaud, l'alcool est substitué à l'essence, puis lorsqu'on s'apprête à arrêter la marche on termine par quelques explosions à l'essence qui ont pour effet de nettoyer et lubrifier légèrement les surfaces qui auraient tendance à s'oxyder, lors du refroidissement. Le carburateur de l'ECONOMIQUE présente une double conduite aboutissant au pointeau unique d'arrivée du liquide, cette disposition nécessite des réservoirs munis de leurs robinets d'arrêt placés à même hauteur.

Les carburateurs FILLET et de MARIENFELDE présentent deux réservoirs à niveau constant avec deux gicleurs identiques, un robinet à trois voies permet de provoquer instantanément et au choix du conducteur l'aspiration soit sur l'alcool, soit sur l'essence.

Nous estimons que pour des moteurs fixes ce système de double combus-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tible est excellent, car il permet au départ le démarrage instantané et à la fin du travail d'assurer la propreté de l'intérieur du cylindre, d'éviter tout encrassage et toute oxydation en chassant à la fin de la marche les traces de vapeurs acides qui provoquent au repos l'oxydation des soupapes. Il semble absolument indiqué pour l'emploi de l'alcool pur.

Au contraire ce système ne semble pas pratique pour les automobiles où

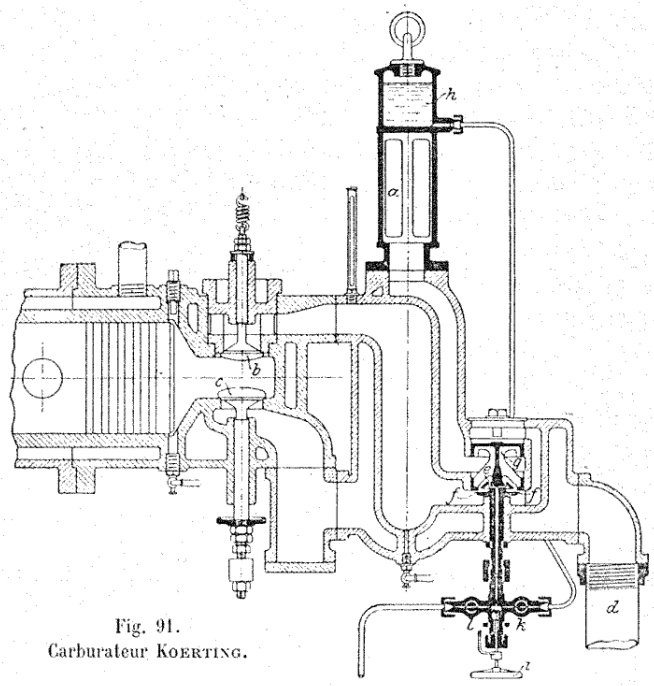


Fig. 91.
Carburateur KOERTING.

la double canalisation est une sujétion et une complication, mais on pourrait la remplacer par un simple robinet permettant l'introduction à la burette d'une petite quantité d'essence au démarrage et à l'arrêt du moteur.

CONDITIONS QUE SEMBLE DEVOIR REMPLIR UN CARBURATEUR POUR UTILISER L'ALCOOL DÉNATURÉ PUR DANS LES MOTEURS A EXPLOSION.

Il résulte des indications que nous venons de donner sur chaque point de la question qu'un bon carburateur destiné aux moteurs fixes doit remplir d'après nous les conditions suivantes :

a) Gicleur-diffuseur à orifices multiples, les injections étant faites de préférence par un organe commandé par le moteur, le débit variable par le régulateur, avec réglage de la quantité de liquide à injecter suivant la composition de celui-ci.

b) Réchauffage préalable, d'une part de l'air destiné à être carburé et d'autre part de l'air additionnel destiné à parfaire le mélange, ce réchauffage doit être modéré et être réglable et il semble que pour les moteurs fonctionnant en allure chaude, c'est-à-dire aux environs de 100°, l'emploi de l'eau de circulation offre des avantages sur l'emploi des gaz de l'échappement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) Brassage du mélange explosif par l'emploi simultané de chicanes ne diminuant pas outre mesure la vitesse des gaz à l'aspiration et de dispositifs divisant les jets gazeux, avec vidange pour enlever tout excès de liquide.

d) Emploi simultané de l'alcool et de l'essence, ce dernier combustible utilisé pour les démarrages et les nettoyages en fin de travail.

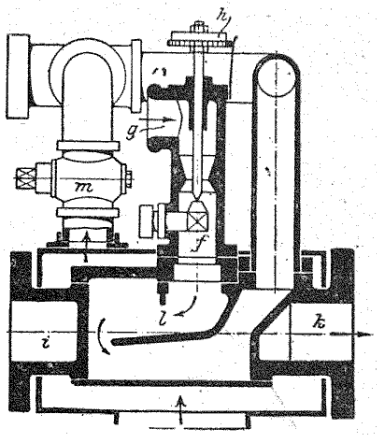


Fig. 92. — Carburateur Oberursel.

Il ne nous reste qu'à indiquer un *desideratum.*

Pour mettre en lumière les qualités respectives des différents systèmes connus ou inconnus de carburateurs à alcool, il nous semble qu'un concours pourrait être utilement institué, malgré la difficulté que présente le classement d'appareils souvent de constructions très différentes.

Pourquoi n'essaierait-on pas divers appareils sur un même moteur construit spécialement en vue de ces expériences ? Grâce aux méthodes de prises d'essai et d'analyses créées à la station d'essais des machines agricoles en 1902, il serait possible de s'assurer des qualités physiques et chimiques des mélanges explosifs produits par le carburateur en

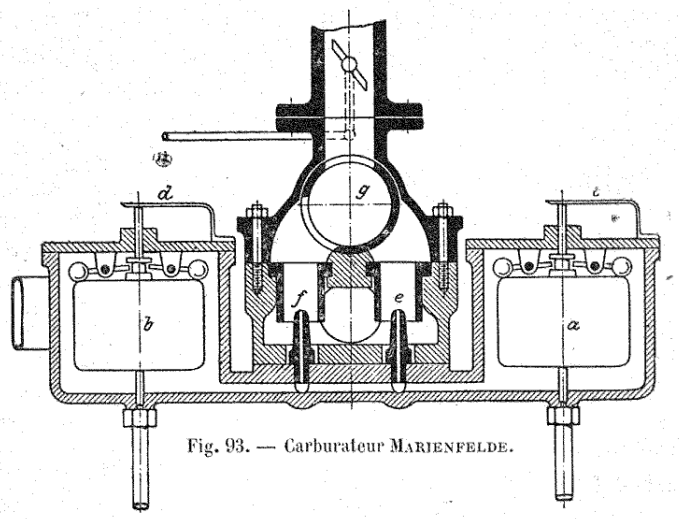


Fig. 93. — Carburateur Marienfelde.

même temps que des comparaisons seraient faites sur le travail utile développé dans le cylindre.

M. F.-M. RICHARD donne les explications suivantes sur les détails qui sont propres au Carburateur breveté par la Société des Etablissements Georges Richard en 1900.

Ce carburateur est formé d'un réservoir à niveau constant fermé par un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pointeau, lequel est porté par un flotteur. De ce réservoir, l'essence aspirée par le piston du moteur, passe dans la chambre de pulvérisation par de petits canaux FF et vient jaillir ensuite contre un cône I M, au-dessus duquel elle rencontre une série de gradins, placés en cône inverse. La pulvérisation de l'essence étant assurée par les canaux et les deux cônes, son mélange avec l'air se fait intimement et se brasse complètement avant de pénétrer dans le moteur.

La partie intéressante et nouvelle du carburateur est la disposition du cône L M dont une partie est mobile sur sa tige de suspension et peut se déplacer verticalement de façon à modifier la section de la buse de passage du gaz. Ceci est très important. En effet, pour qu'un moteur ait un bon rendement, il faut que la quantité d'essence pulvérisée à chaque coup de piston soit la même, quelle que soit la *vitesse* de ce dernier. Or, il est facile de voir qu'avec les systèmes ordinaires de pulvérisateurs, lorsque la *vitesse* du piston diminue, la pulvérisation est moindre puisque la vitesse du courant d'air qui fait la succion dans la chambre de pulvérisation est également moindre. C'est donc au moment même où le moteur devrait donner le plus de force puisqu'il ne ralentit que parce qu'on augmente sa charge, soit par un démarrage, soit par une ascension de côte, c'est à ce moment que le carburateur à pulvérisation fournit le minimum d'essence, c'est-à-dire le minimum d'énergie. C'est en effet ce qui arrive avec le carburateur ordinaire et c'est pour cette raison que jusqu'à ce jour nous avions préféré le carburateur à barbotage dans lequel il reste toujours disponible une réserve de gaz déjà formée.

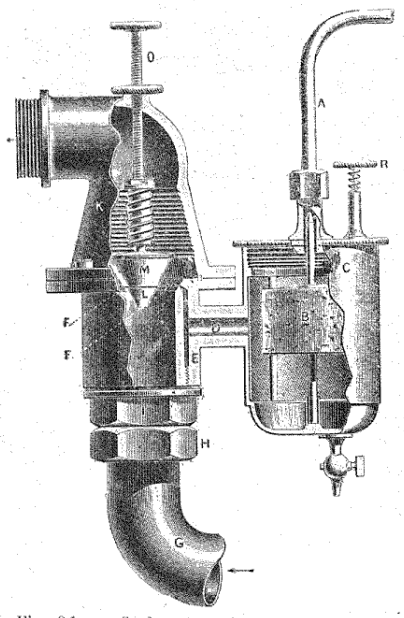


Fig. 94. — Carburateur Georges Richard.

Pour que la pulvérisation soit donc équivalente comme quantité d'essence, il faudrait que la vitesse du courant d'air de succion fût constante. Or, la vitesse d'écoulement d'un gaz dans un conduit dépend de deux choses: 1° de l'appel ou dépression existant en aval de la partie considérée ; 2° de la section de cette partie. De ces deux facteurs, l'un, l'appel ou dépression, échappe à toute action régulatrice, puisque c'est la dépression produite par le déplacement du piston et que celui-ci varie de *vitesse* avec les variations de charge.

L'autre est la section de la chambre annulaire de succion d'essence. Il nous est possible de rendre ce facteur variable et de rendre cette variation fonction de la vitesse du piston, soit automatiquement en rendant le cône de pulvérisation solidaire d'un ressort qui se tend plus ou moins suivant la vitesse du moteur, soit mécaniquement en le rendant solidaire du régulateur.

Nous employons avec toute satisfaction le premier de ces moyens en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rendant mobile la partie M du cône. Celle-ci, étant en aluminium et par conséquent très légère, est entraînée par l'effet dynamique de l'aspiration d'air quand l'aspiration produite par le piston est très grande. Le cône étant soulevé, la chambre annulaire de succion augmente de volume ; et malgré la grande vitesse du courant d'air, la pulvérisation reste constante; si au contraire le piston va lentement, cet effet dynamique d'entraînement ne se produit pas, le cône M redescend alors sur son siège, sollicité par le léger ressort qui est placé au-dessus. La chambre annulaire étant plus étroite, la succion sous un courant d'air moindre reste encore constante.

La conclusion de ce mode de construction peut aussi être résumée ainsi, avoir une sortie d'essence constante et modifier l'arrivée de l'air en fonction même de la vitesse du moteur. Le cône peut être commandé soit par un ressort comme il a été dit, soit par la régulation de vitesse même du moteur.

M. SAINT-CHAFFRAY rappelle les bons résultats obtenus en Allemagne par une compression très énergique. Il cite comme exemple le moteur DIESEL qui comprime à 30 kilos non pas le mélange mais l'air pur dans lequel il injecte le pétrole ou autres carbures.

M. CHAUVEAU à propos de l'observation de M. SOREL au sujet de la nécessité d'un excès d'air pour bien brûler l'alcool fait remarquer que cette observation a été faite depuis longtemps pour le gaz d'éclairage. Il y a concordance absolue à ce sujet.

M. LE PRÉSIDENT invite M. BRILLIÉ à donner quelques explications complétant celles des précédents conférenciers au sujet de l'emploi de l'alcool carburé dans son moteur.

Communication de M. Eugène BRILLIÉ

sur

L'EMPLOI DE L'ALCOOL CARBURÉ DANS LE MOTEUR BRILLIÉ (1)

Nous avons l'honneur de résumer ci-après un certain nombre d'observations que nous avons été amené à faire sur l'emploi de l'alcool carburé dans les moteurs de notre système.

Avant d'exposer les résultats de nos essais et de nos constatations, on nous permettra de rappeler très brièvement les particularités de notre moteur, en renvoyant pour une description plus complète, à notre communication publiée dans le *Bulletin* d'août 1902 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

Les caractéristiques du moteur sont :

Deux cylindres; quatre pistons opposés deux à deux attaquant le vilebrequin par deux bielles directes et deux bielles en retour; rayons de manivelles différents pour compenser au point de vue de l'équilibrage, les inégalités de masses par des inégalités de vitesse.

(1) Ce moteur est la propriété de la Société des Automobiles GOBRON-BRILLIÉ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cycles alternés dans les deux cylindres pour donner une impulsion motrice par tour.

Carburation mécanique par distributeur conique à alvéoles actionné par un encliquetage soumis lui-même à l'action d'un régulateur par masse oscillante, qui agit en supprimant la carburation par l'arrêt de la rotation du cône. Un ressort commandé par une manette agit sur le régulateur pour faire varier la vitesse de 300 à 1.300 tours.

La capacité des alvéoles correspond au volume de liquide nécessaire pour carburer le volume d'air de la cylindrée.

Quand le régulateur agit pour commander la distribution du liquide, à

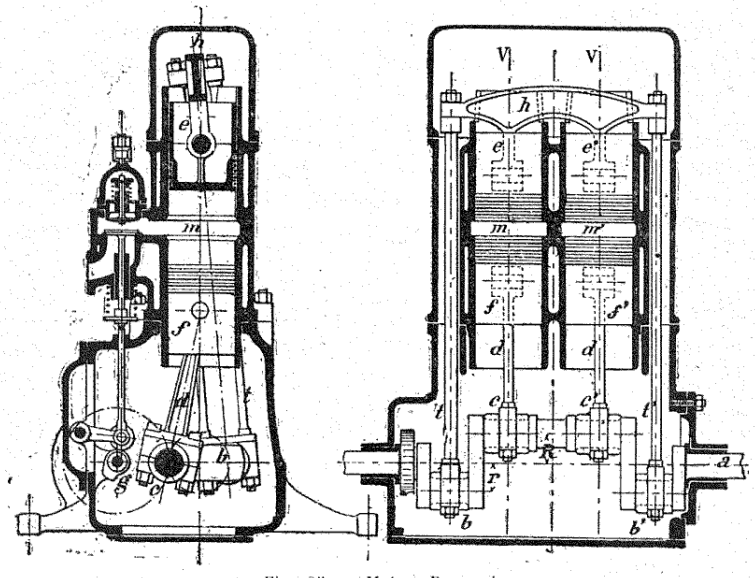


Fig. 95. — Moteur Brillié.

chaque tour de l'arbre moteur correspond un coup de cliquet, et chaque coup de cliquet, en faisant progresser le cône de un alvéole amène successivement un alvéole plein de liquide en regard du point de convergence de deux conduits dont l'un sert de prise d'air et l'autre aboutit dans la conduite de prise d'air.

Le volume de liquide contenu dans l'alvéole est donc aspiré, sucé par le moteur.

La capacité des aivéoles a été déterminée par l'expérience, en s'aidant bien entendu des données théoriques.

Cette capacité, pour l'essence a été établie à 95 m/m cubes pour une cylindrée de 1 litre.

Quelques jours avant le Critérium de Paris-Rouen à l'alcool en 1900, ont été faits les premiers essais à l'alcool carburé. Ces essais faits au moyen de l'électrine Leprètre à 50 % ont immédiatement démontré que ce combustible pouvait se substituer à l'essence sans modification aux réglages, et son emploi a révélé les particularités suivantes:

Pour les mêmes vitesses, et à égalité de dépense (puisque les alvéoles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étaient les mêmes), la puissance s'est trouvée augmentée, surtout pour les faibles vitesses au-dessous de 1.000 tours.

L'alcool supporte plus d'avance à l'allumage et plus de compression que l'essence.

L'explosion paraît moins brutale, l'échauffement également moindre; peu d'odeur.

Les essais faits à l'alcool pur ont révélé une diminution notable de puissance, mais en augmentant de 30 ou 35 0/0 la capacité des alvéoles, et par suite la consommation, la puissance étant sensiblement la même qu'à l'alcool carburé.

Il nous paraît intéressant de donner les résultats d'essais comparatifs exécutés avec deux moteurs de puissances différentes au moyen d'essence à 700° et d'alcool carburé à 50 0/0, les alvéoles et les conditions de réglage étant les mêmes dans les deux séries d'expériences.

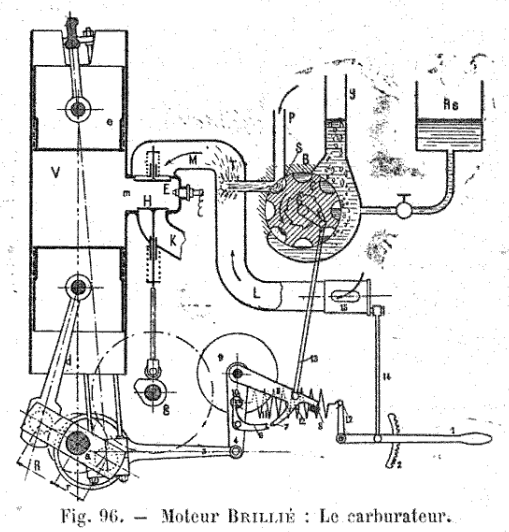


Fig. 96. — Moteur Brillié : Le carburateur.

Ces essais ont été faits au frein de Prony en augmentant progressivement la charge du frein jusqu'à la limite provoquant le calage du moteur.

Pour chacune des charges, l'équilibre du frein était rétabli et la vitesse relevée.

Ces essais sont résumés dans le tableau ci-après qui indique nettement pour les différentes charges du frein l'augmentation de vitesse avec l'emploi de l'alcool carburé et par suite l'augmentation de puissance.

Le résultat est plus frappant encore si on le représente sous forme de graphique en portant les vitesses en abcisses et les puissances en ordonnées *(fig. 97)*.

On voit que la supériorité de l'alcool carburé se révèle surtout aux faibles vitesses.

Au sujet de la forme des courbes de puissance, il convient d'ouvrir une parenthèse :

Lorsque l'on charge progressivement le frein, il arrive un moment où, pour une différence de charge très faible, le moteur change rapidement de vitesse, et même s'arrête complètement. C'est que l'on est arrivé à la charge qui correspond au moment maximum que peut produire le moteur.

Pour cette charge, il n'existe plus de vitesse de régime puisqu'elle correspond à la fois à une certaine vitesse V (la dernière vitesse que l'on a pu relever à l'essai) et à la vitesse *zéro*.

On peut donc dire que, à cette charge correspondent les vitesses entre *zéro* et V, c'est-à-dire, que pour cette échelle de vitesse, la puissance est rigoureu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sement proportionnelle à la vitesse ; ce qui, dans le diagramme, se traduit par une ligne droite passant par le point d'origine.

Donc, les courbes de puissance doivent se prolonger par des lignes droites passant par le point d'origine. C'est cette particularité qui nous permet de tracer des courbes hypothétiques représentant la moyenne des points relevés.

Connaissant la capacité des alvéoles, partant de ce fait que l'alvéole se vide à chaque aspiration, c'est-à-dire à chaque tour, et que par conséquent la dépense du moteur est rigoureusement proportionnelle à la vitesse, il nous est possible de tracer les courbes de consommation par cheval-heure en se basant sur les courbes du diagramme.

TABLEAU D'ESSAIS COMPARATIFS
ENTRE L'ESSENCE ET L'ALCOOL CARBURÉ A 50 0/0

FAITS SUR DEUX MOTEURS SYSTÈME BRILLIÉ

(Construits par la Société des Automobiles GOBRON-BRILLIÉ).

CARACTÉRISTIQUES du Moteur	FREIN DE PRONY L=800; ρ=1k500		ESSENCE		ALCOOL CARBURE	
	P (accroché)	P+ρ	Vitesse Ve	Puissance Pe	Vitesse Va	Puissance Pa
MOTEUR N° 39	4k »	5.500	1.200	7ch30	1.200	7ch30
	4.500	6. »	1.150	7. 66	1.175	7. 83
Alésage..... 80	4.750	6.250	1.060	7. 36		
Course supérieure.. 60	5. »	6.500	950	6. 86	1.110	8. 02
— inférieure.. 80	5.250	6.750	900	6. 75		
— totalisée. .. 140	5.500	7. »	850	6. 50	1.020	7. 93
	6. »	7 500	arrêt	?	900	7. 5
Essai du 15 février 1901	6.500	8. »			700 arrêt (1)	6 25 ?
MOTEUR N° 532	7. »	8.500	1.240	11. 7		
	7.500	9. »	1.225	12. 3	1.250	12. 5
	8. »	9.500	1.200	12. 7	1.200	12. 7
Alésage..... 92	8.500	10. »	1.150	12. 8	1.150	12. 8
Course supérieure . 72	8. »	10.500	950	11. 8	1.100	12. 9
— inférieure . 98	9.500	11. »	825	10. 1	1.050	12. 9
— totalisée ... 170	10. »	11.500	700	9.	1.000	12. 9
	10.500	12. »	arrêt	?	800	12. 8
Essai du 13 février 1901	11. »	12.500			arrêt	9. 7

(1) Le moteur cale après avoir tourné à 750 tours et à des vitesses successivement réduites.

Il nous suffira de porter en abcisses les vitesses du moteur et en ordonnées, pour chaque vitesse, la valeur de $\frac{V \times 60 \times d}{n}$.

V étant la vitesse par minute;

d la capacité de l'alvéole;

n la puissance en chevaux donnée par le diagramme.

Pour chacun des deux moteurs considérés, on a:

Moteur de 80 m/m d'alsésage. Vol. de la cylindrée : 0l, 7035 $d = 0^{cm3}, 066$

— 92 m/m — — — 1l, 130 $d = 0^{cm3}, 107$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous pouvons d'après ces données tracer le diagramme n° 2 dont les courbes 1, 2, 3, 4 sont respectivement les anamorphoses des courbes 1, 2, 3, 4 du diagramme n° 1.

Ce diagramme n° 2 démontre sous une autre forme la supériorité de l'alcool carburé sur l'essence.

De ce qui précède on peut conclure que, avec le moteur considéré, l'emploi

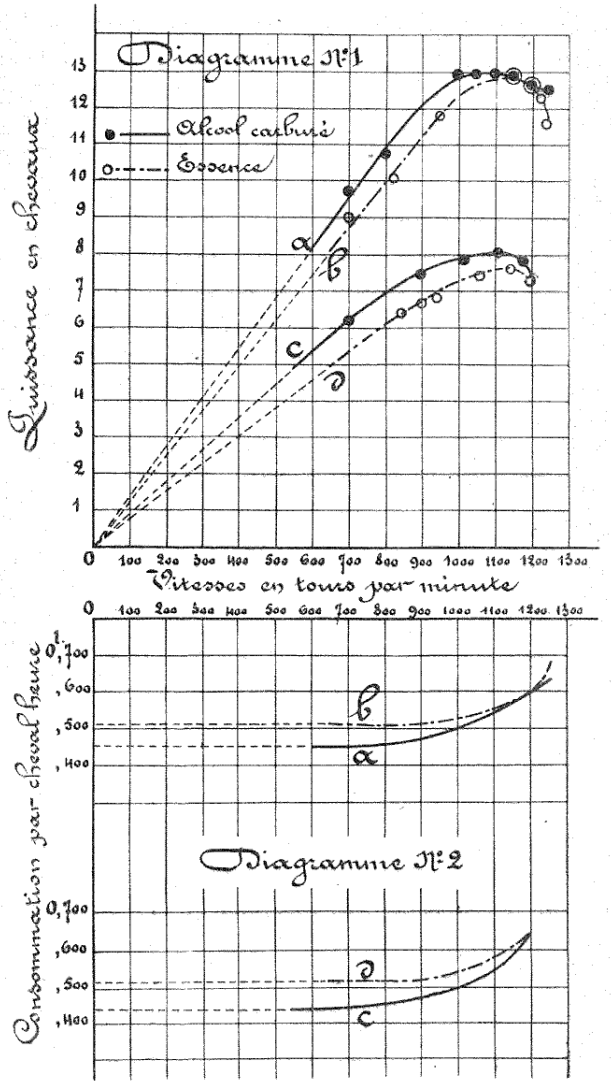


Fig. 97.

de l'alcool conduit, pour une dépense égale, à une augmentation de puissance par rapport à l'essence.

A quoi attribuer cette supériorité qui est en désaccord avec la puissance calorifique de ces deux combustibles ? Probablement à la différence avec laquelle se comporte la combustion dans les deux cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il semble qu'avec l'alcool on ait une explosion moins instantanée, plus progressive, plus prolongée ; et ce qui semble corroborer cette hypothèse, c'est que l'allumage doit être fait plus tôt qu'avec l'essence.

Il est donc à supposer, et cela pourrait être vérifié au manographe, que la courbe du temps moteur doit avoir une ordonnée maxima moindre, mais une ordonnée moyenne plus grande; la courbe doit avoir une allure plus soutenue.

Peut-être aussi pourrait-on envisager une autre considération.

Les expériences qui précèdent sont basées sur la combustion, dans un volume d'air donné, d'un volume de liquide le même dans les deux cas, qu'il s'agisse d'essence ou d'alcool carburé.

Or le poids des produits de la combustion n'est pas le même, puisque, à volume égal, le poids d'alcool carburé est plus grand que celui de l'essence, en raison des différences de densités.

Si d'autre part nous avons avec l'alcool des produits de combustion de densité moindre qu'avec l'essence ce qui est probable en raison de la quantité de vapeur d'eau qu'on doit y trouver, on aurait donc, dans le cas d'alcool un volume gazeux produit plus grand qu'avec l'essence, ou ce qui revient au même *une pression* plus grande, pour un volume donné, si on laisse de côté la question température.

Il y a peut-être là un point qu'il est intéressant de soumettre à ceux de nos collègues qui possèdent sur les questions de chimie une compétence que nous n'avons pas.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. STERN pour sa communication.

Communication de M. R. STERN

INGÉNIEUR E. C. P.

sur la

CARBURATION PAR L'ALCOOL

A l'heure actuelle le grand problème de la locomotion nouvelle ne semble plus que graviter autour d'une bonne carburation.

Or cet appareil si complètement essentiel qu'est le carburateur fut traité au début en organe auxiliaire.

A peine consistait-il en un simple canal ménagé dans la fonte même de la culasse du moteur — ainsi procédait NOUËL DE LATOUCHE — et comportant en un certain point la chandelle de pulvérisation. Le liquide y aboutissait par un conduit plus ou moins surchauffé, de même pour l'air ; et, tant bien que mal pulvérisé, dosé et brassé, le mélange s'en allait exploser.

L'importance du réglage du mélange s'imposant, ce conduit fut modifié, transformé en une chambre aux dispositions mieux étudiées. Mais toujours semblait-il que le carburateur (ou plutôt ici le vaporisateur) dut rester scellé à la culasse.

L'utilisation des essences plus légères obligea bien à s'écarter de ce dernier principe ; et parurent alors les véritables carburateurs qu'il n'était pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nécessaire d'autant réchauffer et que l'on rendit indépendants, avec adjonction d'une dérivation de l'échappement.

Survint enfin l'utilisation de l'alcool réclamant à nouveau le réchauffage ; mais il n'eut pas été logique de combiner encore carburateur et moteur, pour obtenir le mode *indispensable* de transmission de chaleur interne que nous allons étudier par la suite.

Le réchauffage n'est d'ailleurs pas ici le seul point capital à étudier. Et, des observations, des recherches aussi complètes que possible, faites dans Aimé WITZ et parmi de nombreux documents obligeamment mis à ma disposition, j'ai cru devoir conclure à quelques généralités qui vous fixeront, je l'espère, sur quelques derniers points à éclaircir définitivement.

Les efforts actuels sont donc concentrés, pour la plupart, sur deux points qui, à ce Congrès, nous intéressent : le premier directement : (réchauffage du gaz admis au cylindre), le second relatif autant à la question de l'alcool qu'à celle de l'essence, à savoir: le réglage des quantités relatives d'air et de vapeurs carburantes.

En dehors des questions du réchauffage, à très haute température, relatif à l'emploi d'hydrocarbures lourds, qui ont conduit les inventeurs à des appareils vaporisateurs (auxquels j'ai déjà fait allusion) nous ne pouvons comparer que des dispositifs tout à fait modernes.

Ce n'est pas en appliquant, ces brevets de FRENARD, de SOUTHALL, de CAPITAINE, de FIELDING, de HOWARD, etc... que nous devons prétendre aboutir à la bonne carburation par l'alcool.

A dater, en effet, de l'emploi de l'alcool, une certaine teneur en eau absorbe une partie des calories de la compression qui, dans la masse, ne sauraient être compensées par celles que peuvent fournir les parois, dans le temps très court de cette période.

Pour l'alcool, c'est donc dans toutes ses parties qu'il faut réchauffer la masse gazeuse. Et sa faible densité, ainsi que pour l'essence, suffisant à une pulvérisation complète par succion, il nous est de beaucoup préférable de réchauffer entre la chandelle de pulvérisation et le départ au moteur, dans le carburateur même. Mais aussi, ceci nous oblige, en ce qui concerne l'alcool pur 90°, à chauffer artificiellement pour le démarrage ou de partir à l'essence.

Et, quant au refroidissement occasionné par la pulvérisation, si nous ne voulons pas qu'il en subsiste d'irrégularité dans la capacité calorique de la masse gazeuse, en comptant uniquement sur un brassage qui occasionne la moyenne et non l'uniformité, il faut que le canal, aboutissant au jet du pulvérisateur, présente, à proximité de celui-ci, un petit réservoir intercalé, une sorte d'ampoule donnant la température du milieu dans toute la masse qu'il renferme, et d'où le liquide émanera bien concentriquement.

C'est une des particularités essentielles d'un brevet de CUVIER (1894) que l'importance du canal amenant l'hydrocarbure vers le point de pulvérisation, après en avoir pris la source à une sorte de rigole qui déborde dans l'enceinte réchauffée uniformément du carburateur.

La pratique a depuis confirmé la logique de ce « volant » que présentent *a priori* les carburateurs à léchage, les DELAHAYE, les ADER, etc...

Il faut donc à ceux par pulvérisation une chambre comme celle que nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouvons dans le carburateur LONGUEMARE. Le liquide y aboutit en effet par un pointeau unique pour toutes les ouvertures de la couronne du champignon, cette capacité étant bien calculée, c'est un petit volume que chaque aspiration y puisera bien homogène de température.

Le carburateur GOBRON-BRILLÉ possède encore à ce point de vue une réelle supériorité, par chaque petite encoche du boisseau qui vient fournir tour à tour sa charge à l'aspiration du cylindre.

Je m'arrête à ces deux citations.

Et maintenant, il nous faut pénétrer cette masse d'air carburé, masse qui, pour être prise plus homogène encore, sera de préférence divisée à la pulvérisation.

Cette division occasionnera peut-être un peu plus de frottement, mais le mélange à l'air sera plus intime avec le nombre de filets de liquide. Il faut donc chercher la bonne mesure pour le débit à satisfaire, et l'expérience seule peut fixer sur ce point délicat.

Déjà, à ce sujet, le brevet PLESSNER, datant de 1870, avait fait grand cas de cette division des jets. Et cela, par toute une série de petites tuyères doubles dont le pied de l'une des branches aboutissait dans une capacité contenant le fluide à niveau constant et dont l'autre s'ouvrait à l'air atmosphérique ; toutes deux venant recouper leurs courants à angle voisin de 50°.

D'ailleurs cette disposition est actuellement adoptée par MM. LONGUEMARE, qui avaient appliqué déjà leur champignon aux brûleurs.

Tous ces petits courants venant se briser, se brasser sur un obstacle quelconque, en l'espèce nous pourrons adopter un disque perforé, vont former une masse homogène. Cette masse, d'après ce que je disais précédemment, nous devons *la réchauffer en toutes ses parties, si nous voulons que, pendant l'instant très court qui sépare deux aspirations successives, elle soit à température bien uniforme.* Rien de mieux dans ce but, ainsi que le faisait déjà M. PETREANO, que de longues ailettes, des chicanes développées dans le sens même du courant et portées à haute température par les gaz de l'échappement.

Ainsi donc, pour me résumer : Je préconise, pour l'emploi de l'alcool moteur, au point de vue du réchauffage, un carburateur qui comportera :

1° Une alimentation à petit réservoir récupérateur en deça du pulvérisateur et de la limite d'action de l'atmosphère de l'enveloppe générale du carburateur ; réservoir qui correspondra au volume de liquide nécessaire à une aspiration.

2° Une division suffisante du jet émanant de ce réservoir et ne créant cependant pas de résistance appréciable.

3° Un réchauffage *dans la masse gazeuse après la pulvérisation et le brassage.*

Quant à la question de réglage, nous la diviserons en deux parties:

a) Etude des moyens qui nous peuvent faire aboutir à un débit normal;

b) Etude du réglage proprement dit, c'est-à-dire celui qui, supposant un carburateur établi *à ce débit normal,* devra créer une perturbation en vue de déterminer, dans le mélange aspiré par le cylindre, un changement dans le rapport du volume d'air au volume de liquide pulvérisé.

Pour obtenir ce débit normal il est, ou bien nécessaire d'amener par petits

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

volumes bien déterminés le liquide à pulvériser, et c'est ainsi que firent MM. Gobron-Brillé; ou bien de ne découvrir les orifices de pulvérisation que par une commande directe de la dépression d'admission, comme fit M. Chauveau dans son carburateur sans flotteur; ou enfin sans organes mécaniques, et en dehors des multiples dispositifs tels que ceux de Lazar-Banki, Csonka, Priestman, etc., par exemple, en divisant suffisamment le jet pour que, une résistance s'ensuivant, il n'y ait pas lieu de tenir compte des oscillations que peut provoquer à chaque aspiration la mise en mouvement et l'arrêt instantané de la colonne liquide. Autrement, une petite quantité de liquide, par effet d'inertie, déborde en proportion non réglée, et peut troubler, ou tout au moins rendre incertaine, la carburation.

Aussi Fritscher et Houdry (1896), avaient-ils, relativement à ces débordements, pratiqué un orifice de retour au niveau constant.

Notez, que chez MM. Longuemare en particulier, il est attaché une telle importance à ce débit normal que chaque champignon est essayé pour son propre compte sur une canalisation d'eau toujours en même charge, et qu'il n'est mis à la disposition des monteurs que lorsque, par rainure il donne libre passage à un volume d'eau déterminé.

Il ne faudrait pas cependant conclure à la possibilité, à la nécessité même, d'établissement d'un étalon de débit normal ! En effet, il nous faut ici tenir compte de la perte de charge qui est créée par l'aspiration, dans le milieu même où est provoquée la pulvérisation. Il est alors impossible d'établir une formule générale, car chaque carburateur présente un conduit variant de formes et de dimensions ; il serait d'autre part fastidieux de rappeler ici les formules d'écoulement des gaz qui devront, pour chaque constructeur, fixer un débit normal de... correspondant :

1° A la disposition intérieure de son carburateur — 2° à un débit volumétrique fixe du cylindre ; et dès lors logiquement, un carburateur ne deviendra-t-il livrable pour un moteur donné sans un examen préalable des éléments de dimensions et de vitesse de rotation de ce moteur, et *j'insiste sur ce point, non pas seulement de sa force en chevaux.*

Et ici ouvrirai-je une parenthèse, relativement à ce qui se pratique dans les concours de moteurs, où, une consommation est par trop prise pour le moteur seul, alors qu'elle s'adresse plus entièrement à *l'accouplement du moteur et du carburateur.* Il faudrait donc leur partager les lauriers, le cas échéant, et s'il y a mauvais résultat en rechercher la cause ou dans l'un ou dans l'autre, ou dans tous les deux.

Je passe au réglage suivant la force et la marche momentanée du moteur.

En général, on provoque un étranglement du gaz carburé. Eh bien, tout d'abord si l'on veut agir ainsi, mettons en fait qu'il faudra tenir cet étranglement le plus éloigné possible du champignon ou de la chandelle du pulvérisateur, afin d'éviter, sur la tête de celui-ci, l'influence des remous que détermine en amont la perte de charge du registre. Ce fut la disposition adoptée par M. Mors pratiquant cet étranglement dans la cloche d'aspiration même.

Maintenant, lorsque nous fermons le registre du gaz carburé, nous déterminons une diminution de la vitesse des gaz par la nouvelle résistance créée, qui influe sur la vitesse du piston comme une nouvelle charge. Or, le débit en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

air qui se fera autour du pulvérisateur sera fonction de sa vitesse; la perte de charge qui crée la pulvérisation, tenant d'une part de la colonne liquide et d'autre part de la dépression provoquée par la direction du courant gazeux, est fonction du *carré* de cette même vitesse. D'où la nécessité de tenir cette dernière constante dans le voisinage du pulvérisateur, si nous voulons ne pas changer la composition du mélange qui s'y constitue. Survient alors la disposition indispensable d'un second registre d'entrée d'air, tout près du pulvérisateur et dont le mouvement devra être invariablement lié à celui du premier.

A ce sujet je vous renverrai à la première application intéressante relative au brevet Lefèvre (1900).

Mais encore toute cette disposition de chicanes, de registres, crée-t-elle des résistances nouvelles — avec l'alcool tout d'abord cela peut nous amener des condensations bien compréhensibles qui appauvriront le mélange — et d'autre part le moteur, lorsque nous voulons le modérer, doit surmonter, en outre du travail que nous lui demandons réellement, les frottements et les pertes de charge variées dues à ces dispositifs mécaniques complexes qui, étant donné la grande vitesse des gaz, sont considérables, cette vitesse y entrant comme déterminante par son carré.

En passant et en me plaçant peut-être un peu en dehors de la question de carburation, je ne serais pas éloigné de croire, relativement à ces condensations dont je viens de parler, qu'il y a lieu d'employer pour l'alcool moteur des soupapes d'admission commandées qui, par le moins d'incertitude de leur levée, seront efficaces contre ces condensations, surtout dans les opérations de modération du moteur.

Toutefois je me permettrai de préconiser ici un dispositif moins brutal qui consisterait à rechercher la régulation dans une simple modification de la charge de la colonne liquide.

Il faut alors faire échec au niveau constant absolu des carburateurs actuels. Il faut, à l'instant où la vitesse du courant d'air diminue, élever au pulvérisateur le niveau du liquide, l'approcher en quelque sorte des lèvres des orifices de pulvérisation et aider la dépression que je signalais précédemment.

Pour cela, rien n'est plus aisé. Je garde le flotteur mais je puis établir une entrée d'essence en dessus ; le pointeau étant ainsi tourné pointe en l'air, par une disposition du siège mobile de ce pointeau suivant son axe, je permettrai au niveau constant de s'établir plus ou moins haut. Comme on le voit c'est une simple étude de raccord. Ou bien, on pourra composer un flotteur du genre de celui de MM. Fritscher et Houdry; monté sur un bras horizontal il commande, par retour d'équerre de ce bras, en tournant autour d'un pivot à l'avenant, le pointeau disposé horizontalement, et le pivot est monté sur une tige verticale mobile suivant son axe.

D'ailleurs je présumerais une sorte d'esquisse de cette idée dans un carburateur de Poerschmann (1894) qui établissait cette variation de niveau par un système hydropneumatique.

Et cette nouvelle façon de comprendre la carburation permettrait-elle en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

outre de régler facilement le carburateur pour des liquides combustibles de densité et de facilité de pulvérisation différentes.

Enfin, comme nous l'allons voir, il est d'autant plus intéressant de pouvoir agir sur le niveau du liquide que la carburation ne saurait découler uniquement de la vitesse du moteur, ainsi que beaucoup semblent le croire. Un moteur, en des charges différentes, peut être en effet considéré comme en des démultiplications différentes de l'attelage à un même travail ; et pour chacune, si l'on veut une même vitesse de ce moteur, celui-ci demandera, économiquement parlant, le mélange à dosage d'effet maximum correspondant ; et nous faudra-t-il alors chercher, *constamment à la main*, l'établissement de ce mélange. Ainsi, et on le relève aisément des formules de combustion, le maximum d'alcool ou d'essence possible devra correspondre à la pleine charge, et, celle-ci diminuant, on devra diminuer l'alcool ou l'essence, en restant toutefois, pour les deux cas, dans les limites de compositions explosives. Or, nous savons l'étroitesse de ces limites d'une part, et d'autre part la sensibilité que nous devons attendre des faibles différences de niveau au pulvérisateur. Ainsi s'ensuit tout l'intérêt que le réglage en question pourra présenter.

Mais, *encore une fois, ne faut-il compter que sur la seule logique de manœuvre du mécanicien et non sur le moteur qui, à un nombre de tours déterminé, ne peut occasionner qu'une position déterminée aussi d'un dispositif mécanique quelconque.*

Il restera du moins à ce dispositif, tel celui du Commandant Krebs ou du carburateur Mercédès l'avantage, déjà considérable, de nous éviter les ratés, les hoquets du moteur.

Pour terminer, puisque l'alcool est ici particulièrement en jeu, et que cependant nous désirons l'employer, concurremment avec l'essence, il nous faut des carburateurs d'un établissement variable ; et puis, dans tous les cas, les moteurs fixes de l'industrie demandant un réglagle très souple pour viser à la plus grande économie, tout carburateur doit-il posséder un moyen de réglage simple et rapide.

Ce réglage du débit du liquide devra nécessairement se trouver avant son mélange à l'air, toujours par une augmentation de la résistance offerte à l'écoulement de la colonne de charge, avant aussi le petit matelas, le tampon qui évitera les perturbations et la sensibilité inhérentes à l'approvisionnement par un orifice capillaire. Ainsi, dans le Longuemare *à l'alcool*, tel est le but du pointeau central inférieur qui fixe à la volonté du mécanicien le débit immédiatement avant la chambre du champignon.

M. LE PRESIDENT remercie MM. Périssé et de la Valette, MM. E. Brillié et Stern de leurs très intéressantes communications ainsi que MM. les Membres du Congrès qui ont pris part à la discussion qu'elles ont motivée.

La séance est levée à 5 h. 1/2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SEANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902

La séance est ouverte à 2 h. 1/2; sont présents au bureau : MM. FORESTIER, *Président;* DE LA VALETTE, *Vice-Président;* CHARVET et BOYER-GUILLON, *Secrétaires.*

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. WALCKER pour sa communication.

Communication de M. WALCKER

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

sur

LES MOYENS PROPRES A AMÉLIORER LA CONSOMMATION DES MOTEURS D'AUTOMOBILES

Je voudrais étudier avec votre précieux concours les perfectionnements que l'on peut apporter au diagramme des moteurs à explosion employés pour les automobiles. Ces diagrammes peuvent être considérés comme parfaits dans les moteurs fixes bien étudiés, au contraire ils ont de très grands progrès à faire dans les moteurs rapides employés dans les voitures automobiles.

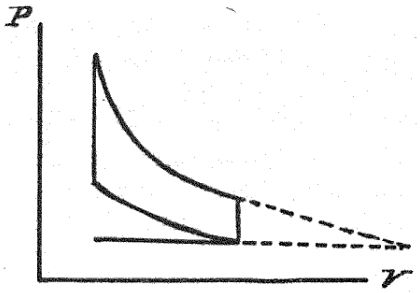


Fig. 98.

Traçons le dessin schématique de ce diagramme qui représente le cycle à quatre temps que vous connaissez (*fig. 98*). Appelons Q la quantité de chaleur produite par la combustion de l'essence.

Q_1 La chaleur perdue par les gaz d'échappement.

Q_2 La chaleur perdue par les parois ;

Q_3 La chaleur transformée en travail indiqué ;

Nous avons évidemment

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

Nous nous occuperons seulement aujourd'hui d'essayer de réduire le plus possible la perte de chaleur Q_3 qui représente environ 40 % de la chaleur totale Q.

La chaleur Q_3 peut se diviser en deux :

Q'_3 qui correspond à la perte de chaleur produite par la baisse brusque de pression au moment de l'ouverture de la soupape d'échappement et qui se transforme en énergie mécanique; c'est elle qui donne aux gaz d'échappement leur force vive ; cette force est perdue pour tous, elle constitue un bruit désagréable que l'on s'applique à étouffer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin Q''_s qui correspond à la température des gaz d'échappement et qui est égal au produit de leur chaleur spécifique par la température.

Pour réduire et amoindrir jusqu'à zéro le terme Q'_s nous détendrons les gaz jusqu'à la pression atmosphérique ; il nous faudra employer à cet effet un cylindre deux ou trois fois plus grand ou réciproquement il nous faudra admettre un volume de gaz tonnant deux ou trois fois plus petit.

Pour atténuer Q''_s nous comprimerons aussi fort que possible cette fraction de cylindrée admise.

En effet il résulte immédiatement des formules de thermodynamique que si nous considérons deux moteurs aspirant tous deux la même quantité de gaz, les comprimant inégalement, l'un beaucoup l'autre peu, détendant ensuite leur gaz tous deux jusqu'à la pression atmosphérique, le moteur qui a le plus comprimé a une température d'échappement plus basse et un rendement plus élevé.

Etudions maintenant les moyens employés pour aspirer une fraction de cylindrée égale au tiers ou à la moitié du volume du cylindre.

1° Nous pouvons étrangler l'échappement et conserver ainsi dans le cylindre une partie des gaz brûlés qui ne laisseront pénétrer qu'une fraction de gaz frais ;

2° Nous pouvons étrangler l'admission et, pour un laminage suffisamment intense, nous admettrons la fraction de gaz désirée ;

3° Nous pouvons avoir une soupape d'admission commandée qui s'ouvrira en grand dès le début de l'aspiration et qui se fermera brusquement lorsque la fraction de gaz désirée aura pénétré dans le cylindre.

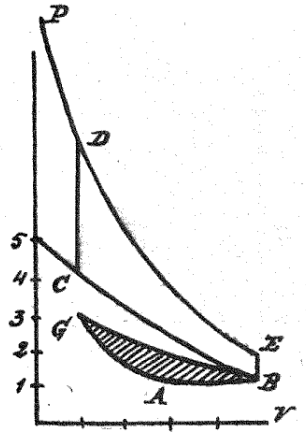


Fig. 99.

Le premier moyen comme le second demandent au moteur un travail négatif dont on peut juger de la valeur par les deux diagrammes qui suivent.

Proposons-nous d'introduire dans le moteur la moitié de la cylindrée de gaz frais en étranglant les gaz d'échappement; il nous faudra régler cet échappement de telle façon que le cylindre soit rempli à moitié de gaz brûlés; il admettra ainsi une moitié de gaz frais. Il faut donc que nous comprimions les gaz brûlés pendant la fin de la période d'échappement suivant BG *(fig. 99)* afin de les conserver. Ces gaz seront ramenés par une détente à la pression atmosphérique A; lorsque le piston aura parcouru la moitié de sa course, la soupape d'admission automatique s'ouvrira alors pour laisser pénétrer la moitié du volume du cylindre de gaz frais.

AB est la période d'admission proprement dite ; BC période de compression ; CD explosion ; DE détente; EB baisse brusque de la pression au moment de l'ouverture étranglée de la soupape d'échappement, enfin BG échappement ; AG détente des gaz brûlés avant l'admission.

Le triangle hâché représente le travail perdu par ce mode de régulation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les gaz frais sont noyés dans une grande masse de gaz brûlés qui continuent à échauffer le cylindre.

L'étrangleur à l'admission nous donne le diagramme suivant qui correspond à une aspiration égale à la moitié du volume du cylindre.

ABC admission ;
CD compression ;
DE explosion ;
EF détente ;
FG échappement anticipé ;
GA échappement.

La soupape d'aspiration automatique reste ouverte pendant une course et demie du piston pour laisser pénétrer la moitié du cylindre. La vitesse moyenne des gaz dans le carburateur est donc très réduite et vient troubler très profondément la carburation. La surface hachée représente toujours le travail résistant demandé au moteur.

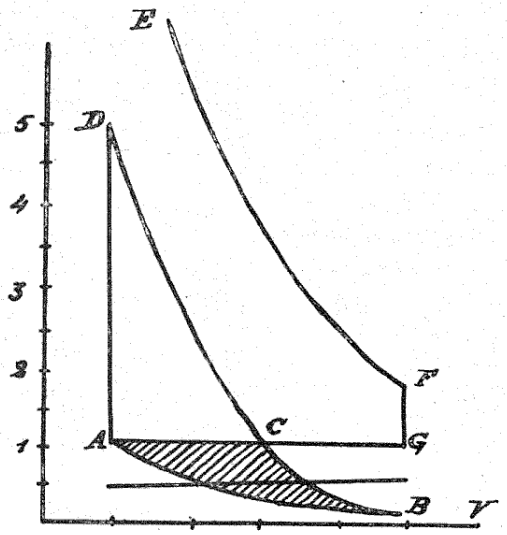


Fig. 100.

Enfin nous arrivons au troisième moyen qui ne trouble pas la carburation, qui ne demande pas au moteur un travail nuisible et qui le refroidit au lieu de l'échauffer. La soupape d'admission commandée est actionnée par une came à saillie radiale constante (c'est-à-dire que la levée est constante) et à saillie circonférentielle variable (c'est-à-dire que la durée de la levée toujours complète peut être modifiée par un déplacement longitudinal de la came).

Le diagramme obtenu est le suivant *(fig. 101)*:

AB admission pendant la moitié de la course du piston, c'est-à-dire pendant une *durée trois fois moindre* qu'avec l'étrangleur ; BC détente des gaz admis; CBD compression des gaz admis.

Les deux courbes BC de détente et de compression se confondant en une seule, le travail à demander au moteur est nul, la surface étant nulle.

Le troisième moyen nous permet donc d'avoir une carburation constante quelle que soit la quantité de gaz admis, mais pour une même vitesse du moteur, en effet la durée d'admission est proportionnelle, en négligeant les vitesses différentes du piston, à la quantité de gaz admis ; la vitesse d'entrée d'air dans le carburateur est donc constante, tandis qu'avec l'étrangleur, la vitesse varie beaucoup, comme nous l'avons montré plus haut.

On conçoit une carburation automatique avec l'excellent carburateur Longuemare, en rendant la manette d'air solidaire de la manette de l'accélé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rateur qui assure pour chacun de ses degrés une vitesse différente du moteur, mais constante pour chaque degré. Cette manière de faire, employée déjà il y a plusieurs années, est remise à l'ordre du jour ; elle peut évidemment rendre des services en empêchant le moteur de caler par mauvaise carburation, mais ne supprimera en aucune manière la manette d'air placée sous la main du mécanicien soigneux, qui la réglera suivant les différentes conditions atmosphériques.

Revenons au diagramme schématique. Nous voyons l'explosion représentée par un trait vertical, image d'une déflagration instantanée. L'explosion doit être évidemment aussi instantanée que possible, sous peine de diminuer largement la surface du diagramme, et la vitesse de propagation de l'explosion ne sera grande qu'avec un mélange riche bien carburé et bien comprimé.

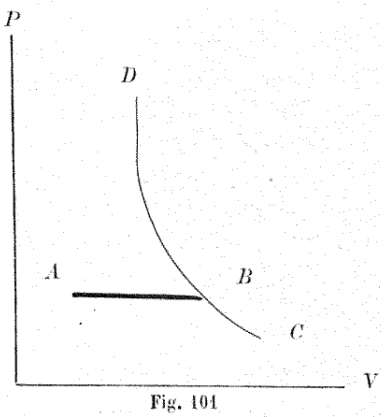


Fig. 101

Cela est un point essentiel. Il en existe un autre qui a autant d'importance : il faut allumer ce mélange exactement à fond de course pour bénéficier totalement d'une chambre de compression soigneusement calculée. Examinons un des moyens employés : prenons un contact électrique placé sur l'arbre de distribution du moteur, supposé à un cylindre. La rupture brusque de ce contact ou celle d'un vibrateur placé sur une bobine d'induction détermine l'étincelle qui allume le mélange. L'inflammation au bon moment s'obtient aisément par tâtonnement en déplaçant angulairement le contact primaire.

Considérons maintenant un allumage destiné à enflammer deux, trois ou quatre cylindres; nous trouvons généralement deux, trois ou quatre contacts sur l'arbre de distribution du moteur, un nombre de vibrateurs équivalent à la bobine. Les quatre contacts sont disposés sur une plaque que l'on peut déplacer angulairement. Les quatre contacts, si parfaits qu'ils soient, se produisent à des temps différents par rapport à la position du piston qu'ils doivent allumer, les trembleurs magnétiques mettant évidemment des temps plus ou moins tardifs à vibrer ; tous ces retards sont différents et ne peuvent se corriger par une seule commande d'avance à l'allumage. Examinons maintenant un moteur tournant à 1.200 tours à la minute soit 20 tours à la seconde, le piston met exactement 1/40 de seconde pour parcourir le cylindre; si nous nous imposons une précision absolue il faut évidemment que l'étincelle jaillisse avec une précision comprise entre le millième et le dix-millième de seconde. Supposons de plus que ce moteur ait une course de 200 m/m: quel est le déplacement du piston dans le voisinage du fond de course correspondant à ces deux temps très petits ?

Pour 1/1.000e de seconde il est de 1 m/m.

Pour 1/10.000e de seconde il est négligeable.

Ces chiffres sont éloquents car le travail perdu pour un très petit déplacement est très grand, vu la haute pression au moment de l'explosion; au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contraire, à la fin de la détente, il est très faible, même pour un déplacement important, vu la basse pression.

L'allumage décrit ci-dessous nous donne une précision absolue. Il se compose d'un seul contact placé sur le moteur ; ce contact est rompu brusquement par un seul bossage placé sur une came montée sur l'axe du moteur pour 2 cylindres, sur un axe tournant deux fois plus vite pour 4 cylindres. Ce contact détermine dans une bobine d'induction sans trembleur 2 ou 4 courants secondaires allumant deux ou quatre bougies en même temps. Cette disposition n'empêche pas chaque cylindre de partir à son tour; l'explosion ne jaillit que lorsque les gaz comprimés sont prêts à détonner; dans le cas de quatre cylindres, deux étincelles jaillissent au sein de gaz brûlés; la troisième jaillissant au bout d'une aspiration, elle n'allume pas, les fils de la bougie placés en retrait étant encore environnés de gaz brûlés; enfin la quatrième allume.

Cette disposition nous assure un réglage identique pour les quatre cylindres; l'avance à l'allumage nous donnera la précision demandée.

La simplicité d'organe et d'entretien d'un pareil allumage ne se composant pour quatre cylindres que d'un seul contact à entretenir et à vérifier, est indiscutable.

L'allumage par magnéto, très en vogue, donne lieu à une grande complication ; le déclanchement des contacts intérieurs du cylindre ne s'effectuant qu'au moyen de ressorts, sa précision est douteuse dans un moteur rapide à plusieurs cylindres.

Ces principes énoncés, il est facile de les vérifier dans la pratique en montant sur un même moteur deux systèmes d'allumage. On constate aussitôt que l'avance à l'allumage prend une grande sensibilité dans le cas d'un seul contact, et montre dans le second cas, suivant une fraction importante du déplacement angulaire, une indifférence absolue.

Les quelques principes qui viennent d'être indiqués très sommairement, ne sont évidemment pas à l'abri de critiques très justifiées, mais ils ont permis, ou plutôt on doit les faire entrer en ligne de compte pour expliquer les résultats de consommation obtenus par la Maison Chenard et Walcker dans les différents concours de l'année et qui sont de:

5 litres 110 pour 1.000 kg. transportés sur 100 km.

M. LE PRESIDENT remercie M. Walcker de sa très intéressante communication et donne la parole à M. Boyer-Guillon, secrétaire pour lire la communication de M. Serpollet, qui s'est excusé de ne pouvoir venir.

Communication de M. Léon SERPOLLET

sur le

CHAUFFAGE DES GÉNÉRATEURS DE VAPEUR SURCHAUFFÉE (Syst. Serpollet) AU MOYEN DE L'ALCOOL

La question du chauffage de nos générateurs au moyen de l'alcool nous a préoccupés depuis longtemps, à divers points de vue.

L'alcool, produit national, devait, même pour ce seul motif, être l'objet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de toute notre attention. De plus, plusieurs de nos clients habitant des pays producteurs d'alcool, ou producteurs eux-mêmes, désiraient employer ce combustible.

Instruits par l'expérience des difficultés que nous avons rencontrées pour arriver à brûler convenablement le pétrole lampant, nous nous sommes mis à l'œuvre avec confiance, connaissant d'avance la facilité de combustion de l'alcool, concurrent du pétrole aujourd'hui, son successeur demain.

Il y a lieu, pour fixer les idées, de décrire rapidement la construction de notre générateur, son fonctionnement, et le brûleur qui le chauffait au pétrole lampant.

Notre générateur est composé d'un coffre en tôle avec doublures en amiante, renfermant dans la partie haute un long serpentin en tubes d'acier enroulés en forme de grilles croisées et présentant en plan l'encombrement d'un rectangle.

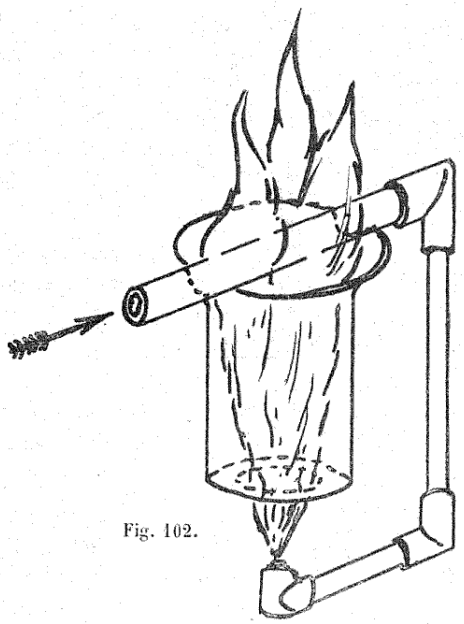


Fig. 102.

Dans la partie basse de ce coffre parallélipipédique se trouve logé le brûleur, dont la flamme doit couvrir entièrement la surface inférieure rectangulaire du faisceau tubulaire.

Notre générateur « à vaporisation instantanée » indique par son appellation son mode de fonctionnement; il doit produire instantanément la vapeur dont on a besoin. Pour qui connait le travail d'une automobile et les variations de puissance qu'exige la marche, c'est dire que cette production de vapeur est variable dans d'énormes proportions, et que par suite le brûleur doit suivre les mêmes variations de régime, sans extinctions ni fumée.

En outre, le brûleur devait fonctionner d'une façon autonome, sans le concours de l'air comprimé ou de la vapeur d'eau, c'est donc un brûleur vaporisant le pétrole et l'utilisant comme gaz qui était désigné.

Nous représentons ci-contre schématiquement *(fig. 102)* le principe de tous les appareils de ce genre: un tube, dans lequel arrive le combustible liquide — poussé par une pompe ou un autre moyen —, est placé au-dessus d'un tube bunsen; il se raccorde à un bec ou éjecteur placé à distance convenable du bunsen; l'appareil porté à la température convenable pour la mise en marche par un moyen quelconque fonctionne seul dès qu'on lui envoie le liquide à brûler.

En effet, ce liquide se vaporise dans le petit générateur que constitue la première partie du tube, le gaz formé sort avec violence par l'éjecteur, et entraîne avec lui au travers du bunsen l'air nécessaire à sa combustion ; le mélange brûle à flamme bleue à la sortie de ce tube, et, chauffant à son tour le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

générateur, vaporise le liquide qui y circule proportionnellement à l'importance de sa flamme propre.

Notre brûleur au pétrole n'est en somme qu'un groupe de becs semblables à celui que nous venons de décrire.

Les becs disposés en quinconce sont portés par un corps en bronze en forme d'étoile, la vapeur de pétrole arrivant au centre de cette étoile après avoir traversé un filtre destiné à arrêter les matières solides qui ont pu se produire à la suite de la haute température à laquelle est soumise la vapeur de pétrole. Au-dessus de chaque bec se trouve un tube bunsen, dont le diamètre et la distance au bec ont été déterminés très exactement; enfin, au-des-

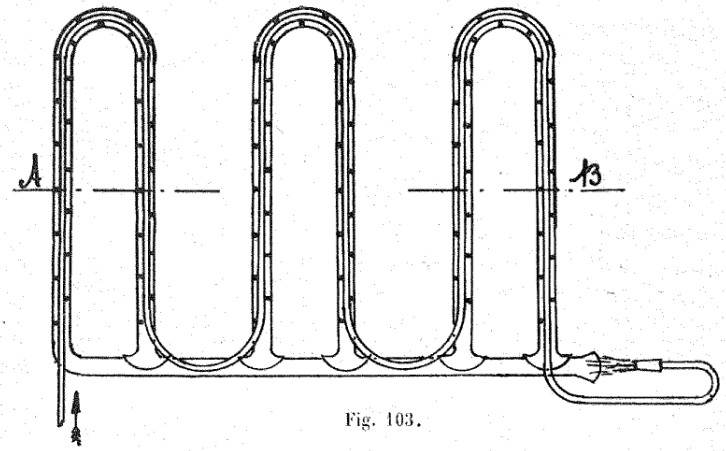


Fig. 103.

sus de ces tubes bunsen court un tube en acier serpentant de façon à les couvrir tous et de longueur suffisante pour assurer une bonne gazéification.

Ce brûleur nous a donné toute satisfaction. Après un chauffage de quelques minutes au moyen de l'alcool dénaturé, il se met en marche sans aucune fumée et supporte sans à-coups toutes les variations d'allure.

Tout ceci étant établi, nous avons cherché le moyen de remplacer le pétrole par l'alcool dénaturé à 900 comme combustible.

L'alcool exigeant beaucoup moins d'oxygène que le pétrole pour sa combustion, nous avons abandonné le principe de notre brûleur ordinaire et nous en avons construit un autre de la façon suivante :

Une série de tubes en cuivre cintrés en forme d'U *(fig. 103)* et percés à leur partie supérieure de trous à 45° environ, venaient se braser par leurs extrémités libres sur un collecteur terminé par un cône.

Au-dessus de ces tubes en cuivre circulait le serpentin vaporisateur, de façon que les trous se présentaient de chaque côté ; enfin la vapeur produite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sortait par un éjecteur unique placé au centre du cône, dans lequel il entraînait l'air nécessaire à la combustion, le mélange ainsi formé sortait par les trous des tubes en U et brûlait en flamme bleue.

La combustion était parfaite, et l'essai a été fait sur une de nos voitures, en tenant compte des différences de puissance calorique des deux combustibles.

A la suite de ces essais, nous avons reconnu que pour la même surface de brûleur nous ne pouvions pas arriver à brûler assez d'alcool pour obtenir les mêmes résultats qu'avec le pétrole.

Il aurait fallu doubler cette surface, et par suite modifier la construction de nos générateurs. Cela sortait de notre programme, car notre désir était que nos voitures puissent marcher indifféremment à l'alcool ou au pétrole, sans modifications importantes. — C'est alors que nous avons pensé à l'alcool carburé à 50 %, tel qu'il est admis dans tous les concours officiels.

Dès lors, le problème se simplifiait, l'alcool carburé se rapprochant beaucoup du pétrole comme puissance calorifique et comme combustible.

Nous avons mis purement et simplement notre brûleur au pétrole en état de brûler de l'alcool carburé. Pour cela il n'y avait qu'à raisonner un peu: l'alcool carburé se gazéifie à plus basse température que le pétrole, nous avons donc réduit la longueur du serpentin, et par suite sa surface de chauffe ; il nécessite moins d'oxygène pour brûler, nous avons placé dans les tubes bunsen des rondelles de diamètre convenable pour limiter l'entraînement d'air; enfin les trous des éjecteurs ont été réduits légèrement pour augmenter la vitesse d'écoulement. Le résultat a été parfait dès les premiers essais. C'est avec ces brûleurs que nos voitures ont pris part au Circuit du Nord et à la course Paris-Vienne de cette année, et c'est l'alcool national qui les a toutes amenées au poteau d'arrivée malgré le mauvais temps et les mauvaises routes.

C'est assez dire que chez nous l'emploi de l'alcool est au point, et n'attend pour être généralisé que d'être mis à la disposition des consommateurs.

Chaque mode de chauffage a ses avantages et ses inconvénients. Le pétrole lampant se trouve partout, il n'est pas dangereux, une allumette tison enflammée s'éteint à son contact; son prix est bien établi et très abordable. Par contre il fait des taches grasses, et si, par suite d'une fausse manœuvre, on le fait brûler avec fumée, il dégage une odeur désagréable.

L'alcool carburé est plus propre, il détache au lieu de tacher — il a même cette propriété à un tel degré qu'il enlève radicalement la peinture sur laquelle il séjourne — ; il brûle plus facilement, l'utilisation de la chaleur qu'il produit est meilleure, à ce point que, inférieur au pétrole en puissance calorifique, la dépense en volume reste à peu près la même; on peut avoir avec lui une mise en veilleuse parfaite, ce qui est encore une économie pour les longs stationnements; il a aussi ses inconvénients : il n'existe pas actuellement de dépôts assez rapprochés pour permettre au touriste de l'employer sans risquer d'en manquer au beau milieu de son excursion; son prix est plus élevé; enfin il est très facilement inflammable, et dégage, lorsqu'il est mal brûlé, des gaz qui sont incommodants par leur action sur les yeux.

Le tableau comparatif ci-contre fera ressortir nettement les prix relatifs des combustibles dont il a été question.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a lieu de faire remarquer que, même au prix actuel, il y a avantage pour Paris à employer l'alcool carburé de préférence au pétrole, à cause de sa

NATURE DU COMBUSTIBLE	PRIX DU LITRE		PUISSANCE CALORIFIQUE AU LITRE D'APRÈS M. CHAUVEAU	PRIX DES 1000 C.	
	A PARIS	HORS PARIS		A PARIS	HORS PARIS
Pétrole	0 f. 4425	0 f. 2425	8.375 c.	0 f. 5281	0 f. 2875
Alcool dénaturé à 90°	0 f. 4500	0 f. 4455	4.850 c.	0 f. 7278	0 f. 7186
Alcool carburé à 50 0/0	0 f. 4200	0 f. 3600	6.775 c.	0 f. 6200	0 f. 5313

meilleure combustion et de sa plus facile marche en veilleuse : c'est pourquoi il est employé exclusivement sur toutes nos voitures de service.

En résumé, l'alcool carburé présente pour nous comme combustible de gros avantages. Que son prix baisse seulement un peu, qu'il en soit créé de nombreux dépôts, et le pétrole aura vécu pour faire place au produit de notre sol, et ce ne sera pas là un de ses moindres débouchés.

M. TURGAN, demande à connaître la quantité de vapeur produite par l'alcool comparativement à celle que fournirait le pétrole *lampant* dans la chaudière SERPOLLET. En d'autres termes, combien consomme-t-on d'alcool par cheval-vapeur ?

M. LE PRESIDENT regrette que notre collègue M. SERPOLLET soit absent, pour lui, il ne peut pas répondre à cette question.

M. TURGAN fait remarquer, que ce serait d'autant plus intéressant que M. SERPOLLET a annoncé qu'il faisait un wagon de 220 chevaux, avec un générateur à vaporisation instantanée.

M. LE SECRETAIRE. — Pour produire 20 chevaux, il doit falloir 20 k. d'alcool, soit à peu près 8 fr. par heure : voici ce que nous trouvons dans le tableau inséré dans la communication de M. SERPOLLET.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. BRILLIÉ pour sa communication sur « Les transports industriels ».

Communication de M. Eugène BRILLIÉ

INGÉNIEUR E. C. P.

sur les

TRANSPORTS INDUSTRIELS ET LE MATÉRIEL DE LA SOCIÉTÉ NANCÉENNE D'AUTOMOBILES

Depuis deux ans, un certain nombre d'épreuves officielles ont fait ressortir le parti que l'on pouvait tirer de l'alcool au point de vue de la propulsion des automobiles.

Ces épreuves ont démontré que, au point de vue de la puissance, de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

consommation et du prix de revient, l'alcool carburé pouvait lutter avantageusement avec l'essence.

Nous relatons d'autre part des essais faits sur des moteurs de notre système, qui démontrent que, à consommation volumétrique égale, la puissance engendrée est même légèrement supérieure avec l'alcool carburé.

Si l'on ajoute à cela quelques avantages accessoires, échauffement moindre du moteur, moins d'odeur, enfin l'intérêt qu'il y a à faire usage d'un produit national, l'emploi de l'alcool semble devoir être préféré à celui de l'essence.

Néanmoins il faut reconnaître que son emploi s'est peu répandu ; c'est qu'en effet le touriste n'est pas assuré de trouver sur sa route les dépositaires qui lui permettront de s'approvisionner.

D'autre part les commerçants se soucient peu de tenir ces produits qu'on ne leur demande pas. Ajoutons à cela les ennuis et formalités de la régie... Bref on continue à marcher à l'essence.

La question est tout autre si nous considérons l'automobilisme industriel ; comme alors le plus souvent le véhicule rayonne autour d'un centre, on relie des points prévus d'avance, la question des approvisionnements est facile à résoudre, et les inconvénients qui empêchent le développement de l'emploi de l'acool n'existent plus.

Dans ce cas, la question primordiale est celle du prix de revient ; la moindre différence de prix en faveur de l'alcool fera pencher la balance vers ce produit. Comme cette différence de prix paraît déjà exister, très faible il est vrai, aujourd'hui peut-être plus accentuée demain, il ne semble pas exagéré de prétendre que l'avenir de l'alcool au point de vue automobile est lié à l'avenir des transports industriels automobiles.

Il nous a été donné d'étudier cette question des transports industriels avec la Société Nancéenne d'automobiles pour laquelle nous avons établi plusieurs types de véhicules que nous allons passer en revue très rapidement, en renvoyant, pour une description plus complète à notre communication publiée dans le *Bulletin* d'Août 1902 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

Ces véhicules ont été présentés aux concours du Ministère de l'Agriculture en octobre 1901 et mai 1902 ; ce sont :

1° Petit Camion pour charge de 1.800 k. maximum, caractérisé par les particularités ci-après :

Châssis tubulaire triangulé ;

Moteur sous le siège du conducteur ;

Trois vitesses et marche arrière par un seul levier ;

Transmission aux roues motrices par une seule chaîne attaquant le différentiel monté sur l'essieu.

Direction épicycloïdale.

2° Grand Camion, représenté par les figures 104, 105, 106 *(page 203)* pour charges de 3 à 5 T.

Châssis bois et acier ;

Moteur sous le plancher du conducteur ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quatre vitesses et marche arrière par un seul levier ;
Directions démultipliées par pignons d'angle.

3° TOMBEREAU, représenté fig. 107; identique au précédent au point de vue mécanique ; il comporte une benne articulée à l'arrière que l'on peut culbuter au moyen d'un treuil à engrenages.

Le tableau ci-après indique, pour chacun de ces véhicules, les données principales, ainsi que les résultats obtenus dans ces concours.

Véhicules industriels de la Société Nancéenne d'Automobiles présentés aux concours du Ministère en..	PETIT CAMION	GRAND CAMION	TOMBEREAU
	MAI 1902	OCTOBRE 1901	MAI 1902
Récompenses obtenues.....	**MÉDAILLE D'OR**	**MÉDAILLE D'OR**	**MÉDAILLE DE VERMEIL**
Puissance du moteur.....	10 Chevaux	10 Chevaux	12 Chevaux
Alésage.....	92 m/m	92 m/m	96 m/m
Course totalisée (sup. + inf.).....	170 m/m	170 m/m	170 m/m
Nature du châssis.....	tubes	bois-acier	bois-acier
Longueur de la plate-forme.....	2 m 400	2 m 800	Capacité : 4 m3
Largeur —	1 m 550	1 m 800	
Nombre de vitesses.....	3	4	4
Première vitesse (moteur à 900 T.)..	7 km	3 km	2 km 5
Grande vitesse — ..	25 km	16 km	13 km 5
Transmission aux roues...	1 chaîne	2 chaînes	2 chaînes
Empatement.....	2 m 300	2 m 750	2 m 650
Voie.....	1 m 450	1 m 560	1 m 560
Diamètre des roues avant..... ..	900 m/m	900 m/m	900 m/m
— — arrière.....	900 m/m	950 m/m	950 m/m
Nature des bandages.....	caoutchouc	acier	acier
Largeur des bandages avant.	75 m/m	90 m/m	140 m/m
— — arrière.....	80 m/m	90 m/m	200 m/m
Résultats officiels :			
Poids à vide, en ordre de marche...	1396 k	2506 k	4185 k
Charge utile.....	1679 k	3371 k	4725 k
Poids total..... ..	3075 k	5877 k	8910 k
Vitesse moyenne...	19 km 21	9 km 1	8 km 2
Consommation par Tonne km. totale	0 l 075	0 l 096	0 l 088
— — utile.	0 l 134	0 l 167	0 l 165

Observations

1° Notons que, pour le tombereau, le poids mort de 4.185 kilos comprend une benne métallique pesant avec le treuil 1.200 kilos environ.

Si cet ensemble avait été remplacé par une plate-forme de camion, on aurait pu réaliser sur le poids mort une économie de 800 kilos au moins que l'on aurait pu reporter sur le poids utile ; ce qui, pour le même poids total de 8.910 kilos aurait donné :

Poids à vide en ordre de marche..... 3.400 kilos
Charge utile..... 5.510 —

La consommation par T. km. utile aurait été alors de 0, 140 environ.

2° Ces épreuves ont eu lieu sur parcours accidenté et sur routes détrempées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les conditions économiques eussent été meilleures sur des profils moins durs qui auraient permis d'augmenter la charge utile.

3° Le petit camion était muni de bandages caoutchoutés, alors que les deux autres véhicules étaient sur roues ferrées.

Il convient de remarquer que la roue caoutchoutée donne un meilleur

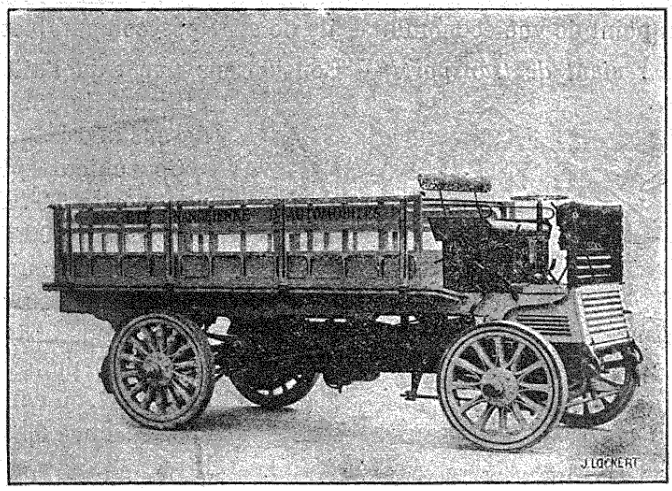


Fig. 104. — Camion à alcool carburé.

coefficient de roulement que la roue métallique qui écrase l'obstacle ou déforme la route quand elle n'est pas suffisamment dure.

Les résultats du concours d'une manière générale, paraissent être en faveur des bandages pneumatiques ou caoutchoutés alors que, en réalité, au point de vue économique, ces véhicules ont à supporter, pour l'entretien des bandages, des frais bien plus considérables que l'économie d'alcool qui en résulte.

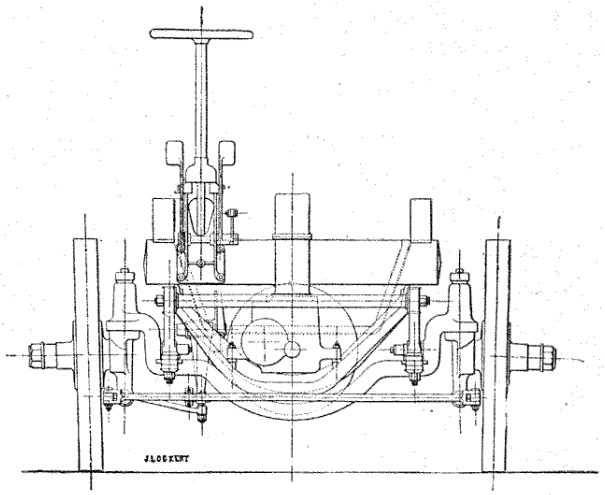


Fig. 105.

L'avantage des roues caoutchoutées est de permettre des vitesses supérieures à celles qui sont compatibles avec l'emploi des roues ferrées, pour lesquelles une vitesse de 12 kilomètres à l'heure doit être considérée comme une limite.

Les roues caoutchoutées donnent aussi plus d'adhérence et moins de dérapage que les roues ferrées, surtout sur le pavé gras dans les villes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Néanmoins, l'emploi des bandages caoutchoutés est incompatible, au point de vue du prix, avec les poids très lourds comme celui du tombereau.

Comme il est évidemment impossible, dans un concours d'économie, de tenir compte de l'usure des caoutchoucs pour établir la dépense du véhicule, il semblerait plus logique de séparer en deux catégories distinctes les véhicules à roues caoutchoutées de ceux à roues ferrées pour établir le classement, puisque, au point de vue économique, ils ne sont pas comparables.

Prix de revient de transport. — Considérons une exploitation minière utilisant le tombereau ci-dessus décrit.

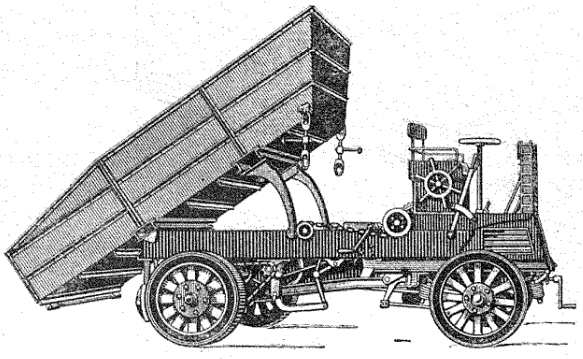


Fig. 107. — Tombereau à alcool carburé

Ce véhicule pesant 4 T. peut porter 5 T. à la vitesse moyenne de 9 kilomètres à à l'heure avec une consommation inférieure à 0,09 par tonne kilométrique totale, soit une dépense inférieure à 0 fr. 032, en comptant l'alcool carburé 35 fr. l'hectolitre.

Supposons le prix d'achat du véhicule, 15.000 fr. à amortir en 5 ans ; 280 jours de marche par an avec un parcours journalier de 40 kilomètres en charge de 5 tonnes (soit 5 heures de marche à raison de 8 kilomètres à l'heure) et 40 kilomètres à vide (soit 3 h. 1/2 à 12 kilomètres à l'heure).

La dépense journalière en alcool sera :

$$\begin{aligned} &\text{En charge..} \quad 9\ \text{T.} \times 40 \times 0{,}032 = 11^{\text{f}},52 \\ &\text{A vide .....} \quad 4\ \text{T.} \times 40 \times 0{,}032 = \underline{\ 5^{\text{f}},76} \\ &\text{Total, pour 200 T. kilom. utiles} = 17^{\text{f}},28 \end{aligned}$$

On aura, pour la dépense annuelle :

Amortissements 20 % du prix d'achat.....	Fr.	3.000 »
Réparations 10 % du prix d'achat.....		1.500 »
Alcool (pour 56.000 T. km. utiles).....		4.838 »
Graissage 1 fr. 50 par jour.....		420 »
Mécanicien		2.400 »
Assurance, imprévu		1.000 »
Dépense totale annuelle (pour 36.000 T. km.).....		13.158 »

La tonne kilométrique transportée ressort à :

$$\frac{13.158}{56.000} = 0^{\text{f}},235.$$

Bien que tout ait été compté largement, ce prix est très notablement inférieur à celui de la traction animale pour laquelle il faut compter 30 à 35 centimes par tonne kilomètre.

Si le retour, au lieu de se faire à vide se fait en charge, c'est le cas du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

meunier qui en général livre de la farine et ramène un chargement de blé, le prix de la tonne kilom. est encore diminué. Il tombe au-dessous de 20 c.

Enfin si l'on considère le cas d'un industriel utilisant plusieurs véhicules, organisant un service d'entretien, employant des hommes de peine pour la conduite sous la direction d'un seul mécanicien, on pourra abaisser encore le prix de revient.

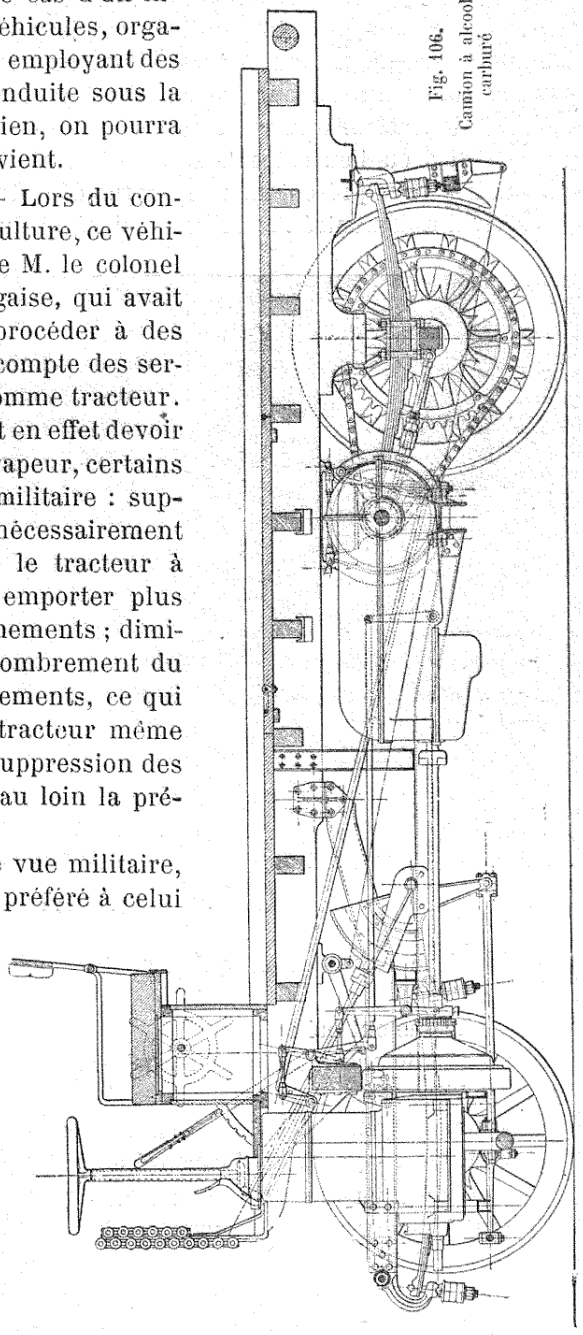


Fig. 106. Camion à alcool carburé

Applications militaires. — Lors du concours du Ministère de l'agriculture, ce véhicule avait attiré l'attention de M. le colonel du Bocage, de l'armée portugaise, qui avait exprimé le désir de voir procéder à des expériences pour se rendre compte des services qu'il pouvait rendre comme tracteur.

Le tracteur à alcool paraît en effet devoir présenter, sur le tracteur à vapeur, certains avantages au point de vue militaire : suppression des prises d'eau, nécessairement fréquentes avec la vapeur, le tracteur à alcool pouvant facilement emporter plus d'une journée d'approvisionnements ; diminution du poids et de l'encombrement du moteur et des approvisionnements, ce qui permet de charger sur le tracteur même 4 à 5 tonnes de poids utile ; suppression des fumées qui peuvent révéler au loin la présence du train.

D'autre part, au point de vue militaire, l'emploi de l'alcool doit être préféré à celui de l'essence, produit d'importation.

MM. Schneider et Cie, du Creusot, se sont empressés de répondre à la demande du colonel du Bocage pour se prêter à un essai, et nous ont offert le précieux concours de leurs ingénieurs. Leurs ateliers d'artillerie du Havre ont fourni le matériel d'expériences, lui ont adapté les appareils d'attelage, et ont pris toutes les dispositions pour l'essai, qui a eu lieu le 10 juin dernier.

Le train d'essai était constitué de quatre pièces Schneider-Canet, reliées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre elles et au tombereau (devenu tracteur) par des chevilles ouvrières.

Il comprenait, en plus du tracteur pesant environ 4.100 kilogrammes, deux canons de 120 millimètres, dont un à tir rapide, un obusier de 120 millimètres, un obusier de 103 millimètres ; le poids total de ces pièces était de 9 tonnes environ. En outre, 1.000 kilogrammes de lest avaient été disposés dans la benne du tracteur ; enfin, une quinzaine de personne avaient pris place sur le tracteur ou sur les pièces.

L'essai a eu lieu entre le Havre et Harfleur, sur un parcours total de 9 à 10 kilomètres présentant une longue côte de 35 millimètres par mètre.

L'essai a démontré l'extrême maniabilité du train dans les virages et la

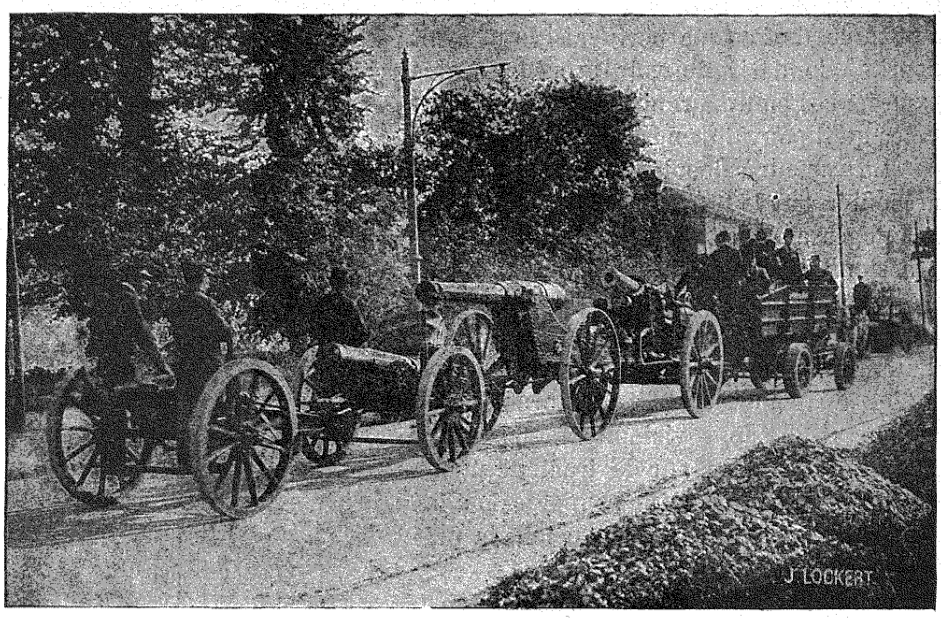


Fig. 108. — Application militaire

grande facilité de remorque qu'on peut attendre de la part de ce genre de véhicule.

Les vitesses ont été :

De 6 à 7 kilomètres à l'heure en palier ;

De 3 kilomètres en côte.

Soit une moyenne de 5 km. 5 pour le parcours total.

Il était fait usage d'alcool carburé à 50 p. 100.

Si l'on considère que le moteur n'était que de 12 chevaux on peut prévoir facilement les services que pourra rendre le tracteur-porteur à alcool, avec moteur de 20 à 30 chevaux, tant au point de vue militaire qu'au point de vue industriel, et nous sommes heureux, en la circonstance, de rendre hommage au colonel du Bocage qui a provoqué la démonstration et aux éminents ingénieurs qui nous ont gracieusement prêté leur concours pour la réaliser.

Un essai du même genre a eu lieu le 17 juillet dernier à Vincennes, en présence d'une commission spéciale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le même véhicule, chargé de 1.860 kilogrammes, a remorqué une pièce de 155 pesant 6.250 kilogrammes sur les routes accidentées qui avoisinent le fort de Nogent.

Le poids du train complet était de 12.350 kilogrammes.

Les vitesses relevées ont été les suivantes:

En palier.....	10 à 11 km
En rampe de 3 à 4 p. 100.....	4 km 5
— de 5 à 5 1/2 p. 100.....	2 km 5 à 3 km

Comme dans l'essai précédent, le moteur fonctionnait à l'alcool carburé à 50 p. 100.

Conclusions et desiderata

Il résulte donc de l'exposé qui précède que:

1° L'automobilisme industriel est assuré d'un grand avenir, puisque, d'ores et déjà, il peut lutter avantageusement avec la traction animale.

2° Que les inconvénients qui limitent l'emploi de l'alcool pour le tourisme n'existant pas pour les applications industrielles, ce sont ces dernières qui sont appelées à offrir pour l'alcool les débouchés qui lui manquent.

Il y a donc intérêt à encourager par tous les moyens possibles le développement de l'automobilisme industriel.

Indépendamment des desiderata d'intérêt général qui ont été maintes fois exprimés au sujet de l'alcool, sur les questions de régie, de dégrèvements, de dénaturation, etc..., il me paraît intéressant de formuler ici un vœu qui concerne particulièrement la question des poids lourds:

Je veux parler de la question des bandages pour les véhicules munis de roues ferrées.

L'on sait que, pour ces véhicules, le gros écueil est le manque d'adhérence, d'où patinage sur les routes rendues glissantes par certaines circonstances atmosphériques. L'inconvénient est plus grave encore pour les véhicules tracteurs.

Certains systèmes de bandages striés sont autorisés dans des cas particuliers, pour l'armée notamment ; ils sont tolérés dans d'autres, en tout cas, ils ne sont pas réglementaires.

D'autre part, aucun règlement ne régit la largeur à donner aux bandages, eu égard aux charges qu'ils ont à supporter; il en résulte qu'un bandage étroit lourdement chargé peut impunément défoncer les routes, tandis qu'un bandage très large, strié d'une façon rationnelle pour ne pas les dégrader ne serait pas autorisé.

Une réglementation simple de la question serait désirable, et ne paraît pas impossible à réaliser.

En imposant une largeur de bandage fonction de la charge maxima du véhicule, il semble à priori qu'on se heurte à une difficulté qui serait la surcharge éventuelle du véhicule. Mais le constructeur qui lui, de son côté, a le souci de la sécurité a soin de mettre des essieux en rapport avec la surcharge possible.

Il serait donc facile de réglementer la largeur des bandages lisses par une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

formule où interviendrait le diamètre de l'essieu en même temps que celui de la roue.

En cas de bandages striés (la forme en hélice pourrait être imposée), la réglementation spécifierait par exemple que la longueur des génératrices rainures déduites (a+b) devrait être au moins égale à la largeur du bandage lisse réglementaire.

Il semble qu'une réglementation de ce genre serait de nature à donner satisfaction à tous, aussi bien aux Ponts et Chaussées qu'aux intéressés.

M. MATHOT demande à poser la question suivante: Etant donné un moteur de force déterminée à essence, combien consommera-t-il d'alcool, par rapport à la consommation d'essence ?

M. BRILLIÉ. — Avec un moteur à distributeur à alvéoles, dans lequel la capacité avait été calculée pour l'essence et non pour l'alcool, nous avons d'abord essayé l'essence. Nous avons constaté qu'à 1.250 tours, maximum permis par le moteur, la puissance était de 11 ch. 8. Puis au fur et à mesure que nous diminuions la vitesse, la puissance augmentait légèrement, jusqu'à donner 12 ch. 9. A partir de 1.100 tours, la puissance diminuait pour donner 11 ch. 9, puis 10 ch. ; enfin à 700 tours le moteur a calé. A ce moment-là, nous pouvions considérer l'expérience comme terminée pour l'essence.

Avec l'alcool, dans les mêmes conditions, nous avons obtenu près d'un cheval de plus et la puissance a augmenté davantage avec l'alcool qu'avec l'essence au fur et à mesure de la diminution de vitesse du moteur ; malheureusement, quand un moteur est réglé pour l'alcool, il ne peut plus marcher avec l'essence. Si le moteur avait été construit spécialement pour les fortes compressions que supporte l'alcool nous aurions eu tout avantage à utiliser l'alcool.

M. MATHOT. — Permettez-moi de poser une autre question relative à la pression moyenne du diagramme d'un moteur à alcool.

M. BRILLIÉ. — Cette question a été traitée ici par M. CHAUVEAU, d'une manière très intéressante.

Il nous a démontré que l'influence des parois est grande. Il distingue deux sortes d'allures pour les moteurs, l'allure chaude et l'allure froide. Les premiers sont les moteurs à essence en raison de leur haute température d'explosion, les seconds sont les moteurs à alcool, la vapeur d'eau contenue dans l'alcool abaissant très notablement la température de l'explosion. Si on compare les deux moteurs, M. CHAUVEAU constate, que l'écart de température entre les gaz et les parois est beaucoup plus grand avec l'essence qu'avec l'alcool ; les pertes de calorique doivent être plus grandes avec l'essence qu'avec l'alcool. L'expérience nous a démontré ces faits.

M. LE PRESIDENT. — La communication de M. BRILLIÉ pourrait motiver des observations sur divers points qu'elle a traités : les routes détestent par-dessus tout les trains. Il était défendu autrefois de faire des convois. car dans ce cas les cailloux des routes sont réduits à l'état de sable et quand la chaussée est à l'état de sable, je vous défie bien d'y faire passer un convoi.

Dans sa communication le savant ingénieur que vous venez d'entendre a glissé rapidement sur la consommation par tonne kilométrique; il a été question

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 0, 75 à 0,92 pour l'effort de traction qui varie donc de 17 unités. Cette augmentation de l'effort de traction du bandage métallique par rapport au bandage élastique, indique que ce dernier boit... l'obstacle... tandis que le bandage métallique écrase les cailloux et fait du sable.

Il est vrai, que le bandage en caoutchouc est plus cher, mais il a l'avantage de ne pas user nos routes ; vous demandez dans l'intérêt des transports que l'on améliore les routes ; je serais le premier à m'associer à vous, mais nous nous trouvons devant cette impossibilité matérielle : demander au Parlement 38 millions par an pour entretenir nos routes.

M. BRILLIÉ. — Comme nous sommes obligés d'avoir des bandages métalliques, nous demandons s'il ne serait pas possible d'obtenir des constructeurs des dispositifs de roues permettant de moins abîmer les chaussées que ne le font les dispositifs actuels qui ne sont pas réglementés.

M. LE PRESIDENT. — Je vous répète qu'on y est arrivé avec les bandages en caoutchouc qui sont onéreux pour vous, j'en conviens ; mais avec eux vous consommez moins de combustible.

M. TURGAN. — Tous ces chiffres de prix de revient n'ont aucun intérêt étant donné que la traction par cheval coûte 0 fr. 25 ; un industriel intelligent ne s'occupera pas des dégradations des routes, du moment qu'il doit dépenser deux, trois ou quatre fois plus cher qu'il ne dépense avec des chevaux. Il prendra de bons chevaux avec des fers qui useront les routes, des bandages étroits et il ne s'occupera pas de nous. Ce qu'il y a d'intéressant, ce n'est pas de savoir ce qui se passe, c'est de savoir si l'on peut arriver à dépenser 0 fr. 25 par tonne kilométrique avec la traction mécanique. C'est à ce point de vue là que je ne permettrais de demander à M. Brillié des renseignements complémentaires sur le prix de revient des transports à l'alcool.

Il y a des marchands de confection, qui éprouvent le besoin de transporter leurs marchandises sur des voitures automobiles, qui font le plus de bruit possible ; ceci n'a à la vérité qu'un intérêt de réclame et un but qui ne sera pas poursuivi bien longtemps; la question des transports lourds utiles est bien différente ; il s'agit de transporter des matières, qui n'ont pas besoin de réclame. Et là, il ne sera plus question des caoutchoucs ; les bandages métalliques seront forcément obligatoires, car je ne vois pas le moyen de faire des bandages en caoutchouc de 200 m/m de largeur.

Pour en revenir à la question du prix de revient, je demanderai le prix détaillé par tonne kilométrique au-dessus de 5 tonnes. M. Brillié a bien voulu nous dire, qu'un service de transport par l'alcool dépense 4.600 fr. de combustible par an ; ce chiffre m'étonne beaucoup.

Je ne crois même pas qu'avec la vapeur on puisse arriver à aussi bon marché ; il y aurait donc là des détails intéressants à connaître.

M. BRILLIÉ. — Tout dépend des hypothèses sur lesquelles sont basés les calculs.

M. LE PRESIDENT. — La discussion est close ; je m'associe au vœu de M. Brillié, pour qu'il obtienne les crédits utiles ; je ne demande pas mieux que de voir des roulages de 15 ou 16 tonnes passer sur nos routes ; j'ajoute toutefois que je ne compte guère sur un succès. Je remercie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. BRILLIÉ de sa très intéressante communication ainsi que MM. les Membres du Congrès, qui ont pris part à la discussion qu'elle a motivée.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. LUMET pour sa communication sur l'organisation du laboratoire de l'Automobile-Club de France.

Communication de M. LUMET

INGÉNIEUR E. C. P.

sur

L'ORGANISATION DU LABORATOIRE DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE

L'Automobile Club de France, au sein de sa Commission Technique, entre autres problèmes intéressant l'Industrie Automobile, reconnut l'importance d'une étude approfondie des carburants, en général, et de l'alcool moteur, en particulier.

Le problème posé, il fallait le résoudre ou tout au moins apporter, à défaut d'une solution complète, de nouvelles données permettant l'élimination de quelques-unes des inconnues de ce problème.

La création d'un laboratoire fut décidée et les bases d'un concours de carburants posées. C'est comme Ingénieur de ce laboratoire que j'ai, Messieurs, l'honneur de faire cette communication où je vous décrirai le plan d'études que s'est tracé la commission technique de l'A. C. F et les moyens de poursuivre ces études dont elle dispose.

Je dois tout d'abord définir le but poursuivi et pour ce faire, je me permettrai seulement de citer une phrase de l'intéressant rapport que fit M. RINGELMANN après le concours général de moteurs et appareils utilisant l'alcool dénaturé, en novembre 1901:

« Si l'on veut construire d'excellents moteurs à alcool, il est indispensable « de procéder au préalable à des recherches méthodiques d'ordre scientifique « et pratique, propres à éclaircir certains points, comme le travail du carbu- « rateur avec différents combustibles, dans certaines conditions, l'influence « de la compression, de la température des parois, de la vitesse de détente, etc.»

Ce but que proposait M. RINGELMANN est celui que nous cherchons à atteindre non plus seulement pour les moteurs à alcool mais bien pour les moteurs à mélange tonnant, en général, persuadés que d'une étude comparative, résulteront des données précises sur les propriétés respectives de chaque carburant et sur les meilleures conditions d'utilisation de leur puissance calorifique.

PLAN

Une étude méthodique des carburants comporte un plan que je vais avoir l'honneur de vous exposer:

Le carburant doit être envisagé à trois points de vue différents.

Point de vue chimique, point de vue physique, point de vue utilisation du carburant dans un moteur à mélange tonnant.

L'étude chimique comporte l'analyse du carburant entraînant, pour les essences, la détermination des divers carbures d'hydrogène entrant dans leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

composition et pour l'alcool la détermination du ou des carburants susceptibles d'y être adjoints.

Elle comporte également l'analyse des gaz de l'échappement qui seule permet de connaître d'une façon rigoureuse la manière dont a été utilisé le carburant à l'intérieur d'un moteur déterminé.

Les expériences dont M. SOREL est l'auteur et qu'il a résumées dans sa « *Note sur les phénomènes de la combustion dans les moteurs fixes à alcool* » montrent le grand intérêt que présente une telle étude et seront un précieux enseignement pour des études nouvelles.

Les indications qu'elles donneront seront susceptibles de fournir une première classification des divers facteurs de la bonne marche d'un moteur: carburation, allumage, compression pour des types de moteurs déterminés.

L'étude physique comporte la détermination de la puissance calorifique des carburants. Cette détermination peut se faire d'une façon suffisamment approchée, dans bien des cas, par la formule de REDTENBACHER qui a pour point de départ l'analyse chimique, ou directement par la bombe calorimétrique. L'étude physique comporte encore l'étude de la tension de vapeur des carburants, étude des plus importantes, comme le fait si justement remarquer M. SOREL dans la note dont j'ai déjà parlé.

Cette tension comme vous le savez, messieurs, varie avec la température.

Le rapport de l'Oxygène nécessaire à la combustion varie donc avec cette température. Tous les constructeurs admettent très bien, aujourd'hui, cette idée qu'il y a nécessité d'avoir un excès d'air pour une bonne utilisation du carburant, mais encore est-il possible d'étudier la question d'une façon plus précise. C'est ainsi que M. SOREL a pu conclure de ses expériences sur les gaz d'échappement des moteurs à alcool, que pour certains moteurs, on constate que les meilleurs d'entre eux demandent en moyenne une fois et demie la quantité d'air théoriquement nécessaire pour utiliser complètement (en pratique) la totalité du carbone de l'alcool dénaturé pur ou carburé.

L'excès d'air, ajoute-t-il, est un peu moindre pour brûler la totalité de l'hydrogène.

L'étude physique comporte enfin la détermination de la chaleur spécifique des gaz de l'explosion. La plus ou moins grande chaleur spécifique de ces gaz a une influence certaine sur les conditions de fonctionnement d'un moteur et sur la répartition des calories dégagées dans l'explosion dans ses différentes parties; aussi pensons-nous que, dans cet ordre d'idées, de nombreuses expériences restent encore à faire qui permettront l'énoncé de règles plus rigoureuses que celles adoptées actuellement. Considérons maintenant le carburant au point de vue de son utilisation dans un moteur à mélange tonnant. C'est ce point de vue spécial qui a présidé à l'installation du Laboratoire de l'A. C. F. que je vais avoir l'honneur, messieurs, de vous faire connaître.

Le but poursuivi est l'étude du rendement en puissance des divers carburants dans des moteurs de caractéristiques très différentes; c'est aussi l'étude de la répartition des calories fournies par l'explosion dans les différentes parties du moteur et de l'influence du refroidissement qui en résultera. La possibilité de modifier la compression dans ces moteurs, d'essayer les divers procédés d'allumage, les différents types de carburateurs, cette possi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bilité, dis-je, permettra d'étudier pour chaque carburant les conditions les plus favorables dans lesquelles il peut être employé pour le moteur en essai.

Il y a, de plus, lieu d'espérer que les différences très nettes qui existent dans les moteurs du Laboratoire fourniront dans l'essai des carburants des indications intéressantes sur les caractéristiques d'un moteur susceptible d'utiliser rationnellement tel ou tel carburant. C'est ainsi que l'on pourra connaître l'influence de certaines données telles que la compression, la dimension des soupapes, la vitesse d'introduction du gaz, le rapport de l'alésage à la course, etc. dans l'emploi de tel ou tel carburant.

DESCRIPTION

J'aborde maintenant, Messieurs, la description du Laboratoire.

Trois moteurs ont été gracieusement mis par leurs constructeurs à la disposition du Laboratoire: Ce sont des moteurs GILLET-FOREST, DE DION-BOUTON et BUCHET.

Le moteur GILLET-FOREST est comme vous le savez, Messieurs, un moteur monocylindrique horizontal à régulation sur l'échappement.

Ses caractéristiques sont les suivantes:

Alésage 140, Course 160, Nombre de tours 950, compression 4 kilogr. Sa puissance est de 7,5 poncelets (10 chx).

Le moteur BUCHET dont les caractéristiques sont:

Alésage 85, Course 90, Nombre de tours 1800, compression 4 kilogr. 2 a une puissance effect. de 3,75 poncelets (5 chx).

Le moteur DE DION-BOUTON, du type bien connu, a comme caractéristiques:

Alésage 80, Course 90, compression 3 k.5, Nombre de tours 1.500. Sa puissance est de 2,6 poncelets (3 chx, 5 environ).

MM. DE DION-BOUTON ont confié au Laboratoire non pas seulement le moteur dont je viens de vous parler mais bien un groupe électrogène complet. Le moteur est accouplé directement à une dynamo dont la masse inférieure et les paliers font corps avec le bâtis qui supporte l'ensemble. L'arbre de la dynamo se termine par une noix qu'une manivelle actionne pour la mise en marche.

La dynamo est excitée en dérivation et un régulateur électrique complète l'ensemble. L'action de ce régulateur est de maintenir constante la différence de potentiel aux bornes de la machine.

Ce régulateur dont la sensibilité est très grande est appelé à nous rendre de grands services lorsque, comme nous le verrons plus loin, le courant produit servira à l'excitation des autres dynamos du Laboratoire.

Chacun des moteurs GILLET-FOREST et BUCHET est placé sur un banc d'essai composé d'un massif de béton. A la partie supérieure de ces massifs sont noyées dans le béton des poutres de chêne sur lesquelles viennent reposer des socles en fonte appropriés aux moteurs. Ces socles sont rendus solidaires des massifs par des boulons de scellement qui traversent les poutres de chêne.

A chacun des moteurs est accouplé par l'intermédiaire d'un manchon d'accouplement élastique une dynamo du type POSTEL-VINAY. La dynamo accouplée au moteur G. F. est susceptible d'une puissance de 15 kilowatts (environ 20 chx) et donne 110 volts à 1.200 tours.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La dynamo accouplée un moteur BUCHET est susceptible d'une puissance de 4 kilowatts (environ 5 chx) donnant 80 volts à 1.600 tours, 120 volts à 2.400. J'ai prévu pour la première dynamo la possibilité d'une puissance plus grande que celle développée par le moteur GILLET FOREST, car j'espère pouvoir, dans la suite, faire de semblables essais sur un moteur de 11 à 14 poncelets (15 à 18 chevaux environ), avec cette même dynamo. L'excitation de ces dynamos est indépendante. Le courant d'excitation est fourni par le groupe électrogène DE DION ou par le secteur (110 volts continu) de Levallois.

J'ai prévu pour le groupe DE DION un tableau de distribution tel que je puis diriger le courant soit sur les lampes à incandescence qui constituent la résistance et me permettront de régler la charge à laquelle je ferai travailler le moteur, soit sur les inducteurs des deux autres dynamos pour leur excitation.

Je vous prie de remarquer, Messieurs, que l'excitation indépendante des dynamos me permet de les faire tourner à des vitesses variables et d'obtenir ainsi en portant en abcisses les vitesses en nombres de tours obtenues au tachymètre et en ordonnées les puissances en poncelets calculées après lecture simultanée du voltmètre et de l'ampèremètre, en ayant naturellement soin de régler pour une vitesse déterminée du moteur, les meilleures conditions de carburation et d'allumage, susceptibles de donner le maximum de puissance du moteur à cette vitesse, d'obtenir ainsi, dis-je, les courbes dont M. BRILLIÉ nous a parlé dans sa récente communication. J'ouvre ici une parenthèse pour vous indiquer, messieurs, que les dynamos sont étalonnées de façon à pouvoir connaître exactement leur rendement pour les différentes vitesses auxquelles elles devront tourner. La dynamo DE DION-BOUTON se prête d'ailleurs de même à de semblables expériences puisque je puis l'exciter par le courant du secteur après avoir pris soin, naturellement, de supprimer l'action du régulateur électrique.

Les appareils de mesure, voltmètre et ampèremètre, du type d'ARSONVAL, sont apériodiques et le grand développement des cadrans permet une lecture très facile, ce qui contribue puissamment à l'exactitude des observations. J'ai indiqué déjà que les résistances étaient constituées par des lampes à incandescence, ces lampes sont montées par séries de 20, 10 ou 5 en dérivation sur deux feeders dans lesquels je puis à mon gré envoyer le courant du groupe en expérience.

Je reviens un instant aux moteurs pour vous signaler que leur refroidissement est assuré par un réservoir contenant 2.000 litres d'eau.

Pour l'étude de la répartition des calories fournies à l'explosion, nous avons l'intention d'utiliser la méthode appliquée récemment pour l'essai d'un moteur à gazoline à l'Université d'Illinois : Le moteur était disposé de telle façon que l'on pouvait mesurer directement la puissance effective, la puissance indiquée, le volume d'air fourni, le poids de gazoline consommée, la quantité de chaleur fournie à l'eau de refroidissement et la quantité de chaleur emportée par les gaz d'échappement.

Dans nos études, la puissance effective sera mesurée par la dynamo, nous utiliserons également l'indicateur MATHOT-GARNIER et le manographe HOSPITA-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LIER et CARPENTIER qui nous donneront de précieux renseignements sur le fonctionnement du moteur en essai.

Je prends le texte même de la description qui fut faite de ces expériences:

« Le poids d'air fourni à la machine était déterminé de la façon suivante : l'air était comprimé à 7 kilogr. dans un réservoir de volume connu, pourvu de plusieurs thermomètres, il était amené par un détendeur dans un autre réservoir où la pression était maintenu à 15 à 25 millimètres d'eau. Deux valves à manœuvre rapide permettaient de mettre l'aspiration du moteur en communication soit avec l'air de la pièce, soit avec ce réservoir.

« En notant la température absolue de l'air du réservoir au commencement et à la fin de l'expérience, on pouvait, connaissant le volume et la pression absolue, en calculer le poids et, par différence, déterminer la quantité d'air consommé par le moteur. Le poids de gazoline était déterminé en pesant le réservoir d'alimentation, placé sur une balance. Le liquide coulait de ce réservoir dans un vase de faible section transversale, dans lequel le niveau était maintenu constant. Il suffisait d'équilibrer la balance pour obtenir à un moment quelconque, le poids de gazoline employée. On a fait des analyses de gaz d'échappement, de même que des analyses de gazoline, d'où l'on a déduit le pouvoir calorifique. Des compteurs de tours et de nombre d'explosions étaient actionnés l'un par l'arbre latéral, l'autre par la soupape d'injection de gazoline. Le régulateur était d'ailleurs calé, de sorte que les chiffres relevés étaient identiques, se contrôlant l'un par l'autre. La chaleur absorbée par l'eau de refroidissement était mesurée en recueillant cette eau dans un réservoir monté sur une bascule. On notait la température à l'entrée et à la sortie, et le courant d'eau était maintenu uniforme à l'aide d'un réservoir à niveau constant placé au-dessus de la machine.

« La chaleur emportée par le gaz d'échappement était évaluée d'une façon analogue, un condenseur à surface était monté sur le trajet des gaz d'échappement qui traversaient l'espace ordinairement réservé à la vapeur. Ce condenseur était connecté au pot d'échappement préalablement calorifugé et placé aussi près que possible du moteur. L'eau de circulation du condenseur, provenant d'un réservoir à niveau constant, était recueillie, pesée et son élévation de température mesurée, de la même façon que pour l'enveloppe du cylindre. Des thermomètres étaient en outre placés dans l'arrivée d'air et dans la sortie de l'échappement afin de mesurer la quantité de chaleur restée dans les gaz à la sortie du condenseur ».

Je vous ai dit notre intention de nous servir de l'appareil MATHOT-GARNIER; cet appareil est au moteur à mélange tonnant ce que l'indicateur de Watt est à la machine à vapeur. Le manographe HOSPITALIER et CARPENTIER nous permettra les études les plus intéressantes; je ne vous décrirai pas cet appareil, Messieurs, car M. HOSPITALIER lui-même nous l'a présenté dans la récente conférence qu'il a faite au congrès.

CONCLUSION

Je n'ai eu à vous entretenir, Messieurs, que d'un projet d'études et je me garderai bien de prévoir des résultats; je suis cependant heureux de pouvoir vous annoncer qu'un Laboratoire, dû au puissant esprit d'initiative de l'Auto-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mobile-Club de France, existe, où l'on est décidé à travailler et je suis certain que vous penserez comme moi qu'il y a déjà, en ce seul fait, un grand pas de fait dans l'étude des carburants et de l'alcool moteur en particulier.

M. BOYER-GUILLON. — Vous nous avez parlé d'un appareil qui doit mesurer le travail indiqué fourni par un moteur à grande vitesse ; je serais très heureux d'avoir des explications sur la manière dont fonctionne l'appareil que vous avez en vue.

M. LUMET. — Voici précisément l'inventeur lui-même, M. MATHOT, qui voudra bien donner les renseignements que vous sollicitez.

M. MATHOT. — L'enregistreur continu système MATHOT, est spécialement destiné à relever des graphiques sur les moteurs à grande vitesse, qui ne permettent pas l'emploi d'indicateurs ordinaires donnant des diagrammes fermés. Ces indicateurs sont, en effet, munis d'un tambour dont le mouvement alternatif est donné par le piston du moteur à essayer. Il en résulte que, par suite du rapide mouvement de va-et-vient, les diagrammes ne sont plus intelligibles quand on les relève sur des moteurs tournant au-delà de 5 à 600 tours et que de plus l'appareil devient même inapplicable aux moteurs tournant plus vite.

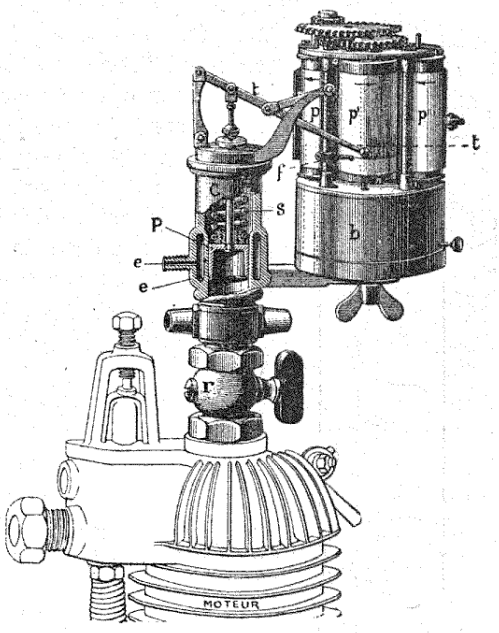


Fig. 109.

Dans cet appareil, la commande du tambour à papier a été remplacée par un mouvement d'horlogerie défilant, grâce auquel se déroule avec une vitesse, variable à volonté, une bande de papier de deux à trois mètres de longueur. Un traceur, commandé par un piston dont le cylindre est fixé à la chambre d'explosions du moteur,

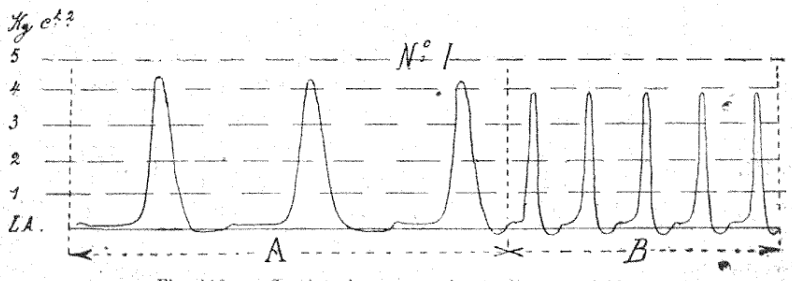


Fig. 110. — Courbes de compression à vitesse variable.

reproduit sur ce papier d'une façon continue, à une échelle déterminée, les différentes pressions qui se manifestent dans le cylindre du moteur (*fig. 109*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les graphiques correspondent pour chaque cycle, à de véritables diagrammes plus ou moins ouverts suivant la vitesse du papier, sur lesquels il est possible d'étudier les phénomènes qui se sont succédé, dans la marche du moteur comme on le ferait sur des diagrammes fermes ordinaires.

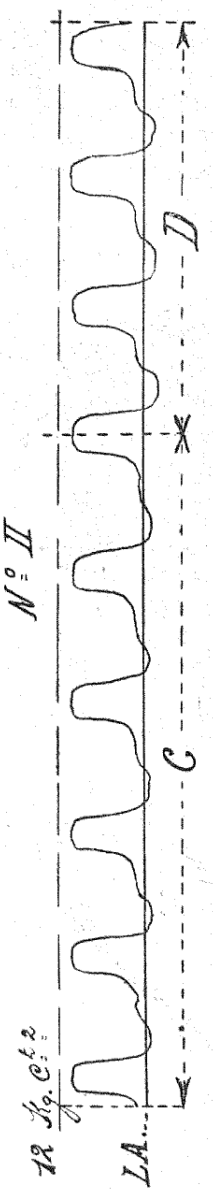


Fig. 111.

L'enregistreur est constitué par un cylindre (C) muni d'un piston (P) armé, autour de sa tige, d'un ressort en hélice antagoniste (S). Un mouvement d'horlogerie défilant, logé dans la boîte (B), entraîne une bande de papier, qui se déroule de la bobine (P) passe sur le tambour (P) où elle reçoit l'empreinte du traceur (t) pour s'enrouler ensuite sur la bobine (P").

En outre, un petit traceur (f) marque la « ligne atmosphérique » sur la bande de papier en passant sur le tambour (P).

Pour empêcher le piston (P) de gripper par l'effet de la température élevée qu'egendrent les explosions, le cylindre (C) est muni d'une enveloppe (e) dans laquelle on peut assurer une circulation d'eau au moyen d un petit tube en caoutchouc qui se fixe sur l'ajustage (e').

Les constatations qu'il est possible de faire à l'aide de l'enregistreur-continu sont multiples. Il est nécessaire bien entendu, suivant la nature des phénomènes que l'on désire élucider, d'opérer avec des ressorts plus ou moins puissants et de donner au papier une vitesse convenable pour rendre les graphiques lisibles et en permettre une comparaison facile (*fig.* 110).

On remarque qu'à la plus grande vitesse, la compression diminue d'une façon sensible par suite des résistances qui se produisent dans les conduites et les soupapes et qui sont d'autant plus élevées que la vitesse est plus grande.

Quand on relève des graphiques avec un ressort très léger on arrive facilement à mesurer les résistances à l'aspiration et à l'échappement. Dans la partie C du graphique (*fig.* 111) la tension du ressort de la soupape d'aspiration était de 950 grammes, la résistance correspondante à l'aspiration était de 1/7 d'atmosphère. Dans la partie D du graphique : Tension du ressort : 990 grammes. Résistance à l'aspiration : 2/7 d'atmosphère.

La figure 112 correspond à des graphiques relevés avec un ressort puissant, le papier de l'enregistreur se déroulant très lentement afin de rapprocher autant que possible les ordonnées correspondant aux explosions.

Les graphiques ont été relevés sur un même moteur fonctionnant successivement à l'essence (I), à l'alcool carburé (H) et à l'alcool pur (G) ; la puissance initiale des explosions varie entre 34 et 36 kilos pour l'essence, 28 et 32 kilos pour l'alcool carburé, 26 et 30 kilos pour l'alcool pur. Les graphiques qui suivent ont été relevés sur un moteur dont le réglage se fait au moyen de la soupape d'échappement. Le diamètre du piston est 95 m/m; la course, 100 m/m; la vitesse de régime, 800 tours par minute. Le moteur actionnait une dynamo.

La figure 113 correspond à un graphique de compression pris à l'aide d'un ressort léger; le moteur a été lancé et on a brusquement coupé l'allumage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour empêcher l'explosion de se produire. La compression est de 5, 5 à 6 kgs ; la résistance due à la fermeture anticipée de l'échappement est de 1 kg environ, elle est suivie d'une résistance à l'aspiration de 1/2 kilo environ.

Le graphique correspondant à la figure 114 a été relevé sur l'un des cylindres d'un moteur de 9 chevaux ; la vitesse de régime est de 800 tours, la compression environ 4,1 kilogrammes et la puissance initiale des explosions de 18 à 20 kilogrammes.

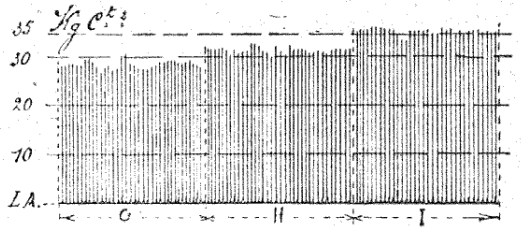


Fig. 112.

Le mode de réglage du moteur est le suivant :

Lorsque la puissance du moteur tend à s'accélérer, le régulateur agit par la

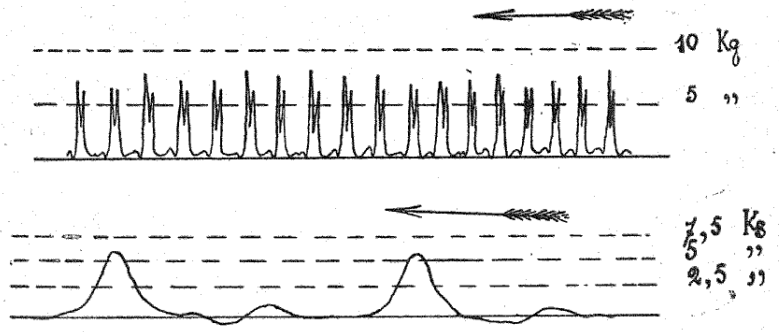


Fig. 113. — Graphiques de compression

fermeture de la soupape d'échappement et maintient cette soupape fermée jusqu'à ce que la vitesse diminue.

Les graphiques accusent nettement les phénomènes qui se succèdent au moment où le régulateur agit :

1° Une explosion ;

2° Un commencement d'échappement.

3° Une compression résultant de la fermeture de l'échappement provoquée par le régulateur;

4° Une détente remplaçant la période ordinaire d'explosion et de détente;

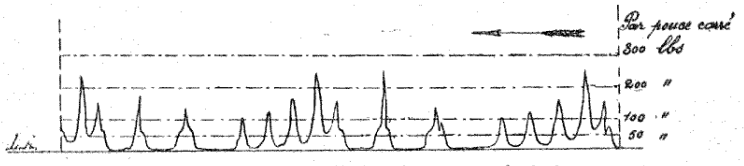


Fig. 114. — Graphique d'essai d'un moteur de 9 chevaux

5° Ou bien le régulateur a cessé d'agir et le cycle ordinaire, aspiration, etc., reprend, ou bien le régulateur agit encore et maintient fermée la soupape d'échappement et les mêmes périodes que précédemment se reproduisent.

Il y a lieu de remarquer, que pendant la troisième période, la pression monte en général beaucoup plus haut que par la pression ordinaire d'une explo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion et que la pression de 3 est d'autant plus forte que la première explosion a été plus faible. Cela paraîtrait établir que pendant la troisième période la combustion continue dans le cylindre.

Les graphiques accusent un retard sensible à l'allumage et la valeur moyenne des explosions ne dépasse guère 10 kilogrammes par centimètre carré.

M. BOYER-GUILLON. — Je voudrais savoir jusqu'à quelle vitesse on peut obtenir des diagrammes aussi nets que ceux-ci ?

M. MATHOT. — Je les ai eus jusqu'à 1.500 tours. Au delà, j'avais un certain effet d'inertie ; mais je dois ajouter cependant que les effets d'inertie qui se manifestent sont dus, non au tambour mais au poids du piston et des ressorts. Ces effets d'inertie peuvent être très facilement discernés dans le diagramme proprement dit.

J'ajoute auparavant que les constructeurs tendent à réduire la vitesse de leurs moteurs pour les ramener à des vitesses normales industrielles.

M. LE PRESIDENT. — Je crois tout au contraire que les constructeurs d'automobiles tendent à faire des moteurs de plus en plus vite. — Les moteurs qui allaient à 700 tours vont maintenant à 1.200.

M. BRILLIÉ. — Il y a sept ou huit ans, nous avions expérimenté un appareil analogue dans lequel la grosse difficulté était le repérage des fonds de course; dans les expérience faites à la Compagnie de l'Ouest, on avait un appareil très précis avec contact électrique sur la bielle. Après certaines anomalies relevées dans les diagrammes, on a reconnu qu'un défaut de synchronisme, qui correspondait à 1/340 de seconde donnait déjà des erreurs de 5 % sur les diagrammes, en ramenant la courbe à sa position réelle vous aurez beaucoup de difficultés à avoir des résultats aussi exacts toujours à cause de la difficulté du repérage des fonds de courses.

M. BÉNABENQ. — Nous considérons votre appareil comme très intéressant comme appareil d'investigations sur la variation des pressions ; mais il ne donne pas en réalité le travail indiqué.

M. BOYER-GUILLON fait observer que le déroulement du papier est uniforme alors que celui du piston est périodiquement varié.

Il demande, également, bien que l'heure soit très avancée, à revenir sur le sujet que vient de traiter M. LUMET avec beaucoup de compétence pour signaler aux Membres du Congrès un laboratoire industriel où sont également étudiées toutes les questions concernant les machines et en particulier les moteurs d'automobiles. C'est le laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers.

M. LE PRESIDENT invite M. BOYER-GUILLON à vouloir bien donner quelques renseignements sur l'organisation de ce laboratoire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Communication de M. BOYER-GUILLON

INGÉNIEUR DES MINES

sur

L'INSTALLATION DE LA SECTION DES MACHINES DU LABORATOIRE D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

Le laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, bien que fonctionnant déjà, est encore en pleine construction, et je ne puis à mon grand regret vous parler surtout que de ce qu'il sera et des travaux que nous comptons effectuer dans la section des machines.

Permettez-moi de vous dire, tout d'abord, qu'il est immédiatement placé sous la direction d'une Commission Technique, que préside notre éminent, sympathique et si dévoué Président du Congrès M. MICHEL LÉVY.

Ce laboratoire a été institué par l'Etat, le Ministère du Commerce avec le concours pécunier de la Chambre de Commerce de Paris. — Son attache mi-partie gouvernementale et civile assure donc aux industriels et aux particuliers, qui veulent bien s'adresser à lui, toutes les garanties désirables dans les essais qu'ils demandent.

Ce laboratoire au point de vue des services se divise en 5 Sections :

Section des Matières végétales.

Section des Matériaux de construction.

Section des Métaux.

Section de Physique.

Section des Machines.

C'est seulement de cette dernière, dont j'ai à vous entretenir.

Dans la section des machines, nous avons fait trois grandes divisions imposées, surtout, par la distribution des locaux mis à notre disposition. Ce sont : les machines hydrauliques, les machines à vapeur, chaudières et accessoires, les moteurs et machines thermiques autres que la machine à vapeur.

Hydraulique : Installation sur laquelle vous me permettrez de passer rapidement, en vous signalant simplement : un grand déversoir pouvant débiter jusqu'à 890 litres par seconde, une citerne de 13 mètres cubes et une installation complète pour l'essai des compteurs d'eau. Il y sera fait: les essais de pompes, turbines, moteurs hydrauliques, etc., etc.

Machines à vapeur: Cette installation, dans un local entièrement séparé du reste de la construction principale, comprendra: Trois chaudières Belleville, une machine Weyher et Richemont demi-fixe de 35 chevaux, un surchauffeur, un condenseur par surface Delaunay-Belleville pour 50 chevaux, diverses plates-formes et transmissions, freins dynamométriques.

Moteurs thermiques : Elle occupe la grande salle principale de notre construction. Les machines et appareils principaux qui y sont installés sont :

Deux plates-formes d'essais, l'une en bois de chêne, l'autre en fonte pour l'essai des moteurs au frein ou de tout autre appareil de transmissions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mécaniques. Je vous signale, en passant, que généralement nous employons comme frein des dynamos dont les courbes de rendement sont étudiées. Le sol en béton est partout sillonné de fers spécialement disposés pour permettre le scellement des machines plus importantes. Une fosse de montage de 5 × 4 et 2 m. 50 de profondeur où seront montées les plus grosses machines ou celles très encombrantes nécessitant une très grande hauteur. Une installation complète pour le tarage des compteurs à gaz. Un moteur Niel de 20 chevaux pouvant fonctionner au gaz de ville, pétrole, essence, alcool et gaz pauvre. Un gazogène de 20 chevaux pour ce moteur.

Un dynamomètre pour l'essai des voitures automobiles à la jante, qui nous permettra par sa disposition spéciale d'essayer des voitures depuis 2 ou 3 chevaux jusqu'à 100 chevaux.

Un compresseur d'air comprimant à 12 k. 2.000 litres d'air par minute pris à la pression atmosphérique et le distribuant à 10 k. à tous les services du laboratoire.

Un pont roulant de 3 tonnes dessert ce hall sur toute sa longueur.

Enfin, la voiture automobile sera étudiée dans toutes ses parties, depuis le moteur jusqu'à la jante en passant par tous ses organes intermédiaires: cônes d'embrayages, transmissions, différentiels, chaînes au autres organes de transmission. Nous avons déjà fait quelques essais de moteurs, bien que notre installation ne soit encore que très incomplète et nous avons dès maintenant à notre disposition les nombreux instruments de mesure nécessaires, qu'il serait trop long de vous énumérer ici. Chaque essai fait l'objet d'un procès-verbal, remis à celui qui a fait la demande d'essai.

J'ajouterai avant de terminer, que ce laboratoire est ouvert non seulement aux essais demandés par les particuliers ou l'Etat; mais encore aux études et recherches scientifiques rentrant dans le programme des occupations de chaque section; et cela non seulement pour le personnel de ce laboratoire, mais pour les particuliers qui en font la demande moyennant quelques conditions imposées par le règlement intérieur.

M. LE PRESIDENT remercie MM. LUMET, MATHOT et BOYER-GUILLON de leurs très intéressantes communications ainsi que MM. les Membres du Congrès, qui ont pris part aux discussions qu'elles ont motivées. Il se fait l'interprète de l'auditoire aussi choisi que nombreux, qui les a écoutés avec un intérêt si marqué pour leur exprimer ses remerciements.

La séance est levée à 6 heures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e Section. — MOTEURS FIXES

SEANCE DU JEUDI 18 DÉCEMBRE 1902

Présidence de M. LOREAU.

M. LE PRÉSIDENT déclare la séance ouverte et donne la parole à M. G. CHAUVEAU pour sa communication.

Communication de M. G. CHAUVEAU

INGÉNIEUR E. C. P.

sur une

CONTRIBUTION A LA THÉORIE DU MOTEUR A ALCOOL

Mon intention n'est pas, pour cette fois du moins, de faire la théorie entière du moteur à alcool mais bien d'y apporter ma contribution sur un point.

Je veux montrer que le moteur à alcool est un moteur à grand rendement : en raison de la présence de l'eau dans ce combustible.

Lorsqu'en France on commença, vers 1897, à s'occuper de l'alcool moteur, deux camps se formèrent.

D'aucuns, partant de la loi de la proportionnalité inverse, dans un moteur thermique, de la consommation et de la puissance calorifique de deux combustibles déterminés, montraient, calculs à l'appui, en comparant le moteur à alcool au moteur à essence, que la consommation à attendre dans le premier cas serait telle que le prix de revient rendrait économiquement impossible pareille application.

D'autres se basant sur certains résultats, fort rares du reste et obtenus en Allemagne, en opposition formelle avec ceux que les premiers annonçaient devoir être observés, émettaient une opinion contraire ; sans explication théorique précise du reste.

On en restait là lorsque j'émis dans un article, paru dans le *Chauffeur*, l'opinion que si les premiers avaient raison les seconds n'avaient pas tort ; la cause du désaccord provenant de ce que le moteur à alcool avait été comparé calorifiquement à un moteur de faible rendement relatif (moteur à pétrole) alors qu'il aurait dû être mis en présence d'un moteur de même famille toujours, mais à meilleur rendement (moteur à gaz). Je ne faisais du reste qu'esquisser des raisons en faveur de ma thèse me proposant de revenir plus tard sur cette question. C'est ce que je vais faire aujourd'hui.

Donc le moteur à alcool n'est autre chose qu'un moteur thermique, de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

famille des moteurs à mélange tonnant, c'est-à-dire appartenant à la branche des moteurs où la chaleur, source de travail, est produite dans un vase clos de beaucoup le plus souvent formé par le cylindre même de la machine, et ayant comme origine la combustion à volume sensiblement constant généralement à pression sensiblement constante quelquefois, d'un mélange, formé de gaz ou de vapeurs combustibles et d'air en proportions convenables.

Famille comprenant :

1° MOTEURS A GAZ COMBUSTIBLE

a) *Gaz pauvres:* Gaz de haut fourneau, gaz à l'air, gaz à l'eau, gaz mixte, etc.
b) *Gaz moyens* : Gaz de houille grasse employé à l'éclairage, etc.
c) *Gaz riches*: Gaz de pétroles ou de houilles riches, acétylène, etc.

2° MOTEURS A VAPEURS COMBUSTIBLES

a) *Moteurs à vaporisation à froid :* Essence de pétrole, benzol, alcools très carburés.

b) *Moteurs à vaporisation à chaud :* Pétrole lampant, alcools très peu ou pas carburés.

Pratiquement on ne peut guère considérer dans le premier groupe que les moteurs à gaz mixte ou à gaz d'éclairage. — Les moteurs à gaz de haut fourneau, à l'eau, à l'air, de pétrole ou de houille riche, etc... constituent en effet des cas particuliers relativement rares par rapport aux autres et qui n'intéressent que des industries spéciales et non l'industrie en général.

Par gaz mixte, j'entends le gaz à l'eau à production continue, c'est-à-dire à passage simultané dans le gazogène d'air et de vapeur d'eau, gaz constitué par un mélange d'oxyde de carbone, d'hydrogène, d'azote, etc... dans des proportions variant avec le combustible, la conduite du feu, etc... — Ce gaz dégage en moyenne, normalement, de 1.100 à 1.300 calories au mètre cube, pèse dans les environs de un gramme pour ce volume, nécessite pour la production de cette unité de 200 à 250 grammes de houille maigre.

Quant aux moteurs alimentés avec ce gaz, ils demandent en moyenne de 500 à 700 grammes de combustible solide, c'est-à-dire de 2,5 à 3 mètres cube de gaz, soit 3.250 à 3.300 calories, par cheval-heure effectif.

Le gaz d'éclairage français dégage généralement aux environs de 5.250 calories au mètre cube, pèse dans les 0,520 grammes ; les moteurs en consomment en moyenne de 500 à 700 litres, soit 2.625 à 3.675 calories, par cheval-heure effectif, suivant la détente, la compression, etc...

En résumé, la consommation calorifique par cheval-heure effectif est en moyenne la suivante :

3.275 calories pour le gaz pauvre, ce qui correspond à un rendement de 19,4 %.

3.150 calories pour le gaz d'éclairage, ce qui correspond à un rendement de 20,2 %. Ce qui concorde et correspond à un rendement moyen de 20 % environ.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il en est de même du reste des rapports inverses, puissance calorifique et consommation *(Voir le tableau III)*.

$$\text{En volume } \frac{5.250}{1.200} = 4{,}38 \qquad \frac{2{,}750}{0{,}600} = 4{,}58$$

$$\text{En poids } \frac{10.300.000}{1.200.000} = 8{,}42 \qquad \frac{2{,}75}{0{,}312} = 8\,83$$

La loi de la proportionnalité inverse s'applique donc là sensiblement.

Passons aux moteurs à vapeurs combustibles qui ne se rencontrent guère dans la pratique que sous la forme de moteurs à pétrole, essence ou pétrole lampant.

Dans ces moteurs on obtient en moyenne le cheval-heure effectif pour 350 à 400 grammes d'essence à 11.000 calories ou 400 à 450 grammes de lampant à 10.000 calories, soit pour 3.850 à 4.400 calories dans le premier cas, 4.000 à 4.500 dans le second. Les rendements calorifiques respectifs correspondants étant de 15,3 % et 14,9 %; 15 % en nombre rond.

Cette fois encore la loi s'applique sensiblement au groupe :

$$\frac{425}{375} = 1{,}00 \qquad \frac{11.000}{10.000} = 1{,}10$$

En revanche elle ne s'applique nullement aux deux groupes gaz, d'une part, vapeurs de l'autre.

Exemple :

$$\frac{10.100.000}{10.000} = 1.010 \qquad \frac{425}{0{,}312} = 1.352{,}1$$

30 % de différence environ. Ce qui est compréhensible puisque le rendement de 20 % dans un cas tombe à 15 % dans l'autre. La différence tient à ce que les cas ne sont pas semblables, c'est-à-dire correspondant à une réalisation différente des cycles théoriques suivis par les moteurs.

Ces cycles sont bien les mêmes, malgré la différence du combustible, mais en raison même de cette variation de nature et d'état du combustible, la réalisation est meilleure dans un cas que dans l'autre et il faut, au préalable, tenir compte de cette modification du rendement thermique.

Les moteurs à gaz sont de beaucoup plus répandus que les moteurs à pétrole, qui sont d'utilisation relativement récente. Ils ont fait l'objet de recherches, d'études et d'applications plus approfondies, plus nombreuses ou plus variées, on les connaît mieux et on en a ainsi tiré un meilleur parti. D'autant qu'ils s'y prêtent plus facilement, étant alimentés par des fluides plus maniables, plus réguliers, moins influençables.

En particulier l'essence de pétrole ne supporte pas, dans les moteurs courants, une compression élevée, avantageuse et la vaporisation du pétrole lampant est laborieuse et délicate. Enfin les premiers fonctionnent à ce que j'appelle à *allure froide,* les autres à *allure chaude*, expressions au sujet desquelles je m'expliquerai plus loin.

Bref, le rendement thermique des moteurs à pétrole courants est inférieur à celui des moteurs à gaz ; ainsi que le montrent du reste les chiffres précédents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Donc, si désirant se rendre compte de ce qu'un moteur peut consommer d'alcool on le compare calorifiquement avec un moteur de la même famille, suivant que le moteur considéré comme type sera à pétrole ou à gaz le résultat variera en plus ou en moins de 30 % environ.

Quelle comparaison choisir alors ?

Il semble logique, à première vue, de considérer le moteur à alcool comme un dérivé du moteur à pétrole, et on ne peut donc critiquer ceux qui dès la première heure ont raisonné ainsi.

Les résultats pratiques étaient bien, disaient les autres, en contradiction avec les conclusions, mais comme les exemples cités étaient rares, peu connus, d'origine étrangère, un certain sceptisisme se concevait aisément.

Maintenant il faut se rendre à l'évidence, les faits sont là nombreux, probants, indiscutables, et pour que la théorie soit d'accord avec la pratique il faut comparer le moteur à alcool au moteur à gaz.

C'est-à-dire que le moteur à alcool aurait un rendement au moins égal à celui du moteur à gaz, supérieur à celui du moteur à pétrole, qu'il serait en somme *un moteur à grand rendement.*

Nous allons montrer qu'il en est bien ainsi théoriquement.

En 1887, MM. Salanson et Debuchy établirent expérimentalement que le rendement thermique d'un moteur à explosion, pour une même pression, explosive augmente avec la diminution de la température dégagée par l'explosion.

Il semble *a priori* que cette loi soit erronée puisque la chaleur est l'origine du travail et que, diminuant la température, partant la chaleur, on réduira aussi le travail.

Cette anomalie n'est qu'apparente dans le cas d'un moteur à gaz mélange tonnant qui fonctionne, ainsi qu'on pourrait le dire, à une surtempérature, c'est-à-dire que les opérations se passent toutes à des températures supérieures à celles qui pourraient être.

C'est ainsi que les gaz d'échappement sortent couramment à 400° C, dans les meilleurs moteurs courants, alors qu'une centaine de degrés seraient plus que suffisants.

Ce serait un abaissement de 300° dans le régime du fonctionnement et il n'est pas besoin d'insister sur l'abaissement des pertes par parois, circulation d'eau, et par suite l'amélioration du rendement thrmique qui résulterait de pareille modification. Ce qui importe, c'est d'obtenir une chute de chaleur déterminée. Or, en passant de $T + t'$ à $t + t'$ on aura bien perdu $T - t$, correspondant à un travail théoriquement analogue à celui fourni en passant de T à t', soit en perdant $T - t$ (les pressions restant sensibiement les mêmes), mais pratiquement les choses se passent mieux dans le second cas, puisqu'il y a moins de pertes; et le rendement est meilleur.

En un mot il y a intérêt dans un moteur à mélange tonnant à marcher à *allure relativement froide*, mais toujours à haute pression.

Cette conclusion est en parfait accord non seulement avec la loi de MM. Salanson et Debuchy, mais encore avec la théorie des parois de M. A. Witz et les résultats de la pratique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'influence de la compression dans les moteurs à mélange tonnant en serait une preuve non douteuse, s'il en fallait donner une de plus.

Est-il bien nécessaire de rappeler en effet que les moteurs sans compression (hormis ceux du type dit atmosphérique) consommaient de 2.000 à 2.500 litres de gaz d'éclairage par cheval-heure effectif, que Otto, grâce surtout à une compression de 2 kilog. 500, fit tomber cette dépense à un millier de litres dans les mêmes conditions et que depuis, la compression, s'élevant parfois jusqu'à 5 à 6 kilogs, a permis de descendre jusqu'à 500 litres.

Le mécanisme de la compression s'explique du reste aisément.

Pour un même mélange tonnant, la compression augmente peu sensiblement la température d'explosion (de la température résultant de la compression elle-même seulement, alors que la pression explosive se trouve largement accrue. On se trouve ainsi élever le point de départ initial en pression de la détente, alors que le point terminus reste le même, et ainsi on accroît la détente, partant le rendement.

Mais il y a mieux. Toujours pour un même mélange, la compression, élevant un peu la température, rapprochant les molécules, réduisant les pertes par parois, puisque la chambre de combustion est plus petite, facilite l'allumage et la propagation de la flamme, augmente la proportion de chaleur transformée en travail.

Par suite la compression, toutes choses égales d'ailleurs, permet d'appauvrir le mélange tonnant, au profit du rendement encore, puisque facilitant la combustion elle rend possible l'emploi d'une masse explosive qui n'aurait pu convenir sans elle.

En résumé, théoriquement et pratiquement, on a intérêt à marcher à la *compression la plus élevée possible.*

La *seule limite de la compression* à adopter, hormis les considérations de réalisation pratiques de construction, est dans la possibilité d'utiliser des mélanges tonnants assez pauvres pour qu'ils ne s'enflamment pas d'eux-mêmes durant la compression, d'où explosions prématurées, violentes, non soumises au contrôle de la machine.

C'est précisément en comprimant séparément les éléments de son mélange, c'est-à-dire en atteignant des compressions énormes sans crainte d'auto-inflammation que Diésel est parvenu à obtenir des consommations aussi réduites que celles revendiquées par son moteur.

J'ai déjà eu l'occasion de soutenir souvent cette thèse et je la maintiens à nouveau convaincu de son exactitude.

On a objecté, pour les moteurs à combutible liquide, la condensation résultant d'une trop forte compression.

Je ne crois pas à cela en la circonstance.

Il est vrai que lors de la compression de vapeurs ou de gaz combustibles mis en réserve, des dépôts et des condensations se produisent. Mais il ne s'agit là que de compression, dans une enceinte refroidie (compresseurs à injection ou à circulation), où la température n'est jamais très élevée, alors que dans les moteurs tonnants la compression se fait dans un milieu dont les parois sont à une température supérieure à celle de la volatilisation du combustible

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comprimé s'il est liquide, compression suivie immédiatement d'une combustion qui aurait, le cas échéant, tôt fait de volatiliser à nouveau les condensations.

Remarquons en passant que l'eau de circulation dans un moteur, eau qui n'est certes pas à la température interne des parois, est réglée de façon à sortir vers 75° C, température à laquelle l'alcool dénaturé 90°, qui s'enflamme dès 18°, est depuis longtemps vaporisé.

Du reste si on acceptait l'hypothèse que les moteurs à mélange tonnant, à forte compression, alimentés par combustible liquide sont sujets à condensation interne il faudrait aussi admettre, ce qui n'est pas, que dans les cylindres des moteurs à gaz d'éclairage se déposent les liquides résultant de la décomposition du gaz par compression, phénomène depuis longtemps connu et qui a obligé pour les gaz comprimés portatifs à adopter des gaz riches (de houille riche ou de pétrole), lesquels, malgré les dépôts résultant de la compression, conservent un pouvoir éclairant suffisant ; alors que le gaz ordinaire d'éclairage ne donnerait presque plus rien.

Mais revenons à la question primitive.

Nous avons dit plus haut qu'il y avait intérêt, dans un moteur à mélange tonnant, à marcher à allure relativement froide, quoique à haute pression.

Or c'est précisément ce qui caractérise le moteur à alcool, cette particularité étant due :

A la présence dans l'alcool d'une notable proportion d'eau qui facilite la compression, rend l'emploi possible de mélanges plus pauvres.

Bref, malgré les inconvénients inhérents à l'alimentation liquide, grevant les résultats du moteur à pétrole par rapport au moteur à gaz, le moteur à alcool rattrape la différence par la marche possible à très forte compression et son fonctionnement en allure froide.

Nous allons fournir quelques preuves à l'appui de ce que nous venons d'avancer.

L'examen du tableau III montrera, en particulier, que la puissance calorifique de l'alcool est, en poids, presque moitié moindre de celle de l'essence.

Le tableau I montre en outre que la température de l'échappement d'un moteur à alcool est sensiblement moindre que celle d'un moteur à essence placé dans des conditions identiques puisque le moteur et le carburateur étaient les mêmes. Ce qui montre bien détente meilleure, c'est-à-dire pression plus élevée.

Faisons remarquer en passant que le moteur soumis aux essais était du type Charron, c'est-à-dire à détente et à compression variant avec la charge de la machine. Dans le moteur même considéré la compression peut varier de 2 kilog. 200 à vide à 4 kilog. 500 en pleine charge, ce qui explique entre autre une faible progression de la température avec le travail.

Les conditions sont donc particulièrement favorables à l'essence qui se contente aisément de pareilles compressions alors que l'alcool en demande de bien supérieures, au point que les bons moteurs allemands à l'alcool compriment jusqu'à 10 et 12 kilogs. En outre lors de la prise de la température de l'échappement à vide l'essence était en quantité plutôt faible et avec mélange

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riche, à vide, ou mélange pauvre, en charge, la température n'a pu être re-

Tableau I

TEMPÉRATURES MOYENNES DES GAZ DANS LE TUYAU D'ECHAPPEMENT

MOTEUR CHARON — CARBURATEUR LONGUEMARE

Expérimentateur G. Chauveau (1901)

CHARGE DU MOTEUR	COMBUSTIBLE				
			ALCOOL CARBURÉ		
	ESSENCE DE PÉTROLE	ALCOOL 95°	75 0/0 D'ALCOOL	50 0/0 D'ALCOOL	25 0/0 D'ALCOOL
A vide	439° c.	347° c.	345° c.	...	...
A charge partielle	...	341° c.	352° c.	383° c.	392° c.
A pleine charge	> 460° c.	...	...	398° c.	...

levée. Le thermomètre, qui cependant marquait jusqu'à 460° C. ne suffisant pas. La température ne semblait pas cependant dépasser beaucoup 460° C.

L'influence de la présence de l'eau de l'alcool dans le cylindre du moteur à alcool s'explique de la façon suivante:

L'eau contenue à l'état libre absorbant une quantité notable de chaleur durant la compression permettra l'emploi de hautes compressions sans avoir à craindre de ces auto-inflammations qui se produiraient sans cela.

Cette action de l'eau se produit évidemment partout où l'alcool entre, à un degré évidemment variant avec la proportion d'alcool et d'eau dans l'ensemble.

Elle est si manifestement salutaire que des constructeurs allemands n'hésitent à surhydrater leur alcool carburé ou non et obtiennent de ce fait une amélioration notable de rendement.

Du reste, si le raisonnement est exact, il doit s'appliquer à tous mélanges tonnants, même l'eau étant sous forme libre et l'alcool étant absent complètement.

En un mot un mélange tonnant quelconque hydraté de façon quelconque doit donner des résultats supérieurs à ceux qu'il donne seul.

L'essence de pétrole en particulier doit suivre cette loi; l'alcool n'étant en somme, trivialement parlant, qu'un carbure hydraté et l'essence hydratée constituant une sorte d'alcool factice qui doit donner au moteur qu'il alimente les particularités du moteur à alcool.

Or c'est exactement ce qui se produit dans la pratique et je citerai entre autres, comme exemple, le moteur Banki que la célèbre maison Ganz et Cie de Budapesth exposait à Vincennes en 1900.

Le moteur Banki marche à l'essence atteignant jusqu'à 730°, son originalité principale est une disposition lui permettant d'injecter de l'eau pulvérisée dans le cylindre durant la compression, eau qui lors de l'explosion se vaporise apportant ensuite son appoint durant la détente.

Le tableau II résume les résultats obtenus par M. de Jaborzsky, Direc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur du Musée royal technologique de Hongrie avec un moteur de 20 chevaux.

A remarquer en particulier la consommation de 221 grammes, c'est-à-dire

Tableau II

RÉSULTATS D'ESSAIS D'UN MOTEUR "BANKI" DE 20 CHEVAUX

(GANZ & Cie, Constructeurs)

par le Professeur OTTO DE JABORSZKY

Directeur du Musée Royal Technologique de Hongrie

DIMENSIONS DU MOTEUR

Diamètre du cylindre.....	250 m/m	Longueur de la bielle.....	1.100 m/m
Course du piston.....	400 m/m	Diamètre des deux volants.....	2.500 m/m
Rayon de la manivelle.....	200 m/m	Poids de chacun des volants....	1.100 kg.

PRINCIPAUX RÉSULTATS CALCULÉS D'APRÈS LES DONNÉES DES ESSAIS

	I	II	III	IV	V
Durée des essais..... heures.	2	1	1	1	2
Nombre de tours par minute.....	209,13	209,67	209,83	210,50	210,7
Nombre des admissions.....	91,44	74,68	60,12	42,65	23,0
Rapport du nombre des admissions au nombre maxima..... en 0/0.	87,44	71,23	57,30	40,52	21,80
Température moyenne de l'eau de refroidissement à l'entrée en °c.	14,40	14,00	14,65	14,68	13,9
Température moyenne de l'eau de refroidissement à sa sortie en °c.	49,6	44,2	50,4	52,8	52,0
Dépense d'eau de refroidissement par heure..... en kg.	357,6	428,6	257,9	193,7	
Température moyenne des gaz d'échappement..... en °c.	195,5	195,6	185,8	171,2	111,0
Dépense d'essence par heure.. kg	5,853	4,862	3,934	2,677	1,543
Dépense d'eau injectée par heure kg.	28,346	16,024	11,094	6,239	4,635
Rapport de la dépense d'essence à celle d'eau.....	1 : 4,84	1 : 3,3	1 : 2,82	1 : 2,33	1 : 2,33
Pression maxima pendant la compression .... kg.	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
Pression maxima pendant la combustion..... kg.	45	44	42	39	46
Puissance effective..... en chx.	26,38	20,70	15,05	8,21	0
Dépense d'essence par cheval-heure effectif..... kg.	0,221	0,235	0,261	0,326	
Dépense d'eau par cheval-heure effectif..... .. kg.	1,075	0,774	0,737	0,760	
Dépense d'eau de refroidissement kg.	13,55	20,706	17,135	23,587	
Densité de l'essence.....	0,7298	0,7298	0,7298	0,7298	0,7298
Pouvoir calorique de l'essence kg. cal.	10179,5	10179,5	10179,5	10179,5	10179,5
Equivalent calorique de l'essence dépensée par cheval-heure.. cal.	22,50	2,392	2,657	3,349	
Chaleur emportée par l'eau de refroidissement..... cal	488	639	626	919	
Chaleur emportée par l'eau de refroidissement..... .... en 0/0	21,7	26,7	23,6	27,6	
Rendement calorique du moteur en 0/0.	28,0	26,4	23,8	19,0	
Consommation horaire du brûleur kg	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190

0 lit. 316 d'essence, soit une économie de plus de 1/3 sur les moteurs courants.

Consommation correspondant à 2.250 calories par cheval-heure effectif, moins de 500 litres de gaz d'éclairage, et à un rendement de 28 %.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A remarquer encore la faible dépense d'eau de circulation de moins de 14 litres par cheval-heure effectif et la basse température des gaz de l'échappement, moins de 196° C. Encore l'eau de circulation ne sortait-elle qu'à 50° C, ce qui est peu.

Tout cela grâce à une injection d'un peu plus de 1 kilog. par cheval-heure effectif, d'eau dans le cylindre, permettant une énorme compression de 16 kg. 5 et grâce à laquelle une pression explosive de 45 kgs. est développée.

Telle est donc l'influence de l'eau dans le cylindre d'un moteur à essence.

Telle doit être l'influence de l'eau de l'alcool dans un moteur à alcool.

Je crois avoir suffisamment démontré par ce qui précède que le moteur à alcool d'une part était un moteur de la famille des moteurs à mélange tonnant, groupe bon rendement, comme le moteur à gaz, et que les moteurs faibles rendements pouvaient être améliorés au point de rentrer eux aussi dans le groupe bon rendement par une introduction d'eau dans le cylindre.

Dans ces conditions j'ai cherché à me rendre compte des consommations qu'on était en droit d'attendre des moteurs à mélanges divers tonnants en les comparant à un moteur à gaz consommant 500 litres, soit 2.625 calories, par cheval-heure effectif, pour le cas où on prendrait des mesures de réalisations égales des cycles.

Les résultats de mes calculs sont consignés dans le tableau III.

Afin de contrôler une fois de plus, et pratiquement, la véracité de l'hypothèse faite j'ai joint aux consommations théoriques calculées les consommations trouvées expérimentalement jusqu'à présent. (Avant le Concours de l'Alcool de 1901, cette étude les ayant précédé).

On remarquera que dans bien des cas la pratique et la théorie sont en parfait accord et près, bien près de l'être, dans quelques autres. C'est-à-dire quelques consommations calculées peuvent être considérées comme pratiquement réalisables.

Si l'on tient compte ensuite des résultats du dernier Concours de l'Alcool, résultats qui en raison du soin mis aux essais, de l'organisation même ne peuvent être suspectés, on trouve d'une façon irréfutable la preuve de tout ce qui précède.

Considérons, en effet, les trois types de moteurs ayant fourni les meilleurs résultats et nous trouverons :

N° 12. — *Moteur de la Société de Winterthur*, de 5 chevaux à 230 tours :

326 gr.	d'alcool carburé 50 0/0,	par H.P. effectif,	rendement	23 0/0
479	— 90°	—	—	21 0/0

N° 19. — *Moteur Pruvost,* de 8 chevaux à 180 tours :

337 gr.	d'alcool carburé 50 0/0,	par H.P. effectif,	rendement	22 0/0
440	— 90°	—	—	24 0/0

N° 25. — *Moteur Brouhot et C^ie^,* de 16 chevaux à 180 tours :

233 gr.	d'alcool carburé,	par H.P. effectif,	rendement.....	32 0/0
340	— 90°	—	—	38 0/0

D'où il résulte:

1° Que le rendement à l'alcool carburé est inférieur à celui à l'alcool 90°,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau III

GAZ D'ÉCLAIRAGE, GAZ PAUVRE, PÉTROLES, BENZOL, ALCOOLS CARBURÉS OU NON

TABLEAU DES PUISSANCES CALORIQUES, DU POIDS SPÉCIFIQUE, DES CONSOMMATIONS MOTRICES THÉORIQUE ET PRATIQUE

NATURE DU COMBUSTIBLE	POIDS	PUISSANCE CALORIQUE		CONSOMMATIONS théoriques par cheval effectif calculées d'après mon hypothèse			CONSOMMATIONS PRATIQUES PAR CHEVAL, PAR CHEVAL-HEURE, EFFECTIF EN LITRE — NOMS DES MOTEURS ET DES EXPÉRIMENTATEURS AVEC DATE DES ESSAIS									
				Calories	Combustibles		Kœrting (Delbruch, 1897)	Kœrting (Goslich, 1901)	Marienfeld (Société Agri Saxe) 1900	Hille (Fischer)	Otto 1901	Delahaye 1901	Gobron-Brillié 1901	Moteur Charon carb. Longuemare (G. Chauveau, 1901)	Moteur Charon (G. Chauveau)	Banki (de Jaborszky)
	LITRE EN GRAMMES (1)	KILOGRAM. poids (1)	LITRE volume (1)	LITRE volume (2)	LITRE volume (3)	GRAMMES poids (3)										
Gaz d'éclairage	0,00052	10100000	5,250	2625	500	0,26	.....	..	. ...	.....	.. ..	.....	.....	.....	500	.....
Gaz pauvre	0,00102	1200000	1,200	2625	2188	2,2	. ..	.....	....	....	....	. ...	.....	.....	.....	.....
Essence de pétrole	700	11000	7700	2625	0,341	239	.....	.....	... .	.....	....	*0.486*	0.677	*0.446*	.....	0.216
Pétrole lampant	800	10000	8000	2625	0,329	263	.....	. ...	.....	. ..	.....	.....	... .	....	...	.....
Benzol 90°	870	10033	8728	2625	0,300	262	.....	....	....	.....	....	... .	.....	0,449	.. ..	.....
Alcool carburé 25 %	857	9138	7829	2625	0,336	288	.....	....	.....	.....	.....	....	... .	*0,409*	.....	.. ..
— — 50 %	843	8317	6932	2625	0,379	319	.....	....	.....	. ..	....	*0,562*	*0,735*	0,366	....	.....
— — 75 %	830	7266	6033	2625	0,435	361	.....	... .	.....	.....	0,450	0,693	.....	0,662	.....	... .
Alcool dénaturé à 95°	817	6285	5135	2625	0,510	417	....	.....	.....	. ...	.. ..	....	... .	*0,676*	.....	.....
— — 90°	835	5955	4972	2625	0,528	441	*0,625*	0,525	0,516	0,539	0,534	0,534	0,835	.....	. ..	.....

OBSERVATIONS. — Les consommations pratiques (en caractères gras) sont celles qui sont sensiblement égales à la consommation théorique. Celles en caractères penchés, s'en rapprochent sensiblement.

C'est celle signalée par DELBRUCH en 1897 avec un KŒRTING qui attira l'attention, en France, notamment sur la question de l'alcool moteur.

(1) Les puissances caloriques et les poids spécifiques adoptés ne sont et ne peuvent être que des moyennes, les combustibles considérés variant le plus souvent de composition avec l'origine. Cependant le Benzol et les Alcools sont plus constants à ce point de vue que les autres combustibles. Pour les liquides considérés, les nombres donnés ont été obtenus pour la plupart par expérience. Ils sont donc dignes de la plus grande attention.

(2) 2625 calories c'est la chaleur nécessaire pratique à un excellent moteur à gaz pour donner le cheval-heure effectif, puisque cela correspoud à une consommation de 500 litres. En supposant une réalisation égale des autres moteurs, selon mon hypothèse, ceux-ci devraient consommer autant. Le rendement correspondant est de 23,5 0/0.

(3) Consommations déduites de la proportionnalité inverse des puissances calorifiques en partant des calories 2625 reconnues suffisantes pour produire le cheval-heure effectif à réalisation égale du cycle.

ce qui est en parfait accord avec notre théorie, l'allure étant plus chaude, la quantité d'eau moindre.

2° Que le rendement avec l'alcool 90° peut atteindre jusqu'à 38 %.

C'est-à-dire que le moteur à alcool dénaturé a un rendement supérieur à tous les autres moteurs à combustion interne à volume constant.

Si nous considérons en effet les meilleurs rendements obtenus d'une façon normale nous trouvons en effet:

Gaz pauvre ou gaz d'éclairage.....	24 0/0
Essence ou pétrole purs	20 0/0
Essence hydratée	28 0/0
Alcool carburé 50 0/0.....	33 0/0
Alcool dénaturé 90 0/0.....	38 0/0

Le moteur à alcool est donc un moteur à *grand rendement.*

3° Si on examine les rendements ci-dessus on voit que le moteur qui se rapproche le plus du rendement des moteurs à alcool est précisément le moteur BANKI à essence hydratée. *L'influence de l'eau est manifeste.*

On nous objectera que nous avons pris des exemples spéciaux, en ce qui concerne l'alcool, que ces résultats ne sont pas normaux.

S'il s'agissait de moteurs connus depuis longtemps, si les moteurs étaient basés sur un système breveté nouveau que nul autre ne puisse appliquer l'objection aurait plus ou moins de valeur.

Mais comme en la circonstance il est question de moteurs encore inconnus il y a deux ans, dans lesquels on n'a mis à contribution que ce qui est à tout le monde, on peut prétendre que tous les constructeurs peuvent arriver au même résultat quand ils le voudront, que partant il est acquis.

On nous objectera encore le moteur DIESEL qui est économique, n'a pas recours à l'eau. Le cas n'est pas le même. Je n'ai prétendu traiter que des moteurs à combustion interne à volume constant dans lesquels le mélange est comprimé tout formé et où l'auto-inflammation peut se produire et non des moteurs à compression séparée où elle est impossible. C'est un cas autre qui a ses avantages et ses inconvénients et qui tout différent qu'il soit prouve bien, comme nous l'avons dit:

1° Que l'Economie est dans la compression élevée.

2° Qu'elle ne peut normalement être utilisée sans un artifice.

3° Cet artifice c'est l'eau dans un cas, la compression séparée dans l'autre.

Ne voulant pas, dans cette note, sortir du domaine de la théorie et de la technique, je laisse à d'autres le soin de tirer de mes observations, de mes calculs et de mes conclusions le parti économique qu'ils voudront, non sans cependant attirer l'attention de ceux que le moteur à alcool intéresse sur l'amélioration possible des rendements des moteurs tonnants qui lui tiennent tête déjà, et ce, grâce à une introduction d'eau dans le cylindre moteur.

Je n'ai pas cru néanmoins devoir terminer cette étude théorique sans élargir son domaine en passant du particulier au général et je l'ai fait sous la forme des trois lois suivantes résultants de ce qui précède:

1re Loi :

Les moteurs thermiques à combustion interne ont, toutes choses égales

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'ailleurs, un rendement thermique d'autant meilleur que les opérations internes se passent à température plus basse, c'est-à-dire en allure plus froide: cette allure refroidie diminuant les pertes par parois et permettant l'augmentation favorable de la compression.

2e Loi:

Une allure refroidie peut être obtenue dans un moteur avec un mélange combustible quelconque, grâce à la présence dans le cylindre, avant la combustion, d'eau en proportion et sous forme convenables.

3e Loi:

Le moteur à alcool alimenté par un liquide hydraté marche en allure refroidie et a par suite un rendement élevé.

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, la prétention de l'alcool de prendre place au soleil comme agent moteur a soulevé des tempêtes. On objecta la faiblesse de la puissance calorifique de l'alcool, l'attaque des soupapes, et d'autres choses encore. Le remarquable rapport de M. Sorel sur le dernier Concours de l'Alcool nous a rassuré sur ce dernier point. Lorsque les moteurs sont bien réglés, ont une bonne carburation et un bon allumage, on ne signale rien de défectueux de ce chef. Malgré les justes observations faites par ceux qui se plaignaient de la faible puissance calorifique de l'alcool par rapport à l'essence et de la consommation qui devait en résulter nous restions convaincus, par les résultats et nous avions l'intuition que l'alcool avait une action thermique spéciale dans le moteur, sans nous expliquer exactement cette action. M. Chauveau, dans son intéressant mémoire, nous donne le pourquoi de la chose et ses déductions me semblent probantes. Cependant il faut que nous sortions d'ici avec une idée arrêtée et c'est pourquoi je prie ceux qui auraient des observations à présenter de le faire afin que la lumière soit.

M. PÉTRÉANO dit que M. G. Chauveau attribue la supériorité du rendement du moteur à alcool à la présence d'eau, dont l'action s'explique par la théorie des parois de M. A. Witz. Or des études faites en Allemagne, il résulte que la théorie des parois n'est pas exacte. Il pense donc que la théorie de M. Chauveau laisse à désirer.

M. LE PRÉSIDENT fait remarquer que la théorie des parois n'a été invoquée par M. Chauveau que comme un des arguments et qu'il resterait les autres le cas échéant.

M. CHAUVEAU est d'accord avec M. le Président et proteste contre l'affirmation de M. Pétréano. Il sait que des travaux allemands, très sérieux du reste, ont mis en doute la théorie des parois, mais il croit toujours à celle-ci car elle est rationnelle ; les expériences que l'on peut faire sur des moteurs pour l'étudier sont fort délicates et peuvent être viciées par des influences connexes qui font que le résultat sera dans un sens aussi bien que dans l'autre, aussi n'attribue-t-il pas une valeur concluante aux expériences allemandes faites à ce sujet.

M. BOYER-GUILLON est d'accord avec M. Chauveau en ce qui concerne la théorie des parois qu'il considère comme exacte, il pense aussi que les déductions faites par M. Chauveau au sujet du moteur à alcool sont justifiées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il profitera de l'occasion pour demander à M. CHAUVEAU comment il a mesuré les températures d'échappement qu'il a indiquées.

M. CHAUVEAU répond qu'il a simplement employé un thermomètre à mercure gradué jusqu'à 460° c. et placé dans le tuyau d'échappement, près de la soupape. Les températures ne sont donc peut-être pas absolument exactes mais elles sont comparables et c'est surtout à ce point de vue qu'il les a considerées.

MM. CHARVET, le GÉNÉRAL LAMBERT, le COMMANDANT FERRUS déclarent se ranger aux conclusions de M. CHAUVEAU. Les deux derniers demandent si le travail sera publié.

M. LE PRÉSIDENT répond que oui et croit être l'interprètre de la Section, en remerciant vivement M. CHAUVEAU de son remarquable travail qui a donné une explication définitive aux résultats apparemment anormaux fournis par le moteur à alcool et établissent la supériorité de celui-ci.

La séance est levée à 11 heures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3e Section. — PHYSIQUE (Eclairage et Chauffage)

SÉANCE DU VENDREDI 19 DÉCEMBRE

La séance est ouverte à dix heures par M. VIOLLE, membre de l'Institut, *Président.* — Au bureau prennent place : M. LINDET, M. BARBET, *Vice-Présidents*, M. LECOMTE, *Secrétaire.*

M. BARBIER, *Vice-Président*, en voyage, s'est fait excuser. MM. SILZ et ARACHEQUESNE, *Secrétaires*, sont retenus à la Section de Chimie.

M. LE PRESIDENT, ouvre la séance, et remercie M. RIVES, Commissaire-Général, d'avoir installé au Congrès une Section de Physique. Ce sont les applications physiques de l'alcool, chauffage et éclairage, qui en répandront l'emploi dans le public. En créant le Salon de l'Alcool, M. RIVES nous a apporté un très précieux concours dont nous devons le remercier.

La parole est à M. CHALMEL pour sa communication :

Communication de M. G. CHALMEL

INDUSTRIEL

SUR

L'ÉCLAIRAGE PAR L'ALCOOL CARBURÉ A FLAMME LIBRE SANS MANCHON

Vous avez entendu de brillantes conférences sur l'éclairage intensif, et vous êtes fixés sur la valeur incontestable de la lumière à incandescence par l'alcool.

J'aurais bien mauvaise grâce si j'essayais de nier les immenses services qu'elle est appelée à rendre.

Elle est essentiellement la lumière des grands espaces, des villes, des places publiques, des gares, etc., aucune autre ne peut lui disputer cette place prépondérante.

Mais à côté des palais et des villes à éclairer il y a aussi l'éclairage des humbles, l'éclairage domestique, en un mot, l'éclairage de tous les ménages de France.

Nos intérieurs sont éclairés au pétrole, produit étranger, produit qui a une foule de défauts que vous ne connaissez que trop.

C'est d'abord son odeur désagréable, puis l'irrégularité de la lumière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

causée par la mèche fendue ; vous savez qu'on ne peut la baisser pour en diminuer la lumière sans être incommodé par la fumée, la partie la plus légère du pétrole qui n'est pas consumée et qui est volatilisée retombe sur les parois de la toupie ; c'est ce qu'on appelle le suintement. Eh bien, ce défaut seul devrait y faire renoncer.

Mais il fallait pour remplacer ces appareils défectueux en trouver de plus parfaits.

C'est à cette recherche que je me suis appliqué depuis trois ans, époque à laquelle la question de l'emploi industriel de l'alcool était à l'ordre du jour à la suite d'une mission d'études outre-Rhin.

J'ai particulièrement étudié l'éclairage à l'alcool à flamme libre, c'est-à-dire la lumière produite par l'alcool carburé alimentant une mèche éclairant sans manchon.

Les premiers essais, il faut bien le dire n'ont pas donné les résultats que nous espérions et auxquels on avait droit de prétendre.

On sait que l'adaptation à la consommation de l'alcool de tous les systèmes connus de lampes à pétrole à flamme libre n'est pas sans rencontrer des difficultés résultant des différentes propriétés physiques des liquides combustibles.

Ainsi, dans les premières lampes à alcool, l'avancement de la mèche était produit par le mouvement d'une molette agissant sur la mèche à la façon d'un pignon denté sur une crémaillère. La mèche, bien que circulaire, était fendue sur le côté dans toute sa longueur, d'où irrégularité de flamme.

Ce procédé, toujours défectueux puisqu'il produit l'avancement très inégal de toutes les parties du pourtour de la mèche, n'est pas applicable pour les lampes à alcool ; car ce liquide raidit, durcit les mèches et même les fait adhérer à la gaine qu'elles entourent.

Il en résulte qu'un organe n'agissant que sur une partie peu étendue de la mèche entraînera difficilement la partie opposée, surtout si la mèche est composée d'un cylindre de coton fendu sur une génératrice.

Fréquemment même, la molette ne peut pas fonctionner par suite de la résistance que rencontre dans son ascension la mèche durcie.

La lampe à flamme libre, la seule pratique pour l'emploi de l'alcool carburé dans toutes les applications usuelles, exige donc un mode d'entraînement de la mèche agissant également sur tous les points de son pourtour, et utilisant une mèche cylindrique.

C'est le système que je préconise.

Un cylindre dont les parois portent des perforations présente une canelure hélicoïdale formée en creux sur sa paroi intérieure.

Un second cylindre fixe concentrique au premier, amène l'air au sommet de la colonne.

L'espace annulaire séparant les deux tubes est occupé par la mèche cylindrique qui est montée sur une douille munie d'un téton qui glisse le long de la rainure hélicoïdale en faisant monter la douille et la mèche qu'elle porte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mouvement de montée et de descente de la mèche est commandé par la rotation de la galerie qu'il suffit de faire tourner à la main.

Quand on tourne la galerie, elle entraîne le téton et le force à monter en glissant dans la rainure hélicoïdale ; et la mèche s'élève sans résistance, tous les points de sa periphérie étant également sollicités à se déplacer le long de la gaine de métal.

La mèche baigne dans l'alcool qui entre dans l'espace annulaire par les orifices disposés en aussi grand nombre que l'on veut.

L'arrivée de l'air se fait par l'intérieur du tube, qui le prend aux orifices disposés à la base du pied ou du corps de la lampe.

Ce système peut être adapté sur toutes les lampes à flamme libre alimentées par l'alcool carburé.

L'alcool carburé employé pour ces lampes contient 70 % d'alcool à 94 degrés.

En résumé :

1° On n'a plus besoin de clef pour diriger la mèche ;

2° La mèche étant circulaire sans discontinuité monte régulièrement droite ;

3° Le mouvement de rotation de la galerie dirigé à la main, fait monter et descendre la mèche ;

4° La flamme peut être baissée sans que la moindre odeur se répande :

5° Il n'y a pas de fumée, pas de suintement ;

6° La lumière est blanche et vive sans fatiguer la vue ;

7° La consommation se rapproche sensiblement de celle du Pétrole.

Tels sont les avantages de l'éclairage à flamme libre par l'alcool.

On cherche à vulgariser l'emploi de ce produit extrait de notre sol, l'agriculture et la distillerie ne demandent l'une et l'autre qu'à produire ; et si, vient se joindre à ces considérations d'ordre primordial, la pensée que nous emploierons pour nous éclairer un produit français, on ne devrait plus trouver un seul hésitant.

M. LECOMTE rend hommage à M. CHALMEL, un des premiers propagateurs de l'éclairage par l'alcool. Au début il fallait à M. CHALMEL 90 grammes d'alcool carburé pour produire un carcel heure, la consommation est réduite de moitié aujourd'hui : il y a là un beau résultat obtenu. — M. LECOMTE est heureux de savoir que M. CHALMEL a créé un bec spécial, l'emploi de l'alcool carburé dans les becs à pétrole n'étant pas pratique.

M. DENAYROUZE rend justice à M. CHALMEL, mais il estime que le dernier progrès n'est pas obtenu : il pense que M. CHALMEL pourra abaisser sa consommation jusqu'à 30 grammes par carcel-heure, et alors ce sera tout à fait pratique.

M. VIOLLE, Président, remercie M. CHALMEL de son intéressante communication, et donne la parole à M. DENAYROUZE pour sa communication :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Communication de M. DENAYROUZE

INGÉNIEUR

sur le

DÉBOUCHÉ OFFERT A L'ALCOOL PAR L'ÉCLAIRAGE

Beaucoup d'entre vous peuvent penser qu'une communication relative à l'éclairage par l'alcool devrait, pour avoir son maximum d'utilité, embrasser l'ensemble des faits qui se rapportent à ce vaste sujet. Je me bornerai pourtant à appeler votre réflexion sur le parti qui peut être tiré des meilleurs résultats constatés au dernier Concours international organisé par le Ministre de l'Agriculture.

Ces résultats établissent, je crois, que l'ère des incertitudes et des tâtonnements peut être définitivement close pour ce qui concerne *l'éclairage domestique*.

C'est pourquoi je ne parlerai que de l'action qui devient immédiatement possible et que je crois la seule capable de rendre rapidement à la cause commune un service bien effectif.

Ce n'était pas une petite entreprise, Messieurs que de tenter de suppléer dans leurs principaux usages, des matières comme le pétrole ou le charbon. Pour compenser à cet égard la force des vieux usages, il ne suffisait pas d'offrir au public des avantages théoriques, il fallait être en mesure le lui offrir par surcroît les satisfactions pratiques que lui procurent depuis de longues années les vastes organisations constituées pour dispenser commodément la lumière, la chaleur et la force sur toute la surface d'un pays.

Aussi, en supposant réalisé un progrès quelconque dans cet ordre de faits, pour que la masse fût amenée à profiter de ce progrès, il fallait, non pas seulement que ce progrès fût appréciable pour quelques esprits cultivés, il était indispensable qu'il devînt éclatant, considérable, écrasant, oserai-je dire.

C'est cette démonstration que l'ensemble des recherches des Exposants de la Section de l'éclairage commence à faire péremptoirement. Et de ce chef, nous avons la consolation de nous dire que tous, chacun dans notre sphère et suivant nos moyens, nous avons fait faire à la question quelques pas en avant.

Mais nous n'avons ainsi accompli que la première partie de notre tâche. Il reste à venir à bout d'une besogne moins attrayante et plus ardue, savoir faire de notre industrie naissante une grande industrie.

Or, il est extrêmement difficile de créer une grande industrie sans ressources puissantes.

Pour éclairer la France, le Gaz a immobilisé plus d'un demi-milliard, l'Electricité plus de cent millions. Quant au pétrole, sa diffusion a exigé la création d'un puissant matériel de manutention et de distribution, et l'organisation d'un commerce comportant des capitaux de roulement considérables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les effets de cette centralisation de forces de toute espèce, tout le monde les connaît. La place est partout à ces premiers grands occupants en vertu de droits anciens et respectables. Les Villes sont leurs associées, et l'Etat, comme les Villes, tire, pour son budget, profit des droits de douane sur le pétrole et le charbon venant de l'étranger.

En voulant brûler de l'alcool, nous inquiétons, par conséquent, des intérêts considérables.

Au profit de qui ce changement, s'il se produisait, devrait-il s'effectuer ? Trois catégories de producteurs pourraient en bénéficier.

Les agriculteurs,

Les distillateurs,

Les fabricants d'appareils.

Si les agriculteurs n'ont pas individuellement la force, il ont le nombre.

Des distillateurs, quelques-uns ont la force, et la corporation a le nombre et la force.

Quant aux fabricants d'appareils, *quorum pars parva*, ils n'ont ni l'une ni l'autre de ces supériorités.

De cette énumération, il résulte cependant que si un lien défini et solide eût uni ces trois ordres de champions de la même cause, ils eussent constitué à eux tous une phalange assez puissante.

En a-t-il été ainsi ?

Jetons un voile sur le passé, si vous le voulez bien.

Mais adressons un remerciement sans réserves aux Parlementaires et aux Fonctionnaires qui ont pris la défense de notre industrie naissante.

Ce qui importe par-dessus tout en ce moment, c'est que nous ne retombions pas dans l'erreur capitale que je reconnais, non sans quelque amère mais secrète fierté, avoir commis plus que personne. Cette erreur, c'est d'avoir cru que les services rendus par nos recherches à l'agriculture et à l'industrie nationales, nous procureraient des concours puissants, actifs et persévérants en dehors des milieux intéressés, et même dans les régions élevées de ces milieux. Cette erreur, nous l'aggraverions encore si nous espérions trouver les éléments d'une action un peu énergique et efficace ailleurs que chez nous tous, et cela encore à la condition expresse que nous ne demandions dans les milieux où nous avons une certaine influence, qu'un concours quasi gratuit.

J'ai déjà vu par trois fois comment l'opinion évolue lorsque paraît un nouveau mode d'éclairage.

Nous avons les sympathies du Gouvernement, et c'est beaucoup ; celles du Parlement, c'est énorme. Mais nous avons encore à dissiper les appréhensions du monde des affaires, et nous ne sommes pas ici pour nous payer de mots. Avec les habitudes, peut-être trop prudentes, de la finance française, nous devons pendant quelque temps compter sur nos propres forces.

Il a fallu dix ans pour faire en France de la lumière électrique une industrie viable, dix ans pour faire de l'incandescence par le gaz une industrie prospère.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais précisément parce que j'ai pu étudier de près les causes qui ont ralenti chez nous, où elles étaient nées, la marche de ces industries devenues colossales après une période de pénible incubation, je veux montrer, je veux faire toucher du doigt, avec l'indépendance d'un révolutionnaire de plus en plus impénitent en matière d'industrie, la porte de salut ouverte depuis quelques mois à l'industrie de l'alcool, et par laquelle celle-ci va pouvoir se glisser entre les hautes barrières qui l'enserrent et évoluer vite vers les plus larges horizons.

C'est depuis l'heure où les lampes domestiques à alcool sont tombées à des consommations effectives très inférieures à celles des lampes à pétrole — et depuis cette heure-là seulement — que j'entrevois comme possible une victoire assez rapide de l'alcool contre ses concurrents légitimes.

Je précise.

Il est démontré, et personne ne nie plus trois choses :

1° Qu'au Concours international de Mai dernier, les lampes domestiques à alcool sans pression, c'est-à-dire tout à fait maniables, ont fourni un rendement très voisin d'une bougie par gramme de liquide éclairant brûlé.

2° Que ce rendement a été atteint dans des lampes donnant une clarté sensiblement égale à celle des lampes à pétrole bourgeoises, soit de 12 à 50 bougies.

3° Que dès lors tout ménage pauvre peut, avec une lampe à alcool, s'éclairer beaucoup mieux qu'il ne l'était jusqu'ici, tout en faisant une notable économie.

4° Que tout ménage un peu aisé peut, soit à la ville, soit à la campagne, réaliser à la fois une économie et une sensible amélioration de son éclairage en adoptant l'incandescence à alcool.

Tout le raisonnement qui va suivre repose sur cette observation que l'on peut enfin livrer au public des lampes d'assez faible échantillon *réalisant une économie certaine sur les lampes à pétrole.*

C'est sur cette humble considération économique que je fonde l'espoir de voir désormais l'emploi de l'alcool pour la production de la lumière devenir sans peine, et de lui-même, assez général. Elle doit, en effet, raccourcir la période pénible de l'évolution de l'industrie du nouvel éclairage.

Pour que l'Electricité trouvât à se répandre à côté du Gaz, il a fallu qu'elle commençât par trouver les capitaux de ses usines et de ses canalisations ; l'Incandescence par le gaz a dû attendre que les Compagnies du Gaz lui donnent le droit de vivre ; l'Acétylène que les centres de production du carbure de calcium soient établis.

Avec l'alcool, au contraire, rendu apte à l'usage domestique, le consommateur, pour jouir des avantages du nouvel éclairage, n'a à attendre le bon plaisir de personne. L'épicier du coin, à la ville comme à la campagne, peut remplir sans capitaux et sans concession, un office qui était le privilège des Compagnies de Gaz et d'Electricité, savoir, procurer à chacun l'élément créateur de la plus belle des lumières, et cela au rabais.

Dès lors, si les intéressés ont le simple bon sens et la facile énergie de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire autour d'eux cette propagande si simple qui consiste à dire à chacun avec conviction : « Nous vous garantissons une économie immédiate si vous venez à nous », comme ces intéressés sont légion, aucune action adverse n'arrêtera longtemps l'effet de l'accumulation de tous ces faibles efforts.

Cet effet, calculons-le. Une lampe moyenne consommant un litre d'alcool en 24 heures représente un débouché annuel d'un demi-hectolitre.

Il y a en France dix millions de chefs de famille usant chacun au moins deux lampes, l'une pour la cuisine, l'autre pour le travail.

C'est par centaines de mille que se comptent ceux de ces chefs de famille qui sont groupés, soit en Syndicats agricoles, soit en groupes corporatifs accessibles à l'influence des producteurs directs ou indirects d'alcool.

Si ceux auxquels ces associations obéissent se concertent pour dire simplement à leurs adhérents, en prenant toutes leurs garanties :

« Mon ami, pour économiser vingt francs par an, tu n'as qu'à changer ta vieille lampe contre une neuve qui t'éclairera mieux », la transformation générale se fera plus ou moins vite, mais irrésistiblement.

En effet, le sacrifice de chacun sera plus que léger, et il y a heureusement encore, au cœur de chaque cultivateur français, le désir vivace de voir l'agriculture prospérer. C'est à ceux qui entretiennent et dirigent même les efforts inspirés par ce louable sentiment de bien comprendre d'abord et de bien savoir ensuite que, dès qu'il s'allumera une douzaine de petites lampes à alcool dans chaque commune de France, l'agriculture de notre pays aura conquis un débouché d'un quart de million d'hectolitres d'alcool.

Il suffirait, soit d'une instruction générale des chefs des Administrations publiques, de l'entente la moins onéreuse entre les distillateurs et les chefs des Syndicats agricoles pour qu'un chiffre bien supérieur à cette douzaine d'appareils par commune fût immédiatement demandé et distribué.

Je vais plus loin. Je n'hésite pas à avancer que si les distillateurs prenaient la peine de soumettre au calcul les derniers résultats obtenus, ils en viendraient à faire eux-mêmes, pour les lampes domestiques, des facilités extrêmes aux populations.

Chaque lampe en fonction, c'est en effet pour eux un consommateur nouveau dont la puissance annuelle d'achat dépasse le prix de l'ustensile même.

Supposez un million de lampes données aux paysans français à tempérament, par une entente entre les mille principaux distillateurs et propriétaires, soutenus par quelque réel encouragement de l'Etat, qui peut nier aujourd'hui que le débouché ainsi créé en un ou deux ans ne serait pas moins d'un demi-million d'hectolitres d'alcool dénaturé. C'est la moitié de ce que l'Allemagne se vante, avec raison, d'utiliser annuellement.

La transformation des usages, si elle commence, comme toujours, par en haut, peut donc dans le cas spécial qui nous occupe, s'accélérer facilement sur tous les points du pays.

Pour tout dire d'un mot, auquel il faut n'attacher ici que le sens d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

expression claire, du jour où la lampe domestique à alcool a pu devenir économique, la conquête des grands débouchés pour l'alcool se réduit à l'organisation d'une campagne démocratique. L'Etat a commencé cette action. Les intéressés suivront, dès qu'ils auront vérifié, en comptant sur leurs doigts, ce que chaque lampe à alcool placée par un fabricant rapportera à l'usine du distillateur, et à la terre d'où proviendra l'alcool consommé.

Il va sans dire, Messieurs, bien que je n'aie parlé que de l'éclairage, que le même raisonnement s'applique aux appareils de chauffage, qui utilisent les mêmes flammes, rendues utilisables, à cause de l'économie avec laquelle on peut actuellement les produire.

Si je n'ai pas fait état, pour une extension immédiate aussi rapide des usages de l'alcool, de ses applications à la force motrice, c'est parce qu'ils se produiront plus lentement par la seule raison que des appareils spéciaux et chers mettront un certain temps à conquérir une clientèle étendue, tandis que tous, riches et pauvres, citadins et campagnards, possèdent actuellement des lampes domestiques, qui seraient à remplacer sans aucun délai, si nous nous y prenions bien.

Or, nous avons tous, comme l'astrologue de la fable, suffisamment porté nos regards très haut et très loin. Il est temps que nous regardions enfin à nos pieds et que nous voyions si notre industrie a enfin trouvé un terrain étroit mais ferme, où elle puisse s'engager résolument en ne comptant que sur le concours de ses adhérents naturels.

C'est certainement l'éclairage économique du foyer domestique qui fournit ce champ immense d'exploitation immédiate. Il est ouvert au plus petit industriel, comme l'accès de la petite propriété l'est à tout Français persévérant et économe.

Si de ce Congrès il sortait l'ébauche d'une entente qui donnât à l'Alcool une petite partie de l'éclairage de la France, nous nous consolerions aisément de ne pas nous étendre trop vite à Paris.

M. LE PRESIDENT remercie M. DENAYROUZE de son importante communication et déclare qu'il en retient deux considérations : l'assurance que l'avenir est acquis à l'éclairage par l'alcool pour l'usage domestique, et la promesse faite par M. DENAYROUZE de donner des lampes à alcool pur, sans pression, pour l'éclairage des grands espaces, avec une consommation de moins d'un gramme par bougie-heure.

M. LECOMTE regrette, comme M. DENAYROUZE, l'augmentation de l'alcool, il constate que les expositions ont fait l'éducation du public. D'ailleurs les constructeurs en ont aussi profité en se rapprochant le plus possible du bec DECAMPS, qui pendant longtemps a été le plus petit. Il y a encore des régions, dans le Midi principalement, où l'alcool est insuffisamment connu.

Au sujet des financiers qui se désintéressent des affaires d'alcool, M. LECOMTE s'explique très bien leur attitude : elle provient de ce qu'ils ont dépensé beaucoup d'argent à lancer des systèmes d'éclairage insuffisamment étudiés, la confiance est perdue maintenant. M. LECOMTE conteste d'ailleurs qu'il faille de gros capitaux pour la construction des becs et fourneaux à alcool.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. P. Besson pour sa présentation d'une nouvelle lampe de projection.

Communication de M. Paul BESSON

sur un

NOUVEAU DISPOSITIF D'INCANDESCENCE PAR L'ALCOOL POUR LAMPE A PROJECTION

J'ai l'honneur de présenter au Congrès un nouveau dispositif à incandescence par l'alcool dont la première application est consacrée à l'éclairage des lanternes à projections.

Dans le but de remédier aux inconvénients des lampes à pétrole — fumée, odeur, réglage multiple des mèches —, M. René Leblanc, Inspecteur général de l'Enseignement primaire, a imaginé une lampe à alcool, très simple et très économique.

Cette lampe est basée sur le même principe que les appareils similaires en ce sens que l'alcool liquide est conduit par capillarité dans une chambre de chauffe, où vaporisé, il est dirigé dans un bec Bunsen dont il sort enflammé. — La nouveauté du dispositif consiste à utiliser cette flamme de façon à porter à l'incandescence un tissu plan, maintenu dans un cadre métallique, et non un manchon conique ou cylindre-conique.

Nous pensons que la nouvelle lampe, vu la faible dépense occasionnée par son acquisition et son entretien, devenant abordable aux budgets les plus réduits, pourra être répandue en grand nombre parmi nos Instituteurs de campagne (1), et sera entre leurs mains un bon agent pour la vulgarisation de l'emploi des alcools dénaturés.

M. VIOLLE, Président, remercie vivement les orateurs qui ont pris part à la discussion, et déclare terminés les travaux de la 3e Section.

La séance est levée à 11 h. 1/2.

(1) Pour encourager les conférenciers populaires à substituer une lampe à incandescence à leur lampe à pétrole, le Conseil Général de la Ligue de l'Enseignement a voté un crédit permettant de livrer aux adhérents de cette fédération la nouvelle lampe pour le prix de 10 francs, chaque plaque de tissu ne coûtant elle-même que 0 fr. 15 centimes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4e Section. — CHIMIE

SÉANCE DU JEUDI 18 DÉCEMBRE 1902

La séance est ouverte à 10 heures sous la présidence de M. Haller, membre de l'Institut.

M. LE PRESIDENT donne lecture des titres des communications inscrites pour la séance et donne la parole à M. Boulanger.

Communication de M. BOULANGER

CHIMISTE, PRÉPARATEUR ADJOINT A LA FACULTÉ DES SCIENCES

SUR

L'ACTION CHIMIQUE DE L'ALCOOL SUR LES MÉTAUX

Le jour où l'on a introduit de l'alcool dans les réservoirs des voitures automobiles, on l'a chargé d'un certain nombre de méfaits, d'ailleurs plus ou moins justifiés. Jusque-là, on n'avait employé que l'essence: tout avait bien marché. On la remplace par l'alcool, il se produit des attaques sur le métal : donc l'alcool en est cause, le public ne sort pas de là.

Je ne viens pas défendre l'alcool, qui n'en a que faire. Mais je voudrais expliquer la cause de ces oxydations qu'on lui reproche, et montrer que cette question est plus complexe qu'elle ne semble l'être à première vue ; qu'elle mérite une étude approfondie ; enfin qu'elle est encore très imparfaitement connue.

Nous allons donc :

1° Chercher les inconvénients auxquels l'emploi de l'alcool a pu donner naissance,

2° En étudier les causes ;

3° En faire entrevoir les remèdes.

L'étude très sommaire qui va suivre s'applique aussi bien aux lampes qu'aux moteurs. Elle reste toujours dans le domaine de la théorie pure; et, si l'on ne trouve pas dans ce travail des conclusions très nettes et très précises, c'est que la question n'a pas encore été élucidée par des expériences

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisantes, et, qu'à part M. Sorel, elle a peu préoccupé les chimistes. Mais, au fur et à mesure que l'usage de l'alcool se répandra, la question apparaîtra plus intéressante, et éveillera l'idée de faire une étude plus complète.

Quand on a voulu utiliser l'alcool dans les automobiles, on a accusé celui-ci d'attaquer le métal des réservoirs, de ronger les soupapes, de coller les segments du piston, de mettre promptement certains organes hors de service. De là à le rendre responsable de fâcheuses pannes, il n'y avait qu'un pas à franchir, et l'on jetait ainsi sur l'alcool un discrédit immédiat.

Il est infiniment probable que ces reproches ont été singulièrement exagérés, et il n'est pas venu à notre connaissance qu'aucune constatation officielle relate des faits de ce genre. Mais il se peut cependant qu'ils renferment une part de vérité, et nous avons voulu savoir si ces méfaits devaient être imputés à l'alcool lui-même, et dans quelle mesure il fallait accepter les assertions des chauffeurs. En un mot, nous nous sommes demandé quelle était l'action de l'alcool sur les métaux, et, tout d'abord, il nous a fallu considérer plusieurs cas, suivant que l'alcool était pur ou dénaturé, ou carburé, et en même temps il a fallu tenir compte de l'action de ces différents alcools pendant trois périodes: avant, pendant et après la combustion.

Il est bien entendu que nous ne parlons pas de l'alcool absolu qui est un produit de laboratoire.

L'alcool pur n'attaque en aucune façon les métaux employés actuellement dans l'industrie automobile, sauf un, l'aluminium. — M. Loreau a constaté la formation d'alumine dans un carburateur en aluminium. Depuis on a obvié à cet inconvénient en garnissant de cuivre l'intérieur du carburateur. Sauf cette exception, les autres sont indemnes, et cependant le métal qui a subi le contact de l'alcool pur s'oxyde très aisément.

Il semble qu'il y ait là une anomalie. C'est que l'alcool pur est un dissolvant énergique de toutes les matières grasses qui peuvent se trouver sur les métaux. L'alcool en contact avec eux y produit un nettoyage, une sorte de décapage, si l'on peut dire, qui fait que les surfaces plus propres deviennent plus oxydables sous l'action de l'oxygène de l'air et de l'eau. Le fer se couvre de rouille, le cuivre d'oxyde de cuivre — etc... Il se peut d'ailleurs que cette première oxydation empêche toute attaque ultérieure; tel est le cas du zinc.

On ne peut donc pas dire que l'alcool détermine l'oxydation, mais il la provoque. L'alcool n'est pas un lubréfiant. L'essence, au contraire, par son orgine même, a des qualités un peu préservatrices. Elle vient du naphte, dont on a tiré d'abord des huiles de graissage; l'essence participe à leurs qualités.

Dans tous les cas, l'oxydation consécutive à la présence de l'alcool sur les métaux est fort peu de chose, et la question serait bien vite épuisée s'il s'agissait de l'alcool pur. Quelques moteurs seulement marchent à l'alcool pur, le moteur Duplex par exemple — et on pourrait négliger ce léger et à peine perceptible inconvénient, qui très probablement n'aurait jamais inquiété les chauffeurs et constructeurs.

Malheureusement il ne saurait être question d'employer l'alcool chimiquement pur. D'une part, le fisc nous oblige à le dénaturer, pour le rendre impropre aux usages alimentaires; d'autre part, on obtient un meilleur ren-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dement en calories quand on le mélange avec des carbures, et surtout un départ plus facile des moteurs.

Dénaturé ou carburé, l'alcool doit être obtenu dans des conditions de pureté parfaite. Est-ce bien toujours le cas ? Ici intervient le fabricant. Celui-ci tire presque toujours l'alcool des betteraves ou des mélasses fermentées. Presque tout l'alcool industriel a cette origine, au moins dans notre pays. Dans les diverses opérations qui précèdent la distillation de l'alcool, on voit apparaître divers produits étrangers. Il se forme certains acides, entre autres de l'acide acétique, au moins tant que l'alcool n'est pas concentré. La quantité d'acide acétique formée pendant la période de fermentation est assez considérable. Aussi s'est-on attaché avec succès depuis quelques années à l'empêcher de passer à la distillation, en saturant d'abord cet acide. C'est ainsi qu'on a été amené à rectifier l'alcool, pour l'isoler de tous ces produits qui produiraient dans les récipients des ravages sérieux.

Il en est de même pour les aldéhydes et les éthers, corps neutres qui accompagnent l'alcool et qui ne sont pas sans influence, puisqu'ils attaquent énergiquement le nickel, ainsi que l'a établi M. Sorel.

Signalons encore que, vers 250°, la vapeur d'alcool se décompose et peut attaquer les métaux, sinon directement, au moins par ses produits.

Une action de ce genre pourrait se produire dans certains carburateurs réchauffés par les gaz au sortir des soupapes d'échappement, et qui peuvent atteindre cette température lorsque le moteur ne fonctionne pas normalement. Cette température a pu être constatée par les membres de la Commission d'expériences instituée au mois de mai dernier lors du Circuit du Nord.

On voit donc que la question de la fabrication intervient tout d'abord. De la pureté du produit dépendra l'innocuité dans l'usage. Un contrôle sévère devra être exercé par le fabricant sur ses produits, et l'alcool parfaitement pur chez lui n'exercera aucune action sur les pièces des moteurs, alors que chez un autre, moins soigneux ou moins consciencieux, on pourra observer des attaques fâcheuses.

Hâtons-nous de dire que cette dernière hypothèse ne s'est, pour ainsi dire, jamais réalisée. Nos fabricants ont tenu à honneur de nous livrer des produits aussi parfaits que possible, et l'on peut envisager l'avenir en toute assurance. Si l'on a jamais quelques surprises, ce n'est pas de ce côté qu'elles nous viendront.

Nous serons beaucoup moins affirmatifs en ce qui concerne l'alcool dénaturé. — On sait que l'alcoôl dénaturé se compose de 100 parties d'alcool et de 10 parties d'un mélange connu sous le nom de méthylène. Le méthylène de Régie doit contenir 25 % d'acétone avec une tolérance en plus ou en moins de 1/2 %. Il contient également 2 1/2 % au minimum des impuretés pyrogénées qui proviennent des produits bruts de la distillation du bois, et qui communiquent au mélange cette odeur si vive et si caractéristique. — Le complément est formé d'eau et d'alcool méthylique.

Bien que la question ait été peu étudiée, il ne semble pas que l'acétone ait une influence sur les métaux, au moins à la température ordinaire. Il en est de même pour l'alcool méthylique. — A température élevée, ce sont les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produits de la décomposition qui agissent. C'est ainsi que l'alcool méthylique vers 300° agissant sur le zinc, donne de l'oxyde de zinc, de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène. Ces réactions ont peu de chances de se produire dans les voitures automobiles.

Il n'en est pas de même des impuretés qui accompagnent l'acétone. Il est certain qu'il peut y avoir attaque. Les produits de la distillation du bois sont plus connus sous le nom d'acide pyroligneux, et cet acide sert aux graveurs pour attaquer le zinc. Il est vrai que pour l'introduire dans le méthylène, on a saturé cet acide pyroligneux. Mais cette saturation n'est jamais absolue. Lors même que, par suite de sa faible proportion, environ 2 à 3/1000 dans l'alcool dénaturé et de son éthérification, il n'attaquerait pas les métaux, — et ceci n'est pas encore prouvé, — nous le retrouverons dans le moteur, où il ne sera pas brûlé, ou tout au moins sera brûlé très difficilement.

Alors que tous ceux qui s'intéressent à la question automobile demandent qu'on abaisse la proportion du dénaturant, de façon à obtenir un meilleur rendement en calories, ils pourraient faire ressortir qu'en même temps on diminuerait la teneur de ces produits dangereux pour le bon fonctionnement des moteurs.

Le carburant, à son tour, a-t-il une action ? — Ici nous entrons dans une question assez délicate. Chaque fabricant d'alcool carburé a son carburant. La base en est toujours la même: le benzol. Mais ce benzol n'a pas une composition très fixe. Il varie avec la houille dont on le tire. C'est au fabricant à savoir quelle est la meilleure composition pour avoir un bon rendement en calories, un départ facile du moteur, et surtout pour éviter les fumées de l'échappement.

Quoi qu'il en soit, ce benzol est composé de benzène, de toluène et d'hydrocarbures de diverses séries, quand il est purifié. Malheureusement il arrive quelquefois que cette purification laisse à désirer, et l'on peut avoir dans le benzol des traces de sulfure de carbone, de phénol, de thiophène, et parfois des traces de dérivés sulfonés provenant de l'action de l'acide sulfurique sur les hydrocarbures aromatiques dans le traitement des huiles légères du goudron de houille.

A basse température, le sulfure de carbone est sans action autre que de dégraisser comme l'alcool lui-même. A haute température il forme des sulfures avec les métaux. Mais il est en si minime quantité qu'il est inutile d'insister.

Nous ne nous étendrons pas non plus sur les phénols.

Toute autre est l'action des produits sulfonés. Ils peuvent parfaitement attaquer les métaux pour former des sulfates. Tout le monde peut constater cette attaque par une expérience fort simple. Il suffit de mettre en contact du fer avec l'acide benzène-sulfonique. La proportion de cet acide est parfois assez considérable dans les benzols du Nord. Ceux de Silésie, au contraire, sont fort pauvres en ces produits. Dans tous les cas, leur proportion est faible dans l'alcool carburé, et il serait vraiment excessif de leur attribuer une action destructive quelconque dans les moteurs.

Quand la vapeur d'alcool arrive dans le cylindre, elle produit toujours le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même inconvénient du dégraissage, inconvénient d'autant plus grave que la vapeur est moins sèche, autrement dit que la carburation est mauvaise. Je ne crois pas inutile d'insister et de répéter après tant d'autres: Pour que la carburation se fasse bien et complètement, il faut avec l'alcool une moins grande quantité d'air que pour l'essence. Les proportions du mélange ne sont pas les mêmes pour l'alcool que pour l'essence. Il semblerait donc qu'on doive brûler une plus grande quantité d'alcool; mais celui-ci offre cet avantage d'avoir une densité plus grande.

Dans sa combustion, l'alcool produit théoriquement de l'eau et de l'acide carbonique. Pratiquement, il s'en faut de beaucoup que tout le carbone contenu dans le mélange explosif soit complètement brûlé. Dans les expériences faites au mois de mai dernier, certains moteurs brûlaient presque tout ce carbone, certains autres avaient un pourcentage très faible, et par suite un rendement déplorable. Il se dégage alors du carbone à l'état pulvérulent, c'est-à-dire du noir de fumée, en d'autant plus grande quantité que la carburation est plus mauvaise. On a constaté en outre qu'il se formait une très faible quantité d'acide acétique et d'aldéhyde.

Les produits qui accompagnent l'alcool brûlent avec plus ou moins de facilité selon qu'ils sont eux-mêmes plus ou moins riches en oxygène. L'acide acétique, par exemple, est celui qui brûle le plus difficilement, et, sans une bonne carburation, il pourrait continuer son action fâcheuse.

Quant aux produits qui renferment du soufre, comme l'acide benzène-sulfonique, ou le thiophène, c'est là que pourrait résider le principal danger pour l'emploi de l'alcool. Le soufre formerait dans sa combustion de l'acide sulfureux. L'action ne se ferait pas longtemps attendre : le métal se transformerait en sulfate. L'accident n'a jamais été constaté, fort heureusement, mais il est possible, et nous tenons à le faire remarquer.

Dans ce long exposé, où nous n'avons guère rencontré que des actions *possibles*, nous avons vu qu'il n'y a rien à craindre de l'alcool lui-même, mais seulement de ses impuretés, ou de celles qu'on y ajoute. Tout cela est rassurant. Les marchands ont trop intérêt à voir la cause de l'alcool grandir de jour en jour, pour ne pas vérifier les produits que leur livrent les fabricants de matières premières. Nous n'en voulons pas citer de meilleure preuve que le cas d'un chauffeur, CORMIER, qui parcourut 1.200 kilomètres, il y a un an, avec de l'alcool carburé. A son retour, son moteur fut démonté en présence de notabilités du monde scientifique ou automobile. — Le moteur était en parfait état. — Il est vrai de dire que le conducteur en avait pris soin.

L'alcool demande peut-être un peu plus d'attention que l'essence. Il est utile, quand on arrive à l'étape, de lubréfier le moteur avec du pétrole. Cette précaution est tout aussi bien recommandée dans certains moteurs marchant à l'essence.

Le sujet que nous avons traité est peut-être un peu ingrat. Mais, si l'on veut bien envisager combien il serait intéressant de voir l'alcool, produit de notre sol, se substituer, au moins en partie, à l'essence d'origine étrangère, on comprendra que rien de ce qui touche à la question ne puisse nous laisser indifférents.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRESIDENT demande si quelqu'un a une observation à formuler.

M. BARBET constate que l'acide provenant d'une mauvaise distillation ou du méthylène s'unit à l'alcool dès que l'on atteint 90 degrés alcooliques. L'acidité constatée dans une bonne distillation ne peut provenir que de l'acide carbonique de l'air.

Il ne pense pas que l'alcool soit plus dégraissant que l'essence de pétrole ou la benzine.

M. DUCHEMIN demande si l'on a fait la part de l'acide provenant de l'alcool lui-même ou du méthylène. Il désire que des expériences scientifiques soient faites à ce sujet.

M. LE PRESIDENT fait remarquer qu'il existe une autre impureté dangereuse pour les moteurs : c'est l'ammoniaque qui attaque le cuivre avec facilité à la température ordinaire. Faisant ressortir que les acétates de méthyle et d'éthyle sont dissociés à la température de l'explosion, il demande que l'alcool vendu pour moteurs ne contienne plus d'éthers-sels et que le méthylène ne renferme plus d'acide.

M. DUCHEMIN dit que les fabricants de méthylène sont disposés à étudier leur fabrication de façon à éliminer les impuretés.

M. ARACHEQUESNE signale une étude à faire sur la dissociation de l'acétate d'ammoniaque qui se décompose vers 80°, comme l'acétate de fer qui se décompose également à température peu élevée.

M. MESTRE demande, au nom des viticulteurs du Sud-Ouest, si on a eu occasion d'étudier l'alcool retiré des vins malades.

M. BARBET a fait cette étude. Les proportions d'acide sulfureux qu'il a trouvées sont quelquefois considérables, surtout depuis qu'on soufre et qu'on sulfate la vigne et qu'on mûte le vin. Après la distillation, l'alcool peut renfermer un peu d'acide sulfureux.

M. MESTRE avait recommandé également aux viticulteurs de ne pas abuser du bisulfite.

M. BARBET rappelle qu'à 85° les combinaisons bisulfitées sont décomposées. Il a même adopté cette méthode pour donner aux vins certaines qualités par la pratique du mûtage.

Sur une question de M. MESTRE demandant si l'acide acétique est réellement à l'état d'éther, M. BARBET répond qu'à 87° la plus grande partie de l'acide s'est combinée à l'alcool ; au delà, le degré d'acidité baisse rapidement et à 92°, il n'y a plus d'acide.

M. MESTRE fait remarquer qu'il existe en outre de l'acide volatil dans le vin et surtout dans le vin piqué.

M. LE PRESIDENT répond qu'avant de distiller il suffit d'ajouter un peu de carbonate de chaux pour neutraliser les acides.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. MESTRE dit que les vins atteints de maladies bactériennes et les vins riches en diastases contiennent de l'azote ammoniacal.

M. LE PRESIDENT résume la question : Il faut avoir de l'alcool pur, exempt d'acide et d'éther. Il ne faut pas s'étonner de retrouver de l'acide acétique dans les gaz d'échappement ; il vient d'une combustion incomplète de l'alcool, d'après les expériences de M. SOREL.

Les méthylènes actuels contiennent tous un peu d'acide et d'éther.

La question du carbure est beaucoup plus complexe, la composition du benzol employé n'étant pas constante. Les impuretés qu'a signalées M. BOULANGER sont le sulfure de carbone et les produits sulfurés. M. le Président rappelle qu'il a donné, avec M. MICHEL, un procédé de purification pour l'élimination des produits thiophéniques qui, en brûlant, donnent de l'acide sulfureux. Il faut donc veiller à ce qu'on livre aux consommateurs des produits aussi purs que possible.

M. DUCRU signale une attaque de certains carburateurs par une action mécanique analogue à celle d'une goutte d'eau tombant continuellement à la même place, et qui finit par user.

M. LE PRESIDENT remercie M. BOULANGER de sa communication et donne la parole à M. ARACHEQUESNE.

Communication de M. G. ARACHEQUESNE

sur

L'ALCOOLÈNE

Notre Section d'économie s'occupera des moyens d'abaisser encore, si possible, le prix de revient de l'alcool dénaturé; la présente communication a pour but d'examiner une solution élégante, bien que détournée, de l'augmentation du pouvoir calorifique de l'alcool.

Ce moyen, à vrai dire, n'est pas absolument nouveau, c'est tout simplement la transformation de l'alcool en éther, par la fameuse formule :

$$2\,(C^2\,H^5\,O\,H) - H^2\,O = (C^2\,H^5)^2\,O$$

Au point de vue purement chimique, ce n'est donc pas une nouveauté que j'ai la prétention d'apporter à des chimistes. Mais vous savez tous, Messieurs, par l'expérience de vos laboratoires, combien l'*éther* est dangereux à manier, sous sa forme liquide habituelle. L'*alcoolène* ou, plus exactement, le *gaz alcoolène*, air chargé de vapeurs d'éther, semble avoir résolu le problème de rendre ce corps aussi peu offensif que le gaz ordinaire, aussi facile que ce dernier à mettre entre les mains du public, c'est pourquoi j'ai l'honneur de vous présenter l'invention, la solution de M. BOUCHAUD-PRACEIQ.

I. — LA PRODUCTION DU GAZ ALCOOLÈNE

Il existe dans certaines forêts de l'Amérique centrale un curieux arbre, ou plus exactement une curieuse plante, car elle appartient à la famille des mauves, qui porte le nom de *Bolandero*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En quelques années cet arbre atteint des proportions gigantesques dépassant 35 mètres de hauteur, avec 1 mètre et plus de diamètre à la base. Si l'on abat cet arbre et qu'on le fasse sécher, il reste un bois extrêmement curieux par sa légèreté, il est deux fois moins lourd que le liège, sa densité est d'environ 0,120 (échantillons) et, pour compléter nos renseignements sur cette extraordinaire végétation, il est à noter que les cercles concentriques, que l'on peut voir sur la coupe transversale, représentent non plus des années comme dans nos bois ordinaires d'Europe ou de l'Amérique du Nord, mais bien des mois lunaires ; c'est donc, vous le voyez, un accroissement de diamètre mensuel de près d'un centimètre.

On conçoit combien ce bois, peu résistant, ne présentant ni la merveilleuse élasticité ni l'imperméabilité du liège, n'ayant même aucune valeur comme combustible, était dédaigné, considéré comme une gigantesque mauvaise herbe et détruit comme tel, par les exploitants de ces forêts qui renferment des bois autrement précieux.

M. Bouchaud-Praceiq, qui a de gros intérêts dans une grande exploitation forestière de plusieurs milliers d'hectares, eut l'idée de chercher s'il n'y avait pas un parti à tirer de cette gigantesque mauvaise herbe, au lieu de la laisser pourrir sur le sol, et il reconnut bientôt l'étonnante propriété absorbante de ce bois pour les liquides.

C'est là en effet une merveilleuse éponge, absorbant si consciencieusement les liquides qu'on lui offre qu'elle en retient de 90 à 95 % de son propre volume. Malgré sa légèreté, ce bois imbibé d'un liquide ne flotte plus sur ce liquide, il coule à fond comme une cellulose chimique. Enfin ce liquide qu'il a absorbé, il ne le laisse plus égoutter comme le ferait une éponge, il le garde comme un bois vert garde sa sève.

Après des essais sur divers liquides, notamment sur les hydrocarbures légers du pétrole, l'inventeur a adopté définitivement l'éther, qui lui a donné les meilleurs résultats pour l'éclairage et pour le chauffage.

Pour les emplois au chauffage et à l'éclairage le dispositif adopté le plus généralement est indiqué par le schéma suivant (*fig. 115*) :

C'est un exhausteur, ou compteur à gaz renversé, mû par un ressort d'horlogerie ou par un contre-poids, qui aspire l'air extérieur pour le refouler par le tuyau T'T sous une pression de quelques millimètres d'eau.

R est un récipient en tôle, bidon ou fût, — car on en a préparé jusqu'à la dimension des pipes en fer courantes pour l'expédition de l'alcool. Ce récipient est garni à l'intérieur par du bolandero — dit en France: bois Bouchaud — débité préalablement en fragments de la grosseur d'un pois chiche, puis comprimé à la presse dans le récipient de façon à ne pas y laisser la sauf un passage central pour le tube S ou sonde. Le récipient ainsi préparé est place d'un grain de blé, où serait capable de se former un mélange explosif, rempli d'éther jusqu'à absorption complète, puis le liquide en excès est transvasé, le bidon d'alcoolène est alors prêt pour l'expédition.

Arrivé à destination le bidon, ou fût, est disposé suivant l'indication du schéma, l'air envoyé par l'exhausteur arrive par le tuyau T, traverse une couche de bois dont on règle l'épaisseur en enfonçant plus ou moins le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tube sonde S, et sort par G, tube flexible qui le relie à une conduite ordinaire, en tous points analogue à une conduite domestique de gaz, pour aller brûler dans des appareils quelconques à gaz: becs BUNSEN, fourneaux ou réchauds, calorifères et même bec d'éclairage, à la seule condition pour ces derniers d'être à incandescence, car la flamme par elle-même serait peu éclairante, à moins de carburer ce gaz, ce qui est facile.

Tel est le principe du gaz alcoolène qui ne nécessite, à part la petite

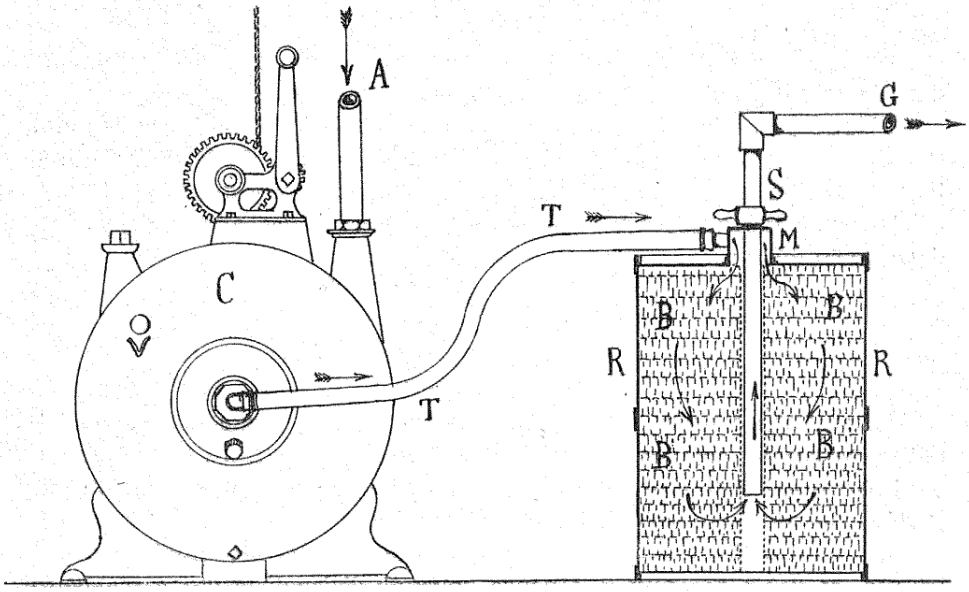


Fig. 115. — Appareil producteur d'Alcoolène

installation ci-dessus, aucun brûleur spécial et utilise tous les appareils à gaz de houille de vente courante.

Il existe encore un autre moyen plus simple de produire le gaz alcoolène, c'est de mettre à profit sa haute densité, pour cela on emploie la gargousse. La gargousse est en somme une boîte de conserves, où les petits pois sont remplacés par des fragments de bois BOUCHAUD imbibés d'éther, comme tout à l'heure dans notre bidon à sondage. Si nous levons alors deux petites plaquettes soudées sur chaque fond de notre boîte en fer blanc et qui découvrent deux ouvertures, il s'établit un courant d'air de haut en bas dans la gargousse, et l'air saturé qui sort en dessous est du gaz alcoolène, que l'on peut utiliser en enfermant la gargousse dans un récipient clos dont la partie inférieure est en communication, par un tube, avec un bec de gaz placé en contre-bas. Bien entendu cet appareil manque un peu de pression, il faut entourer le bec d'une cheminée en verre assez haute pour activer le tirage ; mais, tel quel, c'est un curieux instrument de démonstration, et une pratique lampe portative.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. — LES PROPRIÉTÉS DU GAZ ALCOOLÈNE

Le premier point à fixer pour nous est le prix du gaz alcoolène et, pour cela, tout d'abord le prix de revient de l'éther dont la fabrication demande pour 100 kilogrammes :

	fr.	c.
180 litres d'alcool à 90°, au cours moyen de 35 francs.	63	»
100 kil. environ de houille (chauffage).....	1	70
Acide sulfurique (environ).....	»	08
Main-d'œuvre et frais généraux.....	1	20
PRIX DE REVIENT TOTAL.....	65	98

On n'a pas l'intention de vendre l'alcoolène sans bénéfice, admettons donc le prix de vente de 90 francs, cela sera notre base.

D'autre part, d'après une série d'essais effectués à l'usine à gaz de Saint Quentin sous la direction de M. LANGLOIS-DÈCLE, assisté de M. FRÈRE directeur de l'usine, il a été trouvé les résultats suivants avec une série de becs d'éclairage à incandescence de différents calibres, reliés à un bidon à sondage de 50 litres :

Bec N° 0.....	5,10	carcels
— N° 1.....	6,75	—
— N° 2.....	11,25	—
— N° 6.....	20,00	—

La pression dans le bidon était de 66 millimètres d'eau et les résultats ont correspondu, comme lumière, à un contrôle des mêmes becs fonctionnant par le gaz ordinaire. Seulement la pression de ce dernier avait dû être portée à 50 m/m pour obtenir la même intensité.

Le bidon fut pesé à plusieurs reprises, au moment des essais photométriques, et l'on a reconnu la dépense suivante d'alcoolène par carcel-heure dans les trois cas suivants :

1°	Bidon neuf.....	6 gr. 02
2°	— après 50 heures de marche...	6 gr. 45
3°	— presque épuisé.....	0 gr. 92

Ce qui, pour l'ensemble des becs ci-dessus, donne une moyenne de 6 grammes 7 par carcel-heure; au prix précédemment trouvé de 90 francs les 100 kilogr., ceci représente un prix de revient de la carcel-heure de 0 fr. 00603, soit très peu plus de 6 dixièmes de centime. Ce gaz devient donc fort intéressant par son économie au point de vue éclairage. Nous pouvons d'ailleurs comparer avec les dépenses d'autres éclairages admises par la Société technique du gaz :

	centimes
Pétrole à flamme libre, 33 gr. à 50 fr.....	1,650
Essence — — 19 gr. à 65 fr.....	1,250
Acétylène — — 7 litres 5 à 1 fr. 50 le m³.....	1,125
Alcool dénaturé par incandescence 0 litre 018 à 0 fr. 50..	0,900
Alcoolène par incandescence.....	0,603
Gaz de houille, 18 litres à 0 fr. 25 le m³.....	0,450

L'alcoolène, on le voit est en excellente posture au point de vue économique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'éclairage. Voyons s'il en est de même pour le chauffage et, pour cela rappelons les pouvoirs caloriques des divers combustibles concurrents :

1 kilo d'essence de pétrole dégage.....	12.000	calories
1 — de benzol 90° —	10.090	—
1 — d'éther ou alcoolène —	8.700	—
1 — d'alcool dénaturé —	5.250	—
1 m. cube de gaz de houille —	5.500	—

Lors des essais de Saint-Quentin, on a eu soin, non seulement de peser l'éther vaporisé, mais encore de mesurer le volume d'air employé à la volatilisation et il a été reconnu que le mètre cube de gaz alcoolène entraînait avec lui 300 grammes d'éther. Or, fait curieux, il a été reconnu qu'un litre d'eau était porté à l'ébullition plus vite, et avec une dépense en volume moindre, que par l'emploi du gaz ordinaire ; pourtant ces 300 grammes d'éther représentent seulement 2.610 calories à opposer aux 5.500 calories du mètre cube de gaz de houille. Il fallait chercher un contrôle à cette anomalie et une explication.

Les expériences de notre collègue, M. Langlois-Dècle, nous ont montré que la carcel-heure par incandescence revenait à 6 gr., 7 d'alcoolène représentant 58,29 calories.

D'autre part, et d'après les chiffres donnés par M. A. Lecomte à la Société technique du gaz, la carcel-heure par incandescence, et dans les meilleures conditions de réglage, demande:

Par le gaz de houille.....	12 litres	= 63,6 calories
— d'essence.....	6,5 gr.	= 79 —

Donc, aussi bien sous la casserole que sous le manchon la première place revient à l'alcoolène pour la bonne utilisation des calories. Pour expliquer ce phénomène il faut se souvenir que la densité de vapeur de l'éther par rapport à l'air est 2,586, ce qui fait que le gaz alcoolène est environ 3 fois plus lourd que le gaz de houille. Or comme, d'après M. Lecomte : « l'énergie d'un gaz qui en entraîne un autre, est proportionnelle à sa masse et au carré de sa vitesse », on conçoit facilement qu'il y a plus facile entraînement d'air par l'éjecteur du Bunsen, mélange plus intime et meilleure utilisation.

D'ailleurs, en comparant les pressions nécessaires pour deux classes de becs d'éclairage on a trouvé :

Becs ordinaires à verre :	Alcoolène, pression nécessaire		$20^m/^m$
—	Gaz ordinaire	—	$33^m/^m$
Becs intensifs sans verre :	Alcoolène	—	$60^m/^m$
—	Gaz ordinaire	—	$150^m/^m$

Il n'est pas impossible non plus que la quantité d'air primaire, renfermée dans l'alcoolène, contribue à cette intimité du mélange avec l'air secondaire aspiré dans le Bunsen. Le gaz alcoolène est en effet loin d'être saturé de vapeurs d'éther, puisqu'il n'en renferme que 300 grammes au mètre cube, alors que le mètre cube d'air à 0, pour être saturé de vapeurs d'éther, devrait en contenir 803 grammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette qualité, de n'être pas de l'air saturé, met l'alcoolène à l'abri du reproche, que l'on a fait autrefois à certains gaz d'hydrocarbures, de se condenser dans les tuyaux. Avec l'alcoolène ceci n'est pas à craindre, on s'en est assuré dans les essais de Saint-Quentin en faisant passer le gaz dans un serpentin entouré d'un mélange réfrigérant, qui ramenait la température de ce gaz à — 15°, sans avoir pu observer la moindre condensation, ni même la moindre variation photométrique.

On pouvait craindre également l'action de la chaleur, du plein soleil d'été tombant sur un bidon d'alcoolène. Pour s'en rendre compte un bidon d'alcoolène fut garni d'un manomètre et plongé dans de l'eau maintenue à une température de 55° pendant 4 heures, le manomètre n'indiqua qu'une pression de 30 millimètres d'eau. C'est absolument insignifiant.

Nous pouvons donc dire que l'alcoolène n'est pas dangereux, grâce à cette merveilleuse porosité d'un bois, en même temps très mauvais conducteur. Un bidon peut être éventré sans engendrer la moindre cause d'explosion, il faudrait pour cela que cet éventrement eût lieu dans un local clos et dans des conditions à provoquer, à la longue, la formation de gaz alcoolène. Mais alors nous tombons dans les dangers courants du gaz ordinaire, dangers si connus qu'ils ne nous empêchent pas de nous en servir journellement.

III. — L'AVENIR DE L'ALCOOLÈNE

Cette facilité de manipulation du bidon et de l'obtention du gaz, semblent assigner à l'alcoolène de sérieux avantages sur les modes d'éclairage et de chauffage similaires, partout où il n'y a pas d'usines à gaz. D'ailleurs il a déjà fait ses preuves en laboratoire à la sucrerie de Saint-Leu-d'Esserent, à la grande satisfaction du chimiste, et tous les chimistes ici présents apprécieront cette satisfaction d'un confrère renonçant au charbon de bois et aux lampes à alcool pour se retrouver en face des appareils à gaz, si pratiques et si faciles à régler, auxquels nous sommes accoutumés dans nos laboratoires des villes.

Le département de la Seine en a fait l'essai à l'asile de la Maison-Blanche, sur une partie des bâtiments; elle s'en trouve si satisfaite qu'elle complète l'installation, en ce moment même, dans tous les autres bâtiments.

On nous a demandé si l'alcoolène se posait en concurrent du gaz de houille, là où existent des usines à gaz ? Il n'en est rien, et nous ne saurions le lui conseiller, là où une canalisation existe.

Ce n'est pas que l'alcoolène soit un produit bien encombrant puisque : fer et absorbant compris, un fût d'alcoolène pesant brut 125 kilog. contient 100 kilog. d'alcoolène utile, ce qui représente:

1.000	bougies-heures	pendant	150	heures
100	—	—	1.500	—
10	—	—	15.000	—
1	—	—	150.000	—

On ne peut exiger un mode d'éclairage moins encombrant.

Bien au contraire, l'alcoolène nous semble appelé à rendre service aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

usines à gaz existantes. En effet, à propos des récents débats relatifs à l'abaissement du prix du gaz, on a beaucoup parlé de gaz pauvre, que sa teneur en oxyde de carbone et le manque d'odeur rendent tout particulièrement dangereux, l'introduction d'un peu de gaz alcoolène dans le gaz pauvre lui donnerait l'odeur, exigée maintenant par le Parlement anglais pour autoriser l'emploi de ce gaz. L'odeur de l'éther est si subtile en effet que, lors des essais de Saint-Quentin, M. Frère découvrit quelques fuites dans sa canalisation rien qu'à l'odeur, fuites que l'on n'avait pu trouver avant même à l'allumette.

D'autre part le pouvoir dissolvant de l'éther, vis-à-vis de la naphtaline, est tel que l'introduction de 4 à 5 % d'alcoolène dans le gaz ordinaire, non seulement empêche le dépôt de naphtaline dans les conduites par les temps de gelées, mais encore dissout et enlève peu à peu les vieux dépôts menaçant de faire obstruction, et cela sans terrassements, sans arrêts, comme il arrive parfois dans les longues canalisations.

Pour une petite usine à gaz, un accident à un four est parfois une véritable catastrophe, surtout s'il y a coïncidence avec un jour de fête entraînant des illuminations. Quelques bidons d'alcoolène lui donnent tout le temps de faire ses réparations et même d'assurer le *giorno* momentané, et à peu de frais puisque, aux prix ci-dessus présentés, le mètre cube d'alcoolène à 300 gr. d'éther représente du gaz à 27 centimes le mètre.

Enfin admettons qu'une compagnie de gaz soit, comme cela se voit souvent à l'étranger, une compagnie fermière d'éclairage et que, pour une cause quelconque, elle se trouve obligée d'éclairer un local non pourvu de canalisation — supposons, par ces temps de froid, une grande fête de patinage sur le lac du bois de Boulogne —. En l'état actuel cette compagnie se trouverait obligée d'acquérir, ou de louer, une série de lampes, torches ou autres instruments, sortant complètement de son matériel ordinaire ; avec l'alcoolène, les guirlandes en tubes et girandoles du 14 juillet sont immédiatement disponibles, quelques exhausteurs et bidons suffisent à improviser l'usine à gaz, même sur la glace, comme nous venons d'improviser sur deux chaises, l'usine à gaz qui éclaire cette table, c'est donc l'extension possible du champ d'action des compagnies ou sociétés d'éclairage public.

L'alcoolène ne se présente donc pas comme l'adversaire, mais bien au contraire comme un auxiliaire précieux de notre industrie gazière française, qui comporte 1.300 usines. Si l'on rapproche ce chiffre de celui de nos 36.000 communes de France on voit qu'il reste encore une belle place pour l'alcoolène ainsi d'ailleurs que pour tous les autres systèmes d'éclairage par l'alcool; car, une des conséquences du progrès est que nos yeux ont besoin de lumière comme notre estomac a faim de pain.

Par sa fabrication même, l'alcoolène est un alcool tellement dénaturé que les entraves, apportées par la Régie à la circulation de l'alcool dénaturé, ne sauraient l'atteindre. C'est un produit qu'on peut acheter et faire circuler librement en toutes quantités, ce qui en facilitera l'emploi.

Enfin l'alcoolène, c'est-à-dire le vieil éther domestiqué, solidifié, est deux fois de l'alcool puisque « carburé par lui-même ». Il est quatre fois plus agricole que l'alcool carburé à 50 % couramment employé aujourd'hui pour les moteurs. Dans la lutte pacifique contre les 7 millions d'hectolitres de pétrole

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étranger à laquelle nous convient aujourd'hui le Ministère de l'Agriculture et l'Automobile-Club, il nous semble que l'alcoolène sera un puissant auxiliaire, ne lésant aucune industrie française, empruntant au contraire tous ses éléments à l'agriculture nationale. C'est pourquoi nous vous demandons, non pas de lui accorder ses lettres de naturalisation car c'est un produit bien français, mais de l'accueillir avec bienveillance.

MM. L. MARTIN et BLONDEL posent diverses questions tendant à établir le prix de revient de l'alcoolène, ou à corriger certains chiffres de prix de revient des autres combustibles.

M. ARACHEQUESNE répond qu'en parlant de l'alcool dénaturé au prix de 0 fr. 50 le litre, il entend parler du prix de vente au détail, prix comprenant les frais de dénaturation et le légitime bénéfice du dénaturateur. En établissant le prix de revient de l'éther, c'est-à-dire de l'alcoolène, il s'est basé sur le prix d'achat en gros, sans y introduire le coût de la dénaturation, qui n'est pas nécessaire pour l'éther, et c'est ainsi qu'on est arrivé à un prix de revient de 65 francs les 100 kilos, prix qui a été majoré et porté à 90 francs pour assurer les bénéfices de la compagnie qui exploitera l'alcoolène. Dans ces conditions, les chiffres de dépense des divers modes d'éclairage deviennent absolument comparables.

Il convient aussi de tenir compte de ce fait que l'alcoolène, c'est-à-dire l'éther, est dénaturé automatiquement, par sa propre fabrication, chose qui le dispense des nombreuses formalités relatives à la dénaturation et à la circulation de l'alcool dénaturé.

M. HEDDE insiste pour confirmer l'exactitude des prix de revient communiqués.

M. DUCRU demande si l'éther n'exerce pas une légère influence sur les tubes de caoutchouc indispensables à l'emploi pratique de ce nouveau gaz.

M. BOUCHAUD-PRACEIQ répond que, pour cet usage spécial, les meilleurs caoutchoucs sont les caoutchoucs à très bon marché, de préférence ceux qui renferment le moins possible de véritable gomme. Les tubes en caoutchouc factice, fabriqués avec l'huile de ricin, résistent admirablement, car ils sont inattaquables par les vapeurs d'éther.

M. HAVARD revient encore sur la question du prix de revient.

M. ARACHEQUESNE. — Il ne faut pas s'hypnotiser sur quelques centimes de différence entre les prix de revient du mètre cube de gaz alcoolène, ou du mètre cube de gaz de houille ; il y a d'autres motifs qui dictent le choix à faire, et l'on peut trouver place même pour différents systèmes qui sont chers, telle que l'électricité à raison de sa commodité. Des discussions sur des fractions de centimes sont donc superflues ; chaque système a des avantages et des inconvénients qui les feront préférer dans certains cas déterminés, indépendamment du prix coûtant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRESIDENT résume ainsi la discussion : toutes tentatives qu'on fera pour trouver divers modes d'éclairage ou de chauffage méritent d'être encouragées. Il est incontestable que l'éther peut devenir une matière première capable de rendre des services dans l'éclairage privé. Si ce produit semble en tout cas inapplicable à l'éclairage des villes possédant des usines à gaz, par contre, à la campagne, dans les châteaux, grandes fermes, gares de chemins de fer, on en voit les applications très possibles, et puisque, comme l'a dit M. ARACHEQUESNE, toute la manipulation de l'éther est renvoyée à l'usine, qu'elle est indépendante du public consommateur, les plus grosses objections de danger contre l'éther tombent d'elles-mêmes.

SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902

La séance est ouverte à 10 heures sous la présidence de M. HALLER, membre de l'Institut.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. GIRARDVILLE.

Communication de M. GIRARDVILLE

sur les

PROPRIÉTÉS DES MÉLANGES ALCOOL-ACÉTYLÈNE PRÉPARÉS PAR L'ACTION DE L'EAU ALCOOLISÉE SUR LE CARBURE DE CALCIUM

On sait que le carbure de calcium est attaqué par l'eau alcoolisée. Le procédé a même été indiqué comme moyen de concentration de l'alcool.

Quand on répète ces expériences en plongeant un morceau de carbure dans de l'eau alcoolisée contenant par exemple en volume 50 % d'eau et 50 % d'alcool dénaturé du commerce on constate un double phénomène.

1° Le dégagement du gaz acétylène est beaucoup plus calme que si l'on opérait avec de l'eau pure ;

2° Le gaz produit est dépourvu de l'odeur qu'on est habitué à regarder comme caractéristique de l'acétylène. Il n'a d'autre odeur que celle des vapeurs d'alcool entraînées.

Ce dernier fait n'avait pas été signalé jusqu'à présent, du moins à notre connaissance.

On sait que l'odeur de l'acétylène commercial est due à la polymérisation d'une partie du gaz au moment même de sa formation, et à la production d'hy-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

drogène phosphoré, silicié, venant des impuretés du carbure employé. — L'action calmante de l'alcool dans cette expérience est à la fois d'ordre physique parce que la température de la masse liquide ne peut dépasser le point d'ébullition de l'alcool, environ 80°, et d'ordre chimique puisque l'énergie engagée dans la réaction est diminuée de la quantité de calories nécessaire pour déshydrater l'alcool. — Cette action est évidemment très profonde puisque l'absence d'odeur semble indiquer qu'elle empêche à la fois la formation des polymères de l'acétylène, et celle de l'hydrogène phosphoré, silicié, etc.

Les acétylénistes ont été promptement conduits à utiliser les propriétés de la réaction par l'eau alcoolisée. Seulement, si on s'en tient à la forme simple que nous avons décrite, on se heurte à deux difficultés:

a) La proportion d'eau change pendant le cours de l'opération ;

b) La température s'élève progressivement.

Le résultat est qu'on obtient d'abord de l'acétylène presque pur, ensuite un mélange très alcoolisé. De plus, par suite de l'échauffement, la production des vapeurs d'alcool s'exagère facilement, on remplace la surproduction d'acétylène par la surproduction d'alcool.

Nous sommes parvenus à surmonter ces difficultés au moyen de procédés comportant quelques tours de main, mais reposant tous sur le principe suivant : On fait à part un mélange d'eau et d'alcool convenablement titré selon le but à obtenir. On amène ensuite ce mélange goutte à goutte sur le carbure.

Chaque goutte est gazéifiée dès qu'elle arrive au contact du carbure. L'eau donne de l'acétylène et l'alcool se réduit en vapeurs. Le titre en alcool des gouttes successives demeurant constant la composition du gaz produit est également invariable. On peut d'ailleurs en modifiant les proportions du mélange initial d'eau et d'alcool produire des gaz à compositions très différentes depuis l'acétylène pur jusqu'à un mélange renfermant en poids environ 1/4 acétylène et 3/4 vapeur d'alcool.

Ce procédé nous a permis de conduire la réaction d'une manière très régulière et de produire l'alcool carburé sans à-coups au moyen de générateurs simples, faciles à organiser et à loger au besoin dans le socle des candélabres posés sur la voie publique.

La flamme de l'alcool carburé par l'acétylène est très éclairante. Son éclat approche beaucoup de celui de l'acétylène pur. Elle a sur cette dernière flamme l'avantage d'être moins fumeuse et de beaucoup moins encrasser les becs.

L'alcool carburé paraît également susceptible de se prêter avec avantage à l'éclairage par l'incandescence. On sait que l'incandescence par l'acétylène n'est pas encore entrée dans la pratique à cause de la rapide destruction des manchons. Cette destruction est due elle-même à deux causes :

1° Présence dans la flamme, de l'hydrogène phosphoré qui brûle en donnant de l'acide phosphorique. Celui-ci forme avec les terres du manchon des phosphates fusibles créant autant d'amorces de rupture ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° L'énergie mécanique même de la flamme exerce une action destructive sur l'édifice fragile qui constitue le tissu incandescent.

Or, avec l'alcool carburé nous empêchons, ainsi qu'on l'a vu, la production de l'hydrogène phosphoré. Par le mélange avec la vapeur d'alcool nous obtenons une flamme moins brutale en quelque sorte que celle de l'acétylène pur, tout en conservant grâce à la présence de ce même gaz acétylène une température de combustion élevée favorable à la production d'une brillante incandescence. — Les expériences faites sur ce sujet n'ont pas encore été assez prolongées pour donner des résultats qu'on puisse regarder comme acquis au point de vue industriel. Mais elles indiquent déjà cependant qu'on peut produire par l'alcool acétylène une incandescence intensive sans détruire trop vite les manchons employés.

L'éclairage par l'alcool acétylène semble susceptible d'extensions importantes, en particulier pour l'éclairage public. La ville de Paris a toujours en service environ 800 lanternes à pétrole. Il ne manque pas de circonstances où les éclairages avec canalisation ne sont pas admissibles. C'est le cas des parcs, des jardins dans lesquels on proscrit les canalisations gazières en raison des fuites désastreuses pour la végétation qui se produisent toujours le long de leur parcours. Les appareils à alcool acétylène faciles à organiser et à placer dans le socle des candélabres fournissent une solution élégante et économique de la question.

Economique elle l'est, non seulement parce que la lumière est produite avec une faible dépense de combustible, mais surtout parce qu'on réduit beaucoup les frais de manipulation. Avec l'éclairage par le pétrole, les lampes à incandescence d'alcool, etc., on est obligé de recourir à des manœuvres d'échelles pour aller préparer les lampes au sommet des candélabres. — Avec l'alcool acétylène toutes les manipulations se font à pied d'œuvre au niveau du sol. — L'acétylène et les vapeurs d'alcool forment un mélange gazeux stable qui s'en va tout seul au brûleur par un tuyau de plomb placé dans l'intérieur du fût. — On appréciera l'importance de cette simplification dans les manipulations si on considère que, pour l'éclairage au pétrole, les frais de main-d'œuvre représentent plus de la moitié de la dépense totale.

En dehors des expériences déjà entreprises pour l'éclairage par l'alcool acétylène, il serait fort désirable d'en instituer d'autres en vue d'appliquer les mêmes mélanges à la force motrice. — On sait que l'alcool moteur a le grave défaut de présenter d'assez grandes difficultés d'allumage. Sa chaleur de vaporisation est très supérieure à poids égal à celle de l'essence. En outre il faut employer un poids d'alcool plus grand pour fournir un nombre de calories équivalent. — Il en résulte que pour amener le combustible à l'état gazeux sous lequel il peut être employé dans le moteur, il faut fournir une première mise de chaleur beaucoup plus grande à l'alcool qu'à l'essence. De là des ennuis de carburation, surtout au départ et une plus grande facilité de ratés d'allumage. L'emploi de l'alcool acétylène fera disparaître ces inconvénients. — L'acétylène en effet est remarquable par la facilité d'allumage de ses mélanges tonnants, même quand ils sont relativement pauvres et très éloignés des proportions correspondant à la combustion exacte du gaz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces propriétés paraissent dues à la constitution endothermique de l'acétylène et à ce fait que la molécule se détruit d'elle-même et sans comburant à une température un peu inférieure à celle où s'allument la plupart des gaz combustibles. Cette facilité de décomposition est telle que si un mélange d'air et d'acétylène n'est pas très intimement brassé les parties trop riches en gaz se décomposent ou explosent en quelque sorte pour leur compte abandonnant leur excès de charbon qui se concrétionne avant d'avoir été saisi par le comburant. Or les expériences faites à l'occasion d'études de chalumeau oxy-acétylique, notamment par la Société de l'acétylène dissout, ont montré que si on mélange l'acétylène avec des vapeurs hydrocarburées, celles-ci enrobant en quelque sorte la molécule C^2 H^2 atténuent cette rapidité de décomposition et régularisent la combustion.

De cet ensemble de considérations nous pouvons conclure que l'alcool-acétylène se présente comme devant être à la fois plus inflammable que l'alcool pur, et plus maniable que l'acétylène seul.

Nous ajouterons que le mélange obtenu, en raison de sa température voisine de 80°, est, au point de vue de la pratique des moteurs, l'équivalent d'un gaz stable. Nous aurons donc avec lui les avantages des moteurs à gaz proprement dits, qui, étant exempts des caprices de la carburation, sont toujours plus réguliers que les moteurs à vapeurs combustibles, et généralement d'un rendement thermique meilleur.

En résumé, au point de vue moteur, nous pouvons obtenir de l'alcool-acétylène, des avantages de commodité, de régularité de marche d'une grande valeur pour l'automobilisme de luxe, et une amélioration de rendement appréciable pour les poids lourds et les moteurs fixes. — Mais ce qui est le plus important, c'est que ces avantages ne se manifestent pas seulement relativement à l'alcool tel qu'on l'emploie actuellement. Il y a mieux ; l'alcool acétylène sera d'un service plus commode et plus régulier que l'essence elle-même. On est donc en droit d'espérer qu'on retirera de son emploi cet avantage décisif sans lequel il est impossible de décider les automobilistes à abandonner l'essence, et qu'ainsi on imprimera à la consommation de l'alcool moteur l'impulsion vigoureuse qui lui est encore nécessaire.

M. SIDERSKY demande si M. GIRARDVILLE a des chiffres au sujet du rendement thermique que donne le mélange alcool-acétylène dans un moteur.

M. GIRARDVILLE propose d'instituer des expériences qui seront intéressantes, étant donné la grande inflammabilité du mélange.

M. BARBET voit un avantage dans ce procédé; la suppression de la mauvaise odeur. Mais l'automobilisme étant une locomotion de luxe, au moins dans la plupart des cas, il n'y a pas lieu de s'attacher outre mesure à l'économie.

M. GIRARDVILLE répond que l'essence a aussi un grand avantage : la facilité d'allumage : le mélange alcool-acétylène est préférable sur ce point.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. BARBET souhaite que les expériences donnent satisfaction à M. GIRARDVILLE.

M. SIDERSKY décrit un procédé qu'il a vu à Berlin pour la fabrication d'un nouveau gaz à base d'alcool obtenu en faisant passer un mélange d'alcool et de pétrole dans des fours spéciaux. Le nouveau gaz a des propriétés très intéressantes pour l'éclairage et la force motrice. M. SIDERSKY a fait un rapport à ce sujet.

M. LE PRESIDENT remercie M. GIRARDVILLE de sa communication. Bien que la production constante de gaz paraisse assez difficile en faisant tomber l'eau alcoolisée sur le carbure de calcium, le nouveau gaz peut avoir d'intéressantes applications pour l'éclairage.

Le lendemain de la séance, M. le Président a reçu la lettre suivante de M. LINDET.

Mon cher Président,

Je n'ai su que par le compte rendu des travaux de votre Section, dont vous avez entretenu hier le Congrès de l'Alcool, que M. GIRARDVILLE *avait fait une communication sur la carburation de l'alcool au moyen de l'acétylène.*

J'ai eu la même idée que lui, il y a deux ans, mais mes faibles connaissances en mécanique m'ont obligé à confier, avec le plus grand désintéressement d'ailleurs, ce projet à deux constructeurs. Voyant qu'ils ne songeaient pas à en profiter, j'ai cru devoir me réserver la priorité de l'idée, et j'ai, dans la séance du Conseil de l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie, le 5 mai 1902, posé ainsi la question :

« *Si l'on pouvait carburer l'alcool avec l'acétylène, ce serait parfait. Mais* « *l'acétylène se dissout peu dans l'alcool. Le meilleur procédé pour utiliser* « *l'acétylène serait de le produire dans les lampes ou dans les moteurs, en* « *faisant tomber sur le carbure de calcium, non pas de l'eau, mais de l'alcool* « *étendu ; je ne comprends pas comment nos constructeurs n'ont pas cherché* « *de ce côté.*»

Il est fort admissible que M. GIRARVILLE *n'ait pas eu connaissance de cette communication, et que nous ayons eu en même temps la même idée. Mais j'ai tenu à rappeler que je l'avais publiée avant lui.*

Agréez, mon cher Président, l'expression de mes sentiments dévoués.

Signé : L. LINDET.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. TRILLAT.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Communication de M. A. TRILLAT

DOCTEUR ÈS-SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ

sur la

FORMATION DE QUELQUES SOUS-PRODUITS DANS L'UTILISATION DE L'ALCOOL CARBURÉ DANS LES MOTEURS

L'étude de la composition des gaz d'échappement des moteurs utilisant l'air carburé, soit isolément soit mélangé avec l'alcool, a une grande importance. — C'est par elle que nous connaîtrons le rendement du combustible, et que nous saurons dans quelles proportions on pourra faire varier la composition et la nature des parties constituantes du mélange destiné à l'explosion. C'est par elle que nous nous rendrons compte de la formation des produits nuisibles. C'est par elle enfin que nous aurons la notion de la possibilité de l'utilisation des gaz d'échappement après l'explosion.

Comme on le voit, cette étude a une grande portée, et demande un nombre considérable d'expériences.

Je tiens de suite à faire remarquer que le présent travail est loin, très loin même, de comporter un pareil développement: je me suis borné à constater certains faits, dont la réunion peut être considérée comme une simple contribution à une étude générale (1).

Les résultats que j'ai obtenus et qui ne concernent que l'alcool employé dans le mélange explosif pourront servir à orienter de nouvelles études, c'est surtout à ce titre-là que je les publie.

§ I. — OXYDATION DE L'AIR ALCOOLISÉ SOUS L'INFLUENCE DES PAROIS MÉTALLIQUES A HAUTE TEMPÉRATURE

Si l'on veut se rapprocher de la pratique, la première question qui se pose est de savoir quels sont les produits de décomposition de l'alcool éthylique à haute température en présence de l'oxygène et d'un métal.

Il est bien évident que, pour s'en rendre compte, il n'est pas nécessaire de se servir dès le début des expériences d'un matériel encombrant comme d'un cylindre d'un moteur dont on capterait les gaz après explosion. — Il suffira de faire passer un courant d'air chargé d'alcool dans un simple tube métallique chauffé à diverses températures, de recueillir les produits d'oxydation et de les analyser.

Théoriquement, dans un moteur utilisant l'alcool et en marche, il ne peut se former d'autres produits que ceux-là. Toutefois il est nécessaire de confirmer ces résultats par un essai direct fait sur les gaz d'échappement d'un moteur marchant à l'alcool. Tel est l'ordre que nous avons suivi.

Voici le mode opératoire adopté :

L'alcool à expérimenter : alcool à 90°, alcool dénaturé, alcool carburé, était placé dans un flacon de 1 litre de capacité ; le liquide était traversé par

(1) Voir à ce sujet le remarquable travail de M. SOREL sur la *Composition des Gaz d'echappement.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un courant d'air provoqué par une simple trompe de laboratoire. L'air chargé d'alcool pénétrait dans un tube horizontal en cuivre — ou en un autre métal, suivant les cas. Ce tube de cuivre passait dans l'intérieur d'un cylindre de 8 centimètres de diamètre pouvant être chauffé au moyen d'une rampe à gaz. Par cette disposition on pouvait chauffer le tube intérieur jusqu'à une température de 400°, au besoin suffisante, comme on le verra plus loin, pour provoquer par l'intensité de l'oxydation une élévation de température allant jusqu'au rouge vif. Après passage dans le tube, les produits gazeux traversaient d'abord une série de récipients vides fortement refroidis à la glace, et dans lesquels les parties liquéfiables se condensaient, ainsi que plusieurs flacons contenant des solutions titrées de réactifs alcalins, afin de calculer l'acidité formée.

1° La nature de l'alcool expérimenté: éthylique, méthylique, etc.;

2° La quantité d'air ou d'alcool entraîné en un temps donné ;

3° La nature du tube métallique chauffé ;

4° La température à laquelle s'opère l'oxydation ou la dissociation de mélange d'air et d'alcool.

Pour rechercher et séparer les produits d'oxydation de l'alcool, on a employé les moyens analytiques indiqués dans la chimie.

Signalons spécialement que les produits aldéhydiques ont été reconnus et dosés en combinant les produits de condensation avec l'aniline et en en prenant le point de fusion et le poids.

Les produits éthérés ont été isolés de l'alcool par une distillation fractionnée.

L'acide acétique et l'acide carbonique ont été convertis respectivement en acétate et carbonate de chaux et évalués à cet état de sels.

Résultats

A la température rouge vif, environ 600 à 700°, l'alcool éthylique a toujours fourni, quelle que soit la quantité d'air entraîné, les produits suivants : acide acétique en proportions dosables, acide carbonique en quantité considérable, des traces de benzène et de naphtalène, de l'éthylène et de l'eau. Aucune trace d'aldéhyde acétique n'a pu être décelée; tout l'alcool est brûlé; par contre on constate la présence du trioxyméthylène : c'est une réaction pyrogénée.

A une température rouge sombre, environ 400-450°, la quantité d'acide acétique atteint 9 à 10 %. On constate la présence d'une petite quantité d'aldéhyde acétique. Il se forme toujours de grandes quantités d'acide carbonique.

A la température de 300 à 400°, on n'obtient qu'une quantité relativement restreinte de produits acides: acide carbonique 7 à 8 %, acide acétique 5 à 6 %. Par contre, on trouve dans les produits de condensation des quantités considérables d'aldéhyde acétique pouvant atteindre 15 % du poids de l'alcool employé, et environ 40 % d'alcool non transformé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les tableaux suivants indiquent d'une manière générale les résultats analytiques obtenus.

TABLEAU INDIQUANT LES PRODUITS FORMÉS
PAR LE PASSAGE D'UN MÉLANGE D'AIR ET D'ALCOOL DANS UN TUBE MÉTALLIQUE A HAUTE TEMPÉRATURE

a) *Cas de l'alcool éthylique pur*

CORPS CHERCHÉS PAR L'ANALYSE DANS LES PRODUITS GAZEUX	TEMPÉRATURE rouge vif 600-700° environ	TEMPÉRATURE rouge sombre 400-450° environ	TEMPÉRATURE 350-400°	TEMPÉRATURE 200-300°
Alcool non transformé	0	0	4 à 5 %	35 à 40 %
Aldéhyde éthylique	0	Traces	10 à 15 %	12 à 15 %
Acétal	0	0	2 à 3 %	Traces
Aldéhyde formique	0	0	0	0
Trioxyméthylène	Traces	0	0	0
Acide acétique	Environ 1 %	9 à 10 %	5 à 6 %	0
Acétate d'éthyle	0	2 à 3 %	1 à 2 %	0
Acide formique	0	0	0	0
Acide carbonique	Quantités considérables	14 %	7 à 8 %	Traces
Eau	Présence	5 %	5 à 6 %	Traces

b) *Cas de l'alcool dénaturé: alcool éthylique à 90° contenant 10 % de méthylène impur*

CORPS CHERCHÉS PAR L'ANALYSE DANS LES PRODUITS RECUEILLIS APRÈS PASSAGE DANS LE TUBE EN CUIVRE	TEMPÉRATURE rouge vif environ 600-700°	TEMPÉRATURE rouge sombre environ 400-450°	TEMPÉRATURE comprise entre environ 350-400°	TEMPÉRATURE comprise entre environ 200-300°
Alcool éthylique non transformé	0	0	3 à 5 %	35 à 36 %
Alcool méthylique	0	0	1 à 2 %	2 à 2,5 %
Aldéhyde éthylique	0	3 à 4 %	12 à 14 %	11 à 17 %
Acétal	0	0	Traces	1 à 1,5 %
Aldéhyde formique	0	1 à 2 %	3 à 4 %	3 à 4 %
Méthylal	0	0	1 à 1,5 %	2 à 2,5 %
Trioxyméthylène	Env. 1 à 1,5%	0	0	0
Acide acétique	Traces	12 à 15 %		0
Acétate d'éthyle	0	Traces	2 à 3 %	0
Acide formique	0	0	0	0
Acide carbonique	Quantités considérables	Présence	Présence	Traces
Eau	Traces	5 à 6 %	9 à 10 %	Traces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a tellement de facteurs qui viennent influencer la proportion des composés formés: nature et degré d'usure du métal, présence d'humidité, pureté des produits, vitesse d'entraînement, etc. —, qu'il ne faut considérer ces chiffres que comme correspondants à des cas particuliers.

L'alcool carburé donne les mêmes produits de transformation que l'alcool dénaturé. On peut cependant remarquer une formation d'eau plus considérable.

Des résultats analogues ont été obtenus en remplaçant le tube de cuivre par des tubes de fer et de fonte. — Enfin j'ai expérimenté directement sur un moteur dont j'ai recueilli les gaz d'échappement : les produits obtenus ont été les mêmes.

Une étude plus complète sur les phénomènes de transformation des

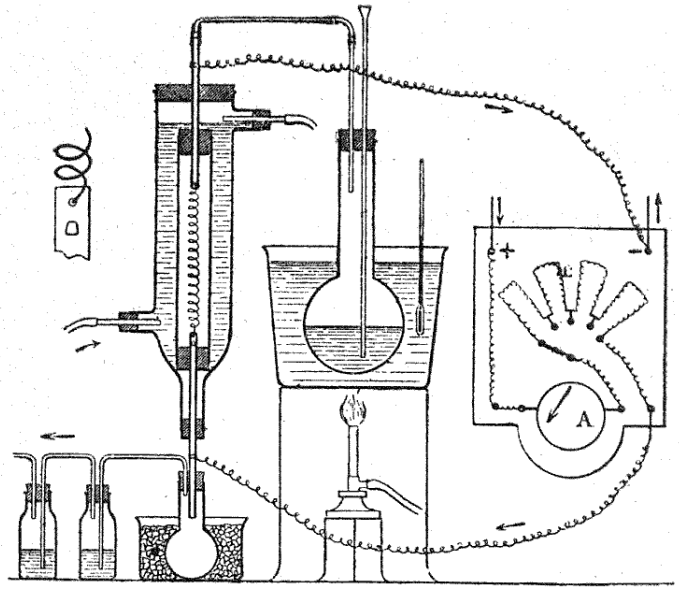


Fig. 116

vapeurs d'alcool sous l'impression catalytique d'une spirale de platine a été faite à part. Le croquis ci-joint donne le schéma de l'appareil, qui en principe était formé d'une spirale de platine chauffée à diverses températures par un courant électrique et renfermée dans une petite chambre refroidie par un courant d'eau. Les résultats obtenus sont encore dans le même sens que les précédents.

Nous voyons que d'une manière générale les produits condensables et acides formés par l'oxydation ou la dissociation de l'alcool sont peu nombreux, et que l'acide acétique se forme en quantité notable à la température de 400°. En dehors de ce produit, on ne trouve aucune substance susceptible d'attaquer le métal.

Nous verrons plus loin comment interpréter ces résultats.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

§ II. — INFLUENCE DE LA VAPEUR D'EAU

La présence de la vapeur d'eau a une influence notable sur la marche de l'oxydation ou de la dissociation des vapeurs d'alcool provoquées par des parois métalliques chaudes. Si, par exemple, dans un tube de cuivre rouge, porté à une température de 200°, on fait passer un mélange de vapeurs alcooliques sèches et d'air, on n'obtient aucune transformation. Si le mélange contient de la vapeur d'eau, l'oxydation a lieu immédiatement et il y a formation abondante d'aldéhyde éthylique, en même temps que la température du tube s'élève considérablement. C'est une expérience facile à contrôler.

Si on remplace le tube de cuivre par un tube de verre dans lequel se trouve une spirale de cuivre, la spirale devient incandescente: le mélange

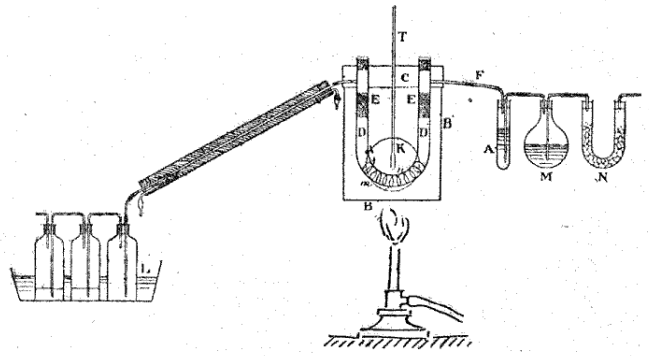


Fig. 117

gazeux, quoique chargé de vapeurs d'eau, est alors susceptible de faire explosion.

Cette observation intéressante peut se traduire de la manière suivante :

Un mélange d'alcool et d'air, sous l'influence d'une paroi métallique chaude, est susceptible d'être enflammé à une température relativement basse, et à laquelle l'inflammation n'aurait pas lieu sans la présence de la vapeur d'eau.

Pour en avoir une notion un peu plus précise, j'ai imaginé l'appareil suivant :

Le dispositif est constitué par une boîte en tôle BB' de 15 centimètres de large, 20 centimètres de hauteur, et de 6 centimètres de diamètre intérieur. Dans l'intérieur de cette boîte se trouve en DD' un tube en U dont le sommet s'engage dans le couvercle C de la boîte, et dont les tubulures latérales sont reliées l'une à une trompe, l'autre au récipient A au moyen du tube F.

L'intérieur de ce tube contient une spirale de platine mn formée d'un fil de platine d'une longueur de 50 centimètres et de 1/10 de millimètre de diamètre.

Pour éviter toute chance d'explosion, nous avons disposé en EE' deux cylindres de toile de cuivre rentrant à frottement dur dans chacune des branches du tube.

La température intérieure de la boîte en tôle et par suite celle à laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a été chauffée la spirale de platine pour provoquer l'incandescence est donnée par le thermomètre T.

Pour suivre l'opération, une ouverture circulaire K, disposée en face de la spirale de platine, permet de se rendre compte du moment où se produit l'incandescence.

Toutefois, comme l'introduction de l'air par cette ouverture pourra gêner considérablement la bonne marche de l'opération, on a soin de fixer sur cette ouverture une feuille de mica que l'on fait adhérer au moyen d'un joint.

Enfin l'alcool à entraîner est placé dans le récipient A de forme allongée d'une capacité d'environ 50 centimètres cubes et dans lequel plonge le tube adducteur d'air.

Les vapeurs sont condensées par le réfrigérant et par les récipients disposés en L. En M et N sont deux récipients destinés à arrêter au besoin l'acide carbonique et l'humidité.

Pour faire fonctionner l'appareil, on fait le vide au moyen de la trompe, et on chauffe la boîte en tôle au moyen d'un brûleur à gaz. — Après un certain temps, environ une demi-heure, la température du thermomètre reste fixe et ne change pas tant que l'on ne fait pas varier la source de chaleur.

C'est à ce moment que l'on observe par l'ouverture circulaire de la boîte si l'incandescence se produit.

Elle a lieu souvent avec une petite explosion qui est limitée, grâce à la disposition de l'appareil, et qui peut même être totalement atténuée si l'on a soin de rapprocher les deux cylindres de cuivre.

On fait varier la température jusqu'à ce que cette incandescence se manifeste. A ce moment on arrête l'essai et on recommence l'opération sur un autre mélange d'eau et d'alcool.

On a ainsi opéré successivement sur de l'alcool méthylique pur ou contenant des quantités d'eau variant de 5 à 9 %.

Ajoutons que l'alcool ou le mélange étaient légèrement chauffés à une température moyenne de 40° et que la trompe à eau débitait 1 litre 700 d'eau en 1 minute, ce qui correspond environ à un appel d'air de 3 litres par minute.

Voici quelques résultats :

TABLEAU INDIQUANT L'INFLUENCE DE LA VAPEUR D'EAU

TEMPÉRATURE	ALCOOL	EAU	L'INCANDESCENCE DE LA SPIRALE SE PRODUIT SPONTANÉMENT
400°	Pur.	»	Néant.
350°	Pur.	»	Néant.
300°	Pur.	»	Néant.
250°	Pur.	»	Néant.
245°	30 %	70 %	Incandescence et inflammation.
225°	70 %	40 %	Incandescence et inflammation.
220°	95 %	5 %	Incandescence et inflammation.

La première constatation que l'on peut faire, c'est qu'en opérant à des températures inférieures à 400°, avec de l'alcool éthylique déshydraté, on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parvient pas à provoquer l'incandescence de la spirale de platine. Toutefois, il y a déjà oxydation des vapeurs d'alcool bien avant cette température.

Dès que l'alcool est additionné d'eau, que le mélange gazeux contient par conséquent de l'humidité, on voit la spirale devenir incandescente, en même temps on constate une profonde transformation dans l'analyse des produits condensés.

Il faut faire ici une remarque :

Le mélange gazeux ne contient pas les proportions exactes d'eau et d'alcool qui se trouvent dans les colonnes correspondantes : il est évident que l'air entraîne de préférence l'alcool. Ce qu'il faut retenir, c'est que cet air est d'autant plus chargé de vapeur d'eau que le mélange est moins riche en alcool. On a constaté en outre que l'incandescence de la spirale pouvait provoquer l'explosion du mélange gazeux : la présence de la vapeur d'eau semble agir comme *agent favorisant*, en limitant cette affirmation au cas particulier que j'ai cité.

Conclusions

L'ensemble des résultats obtenus dans le cours de ces essais peut être ainsi résumé et interprété :

Les produits condensables d'oxydation de l'alcool dénaturé, obtenus par le passage dans un tube métallique, sont constitués — en dehors des produits gazeux — par un mélange d'aldéhydes, de divers éthers (méthylal, acétal, acétate d'éthyle), d'acide acétique et d'eau.

A la température rouge vif, la production de ces composés définis est peu importante par suite d'une dissociation superposée; dans le voisinage de la température rouge sombre, on constate l'apparition de l'acide acétique, qui peut atteindre des proportions assez considérables vers une température de 400°; les dérivés aldéhydiques : aldéhyde acétique et formique — se produisent à une température inférieure à la précédente. La proportion de ces derniers peut atteindre jusqu'à 15 % du poids de l'alcool dénaturé, soit 7,50 % du poids de l'alcool carburé.

On est donc en droit de supposer que dans un moteur marchant à l'alcool carburé, les dérivés aldéhydiques se forment surtout au début de la mise en marche, et en général lorsque la température des surfaces métalliques n'est pas très élevée. L'acide acétique accompagné d'une petite quantité de trioxyméthylène se produit lorsque les parois du cylindre et du tube d'échappement sont surchauffées.

La température seule ne serait pas suffisante pour produire ces phénomènes d'oxydation: ils sont surtout dus à la présence des surfaces métalliques chaudes qui jouent le rôle de substances catalytiques. C'est surtout par le passage des gaz dans le tube d'échappement que ces transformations ont lieu, transformations dont l'activité est capable de porter le tube jusqu'au rouge, ce que j'ai pu plusieurs fois constater dans divers moteurs.

Les essais de laboratoire ont nettement démontré que les propriétés catalytiques des surfaces métalliques augmentaient avec l'usage, en même temps que l'état moléculaire du métal se modifiait sous l'influence de ces phénomènes. Il est rationnel d'admettre que les parois chaudes du cylindre ont une action

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

non négligeable sur l'explosion du mélange gazeux qui peut être plus ou moins parfaite selon la température de ces parois.

D'autre part, les essais de laboratoire font encore supposer le rôle important de la vapeur d'eau. Dans ces essais, on a vu, en effet, qu'un mélange d'air et d'alcool, était plus facilement enflammé en présence d'un métal, lorsqu'on faisait intervenir la vapeur d'eau.

On peut encore ajouter que, parmi les sous-produits formés, l'aldéhyde acétique est encore utilisable. Il y aurait grand intérêt à faire une étude spéciale de cette utilisation de l'alcool non transformé ou de ses sous-produits, après l'explosion.

Dans le courant de ces expériences, je n'ai jamais pu constater le moindre dépôt de charbon: d'autre part, l'acide acétique ne semble pas avoir de propriétés corrosives sur le métal: les reproches contre l'emploi de l'alcool carburé ne semblent donc pas fondés.

Communication de M. A. TRILLAT

DOCTEUR ÈS-SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ

sur les

ESSAIS SUR L'APPLICATION DE LA TRANSFORMATION DE L'ALCOOL ÉTHYLIQUE EN ALDÉHYDE PAR ACTION CATALYTIQUE

a) PRINCIPE DES ESSAIS

Dans l'étude précédente, on a vu que dans la plupart des cas, l'alcool carburé ou non, donnait presque toujours dans les produits de condensation, et notamment dans ceux qui proviennent des gaz d'échappement d'un moteur à alcool, des quantités plus ou moins considérables d'aldéhyde acétique. Cette action se produit sous l'influence des parois métalliques qui acquièrent à une certaine température des propriétés particulières.

L'alcool éthylique a en effet cette propriété d'être transformé avec la plus grande facilité en une substance beaucoup plus volatile et plus inflammable sous l'influence de certaines substances appelées substances *catalytiques*. Dans le cas examiné plus haut, les parois du tube de cuivre et celles de l'intérieur du cylindre et du tube d'échappement jouent le rôle d'agent catalytique.

J'ai pensé que cette transformation automatique, et pour ainsi dire sans frais, de l'alcool, pouvait présenter un certain intérêt si on pouvait utilement appliquer ce principe aux moteurs fonctionnant à l'alcool carburé, soit pour faciliter l'allumage initial, soit pour faciliter l'explosion du mélange gazeux dans le corps du cylindre.

L'alcool éthylique bout à 78° ; le dérivé volatil obtenu par action catalytique bout à 21° ; la transformation a lieu suivant l'équation suivante :

$$C^2H^5OH + 0 = CHO\,CH^3 + H^2O$$

Alcool 78° Aldéhyde 21°

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au point de vue de la composition centisémale, il y a peu de différence entre les deux corps.

ALCOOL ÉTHYLIQUE		ALDÉHYDE ACÉTIQUE	
Carbone	52.17	Carbone	54.54
Hydrogène	13,05	Hydrogène	9.10
Oxygène	34.78	Oxygène	36,36
	100		100

On voit, d'après cette formule, que le produit volatil obtenu est cependant un peu plus riche en carbone que l'alcool ; il n'y aurait aucun avantage à utiliser cette équation, au point de vue calorifique, si la transformation de l'alcool était théorique, mais il y a lieu de tenir compte que l'on est loin de ce rendement théorique, ainsi que M. Sorel l'a démontré, et que l'utilisation plus complète du combustible non transformé doit être envisagée.

L'aldéhyde acétique est beaucoup plus inflammable que l'alcool, ce qui n'a rien d'étonnant, étant donné son point d'ébullition de 21°. Il en résulte que si l'on introduit dans un cylindre d'un moteur en marche des vapeurs d'alcool carburé après leur transformation en aldéhyde par le principe indiqué, cet air carburé ne sera plus formé seulement par un mélange d'air, d'alcool et de carbure, il contiendra une proportion considérable d'aldéhyde éthylique, produit bouillant à 21°, très volatil et par conséquent très inflammable. On est donc en droit de supposer que le nouveau mélange gazeux doit avoir une plus grande facilité d'inflammation et peut donner une utilisation plus complète de l'alcool, résultant non pas de la puissance calorifique de l'aldéhyde, mais de l'introduction du produit volatil communiquant au mélange gazeux une plus grande facilité d'explosion. — Pour arriver au résultat désiré, il faut que la transformation de l'alcool ait lieu au moyen d'un dispositif très simple, placé entre le carburateur et le cylindre, et se fasse automatiquement, comme c'est le cas pour les essais de laboratoire.

Comme conséquence du passage du mélange gazeux sur la masse catalytique incandescente, il en résulte que ce mélange oxydé doit arriver dans le cylindre à une température très élevée, et cela dès le début de l'opération. Or, il est connu que dans de pareilles conditions l'allumage et l'explosion ont lieu dans des conditions favorables. Ce serait donc en quelque sorte une deuxième utilisation de l'oxydation à l'alcool, puisqu'elle provoque l'élévation de la température du mélange gazeux.

La transformation de l'alcool en aldéhyde s'effectue très facilement lorsqu'on fait passer les vapeurs d'alcool carburé sur de l'amiante platiné dont le prix est insignifiant par rapport à celui du platine. En confectionnant une spirale de 6 centimètres de longueur avec un ruban d'amiante platiné de 12 centimètres de longueur, on obtient une excellente masse catalytique. Pour faire l'essai, on place cette petite masse dans un simple tube en verre et l'on y dirige un courant d'air d'alcool carburé, en ayant soin de chauffer préalablement le système. On dose ensuite l'aldéhyde qui se condense dans des récipients disposés à la suite du tube de verre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai ainsi étudié successivement le platine en toile et en feuille et le cuivre rouge, en me plaçant dans des conditions comparables : l'amiante platiné a fourni les meilleurs résultats. J'ai obtenu un rendement d'environ 14 à 15 % en aldéhyde, bouillant à 21°, du poids de l'alcool employé, soit 7 à 7,5 % du poids de l'alcool carburé à 5 %.

Voici à titre d'exemple, les résultats d'une série d'essais :

TEMPÉRATURE	ALDÉHYDE ACÉTIQUE OBTENU AVEC L'ALCOOL ÉTHYLIQUE	ALDÉHYDE OBTENU PAR RAPPORT A UN ALCOOL CARBURÉ A 50 %
300°	7 % 11 % 9 %	3.5 % 5.5 % 4.5 %
400-500°	17 % 11 % 14 %	8 5 % 5.5 % 7.» %
Rouge vif (1)	3 % 2 % 3 %	1.5 % 1.» % 1.5 %

(1) On ne peut rapprocher ces rendements de ceux qui ont été indiqués dans la précédente note.

De semblables mélanges obtenus par l'oxydation de l'alcool carburé ont été introduits dans un eudiomètre et soumis à l'étincelle électrique. On faisait varier la température du mélange et on a trouvé que l'explosion avait lieu à une température d'autant plus basse que le mélange contenait plus d'aldéhyde.

Ces essais eudiométriques mériteraient d'être repris méthodiquement avec beaucoup plus de détails.

b) ESSAIS

On a ensuite cherché à traduire d'une manière plus palpable ces premiers essais de laboratoire. Comme on peut le prévoir, l'application à un moteur fixe ou mobile du principe de l'oxydation de l'alcool éthylique consiste à interposer entre le carburateur et le cylindre une substance catalytique dans des conditions déterminées, et au contact de laquelle le mélange carburé subit l'oxydation qui transforme le mélange gazeux en un mélange plus riche en produits volatils, plus inflammable et plus explosible.

Comme substance catalytique, non seulement la toile de platine remplit le but, mais on arrive à un résultat analogue avec une simple toile de cuivre rouge préalablement recuite au four ; toutefois le cuivre rouge a l'inconvénient de se désagréger très rapidement.

Comme l'oxydation dégage assez de chaleur pour amener la substance catalytique à la température rouge sombre, il fallait éviter l'explosion prématurée du mélange gazeux avant son entrée dans le cylindre.

Ce but est atteint par l'observation des deux conditions suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° En pratiquant l'oxydation dans un espace très étroit ;

2° En utilisant le principe des toiles métalliques, lesquelles en la circonstance jouent précisément le rôle de substances catalytiques. Appelons, pour simplifier, catalysateur, le petit appareil remplissant ces conditions.

Avant d'appliquer le principe de l'oxydation de l'alcool sur un moteur, on s'est d'abord rendu compte que dans les conditions analogues l'appareil catalytique était susceptible de fonctionner. Il y a, en effet, cette différence entre les essais déjà rapportés et ceux qui se rapprochent de l'application dans les moteurs, que dans le premier cas, l'air chargé d'alcool carburé passe régulièrement et sans interruption sur la masse catalytique. Dans le deuxième cas au contraire, l'arrivée d'air se fait par à-coups sur le catalysateur, chaque introduction brusque d'air étant suivie d'un arrêt.

Pour étudier cette influence sur le rendement en produit volatil et sur la continuité de la réaction, on a disposé un catalysateur à la suite d'un carburateur Longuemare (1), actionné par un soufflet de chalumeau de laboratoire. On a pu, par ce procédé, introduire dans le catalysateur de l'air par saccades brusques suivies d'arrêts plus ou moins longs, imitant ainsi ce qui se passe dans le carburateur d'un moteur sous l'influence du coup de piston.

Il est résulté de ces essais que le catalysateur n'est pas désamorcé, et qu'il a fourni un rendement en aldéhyde de 11,5 %, moyenne de plusieurs expériences.

Il s'agit maintenant de construire un catalysateur, et de l'adapter sur un moteur afin d'en faire une étude.

D'une manière générale, un catalysateur est constitué par une enveloppe, de forme et dimension quelconques, contenant des toiles métalliques de platine ou de cuivre rouge recuit, soit de l'amiante platinisé, soit des substances poreuses imprégnées de noir de platine, soit encore des substances catalytiques et pouvant être présentées sous une infinité de formes. Ces substances doivent pouvoir être portées rapidement à une certaine température au moyen d'un dispositif quelconque — chauffage direct de l'enveloppe, ou emploi d'un courant électrique —, afin de provoquer l'amorçage de l'oxydation de l'alcool carburé. Avec une toile de cuivre convenablement préparée, l'amorçage de l'oxydation peut avoir lieu à une température de 150-200°.

On peut du reste varier la forme du catalysateur à l'infini, puisque le phénomène se produira chaque fois qu'une substance catalytique préalablement amorcée par le chauffage sera interposée entre le carburateur et le cylindre.

Toutefois, l'expérience m'a permis de conclure qu'il ne semblait pas y avoir intérêt à trop amplifier les dimensions.

L'appareil est muni à ses deux extrémités de deux collets à rebords ou d'un système de vis permettant de l'ajuster horizontalement ou verticalement sur le parcours du tube reliant le carburateur au cylindre. On peut encore faire une dérivation, et disposer le catalysateur de telle façon qu'au

(1) Je tiens à remercier ici tout particulièrement MM. Longuemare frères, qui se sont mis gracieusement à ma disposition dans cette circonstance et m'ont fourni le moyen d'expérimenter dans leurs ateliers sur un moteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen d'un robinet on puisse l'isoler ou l'utiliser. Le croquis ci-joint donne la forme et la disposition de l'appareil actuellement étudié.

Pour le faire fonctionner, on commence d'abord à l'amorcer en le chauffant par un procédé quelconque. Etant donné le petit volume de l'appareil éthylateur, l'élévation de la température du système est atteinte en quelques secondes.

Si, à partir de ce moment, on fait fonctionner le carburateur, le mélange

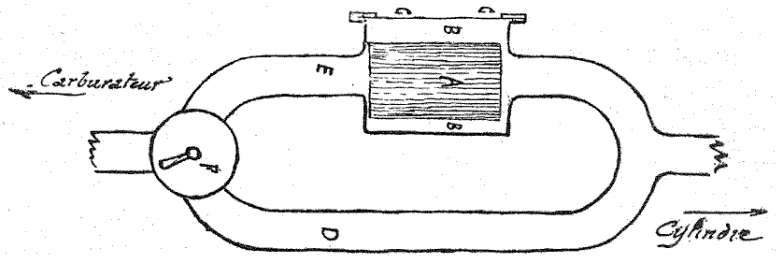


Fig. 118

gazeux arrivant dans le catalysateur subira une oxydation : l'alcool sera transformé en aldéhyde éthylique. et la chaleur dégagée par cette oxydation est suffisante pour porter la substance analytique à la température rouge sombre et pour l'y maintenir sans qu'il soit besoin de chauffer ultérieurement.

Tel est l'état actuel de la question au moment du Congrès. On publiera ultérieurement les résultats obtenus au moyen de cet appareil.

La facilité avec laquelle l'alcool peut se transformer sans aucuns frais pour ainsi dire en un produit très volatil, sous les influences catalytiques, peut être fertile en applications nouvelles. C'est ce que l'avenir nous apprendra; pour l'instant il était intéressant de signaler ces premiers essais qui sont encore du domaine du laboratoire.

M. DUCHEMIN demande à M. TRILLAT s'il y avait de l'acétate d'éthyle dans l'alcool employé et si l'acide acétique pourrait provenir de la dissociation de l'acétate d'éthyle.

M. TRILLAT répond qu'il n'y avait pas d'acétate d'éthyle dans l'alcool qu'il a employé.

M. LE PRESIDENT remercie M. TRILLAT de sa communication et donne la parole à M. DURUPT.

Communication de M. DURUPT

sur le

PROCÉDÉ DE DÉNATURATION DE M. HACHE

Dans une réunion de la Section économique, il a été demandé à l'unanimité de réduire d'une façon sensible les frais qui grèvent aujourd'hui la dénaturation des alcools.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le dénaturant que j'ai l'honneur de vous proposer a été l'objet d'un examen scientifique approfondi du Laboratoire municipal de Lille, et il ressort des expériences multiples qui ont été faites qu'il présente sur le dénaturant actuel des avantages considérables que je vais vous développer :

1° Le dénaturant de M. Georges Hache grèvera les alcools d'une façon insignifiante, car les frais de dénaturation ne s'élèvent qu'à environ 1 fr. 50 par hectolitre d'alcool dénaturé, et dans tous les cas, même en faisant la part des exagérations propres à tout inventeur, ne pourront pas dépasser 2 francs.

2° Au point de vue chimique, ce dénaturant présente l'avantage d'être à base d'alcool. En effet, pour l'obtenir, l'inventeur a fait usage d'une dissolution alcoolique renfermant des corps complexes tirés du goudron. — C'est donc en réalité un alcool à 90° ou 91° renfermant en dissolution les matières devant servir de dénaturant.

3° Au point de vue calorique, on comprendra facilement que la présence des hydrocarbures légers du goudron augmente sensiblement son pouvoir calorique, ce qui est précieux pour l'éclairage, le chauffage et la force motrice.

4° Ce dénaturant, pris à part ou mélangé à l'alcool, ne laisse aucun résidu. En outre, comme il est absolument neutre, qu'il n'est ni acide, ni alcalin, il ne peut ni encrasser les mèches des lampes ou des réchauds, ni attaquer ou corroder les parties métalliques des appareils dans lesquels on le consomme.

5° L'addition de ce dénaturant à l'alcool à 90°, même dans une faible proportion, rend ce dernier absolument imbuvable à cause du goût très prononcé et de l'odeur *sui generis* du goudron.

En outre, toutes les tentatives de régénération seraient absolument infructueuses, car même par des distillations fractionnées on retrouverait dans toutes les fractions l'odeur caractéristique du goudron et les diverses réactions chimiques si sensibles de la pyridine et de la benzine.

En somme, Messieurs, l'inventeur a pensé avec raison que la dénaturation avec un ou plusieurs corps connus n'est pas efficace, parce que la science industrieuse des fraudeurs finirait par découvrir les moyens d'éliminer des corps dont on connaît les propriétés physiques et chimiques.

Or, son dénaturant est un liquide distillé, qui renferme, dissous dans l'alcool, tous les hydrocarbures du goudron, les phénols, bases pyridiques, créosote, benzols, etc... dont la proportion est forcément inconnue, mais il renferme en outre un très grand nombre d'autres corps qui n'ont pas été étudiés jusqu'à présent.

Je dois faire remarquer ici que l'inventeur n'a pas eu à ajouter à son produit la pyridine ou la benzine, qui se trouvent à l'état naturel dans le coaltar, tandis que dans l'état actuel des choses on est obligé d'ajouter de l'acétone et de la benzine avec le méthylène, et que même en Allemagne on n'emploie le méthylène comme dénaturant qu'avec addition de pyridine.

J'ai l'honneur de vous présenter, Messieurs, deux échantillons, l'un du dénaturant pur, l'autre d'un alcool dénaturé avec 9 % de ce dénaturant,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quoiqu'une proportion sensiblement inférieure puisse être suffisante pour répondre à toutes les exigences de l'Administration. — Or, son prix de revient étant d'environ 12 à 15 francs supérieur au prix de l'alcool, vous voyez qu'en employant même 10 %, les frais de dénaturation ne s'élèveraient qu'à 1 fr. 20 ou 1 fr. 50 par hectolitre.

M. LE PRESIDENT demande si quelqu'un a une observation à faire.

M. X... demande comment on peut faire des analyses puisque le contenu du dénaturant proposé n'est pas connu.

M. DURUPT répond que le dénaturant sera soumis à la Commission des alcools qui aura à se prononcer sur les dosages et le contenu du dénaturant. Si quelqu'un veut néanmoins des explications, M. le Directeur du Laboratoire de Lille peut en donner.

M. BARBET demande s'il a été fait des expériences de dénaturation. Le dénaturant paraissant insoluble dans l'eau, peut être filtré.

M. BODE, Directeur du Laboratoire de Lille, répond qu'il a essayé cette dénaturation par la méthode des distillations fractionnées. Chaque fois on a reconnu l'odeur du dénaturant.

Par les méthodes physiques, en agitant avec du charbon, il en a été de même. Le produit obtenu était imbuvable et les liqueurs qu'on a essayé de fabriquer avec ce produit ont dû être rejetées également.

Les méthodes chimiques n'ont donné aucun résultat.

M. DUCHEMIN demande comment on pourra poursuivre les fraudeurs, si on parvient à régénérer du mélange dénaturé l'alcool pur. Il faudrait pour cela connaître la nature du dénaturant.

M. LE PRESIDENT demande à M. DUCHEMIN s'il connaît la composition exacte des méthylènes. Il invite M. DURUPT à faire connaître à la Commission des alcools les constantes de ce produit qui lui paraît être à base de benzine et de pyridine. Il souhaite que l'on trouve un dénaturant bon marché, car si la progression de la consommation d'alcool dénaturé continue, les fabricants ne pourront plus fournir assez de dénaturant.

M. DUCHEMIN dit que les fabricants peuvent fournir le méthylène correspondant à une augmentation de 100.000 hectolitres d'alcool dénaturé.

M. SIDERSKY signale la consommation considérable de cet alcool en Allemagne. Il est d'avis qu'il ne faut pas entraver la consommation qui tend à croître chez nous.

M. LE PRESIDENT remercie M. DURUPT.

La séance est levée à midi.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5e Section. — QUESTIONS ÉCONOMIQUES

SEANCE DU VENDREDI 19 DÉCEMBRE 1902

La 5me section (Questions économiques) a tenu sa première séance le vendredi 19 décembre 1902, sous la présidence de M. VIGER, sénateur, ancien Ministre de l'Agriculture, vice-président du Conseil supérieur de l'Agriculture.

M. VIGER, Président, déclare la séance ouverte et prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

Je commence tout d'abord par des félicitations que j'adresse, en votre nom comme au mien, à notre excellent Commissaire Général, M. RIVES, dont nous apprécions tous l'admirable esprit d'organisation. Je le félicite non seulement de l'ensemble harmonieux de sa belle exposition, mais plus particulièrement de ce Congrès de l'Alcool qui va être si utile aux défenseurs et aux amis de l'agriculture pour essayer de développer encore davantage la consommation de l'alcool dénaturé en le faisant pénétrer de plus en plus dans les usages industriels et domestiques.

Je remercie également le savant éminent qui donne à notre Congrès l'autorité de sa Présidence et auquel je suis heureux d'apporter ma collaboration dans la direction des travaux de la section des applications économiques de l'alcool.

L'œuvre accomplie dans toutes les autres sections est assurément plus intéressante.

Des savants distingués, des praticiens habiles, des inventeurs ingénieux vont y étudier les moyens d'appliquer l'énergie, la chaleur, la lumière produites par l'alcool, aux moteurs, aux appareils et aux ustensiles domestiques. Mais ces travaux malgré leur puissant intérêt et la haute compétence de leurs auteurs, n'atteindraient pas le but proposé, ils resteraient frappés de stérilité si au point de vue économique, nous ne pouvions mettre la matière première à leur disposition dans les conditions de prix qui puissent lui permettre de lutter avec le pétrole et ses dérivés.

Mais, comme dans toutes les questions économiques, il nous faut envisager les faits sous un double aspect, si d'un côté nous devons penser à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

situation du consommateur, de l'autre, il ne nous est pas permis de négliger les intérêts de celui qui travaille pour produire.

Telle est l'étude que nous devons poursuivre dans notre section, tel est le but vers lequel nous avons à nous orienter.

Ce n'est pas que j'aie, Messieurs, la prétention de solutionner ce problème dans le Congrès actuel, en raison de sa complexité, mais nos travaux vont puissamment aider à la préparation des prochaines assises que M. le Ministre de l'Agriculture doit instituer lors du Concours Général Agricole de Paris.

Ils vont pour ainsi dire construire les fondations d'un édifice que nos successeurs achèveront, espérons-le, dans l'intérêt du consommateur comme du producteur.

Il est nécessaire en conséquence de bien délimiter le terrain sur lequel nous devons opérer. Ainsi nous n'aurons pas à nous immiscer dans les questions d'ordre fiscal qui ont provoqué l'attitude belliqueuse des distillateurs du Nord et du Midi, et notamment dans l'éternelle discussion sur le privilège des bouilleurs de cru. Nous ne parlerons pas, non plus, de la taxe différentielle sur les alcools, suivant leur source de production qui, à mon avis, ne paraît pas avoir été la plus ingénieuse parmi les idées dues à l'initiative parlementaire.

Nous laisserons respectueusement à nos législateurs le soin de démêler la trame compliquée de ce nœud gardien ou de le trancher par leurs décisions.

Notre œuvre sera plus modeste, nos prétentions moins élevées, notre but plus précis, ce qui nous permettra de l'atteindre avec moins de difficulté.

Notre examen portera uniquement sur la situation faite au producteur de l'alcool destiné à la dénaturation et nous chercherons les moyens de l'améliorer.

Nous verrons si par de bonnes réformes, une réglementation plus favorable, il ne serait pas possible de diminuer le prix de revient de son produit afin de lui permettre de le présenter au consommateur dans des conditions d'égalité à l'égard des produits similaires étrangers.

Quelques bons esprits estiment qu'il y aurait tout d'abord lieu de modifier le régime douanier des pétroles ou leur législation fiscale intérieure.

J'ai sous les yeux une excellente étude de M. Arachequesne, un des membres de notre section qui résume et critique les différentes propositions faites dans ce sens, et pour ma part je serais assez disposé à adopter son ingénieuse conclusion qui semble de nature à favoriser l'alcool dénaturé tout en ménageant la situation d'une industrie importante et digne d'intérêt.

Toutefois cette question étant posée devant le Parlement et devant donner lieu à un débat dans nos assemblées législatives, nous estimons qu'elle doit être écartée au même titre que le Monopole de l'Alcool et les différents systèmes qui en dérivent.

Notre programme ainsi dégagé et précisé se limite donc à étudier tout ce qui concerne le prix de revient de l'alcool industriel, la statistique de sa production, les formalités imposées pour la dénaturation et pour la vente, les moyens d'organisation pratiques pour la vulgarisation de ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

emplois dans l'industrie et les usages domestiques, la possibilité pour les producteurs de se grouper en vue de défendre leurs intérêts. N'est-il pas nécessaire d'empêcher que le distillateur agricole soit livré pieds et poings liés au spéculateur, au grand détriment du consommateur, qui est la victime des luttes entre ces deux frères ennemis.

Le développement de la consommation de l'alcool sous forme de produit destiné à la production du mouvement, de la lumière et de la chaleur, constitue non seulement une œuvre salutaire d'hygiène publique en soustrayant à la consommation humaine les alcools dont la rectification ne peut se faire qu'imparfaitement, c'est aussi un puissant moyen de venir en aide à l'agriculture de plusieurs régions importantes de notre pays.

Une situation grave va, en effet, résulter pour un grand nombre de nos agriculteurs, des modifications apportées aux assolements dont la betterave à sucre est la tête de rotation culturale ; vous en discernez facilement la cause: elle provient de la nouvelle législation sucrière et vous apercevez immédiatement l'importance capitale de nos travaux si nous parvenons à en atténuer l'incidence sur la production nationale.

Lorsque le Sénat aura adopté les conclusions de la Chambre, c'est-à-dire que toute prime directe ou indirecte aura été supprimée à l'exportation du sucre, nous nous trouverons à peu près uniquement tributaires de la consommation intérieure pour écouler la production de notre sucre. Or cette fabrication a été de plus de un million de tonnes dans ces dernières années et le marché national n'en a absorbé que 450 mille tonnes.

Il est vrai de dire que l'abaissement du droit de consommation à 25 fr. par 100 kilog., va amener une diminution probable de 0 fr. 35 par kilog. de sucre vendu au détail, puisque le droit est actuellement de 0 fr. 60. C'est sur cette atténuation dans le prix de la denrée, que comptent les économistes pour compenser en grande partie ce qui va nous échapper de débouchés sur le marché extérieur, mais ainsi que je le disais à notre savant maître, M. le Professeur Chauveau dans une récente discussion à la Société Nationale d'Agriculture, il faut être économiste et physiologiste à la fois pour bien juger la question. Et la physiologie de l'alimentation nous apprend que les éléments hydro-carbonés qui entrent dans la composition de la ration alimentaire humaine, ne peuvent être indéfiniment augmentés.

Le rôle est rempli, en grande partie en France par le vin qui de plus en plus pénètre dans la consommation populaire à mesure que notre viticulture développe sa production et la livre à bas prix.

Il est donc imprudent d'escompter comme en Angleterre une consommation de plus de 30 kilog. de sucre par tête, car nous ne sommes pas en France des buveurs de thé. Si donc notre consommation par tête, qui est actuellement de 12 à 13 kilog. passe à 15 ou 16 kilog., c'est tout ce que nous pouvons espérer, en nous plaçant dans des conditions normales, ce qui donnerait sur notre marché intérieur un débouché total de 550 mille tonnes environ. Si nous y joignons une exportation possible de 100 mille tonnes, nous arrivons péniblement à prévoir une absorption de 650 mille tonnes.

Ceci posé, vous constatez dans quel embarras vont se trouver les agricul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs qui en ce moment font de la culture intensive reposant sur l'emploi de la betterave à sucre dans 300 mille hectares de terre. Or ces terrains sont d'une fertilité exceptionnelle et les méthodes de culture qu'ils réclament permettent d'obtenir des rendements en blé considérables.

Le cultivateur va donc être obligé de choisir une plante sarclée pour remplacer la betterave à sucre dans environ le tiers des 300 mille hectares employés à cette culture. Que choisira-t-il? Les graines oléagineuses? Cela nous paraît impossible, au moins tant que la législation douanière concernant les produits similaires importés de l'étranger n'aura pas été modifiée.

Il va donc forcément se rejeter sur la betterave de distillerie et augmenter encore la production d'alcool agricole qui viendra concurrencer l'alcool viticole, si je puis ainsi les désigner pour vous faire mieux comprendre ma pensée.

Il est vrai que le marché sera allégé d'une assez forte proportion d'alcool de mélasse, car ce dernier produit ne jouira plus de la décharge de 14 % qui encourageait les fabricants de sucre à écouler leurs mélasses vers la distillerie. Puis la quantité du sous-produit diminuera en raison de la restriction forcément apportée à la fabrication du produit principal: le sucre.

J'espère d'ailleurs que les usages agricoles de la mélasse augmenteront rapidement et que notre bétail, nos bêtes de somme, en consommeront proportionnellement la même quantité qu'en Allemagne où depuis longtemps, elle a été employée dans la ration des animaux de la ferme sous forme de mélange avec du fourrage, des pailles hachées, des tourteaux. Mais cette diminution dans la production de l'alcool de mélasse sera très vite compensée par la distillerie agricole de betteraves et la force même des faits économiques, nous amènera de nouveau à la surproduction, si nous ne trouvons comme le font nos voisins les Allemands à utiliser la plus forte part de l'alcool ainsi produit pour des usages industriels à la place du pétrole et de l'essence de pétrole.

Il faut que nous trouvions le moyen de doubler rapidement les 250 mille hectolitres d'alcool français employés actuellement ailleurs qu'à la consommation de bouche : tel est notre programme.

Toutefois, Messieurs, si nous étudions ces questions, si nous faisons connaître les conclusions de nos travaux nous avons le droit et le devoir de demander au Gouvernement d'en tenir compte et de nous aider.

Certes, nous ne sommes pas de ceux qui pensent que l'Etat doit en toute occasion remplir le rôle d'un majestueux maître Jacques chargé de dispenser la fortune et de veiller à l'alimentation des citoyens, mais j'estime que son devoir consiste à favoriser le producteur par des lois équitables. Nous avons le droit de lui demander, tout au moins, de ne pas entraver par des mesures fiscales mal conçues et qui vont à l'encontre des intérêts de tous, l'œuvre individuelle du travailleur national.

Je ne veux pas retarder plus longtemps, Messieurs, l'ouverture de vos travaux.

J'ai reçu des Mémoires très complets et extrêmement intéressants sur les questions dont nous avons à nous occuper ; je tiens à en remercier les auteurs dont nous discuterons les conclusions avec soin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'espère que nous pourrons nous rapprocher des solutions espérées et attendues par le monde industriel et agricole.

Nous contribuerons ainsi pour une part modeste, mais très réelle, à la prospérité de l'agriculture qui constitue la source la plus abondante de la fortune de notre Patrie. *(Appaudissements.)*

M. LE PRESIDENT donne ensuite la parole à M. ARACHEQUESNE.

Communication de M. G. ARACHEQUESNE

INGÉNIEUR E. C. P.

sur le

PRIX DE REVIENT DE L'ALCOOL ET LE COUT DE LA DÉNATURATION

La détermination du prix de revient de l'alcool et du coût de la dénaturation devant être, forcément, la base de toute discussion relative au régime des alcools en France, nous allons examiner en détail les points principaux qui permettent cette détermination. Notre travail se trouve ainsi divisé en deux parties, indiquées par le titre même de cette communication sur un sujet assez aride.

Ire PARTIE. — PRIX DE REVIENT DE L'ALCOOL SUIVANT LES MATIÈRES PREMIÈRES

1° *Betteraves et topinambours.* — Dans l'estimation du prix de revient de toute matière d'origine agricole, il est fort difficile d'arriver à un prix de revient exact, dans la culture de la betterave surtout, qui n'est qu'une des trois phases de la rotation trisannuelle de la culture intensive: betteraves, blé, avoine ou prairie artificielle. Quelle part exacte attribuer, en effet, à chacune de ces trois récoltes dans les frais de fumure et engrais ? La question se trouve encore compliquée par le coefficient climatérique, par la température, non seulement au moment de la végétation de la betterave, mais encore pendant l'arrachage et le travail des racines, travail que peuvent compromettre des gelées trop hâtives, comme cette année, ou des automnes trop chauds comme celui de 1896.

Il est donc impossible de dire : un hectare de terrain coûte tant de location, j'y ai mis tant de graines, tant d'engrais, fait tant de frais et récolté tant d'alcool, donc mon alcool me revient à tel prix.

En appliquant ce raisonnement à l'année sèche de 1900 nous pourrions citer tels terrains, humides naturellement, dans les polders du Nord, où la récolte a atteint le chiffre colossal de 90.000 kilogrammes de betteraves à l'hectare, donnant ainsi de l'alcool au-dessous du prix de revient de 25 francs l'hectolitre ; alors que les terres fortes, mais sèches, de la Brie n'ont donné la même année que des betteraves minuscules, avec rendement d'à peine 25.000 kilog. de racines à l'hectare, soit un alcool revenant à près de 40 francs l'hectolitre. On voit que l'on s'exposerait ainsi à commettre des erreurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mieux est donc de s'en tenir à une moyenne, ou même de constater d'après les statistiques de la Régie, indiquant le nombre de distilleries en travail et leur production, d'une part ; puis d'autre part le cours officiel de la Bourse, que toutes les distilleries agricoles travaillent jusqu'au cours de 35 francs l'hectolitre d'alcool à 90°, conditions du marché de Paris. En dessous de ce cours et plus il baisse, plus augmente le nombre des distilleries inactives. Nous croyons donc pouvoir conclure de ce fait que le chiffre de 35 francs est le cours indispensable à couvrir, non seulement le prix de revient, mais encore le bénéfice légitime du producteur, car nous ne pouvons demander à celui-ci de travailler pour rien.

Le prix de revient réel doit par suite osciller entre 28 et 32 francs, suivant la perfection de l'outillage, l'habileté du producteur, les transports et, enfin, la valeur de la *pulpe* sur les lieux de production.

Nous ne pouvons oublier, en effet, le grand rôle joué par la pulpe, fournissant la nourriture du bétail qui produira le fumier, lequel assurera les futures récoltes de notre cycle cultural. L'importance de la pulpe est telle, dans la culture intensive, que l'on a pu dire, non sans apparence de raison, que c'était l'alcool qui était le véritable sous-produit de l'agriculture.

Il n'en est rien cependant, puisque nous venons de voir qu'en dessous du prix de 35 fr. l'agriculture ne trouvait pas avantage à produire ce résidu. C'est donc ce prix de revient que nous adopterons, tout en estimant que la bonne utilisation des vinasses restituant au sol, par un judicieux épandage, la potasse et les matières azotées qui ne sont pas restées dans les pulpes, permettra d'abaisser ce prix de revient dans bien des cas.

Dans cette culture et distillation agricole de la betterave, tout doit en effet rester à la ferme sous forme de viande ou d'engrais ; il n'y a que le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, empruntés à l'atmosphère et à la pluie sous l'influence du soleil, qui abandonnent le sol, sous forme d'alcool. L'alcool est donc bien, comme on l'a dit, de la chaleur solaire mise en bidons pour : l'éclairage, le chauffage et la force motrice.

Ce que nous venons de dire de la betterave s'applique presque intégralement au topinambour. L'outillage est sensiblement le même, il n'y a qu'une question de climat et de nature du terrain, qui peut influer sur le choix de l'une ou l'autre plante.

Le topinambour, en effet, se conserve assez mal en silos, il faut l'arracher au fur et à mesure des besoins de la distillerie, ce qui est impossible dans les terres fortes par les temps de gelée ou de trop grandes pluies. Au contraire les terrains sableux des Landes et d'une partie des Charentes sont tout indiqués pour le topinambour, qui permettra très probablement la mise en valeur de terrains jusqu'à présent quasi incultes, augmentant ainsi la valeur de notre sol national.

2° Pommes de terre. — C'est ce problème qu'ont résolu les Allemands par la distillerie de pommes de terre, dans les sables, récemment encore en friche, de la Basse-Prusse et de la Silésie. Seulement, pour arriver à ce résultat, ils ont créé une législation fiscale fort habile, bien que très compliquée, législation qui, par le mode de prise en charge à la cuve matière, accorde de véritables primes à la petite distillerie de pommes de terre, primes qui, en majo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rant le prix de l'alcool de bouche, permettent de vendre l'alcool dénaturé en dessous du prix de revient.

Nous n'aurions pas à insister sur ce point si quelques écrivains agricoles réputés, n'avaient cru devoir conclure des bas prix de l'alcool dénaturé pratiqués en Allemagne, que ce bas prix était dû au seul choix de la pomme de terre. C'est là une erreur qu'il faut réfuter.

Etant donné notre législation française, qui n'applique l'impôt que sur l'alcool produit, la pomme de terre est en état d'infériorité sur la betterave pour la simple raison que la drèche ne se conserve pas, doit être mangée chaude par le bétail. Une distillerie de pommes de terre produisant environ 10 hectolitres d'alcool par jour, nécessite une étable de plus de 400 bœufs. C'est là ce qu'on a pu faire de plus gros, c'est une usine annexée en réalité à une étable.

Il est facile de concevoir que de si petites usines produisent fatalement plus cher que nos distilleries agricoles de betteraves, qui font 25 à 30 hectolitres d'alcool par jour, et dont la pulpe (qui se conserve plusieurs mois, presque un an) assure la nourriture et l'engraissement du bétail, non plus quelques mois, mais pendant toute l'année.

3° *Les Grains.* — Nous n'insisterons pas sur la distillation des grains. Au cours actuel de ceux-ci, il est admis qu'une distillerie de grains ne saurait travailler avec profit, malgré la valeur des drèches conservables, quand le cours de l'alcool tombe au-dessous de 40 francs, à moins que cette usine ne fabrique en même temps la levure pressée pour les boulangeries. C'est là une industrie spéciale produisant un alcool fin, mais cher. Il y a bien encore quelques petites distilleries de grain dans le Nord, ne produisant pas de levure, mais alors elles font du genièvre, autre spécialité.

4° *Vins et fruits.* — En procédant par rang d'ancienneté et de valeur, c'est par ces matières premières que nous aurions dû commencer, mais précisément ces matières fournissent en général l'alcool le plus cher de tous, c'est donc l'alcool le moins propice aux emplois industriels ou domestiques. Nous n'aurions pas même à nous en occuper, autrement que pour les mentionner, s'il n'était question de commettre à leur profit, ce que l'on me permettra d'appeler une véritable iniquité fiscale : l'*application de taxes différentielles.* En ma qualité de neutre, c'est-à-dire de Parisien et d'ingénieur aussi heureux de donner ses conseils au distillateur de vins qu'au distillateur de betteraves, je veux m'efforcer de mettre la chose au point vrai, sans aucun parti pris.

La culture de la vigne, plus encore que celle de la betterave, entraîne à des frais extrêmement variables. Les prix de fermage de l'hectare de vigne varient dans des proportions inouïes, d'Argenteuil au Clos-Vougeot, aussi bien que de l'Hérault aux grands crus des Charentes; les frais de culture ne varient pas moins, estimés d'un point à un autre entre 500 et 3.000 francs par hectare. La Société des viticulteurs admet un ensemble de frais de 1.100 fr. par hectare, comme moyenne. Adoptons ce chiffre.

D'autre part voici d'après M. Muntz, de l'Institut, les résultats obtenus dans deux vignobles voisins du Rousillon, de même cépage, de terrain et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'exposition aussi semblables que possible. Seulement, dans l'un on avait expérimenté la taille courte, dans l'autre la taille longue.

	TAILLE MODÉRÉE	TAILLE LONGUE
Vin par hectare	146 hectolitres	354 hectolitres
Richesse alcoolique	11 ° 3	9 ° 2
Valeur de l'hectolitre de vin	19 f 60	3 f 22
Produit brut à l'hectare	2.281 f 75	1.064 f 70

Les chiffres de cette dernière ligne indiquent par eux-mêmes les conclusions du savant M. MUNTZ : « Prenez la taille modérée, et faites du bon vin. » Et il a parfaitement raison. Si nous prenons cependant le chiffre d'alcool produit à l'hectare, nous voyons que dans le cas de la taille modérée il n'est que de 13 hectol. 10 alors que dans le cas de la taille longue le rendement en alcool à l'hectare atteint 32 hectol. 5 en alcool pur, rendement à l'hectare supérieur au rendement moyen de l'alcool de betterave ou de topinambour qui n'est que de 25 à 26 hectolitres.

Il semble donc, à première vue, que le raisonnement de M. MUNTZ soit inapplicable au cas de la culture faite dans le but de produire de l'eau-de-vie. En réalité il n'en est rien et le raisonnement de M. MUNTZ est extrêmement juste même dans le cas de la distillation.

En effet, pour faire une bonne eau-de-vie, ayant véritable valeur marchande, il faut distiller des vins, fruits, marcs ou lies, aussi sains et aussi fraîchement fermentés que possible. C'est là une vérité bien connue et depuis longtemps car, dès 1637, un édit du roi Louis XIII prescrivait aux distillateurs — érigés en « Confrairie du Saint-Esprit » ce qui prouve que le calembour était déjà inventé — de ne distiller que du bon vin, *non puant et aigre* ainsi que de *bonne lie et baissière de vin*, etc. Or, par malheur pour les partisans de la taille longue, si le vin à 354 hectolitres à l'hectare ne vaut que 3 fr. 22 l'hectolitre, d'après les constatations de M. MUNTZ, c'est parce qu'il ne se conserve pas, même le temps d'aller à la chaudière. Pour le conserver on y met des sulfites, c'est-à-dire un excès de soufre qui, au point de vue de la qualité de l'alcool, joue le rôle le plus déplorable, la chaleur de l'alambic transformant ce soufre en éther sulfureux.

Hier, dans la section de chimie présidée par le savant M. HALLER, notre collègue, M. BOULANGER, exposait les méfaits des produits et éthers sulfurés sur les métaux, et j'y ai rappelé avoir constaté, par expérience personnelle, que l'effet était peut-être encore plus désagréable sur le goût et l'odorat puisque, fin 1900, de forts lots de ces alcools de vin ont dû venir se faire rectifier dans les grandes raffineries d'alcool de Paris ou du Nord. Les fabricants d'absinthes communes, — et Dieu sait qu'ils ne sont pas exigeants sur la qualité ! — se refusaient eux-mêmes à acheter ces alcools, bien que *pur vin* et d'origine certifiée par des acquits blancs non truqués.

J'ajouterai même que sans ces acquits blancs, dont on soupçonne la valeur bien qu'elle ne soit pas cotée en Bourse, ces alcools n'auraient pu pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tendre à la valeur commerciale d'un vulgaire flegme de betteraves, non sulfité. Alors les 32 hectol. 5 à l'hectare valant à peine 30 francs valeur du flegme de betterave, le produit de cet alcool de vin par hectare tombe ainsi à 975 fr., c'est-à-dire à une perte pour le vigneron,... s'il ne fait pas la fraude. Alors, pour s'en tirer il fraude.

La vérité est que l'alcool de vin, fait avec des vins sains et loyaux revient à 80 francs au moins. En dessous de ces prix le vigneron loyal et non fraudeur ne saurait y gagner sa vie. La vigne n'est plus faite, à l'heure actuelle, pour faire du trois-six ou alcool neutre, elle est faite pour produire du bon vin, ou de bonnes eaux-de-vie dont la valeur dépasse facilement, et depuis longtemps, plus de cent francs au sortir de l'alambic. Dans ces deux cas le vigneron en tire son profit, sans avoir attendu pour cela les taxes différentielles.

Sauf ces cas de désastre, nous ne croyons pas que l'alcool de vin doive être appelé à jouer aucun rôle industriel, sa production ne doit être encouragée que pour la production des bonnes eaux-de-vie. Il en est de même pour les eaux-de-vie de fruits telles : le kirsch, la quetsch, etc., mais toujours à condition de ne distiller que des produits sains et aussi fraîchement fermentés que possible.

Nul plus que les gens du Nord n'est amateur d'un petit verre de bonne fine champagne, ou de vieil armagnac, ce goût est même partagé, sans abus ni alcoolisme, par bien des bons Français et même de bonnes Françaises. Pourtant je ne vois aucune de celles-ci apprécier une anisette fabriquée avec du vieux kirsch, ou une eau de cologne préparée à la fine champagne. Pour ces derniers emplois l'alcool neutre doit être préféré, et ce n'est pas le rôle du vin de faire de l'alcool neutre, pas plus que celui de la betterave de faire de la fine champagne ou du kirsch. Tel doit être le véritable terrain d'entente et de conciliation entre le Nord et le Midi.

5° *Alcools de mélasses.* — Pour déterminer le prix de revient de l'alcool de mélasse il nous faut tout d'abord définir ce dernier produit. Or, théoriquement, *la mélasse est un résidu sans valeur*, puisque le fabricant de sucre n'en sait plus tirer aucun parti. La mélasse ne reprend une valeur que par sa teneur en potasse d'une part; puis, d'autre part, par sa teneur en *sucre alcoolisable*. En sorte, qu'en fin de compte, le prix de revient de l'alcool de mélasse est tout simplement: « le cours de l'alcool en Bourse. »

En effet, le distillateur de mélasses est un industriel qui, d'une main vend son alcool à livrer au cours du jour, en se couvrant de l'autre main par des achats de mélasses à un prix lui assurant un bénéfice de 1 ou 2 francs par hectolitre d'alcool, suivant la perfection de son outillage. Au fond c'est un façonnier, qui n'a pas même à s'inquiéter de la décharge des 14 % accordés aux mélasses par la législation sucrière actuelle.

La suppression de cette décharge de 14 % ne lui aurait donc fait ni chaud ni froid et, en réclamant cette suppression, la distillerie agricole tirait tout simplement sur les fabricants de sucre, c'est-à-dire sur l'agriculture elle-même. C'était là une faute lourde, à laquelle la convention de Bruxelles a mis un terme, mais qui n'en est pas moins regrettable par le résultat : d'avoir brouillé à mort la distillerie agricole avec la distillerie industrielle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La décharge de 14 % venait en réalité fausser un peu notre définition de « résidu sans valeur » attribuée à la mélasse. La suppression de cette décharge et des conditions de richesse imposées à la mélasse, par les lois de 1884 et 1887, va certainement inciter les fabricants de sucre à recourir à l'osmose ou à la sucraterie pour augmenter leurs rendements en sucre. Cette extraction complémentaire pèsera évidemment de façon aussi lourde sur la distillerie de mélasses, qui verra baisser son stock de matières premières, que sur l'agriculture à laquelle la sucrerie achètera moins de betteraves.

D'autre part les emplois de la mélasse à la nourriture du bétail, en créant de nouveaux débouchés à la mélasse, en lui créant une nouvelle valeur, peuvent à nouveau fausser notre définition de « résidu sans valeur » ; mais il n'en reste pas moins, qu'en France le prix de revient de l'alcool de mélasses est et restera: « le cours de la Bourse. »

Aux colonies, où la mélasse de cannes abonde parfois et a la valeur nulle que nous avons indiquée, on a produit de l'alcool, du rhum concentré, à moins de 10 francs l'hectolitre 90°, souvent dans le seul but de pouvoir utiliser les vinasses à l'épandage pour récupérer la potasse et l'azote. Ce fait nous semble devoir être signalé car, s'il n'a pas d'influence directe sur notre marché français des alcools, il peut indiquer à nos constructeurs d'appareils à distiller, d'appareils d'éclairage et de chauffage, de moteurs, etc., quel immense débouché ils peuvent espérer dans ces pays, pour leurs appareils à alcool dans un avenir prochain. D'autant plus que dans ces pays le pétrole est généralement cher et l'essence presque toujours inconnue.

6° *Les nouveaux alcools.* — L'alcool synthétique, produit par l'acétylène et dont on fait grand bruit sur certains prospectus financiers, ne peut entrer en ligne de compte dans nos établissements de prix de revient, pour la seule raison que l'on ne discute pas avec l'inconnu. Or, jusqu'à ce jour, nous ne connaissons que l'alcool synthétique de notre savant maître Berthelot, préparation qui nécessite environ 9.000 secousses d'un gros ballon de verre renfermant plus de dix litres de gaz éthylène avec un peu d'acide sulfurique et de mercure, ce dernier corps ne jouant d'ailleurs que le rôle du fouet dans la préparation des œufs à la neige ; après cela, on retire le mercure et l'on extrait l'éther éthylsulfurique qui, additionné d'eau qui le décompose et distillé, donne à peu près la valeur d'un dé à coudre d'alcool !

Je ne puis donc dire, en tant que chimiste, que la fabrication de l'alcool de synthèse est impossible, ce serait nier la science ; mais, tant que l'on ne nous aura pas expliqué — ne serait-ce que par un brevet peut-être banal — par quel moyen on a remplacé les 9.000 secousses de Berthelot, permettez-moi de considérer l'alcool synthétique comme un simple produit de laboratoire, et non comme un produit industriel.

Il en est presque de même de l'alcool de bois ou de paille, autrement dit de l'alcool de cellulose. On transforme assez facilement au laboratoire la cellulose (papier, coton ou sciure de bois) en glucose, puis, par fermentation, en alcool. De nombreux brevets ont été pris ; mais, jusqu'à ce jour, aucun n'a pu lutter industriellement contre les alcools de betterave, de topinambour, ou de mélasse, c'est-à-dire contre nos alcools agricoles car, après tout, la mélasse est bel et bien un simple résidu agricole de notre sol français.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous voyons donc que le record du bon marché est détenu par nos alcools agricoles du Nord, tant pour la qualité alcool neutre que pour la qualité d'alcool dénaturé, avec le cours de 35 francs. Alors que le record de qualité des eaux-de-vie est détenu par nos eaux-de-vie agricoles de grands crus et de bonne qualité, et à des prix qui ne réclament nulle taxe différentielle pour nos besoins actuels.

IIe Partie. — le cout de la dénaturation

Pour aborder cette seconde partie de la question, je dois demander à notre Président la permission de poser deux petites formules algébriques, fort simples d'ailleurs, sur lesquelles il nous sera facile ensuite de discuter; j'estime en effet que, si nous abordions la question en chiffres connus, nous courrions le risque de ne pas nous entendre, même avant d'avoir pu poser nettement le problème. Soient donc:

a = le prix d'achat de l'alcool à 90°, en général 1 fr. en dessous du cours,

x = le coût de la dénaturation;

y = le prix de revient de l'hectolitre d'alcool dénaturé à 90°.

Nous pouvons poser par définition.

$$x = y - a \qquad (1)$$

Les autres facteurs nous permettant de déterminer y, et par suite x, sont:

m = valeur de l'hectolitre de dénaturant;

v = volume en litres de dénaturant ajouté par hectolitre d'alcool à 90°;

d = droits fiscaux divers, imposés par les lois et règlements;

f = frais généraux et, main-d'œuvre, etc., provenant de l'application des lois et décrets relatifs à la dénaturation.

Si l'on veut remarquer que l'hectolitre d'alcool à 90°, après addition du dénaturant, devient (100+v) litres, il nous est facile de poser de suite:

$$y = \left(a + d + f + \frac{v\ m}{100}\right) \frac{100}{100 + v}$$

En portant cette valeur de y dans l'équation (1) nous déduisons :

$$x = y - a = \frac{100}{100 + v}(d + f) + \frac{v\ m}{100 + v} - \frac{v\ a}{100 + v}$$

que nous pouvons, plus avantageusement pour la discussion, mettre sous la forme suivante :

$$x = \frac{100}{100 + v}(d + f) + \frac{v}{100 + v}(m - a) \qquad (2)$$

Car, de ces deux expressions fractionnaires, la première exprime surtout la part de charge incombant aux droits fixes et frais occasionnés par les règlements administratifs; la seconde la part de responsabilité incombant à la valeur et au volume du dénaturant.

Il est évident en effet que, dans la première expression, plus d et f seront petits, plus les frais, du chef des droits, se rapprocheront de zéro.

De même on voit que, pour la seconde expression, le coût de la dénaturation est fonction, non pas du prix du dénaturant lui-même, mais bien de la différence entre le prix du dénaturant et celui de l'alcool. Ce fait était d'ailleurs évident, sans formule, si l'on veut supposer que le dénaturant et l'alcool

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

valent le même prix, leur valeur ne sera pas modifiée par leur mélange. La formule (2) a, en outre, l'avantage de mettre en évidence l'influence du volume v.

Cette formule admise, faisons en l'application à notre réglementation française actuelle. Nous avons de suite :

$v = 10^{l}, 5$ (10 litres de méthylène + $0^{l}, 5$ de benzine lourde).

Pour déterminer m, supposons le méthylène à 115 francs l'hectolitre (cours actuel à Paris) mélangé d'avance à la benzine lourde à 40 francs l'hectolitre.

100 litres	de méthylène à 115 francs =	115 francs.
5 —	de benzine à 40 francs =	2 —
soit 105 litres	de dénaturant pour...	117 francs.

$$\text{d'où} \quad m = \frac{117 \times 100}{105} = 111^{f}, 43$$

Pour calculer d nous devons rappeler que les lois ont prévu les différentes taxes suivantes, applicable par hectolitre d'alcool pur (ou à 100°) :

Droit de statistique.....	$0^{f}, 25$
Taxe spéciale (Art. 59 de la loi de finances de 1901).....	$0^{f}, 80$
Taxe d'analyse (Art. 11 de la loi du 16 avril 1895).....	$0^{f}, 80$
Total par hectolitre d'alcool pur..	$1^{f}, 85$
Mais l'État rembourse (Loi de finances de 1901).....	$9^{f}, »$
Il n'alloue donc, en fait, par hectolitre d'alcool pur, que	$7^{f}, 15$

Si nous rapportons à l'hectolitre d'alcool à 90° et, puisque c'est un remboursement, si nous songeons que d devient négatif, nous avons :

$$d = -\frac{7,15 \times 90}{100} = -6^{f}, 435$$

Pour déterminer f nous devons tenir compte des frais obligatoires imposés par les règlements: d'avoir des bacs spéciaux, des magasins séparés, des transvasions à effectuer, de la durée des analyses qui force souvent la marchandise à rester un mois en magasin, de la freinte ou perte occassionnée par les mélanges en vase découvert et la transvasion subséquente; on a ainsi environ :

1 mois d'intérêt.....	$0^{f}, 20$
1 0/0 de freinte.....	$0^{f}, 40$
Main-d'œuvre.....	$0^{f}, 50$
Transports et manutention.....	$0^{f}, 70$
Frais généraux.....	$0^{f}, 20$
D'où.....	$f = 2^{f}, 00$ environ

Ceci posé, si nous portons ces valeurs de m, v, d et f dans l'équation (2), en supposant les cours de l'alcool croissant de 5 en 5 francs, nous aurons :

1° Pour le cours en Bourse de 25 francs :

$a = 24^{f}$ $\qquad x = 4^{f}, 287$ $\qquad y = 28^{f}, 30$;

2° Pour le cours en Bourse de 30 francs:

$a = 29$ francs $\qquad x = 3^{f}, 817$ $\qquad y = 32^{f}, 80$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Pour le cours en Bourse de 35 francs :

$a = 34$ francs $\quad x = 3^{f}, 340 \quad y = 37^{f}, 35$

4° Pour le cours en Bourse de 40 francs :

$a = 39$ francs $\quad x = 2^{f}, 862 \quad y = 41^{f}, 85$

5° Pour le cours en Bourse de 45 francs :

$a = 44$ francs $\quad x = 2^{f}, 387 \quad y = 46^{f}, 40$

Etc...

Ce qui prouve, comme la formule algébrique, que le coût de la dénaturation diminue au fur et à mesure que la différence des cours entre le méthylène et le cours de l'alcool diminue. C'est là un fait d'ailleurs bien connu des dénaturateurs. Mais revenons à notre formule (2).

Nous voyons tout d'abord, par les résultats précédents, que la somme de 9 fr., allouée par le législateur en remboursement des frais de dénaturation est une somme insuffisante puisque, bien que d soit négatif, x reste un chiffre trop positif ; ensuite que la loi alloue une somme fixe en remboursement d'une dépense variable, ce qui est une seconde erreur.

Examinant ensuite les divers facteurs, nous voyons que si d est négatif, et constitue un remboursement, ce remboursement est gagé par une taxe spéciale de 0 fr. 80 imposée au seul alcool d'industrie pour le remboursement des 9 francs par hectolitre d'alcool pur. Or le calcul de ces 80 centimes a été établi par la Commission du budget de 1901, en supposant que la dénaturation porterait sur un maximum de 200.000 hectolitres d'alcool, et nous voilà à ce chiffre. Si nous le dépassons, comme il faut l'espérer, les prochains budgets devront relever la taxe jusqu'au jour, si ardemment demandé par les viticulteurs, où tout l'alcool d'industrie ira à la dénaturation. Ce jour-là on nous remboursera bien 9 francs, mais la taxe devant elle-même atteindre le chiffre de 9 francs puisqu'elle ne porte que sur l'alcool d'industrie non seulement on ne nous remboursera rien, mais d au lieu d'être négatif deviendra $d = +$ *frais de timbre*. A supposer que l'on persévère dans cette voie, il deviendrait indispensable d'appliquer la taxe à tous les alcools indistinctement pour faire, en somme, payer à l'alcool de consommation, sans distinction d'origines, les frais de la dénaturation.

Pour f, on pourrait le réduire considérablement en adoptant le système allemand, d'ailleurs prévu dans l'art. 3 § 3 de la loi du 11 décembre 1897 qui dit : « *Les dénaturants sont fournis par l'Etat.* » Or cette prescription de la loi, dont le mode d'application est prévu par l'art. 10 du décret du 1er juin 1898, aurait pour premier effet de supprimer les pertes de temps dues à l'analyse ainsi, je suppose, que la taxe d'analyse ; cela réduirait non seulement f, mais encore d. Seulement voilà ! la Régie qui a porté loi et décret à la connaissance de son personnel par la circulaire n° 290, se refuse à obéir à la loi et à fournir le dénaturant. C'est là un bien mauvais exemple qu'elle donne aux fraudeurs et autres, ils sont fondés à répondre qu'ils font comme la Régie! qu'ils tournent la loi.

Le système allemand, avec le dénaturant fourni par l'Etat et le mélange du dénaturant dans n'importe quel bac ou réservoir, en présence des agents du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fisc, ne demande ni magasin, ni bacs spéciaux, l'alcool dénaturé est immédiatement disponible. On voit quel gain de temps et de frais généraux.

Si nous passons à la seconde expression de notre équation, nous verrons que le volume de dénaturant, $v = 10$ l., 5 est ridiculement massif, puisqu'en Allemagne on se contente de 2 l., 5 — et même de 1 l., 5 dans les alcools carburés ! Il faut donc réduire le volume actuel. La Régie nous objectera qu'elle craint la fraude par dilution ; mais cette objection est ridicule, depuis que la méthode d'analyse de M. TRILLAT permet de déceler et de doser $\frac{1}{10.000}$ de méthylène dans l'alcool.

Mais, ce qui est vraiment monstrueux, c'est de constater la valeur gigantesque de m, du méthylène. En effet le méthylène n'est qu'un combustible liquide, comme l'alcool. Or on sait que lorsque n'importe quelle compagnie de chemin de fer, aussi bien que n'importe quelle usine sérieuse achète son combustible, elle surpaye les combustibles les plus purs, les plus riches en pouvoir calorifique ; ici c'est le méthylène, le plus pauvre des deux combustibles, qui atteint le cours de 115 francs, alors que l'alcool est en moyenne au cours de 35 francs.

Dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, et d'après M. BERTHELOT, 1 k. d'alcool absolu dégage en brûlant 7.080 calories et 1 k. de méthylène absolu ne dégage que 5.312 calories. Comme la densité des deux liquides est sensiblement la même, la proportion restera sensiblement juste pour les valeurs en hectolitre, nous voyons donc que : si l'alcool est au cours moyen de 35 francs, le méthylène ne devrait valoir, toutes proportions gardées, que $\frac{5,312 \times 35}{7,080} = 26$ fr. 26; c'est donc une prime de 88 fr. 74 qu'empochent les fabricants de méthylène par chaque hectolitre de marchandise vendue, à l'abri du monopole de fait que leur concède bénévolement la Régie, en se refusant à appliquer la loi.

Or nous avons vu précédemment que la dénaturation portait, à l'heure actuelle, sur 200.000 hectolitres d'alcool, ce qui suppose 20.000 hectolitres de méthylène. A raison de 88 fr. 74 par hectolitre cela représente le joli denier de 1.784.800 francs que la dénaturation paye, par force, à l'industrie de la carbonisation des bois. On conviendra que c'est excessif.

Ces quelques remarques, suggérées par notre formule, nous dispensent de plus amples conclusions. Elles indiquent par elles-mêmes les réformes à réclamer de la loi et des règlements.

La proposition de M. ARACHEQUESNE est combattue par M. DUCHEMIN, secrétaire de l'Union Syndicale des Usines de Carbonisation de bois de France, dans les termes suivants :

Messieurs,

Je dois vous rappeler, avant que vous n'émettiez un vœu tendant à la diminution, du quantum de méthylène dénaturant, qu'ainsi que l'a déclaré notre Président, vous êtes une section de questions économiques et que, par conséquent, toutes celles qui de près ou de loin, touchent au domaine de la richesse territoriale de la France, ne doivent pas vous trouver indifférents.

Je viens donc appeler votre attention sur ce fait que la suppression du méthylène, comme agent de dénaturation, ou même sa diminution trop rapide correspondrait à une condamnation à mort de l'industrie de la carbonisation et partant des régions forestières qui l'alimentent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Que ferez-vous des bois de taillis, plantés sur les 200.000 hectares de forêts qui alimentent annuellement nos usines, lorsqu'ils n'auront plus l'écoulement de la carbonisation en vases clos?

Vous ne pourrez cependant pas les carboniser en forêt, puisque chaque jour l'écoulement de charbon de bois devient de plus en plus difficile par suite de la concurrence que lui font le gaz et l'alcool.

Ce serait une véritable ruine !

Souvenez-vous, Messieurs, que s'il faut protéger l'agriculture, il ne faut pas oublier sa sœur cadette la sylviculture et que s'il est désirable de remplacer le pétrole étranger par l'alcool national; on ne peut pas pour atteindre ce résultat porter un coup mortel à une importante industrie *nationale!* . . . . . .

. . . . . .

Je vous ai entendu dire, Monsieur le Président qu'en vendant leur méthylène à 110 fr. les carbonisateurs n'étaient pas à plaindre, mais vous oubliez que la hausse de 5 % qui s'est produite sur le méthylène (elle n'est rien en rapport de celle de près de 80 % sur l'alcool) est due à une hausse proportionnelle de la matière première, le bois. — En outre, je dois vous rappeler que nous avons déclaré, il y a quelques années, à Mr le Ministre des Finances PEYTRAL que nous étions disposés à unifier le prix de vente du méthylène à 100 fr., à la condition que l'existence nous soit assurée pour cinq années. — Le prix de 100 fr. devenait alors un prix moyen entre les limites extrêmes auxquelles ont été payés les méthylènes 91° Régie, c'est-à-dire 85 fr. et 115 fr.

. . . . . .

La diminution du quantum de méthylène au-dessous d'une proportion à fixer par le comité des Arts et Manufactures, serait dangereuse pour les intérêts du Trésor, car quelle que soit l'exactitude du procédé de dosage de l'alcool méthylique de M. TRILLAT, la fraude par allongement est celle qui est la plus à craindre.

Comment, en effet, condamner un fraudeur pour revivification de l'alcool, lorsque l'on trouve entre ses mains un alcool renfermant des traces d'alcool méthylique ? Ne peut-il pas prétendre en effet, qu'il a logé son alcool dans un fût en bois ayant renfermé du méthylène?

Je vous demande donc, pour les motifs précédents et dans l'intérêt de l'industrie de la carbonisation, de ne pas fixer un maximum du quantum de méthylène dénaturant.

M. LE PRESIDENT répond à M. DUCHEMIN qu'il n'est nullement question de la suppression du methylène, mais de son emploi dans une proportion plus modérée ; d'ailleurs, l'extension de la consommation de l'alcool dénaturé sera une compensation pour les producteurs de méthylène puisque, s'ils ont moins à fournir de leur produit pour l'unité dénaturée, il en sera employé sur un plus grand nombre d'unités.

M. HAVARD, après avoir rendu hommage à la démonstration faite par M. ARACHEQUESNE, dit qu'il lui paraît utile de donner plus simplement les dépenses occasionnées par le dénaturant et les frais accessoires de dénaturation afin qu'elles soient plus aisément comprises par le monde agricole et commercial.

Le dénaturant est composé de 10 litres d'alcool méthylique et de 500 grammes de benzine qui, ajoutés à l'hectolitre d'alcool à 90 degrés, donnent un volume de 110 litres 1/2, lequel ramené à 100 litres établit le coût du dénaturant à 11 fr. 64, soit, en tenant compte de la prime de remboursement de 9 francs, une dépense par hectolitre de 2 fr. 64.

Or, il est établi que l'alcool méthylique se retrouve toujours dans l'alcool dénaturé. 1 °/₀₀ de mélange suffit amplement pour indiquer que la dénaturation a été faite, et que la reconstitution de l'alcool ainsi traité est pratiquement impossible.

A raison de ces faits M. HAVARD propose aux Membres du Congrès d'émettre le désir suivant qu'à l'avenir le dénaturant sera composé de 2 litres d'alcool méthylique et de 1/2 litre de benzine lourde.

M. LE PRESIDENT donne ensuite la parole à M. FAMECHON.

M. FAMECHON fait remarquer que le système proposé par M. TRILLAT

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permet de réduire dans une notable proportion la quantité de métylène actuellement employée dans la dénaturation des alcools.

En effet, le savant chimiste de l'Institut Pasteur, dans un rapport très documenté, a proposé de combiner divers dénaturants dont la composition variant périodiquement arriverait à dérouter la fraude.

Il convient d'ajouter que ces dénaturants à base de méthylène réduiraient dans une notable proportion le coût de la dénaturation actuelle.

Les intérêts du Trésor seraient ainsi garantis puisqu'en admettant que la composition du mélange dénaturant puisse être connue à la suite d'expériences généralement coûteuses; une nouvelle combinaison de dénaturants viendrait rapidement réduire à néant les travaux des fraudeurs.

M. G. PRADE demande à M. le Président s'il a eu connaissance de la proposition faite part M. JAURÈS aux membres du parlement au sujet du monopole par l'Etat.

M. LE PRESIDENT répond que cette question ne doit pas être discutée dans cette session, les sujets devant être traités ayant été arrêtés définitivement avant l'ouverture du Congrès.

Après avoir entendu ces divers orateurs, M. le Président, avant de lever la séance, pose les questions suivantes aux Membres du Congrès :

1° Est-il possible de réduire la quantité de méthylène ?

2° Les Membres du Congrès sont-ils d'avis de demander à la Régie la suppression des formalités qui ne sont pas absolument nécessaires ?

Ces deux avis sont adoptés à l'immense majorité des membres présents.

La séance est levée.

Vu : *Le Président*,
VIGER.

Le Secrétaire,
DAUCHEZ.

SÉANCE DU DIMANCHE 21 DÉCEMBRE 1902

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. SIDERSKY pour sa communication relative à la production de l'alcool en France et en Allemagne.

Communication de M. SIDERSKY

sur

L'ORGANISATION DU SYNDICAT DE L'ALCOOL EN ALLEMAGNE

On a souvent cité l'exemple de l'Allemagne pour son développement considérable de l'emploi industriel de l'alcool, et, dans son remarquable discours inaugural, M. le Président du présent Congrès nous a dit que la consommation industrielle de l'alcool est, en Allemagne, de quatre à cinq fois plus grande que chez nous. Avant d'en rechercher les causes, il convient d'examiner le tableau suivant donnant les chiffres officiels pour la consommation de l'alcool dans les dernières douze années, dans les deux pays, en faisant remarquer que la statistique allemande est établie pour l'année commençant le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1er octobre et finissant le 30 septembre suivant. On y voit que la progression est bien plus accentuée en Allemagne qu'en France, notamment pour les dernières années. En comparant les chiffres de l'année 1901, c'est-à-dire 1.155.869 hectolitres en Allemagne et 251.565 hectolitres en France on arrive à la proportion de 4,6 pour 1.

CONSOMMATION DE L'ALCOOL POUR LES USAGES INDUSTRIELS

EN ALLEMAGNE		EN FRANCE	
ANNÉES	HECTOLITRES	ANNÉES	HECTOLITRES
1888/89	431.294	1889	108.240
1889/90	531.375	1890	109.842
1890/91	519.104	1891	105.782
1891/92	551.300	1892	104.947
1892/93	606.670	1893	106.939
1893/94	664.394	1894	120.798
1894/95	718.806	1895	132.240
1895/96	808.279	1896	138.560
1896/97	867.458	1897	146 529
1897/98	889.433	1898	173 298
1898/99	959.966	1899	216.015
1899/1900	1.043.133	1900	221.214
1900/1901	1.155.869	1901	251.565

La progression en France n'a commencée qu'en 1897, c'est-à-dire depuis la réduction à 3 francs par hectolitre des droits de dénaturation très élevés (37 fr. 50) d'autrefois ; et elle s'est accentuée depuis deux ans surtout, c'est-à-dire depuis qu'on a commencé à propager les appareils divers: lampes, réchauds et moteurs, fonctionnant à l'alcool dénaturé ou carburé.

En Allemagne la progression a été bien plus rapide et surtout bien plus accentuée. Quelles en sont les causes ?

Pendant longtemps on croyait généralement, et j'étais du nombre, que le succès des Allemands provenait surtout de la perfection de leurs appareils. Mais ayant eu l'honneur d'être chargé par M. le Ministre de l'Agriculture de visiter les expositions de l'alcool à *Halle-sur-Saale* (juin 1901) et à *Berlin* (février 1902), il m'a été facile de constater, que, si nos voisins ont de bons appareils, nous en avons également, et nos ingénieurs se sont montrés à la hauteur dans les études des applications de l'alcool dénaturé, et qu'en bien des points ils ont devancé nos collègues allemands. Depuis que le Ministère de l'Agriculture a organisé les deux grandes Expositions des emplois industriels de l'alcool, nous avons appris à connaître non seulement les appareils allemands, mais encore bien d'autres appareils, inventés et construits par nos compatriotes, et qui n'ont rien à envier aux appareils allemands.

Donc, ce n'est point la perfection mécanique qui a permis aux Allemands d'atteindre cette consommation fabuleuse de près de 12 millions d'hectolitres d'alcool par an. Les véritables causes de ce développement rapide sont le bon marché et l'uniformité du prix de l'alcool dénaturé. En effet, l'alcool dénaturé se vend, en ce moment, dans toute l'Allemagne, aussi bien à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frontière russe qu'à la frontière française, au prix de 25 pfennigs (32 centimes 1/2) le litre, à 90°, logé en litres cachetés ou en bidons plombés, et on le trouve dans n'importe quel village, aussi facilement qu'on trouve le pétrole. Voilà tout le secret de la situation.

Evidemment cette situation n'a pu être créée qu'aux prix de grands efforts, avec le concours simultané d'une législation bien comprise et d'une entente entre les intéressés.

Avant de vous expliquer ce qu'on a réalisé en Allemagne, je crois devoir vous avertir d'avance que dans ce pays aussi bien qu'ailleurs, les luttes politiques et économiques sont par moment très accentuées, que les divers producteurs de l'alcool, n'ayant pas toujours les mêmes intérêts, ne sont pas toujours d'accord. Mais ils savent s'entendre sur certains points particuliers, ils savent surtout scinder les questions suivant les besoins, se combattre mutuellement sur les points qui les divisent et se donner la main par derrière sur une question d'un intérêt commun aux deux partis.

La législation actuelle de la distillerie allemande remonte à 1887 ; elle favorise particulièrement la distillerie agricole, de sorte qu'aujourd'hui 87 pour 100 d'alcool sont produits par les agriculteurs.

Pour restreindre la surproduction, la législation de 1887 a introduit le système du « contingent » qui limite la production de chaque usine à la quantité équivalente d'une portion déterminée de la consommation, tout ce qui est produit au delà du contingent étant imposé d'une taxe supplémentaire de 20 marks l'hectolitre dont est exonéré l'alcool exporté ou employé aux usages industriels. L'effet de cette sage législation a été la restriction de la production de toutes les usines, les petites exceptées, en évitant cependant toute catastrophe et surtout en établissant l'équilibre entre les distilleries des différentes régions de l'Empire, dont les conditions économiques de production ne sont pas les mêmes. Seulement, la production de 4 millions d'hectolitres d'alcool est tombée en 1888-1889 à 2.730.000 hectolitres. La consommation d'alcool de bouche de 3 millions d'hectolitres est tombée à 2.200.000 hectolitres. Les distilleries les plus éprouvées par le contingent sont celles qui travaillent les pommes de terre, parce qu'elles ont été calculées suivant l'importance des cultures respectives des distillateurs agricoles. L'agrandissement des distilleries, respectivement la construction des nouvelles, devant être nouvellement contingentées, n'était pas facile à réaliser par la crainte de l'avilissement du prix de l'alcool, l'exportation étant fort restreinte.

Une seule situation est venue sauver la distillerie agricole : c'est l'augmentation croissante des emplois industriels de l'alcool, dont la consommation, en dessous de 200.000 hectolitres avant 1887, montée en 1887-1888 à 387.568 hectolitres, a atteint en 1900-1901 la quantité respectable de 1.155.869 hectolitres.

La loi dès 1887, tout en instituant la contingentation et l'impôt de consommation, a encore maintenu pour les distilleries agricoles le système d'impôt sur la cuve-matière, sorte d'abonnement dont les droits sont liquidés à l'origine sans s'occuper du rendement réel, procurant ainsi des primes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indirectes. Lors de la dénaturation de l'alcool et lors de son exportation le gouvernement retourne aux distillateurs une somme de 16 marks par hectolitre d'alcool à 100°, représentant l'impôt sur la cuve-matière.

Les lois de 1895 et de 1902 ont institué une nouvelle taxe, dite « impôt de distillation » dont sont frappées toutes les distilleries sans exception, mais d'une façon inégale et progressive, suivant leur production annuelle d'alcool. Les sommes ainsi perçues sont utilisées exclusivement en primes accordées à l'alcool dénaturé ou exporté, à raison :

De 6 marks l'hectolitre pour l'alcool exporté, l'alcool employé en vinaigrerie, ou l'alcool dénaturé.

Il s'ensuit que lorsque quelqu'un dénature de l'alcool il reçoit du gouvernement une somme égale à 16 marks + 6 marks = 22 marks laquelle somme lui permet de vendre moins cher l'alcool dénaturé.

D'autres mesures ont été prises par l'Etat également dans le but de favoriser les emplois industriels de l'alcool :

1° En interdisant de dénaturer l'alcool au-dessous de 87 degrés ;

2° En supprimant la patente pour la vente en détail de l'alcool dénaturé, le débitant n'ayant qu'à prévenir l'administration fiscale quinze jours à l'avance pour obtenir le droit d'avoir un dépôt ;

3° En accordant au transport par chemin de fer d'alcool dénaturé un tarif spécial particulièrement réduit.

D'autre part, l'administration fiscale qui est très sévère pour l'alcool allant à la consommation de bouche, exerçant même les bouilleurs de fruits et ne transigeant jamais en cas de fraude, se montre, au contraire, très libérale pour l'alcool allant à la consommation industrielle, puisqu'elle accorde, pour certains usages l'exonération d'impôts, sans dénaturation aucune. C'est le cas de l'alcool employé en pharmacie et dans les laboratoires scientifiques.

Quant à l'alcool dénaturé, il en existe deux catégories distinctes. Celui traité par le dénaturant général, employé généralement par l'éclairage, le chauffage et la force motrice, qu'on peut désigner par *alcool à brûler*, circule librement dans le commerce.

L'alcool destiné aux divers industries chimiques, telles que la fabrication du vinaigre, des vernis, du celluloïd, de la poudre sans fumée, des alcaloïdes, etc., quitte la distillerie avec un acquit-à-caution, et en arrivant à l'usine qui doit l'employer on dénature l'alcool avec une substance appropriée suivant la nature de la fabrication à suivre, dénaturation incomplète dont se contente cependant le fisc, parce que l'alcool ainsi dénaturé ne voyage plus, étant consommé dans l'usine même.

Les frais de dénaturation ne dépassent pas 2 fr. 40 par hectolitre d'alcool, le dénaturant général (4 parties méthylène et une partie pyridine) valant environ 100 francs l'hectolitre, dont on emploie 2 litres 1/2 par hectolitre d'alcool à 100 degrés.

Toutefois, le besoin impérieux de l'agriculture allemande d'augmenter ses emblavements de pommes de terre et, par conséquent, de développer la production d'alcool, menaça la distillerie d'un avilissement général du prix de son produit ; il a donc fallu s'arranger pour que le développement des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

emplois industriels de l'alcool soit absolument progressif et parallèle à l'augmentation de la production. A cet effet, il s'est produit une action radicale émanant de l'initiative privée. 4.000 distillateurs disséminés dans tout l'Empire allemand se sont syndiqués pour vendre en commun leur production d'alcool, en faisant tous les sacrifices nécessaires pour pousser presque de force, à la consommation de l'alcool exonéré d'impôts. C'est la plus vaste société coopérative que l'on ait jamais vue en Allemagne.

Après plusieurs années d'essais négatifs, on a réussi à constituer, le 1er avril 1899, l'*Union syndicale des distillateurs*. La totalité de l'alcool produit par les distillateurs syndiqués est remise à une société de rectificateurs, sorte de syndicat de vendeurs, laquelle porte le nom de *Centrale pour la mise en valeur de l'alcool*, société anonyme ayant son siège à Berlin.

Ces deux syndicats sont accouplés ensemble, ne pouvant pas fonctionner l'un sans l'autre. Ils ont passé entre eux un marché de longue durée, d'après lequel la *Centrale* s'engage à écouler tout l'alcool produit par les distillateurs syndiqués, dans les conditions les plus avantageuses, la recette totale, après défalcation des frais généraux, est répartie de telle sorte que les distillateurs reçoivent les *neuf dixièmes*, la *Centrale un dixième*, l'alcool étant toujours coté à 100 degrés, qu'il soit brut ou rectifié. Ceci est un peu identique avec le commerce des alcools en France, où les flegmes sont vendus à 100 degrés, l'alcool rectifié étant coté à 90 degrés.

Dès qu'elle fut constituée, la *Centrale* a organisé une section technique très importante, laquelle est devenue l'âme de toute l'entreprise, parce qu'elle n'a négligé aucun moyen pour donner aux emplois industriels de l'alcool un essor inattendu. Sans négliger l'emploi de l'alcool dans les industries chimiques, dont le développement est quelque peu limité, elle s'est attachée à introduire dans les mœurs l'emploi pour l'éclairage, le chauffage et la force motrice, en mettant l'alcool dénaturé à la disposition du public, en créant et en répandant à profusion les appareils pratiques pour ces emplois.

La *Centrale* a fort bien compris que, pour remplacer le pétrole par l'alcool, il faut que le prix de ce dernier ne soit pas supérieur à celui du premier. Elle a donc fait le sacrifice nécessaire pour abaisser le prix de l'alcool dénaturé, de manière que le détaillant puisse le vendre à 25 pfennigs (31 1/2 cent.) le litre dans toute l'Allemagne. Ce sacrifice est naturellement compensé par la hausse de l'alcool destiné à la consommation de bouche, une hausse qui ne gêne personne, même pas le consommateur, parce que la différence, étant répartie sur une quantité d'alcool deux à trois fois plus grande, est presque insensible.

Quant aux appareils, la *Centrale* s'est mise en rapport avec les principaux constructeurs de lampes, de réchauds et de moteurs, auxquels elle a prodigué son concours matériel et intellectuel en ouvrant de nombreux concours, en fondant des prix importants et en organisant des expositions et des conférences.

Pour avoir une idée des moyens puissants avec lesquels agit la *Centrale*, il suffit de rappeler que son comité supérieur a accordé une somme de 500.000 marks, soit 625.000 francs, pour populariser les emplois industriels de l'alcool par les moyens énumérés plus haut.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour l'éclairage extérieur, la *Centrale* s'est mise en campagne aussitôt qu'elle fut constituée, en faisant appel aux principales villes et aux administrations publiques, en leur offrant de faire les installations gratuites, de leur prêter les lampes à titre d'essais pendant trois mois, ainsi que de leur fournir gratuitement l'alcool nécessaire pour cette longue période. Jamais les lampes ne furent retournées ; au contraire, on en a souvent réclamé d'autres.

Pour l'éclairage domestique et le chauffage il fallait procéder autrement. On a ouvert à Berlin, ainsi que dans d'importantes villes allemandes, des beaux magasins de vente de lampes, réchauds et divers autres ustensiles et le crédit annuel prévu par le Comité de la *Centrale* est de 128.750 francs.

Quant à la dénaturation proprement dite, on s'est arrangé pour l'effectuer le plus souvent par le distillateur lui-même et expédier l'alcool jusqu'à l'endroit où il trouve son écoulement pour la consommation, en profitant des tarifs réduits que les chemins de fer ont accordés à l'alcool dénaturé.

En dehors de la propagande très efficace qu'il fait, ce gigantesque syndicat a puissamment contribué à l'étude de l'emploi de l'alcool pour la force motrice.

C'est pour faire avancer ces intéressantes questions ainsi que bien d'autres qui se présenteront très probablement au cours des études, que l'Association des distillateurs allemands a décidé la création d'une *Station d'essais de moteurs à alcool*, et les frais prévus pour la construction de cette station s'élèveront à 534.375 francs.

C'est dans ce nouveau bâtiment, annexé à l'Institut de fermentation, qu'on a installé la gracieuse Exposition du mois de février 1902, dont j'ai rendu compte dans un rapport officiel. On y a procédé ensuite aux essais de locomobiles dont j'ai eu l'honneur d'entretenir la Section des moteurs de notre Congrès.

En résumé, les principales causes qui ont favorisé, en Allemagne, le développement de la consommation industrielle de l'alcool, sont:

1° Un régime fiscal favorisant la distillerie agricole.

2° Le contingent ;

3° La dénaturation à bon marché ;

4° La libre circulation de l'alcool dénaturé ;

5° La constitution d'un puissant syndicat des producteurs de l'alcool ;

6° L'activité exemplaire de la *Centrale* et la propagation des appareils pratiques.

Il nous reste maintenant à examiner ce que nous pourrions tenter en France dans le même ordre d'idées.

Tant que nous n'aurons pas de lois favorisant les distilleries agricoles, et tant qu'on n'établira pas le *Contingent*, ce *frein économique* indispensable, une entente entre les producteurs d'alcool me paraît bien difficile sinon impossible. Du reste, nous avons fait un essai l'année dernière, en organisant le *premier Congrès de l'alcool dénaturé* (18 au 20 novembre 1901), lequel a réuni tous les intéressés. On s'est mis facilement d'accord sur le terrain législatif, mais l'entente n'a pas été la même sur le terrain commercial.

Mais avant d'aller si loin, il me semble nécessaire qu'on cherche à arriver à l'abaissement des frais de dénaturation jusqu'à 2 fr. 50 par hectolitre, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il n'y a aucune raison sérieuse pour qu'on ne puisse pas atteindre ce but à bref délai.

M. VIGER remercie, au nom des Membres du Congrès, M. SIDERSKY de son intéressante communication et ouvre la discussion sur les points qui ont été touchés dans les observations présentées.

M. MONMIREL. — Je ferai une remarque. M. SIDERSKY dit que la situation en Allemagne est la même qu'en France au point de vue de la prime à récupérer sur l'alcool. Elle est la même pour les alcools d'industrie, mais non pour les alcools de vin.

M. SIDERSKY. — En Allemagne, la prime est à prélever sur les alcools d'industrie mais non pas sur les bouilleurs de cru, ces derniers paient un impôt réduit, une sorte d'abonnement qui leur permet de distiller le double ou le triple de ce qu'ils devraient faire. Personne ne vient les contrôler et c'est une cause considérable de l'extension de l'alcoolisme. M. MONMIREL a raison. En Allemagne, l'alcool dénaturé ne subit pas de détaxe spéciale, mais en France, on ne peut toucher la prime que sur l'alcool dénaturé; au lieu de dire que l'on paie une prime de 9 francs, que l'on dise que c'est une prime de 8 fr. 20.

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. LÉON MARTIN.

M. MARTIN. — Messieurs, je tiens à faire ressortir que la question de prix de revient domine tout. Si l'alcool dénaturé n'arrive pas à être bon marché, sa consommation se restreindra jusqu'à disparaître. Certes, on ne peut nier que toute la question est là. L'alcool disparaîtra complètement et tous les efforts pour le sauver resteront vains, si nous n'arrivons pas à résoudre cette question de prix. Je demanderai donc que notre réunion veuille surtout s'appesantir sur cette question et en pousser activement l'étude par tous les moyens.

Pour que l'alcool dénaturé soit consommé en France, il faut qu'il coûte 25 à 30 francs. Actuellement il coûte 35 à 40 francs et à ce prix il ne peut concurrencer le pétrole; il faudrait même qu'il tombât à 20 ou 25 francs, sinon, il faut considérer cette question de l'alcool comme enterrée et c'est sur cette question primordiale que j'attire de toutes mes forces l'attention du Congrès.

M. LECOMTE. — Je partage l'avis de M. SIDERSKY qui trouve absolument ridicule de faire subir une dénaturation unique aux alcools avec la benzine par exemple, alors qu'il y a d'autres dénaturants qu'on peut retrouver au 1/100000e.

Et si je l'appuie avec beaucoup d'énergie, c'est que j'ai eu l'honneur de faire des essais avec M. SOREL, notamment sur la benzine. Je tiens à signaler le grave inconvénient qu'elle a de déposer du goudron dans les mèches des lampes. Tous ceux qui ont des appareils anciens ou à mèche métallique savent que ce réseau métallique se bouche peu à peu; si on l'examine au microscope, on trouve l'affreux goudron, il n'y en a pas beaucoup cependant, un demi-litre environ pour 100 litres !

M. SIDERSKY. — J'avais oublié de vous dire, Messieurs, que les benzols benzoënes ou benzines lourdes, donnaient des résidus charbonneux à la carburation. J'appuie donc la manière de voir de M. LECOMTE. L'addition de la ben-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

zine lourde à l'alcool dénaturé, surtout de la benzine régie, n'a pas sa raison d'être avec le méthylène et n'a pour résultat que des inconvénients.

M. LE PRESIDENT. — Cela, Messieurs, prouve une chose, c'est que chaque fois que vous substituez l'esprit administratif à l'initiative privée, l'Administration trouve le moyen de faire moins bien que tout le monde.

Vous voyez, par là, où conduisent les monopoles (*Applaudissements.*)

M. ARACHEQUESNE. — La régie a spécifié que la benzine lourde devait distiller entre 150 et 200°. Or, le laboratoire de la régie a constaté que ce produit bouillait parfois avant 150°. On n'a jamais fait d'essais pour savoir s'il bouillait au delà de 200 et jusqu'à 300°. Il est absolument ridicule de voir ainsi la régie en contradiction avec ses propres règlements. Pour les analyses et les dosages, c'est la même chose ! La régie n'applique pas ses propres procédés.

M. BARBIER. — Je viens d'entendre à propos des moyens propres à assurer l'association en France des propos qui ne laissent pas de m'étonner quelque peu. Je suis surpris de voir que l'on s'appuie sur l'exemple de l'Allemagne, alors que vous avez vu autrefois se dessiner un projet qui vous avait paru, à l'étude, se mieux adapter aux mœurs françaises et aux conditions économiques de notre pays.

Nous ne sommes pas, en France, avec nos habitudes et nos lois, en mesure de nous assimiler l'esprit qui a présidé à l'organisation de la « Centrale Allemande ». Nous savons que la *Centrale* est une association de distillateurs qui a pu accaparer les marchandises et en déterminer le prix dans toute l'Allemagne. Cela était facile, Messieurs, d'abord parce que l'on n'a pas en Allemagne le caractère français et ensuite parce qu'il y a unité de fabrication d'alcool. Il n'y a ni Cognac, ni Armagnac, il n'y a que l'alcool industriel.

M. L. MARTIN, lorsqu'il était président, nous avait présenté un projet plus en harmonie avec nos idées. Il s'agissait par une loi, et je ne crois pas qu'il soit possible d'arriver en France autrement que par une loi, d'obliger les distillateurs à laisser déterminer pour leur fabrication la proportion d'alcool de dénaturation et la proportion d'alcool de consommation.

Ce serait pour ainsi dire la dénaturation forcée. On pourrait, pour ne pas encombrer le marché, la limiter et aller progressivement, mais il faut avant tout faire quelque chose, sans cela nous n'arriverons jamais à l'abaissement indispensable du prix de l'alcool dénaturé; il faut qu'une partie soit vendue à bas prix et relever l'ensemble par les prix de l'alcool de consommation.

D'un autre côté, nous nous mettrons en parfait accord avec les anti-alcooliques, mais 30 % comme proportion d'alcool à dénaturer est peut-être aller un peu loin.

Les anti-alcooliques ne trouveront jamais la proportion d'alcool de bouche assez réduite. Nous admettons volontiers que cette proportion donnerait un alcool suffisamment pur et de bonne consommation.

Nous autres, fabricants d'appareils, nous devrions protester, nous ne le faisons pas. Il faut aboutir. Si nous faisons disparaître par la dénaturation et d'un seul coup un tiers de la production, nous pourrons espérer un relèvement du cours des alcools de consommation.

Messieurs, je crois qu'à présent, on est absolument fixé et certains distillateurs, à moins de circonstances indépendantes de leurs volontés, comme les intempéries ou les mauvaises récoltes, se contenteraient volontiers d'un prix moyen de 35 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je crois voir dans ce que je viens d'exposer, Messieurs, un moyen d'arriver à l'abaissement du prix de l'alcool et suis heureux d'avoir appelé là-dessus l'attention du Congrès.

M. MONMIREL. — Je suis d'accord avec M. BARBIER. Une catégorie de distillateurs serait cependant atteinte sinon supprimée, c'est celle qui fabrique économiquement des flegmes de betterave dans les distilleries agricoles et qui ne verrait plus une proportion suffisante d'alcool à donner à la rectification. Elle est libre maintenant. Se laissera-t-elle dévorer? Ces distillateurs en conséquence, préfèreront continuer à traiter directement au degré, avec le rectificateur.

M. LÉON MARTIN. — Je désire simplement placer quelques mots au sujet de l'envoi des flegmes à la dénaturation.

Je crois, messieurs, que si vous envoyez une proportion de 70 % à la dénaturation, vous détruisez une valeur de haut-goût vraiment considérable.

Si vous perdez ainsi la meilleure partie de votre alcool, vous subissez une perte qu'il faut retrouver ailleurs.

Je me suis rendu chez des dénaturateurs pour essayer de passer un marché. Ils m'ont répondu qu'ils recevaient l'alcool directement dans leurs usines, envoyé par les rectificateurs, à un et deux francs au-dessous du cours. Par conséquent, le distillateur se trouve en concurrence dans ce genre de marché avec le rectificateur, qui lui, peut faire une concession sur ses propres moyens. Si la dénaturation se développait d'une manière considérable, il arriverait que le distillateur serait vis-à-vis du rectificateur dans des conditions inférieures à l'égard des marchés de dénaturation.

Je crois donc que dans la situation actuelle, ce serait une mauvaise chose que de dire que le distillateur agricole devra envoyer son alcool à la dénaturation dans une proportion qui dépasserait celle du mauvais goût.

M. LECOMTE. — Dans l'intérêt du bon fonctionnement des appareils d'éclairage et surtout de leurs mèches, les constructeurs seraient très heureux que les distillateurs fassent du haut degré aussi pur que possible.

M. SIDERSKY. — J'ai un mot à répondre à la théorie de M. MARTIN.

Il y a un point que l'on semble avoir perdu de vue. C'est le contingent qui en Allemagne a été le point de départ de la *Centrale*.

J'estime que pour le moment il ne faut pas trop demander aux pouvoirs publics et qu'il faut avant tout s'occuper de l'abaissement des frais de dénaturation ou de l'augmentation de la prime.

M. LE PRESIDENT. — Nous irons plus loin, nous demanderons que l'on applique à l'alcool dénaturé le système allemand ou un procédé analogue qui ne coûte pas plus de 2 fr. 50 ou 3 francs.

M. DUCHEMIN. — Vous avez, avant-hier, Messieurs, émis un vœu de réduction du quantum de méthylène dénaturant et je viens vous demander de ne pas revenir sur ce vote en fixant aujourd'hui le maximum de méthylène devant être employé, car c'est là une question appartenant au domaine de la Section de Chimie.

En outre, je vous rappelle à quel point une diminution trop importante de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

méthylène dénaturant serait dangereuse pour l'industrie de la carbonisation du bois en vase clos.

M. LE PRESIDENT. — M. DUCHEMIN prétend que l'industrie des distillateurs de méthylène ne peut vivre si on n'emploie pas des doses massives de ce produit pour dénaturer l'alcool. Il est cependant établi que le méthylène diminue le pouvoir calorifique et éclairant de l'alcool éthylique.

Nous ne voulons pas tuer la fabrication du méthylène, mais *elle ne peut vivre aux dépens de l'alcool éthylique comme le phylloxera vit sur la vigne.*

On peut, tout en assurant la dénaturation, diminuer la quantité de méthylène ; des gens plus compétents que moi indiqueront les quantités auxquelles on pourrait peut-être adjoindre des produits pyridiques.

M. DUCHEMIN. — M. le Président vient de jeter un terrible pavé aux intérêts que je représente au milieu de vous en déclarant que le méthylène est à l'alcool ce que le phylloxera a été à la vigne, mais permettez-moi de vous répondre que le dénaturant actuel me semble avoir été pour l'alcool un phylloxera bienfaisant !

M. ARACHEQUESNE, en effet, déclarait avant-hier que depuis 1893, l'Administration n'avait pas constaté de revivification d'alcool dénaturé ! Qu'est-ce que cela prouve ? Simplement que le dénaturant est excellent ! Il me paraît donc sage de ne pas se débarrasser d'un bon et fidèle serviteur.

M. LE PRESIDENT. — Cela ne prouve pas qu'il soit bon marché, nous pouvons lui demander de continuer son service en diminuant ses appointements.

M. DUCHEMIN. — Permettez-moi, Monsieur le Président, d'ajouter encore un mot et de vous prier de ne pas voter, *a priori* et sans un examen plus approfondi de la question une motion défavorable au méthylène surtout lorsque les producteurs de méthylène vous déclarent qu'ils n'ont qu'un seul désir : étudier avec vous les moyens de développer les emplois industriels de l'alcool, tout en défendant cependant leurs légitimes intérêts. Du reste, nos intérêts ne sont-ils pas identiques aux vôtres, puisque plus on emploie d'alcool plus on consomme de méthylène !

Nommez donc, Messieurs, une commission qui comptera non seulement des distillateurs et dénaturateurs, mais encore des carbonisateurs et qui cherchera un *modus vivendi* ne lésant aucun des intérêts en présence... »

A la suite de ces discussions, M. le Président fait voter à la majorité les conclusions suivantes :

« Les Membres du Congrès demandent à l'Administration des contri-
« butions indirectes :

« 1° De réduire les frais de dénaturation au minimum ,

« 2° De supprimer l'emploi de la benzine qui contient des impuretés. »

M. LE PRESIDENT fait ensuite ressortir que la force de l'Allemagne provient de l'association de l'agriculture à la petite distillerie. De cette façon, les agriculteurs transforment les produits hydro-carbonés en séparant de la plante les éléments azotés pour les faire consommer sur place par les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

animaux de la ferme. En conséquence il propose aux Membres du Congrès de se rallier à la motion suivante :

« Le Congrès de l'Alcool demande que l'Etat favorise l'association des « producteurs d'alcool, distillateurs d'industrie et distillateurs agricoles pour « la défense de leurs intérêts personnels. » (*Adopté à l'unanimité.*)

M. LE PRESIDENT invite ensuite M. BLONDEL à faire part aux Membres du Congrès de la communication relative « aux formalités de vente de l'alcool ».

Communication de M. BLONDEL

NÉGOCIANT DÉNATURATEUR

sur les

FORMALITÉS EXIGÉES PAR LA RÉGIE POUR LA VENTE DE L'ALCOOL DÉNATURÉ

La vente et la détention des alcools dénaturés sont assujetties en France à diverses formalités par l'Administration des Contributions Indirectes. J'ai pensé qu'il serait intéressant de résumer dans une note ce qui concerne spécialement la Demande d'autorisation, le Carnet d'autorisation et les Bulletins de livraison.

DEMANDE D'AUTORISATION

L'Administration des Contributions Indirectes, s'inspirant de ce qui existe à l'étranger, notamment en Allemagne et en Suisse, obligea par l'article 4, 1° de la loi du 16 décembre 1897, les commerçants qui vendent de l'alcool dénaturé à se pourvoir d'une autorisation personnelle donnée par la régie. Cette obligation de demande d'autorisation est rappelée à l'article 32 du règlement d'administration publique du 1er juin 1898 et au titre II de la Circulaire n° 290 du 15 juin 1898.

Et selon les termes de la Circulaire n° 301 du 22 août 1898, la demande d'autorisation peut être libellée sur papier libre.

CARNET D'AUTORISATION

Tout d'abord, en conformité de l'article 34 du règlement d'administration publique du 1er juin 1898 et des termes de la Circulaire n° 290 du 15 juin 1898, les marchands en gros et les détaillants d'alcools dénaturés devaient se pourvoir d'un registre appelé : Registre de commandes. Ils ne pouvaient recevoir des alcools dénaturés, qu'en envoyant à leur fournisseur une demande extraite de ce livre et signée par le chef du service local des Contributions Indirectes de leur résidence.

M. le Directeur général dans la séance de la Chambre des Députés du 29 mars 1899, nous a appris que cette formalité avait été empruntée à l'Angleterre.

Toutefois il fut vite reconnu que cette manière de procéder présentait de graves inconvénients au point de vue commercial ; de nombreuses réclamations surgirent, et à la séance du 29 mars 1899, à la Chambre, M. le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Directeur général des Contributions Indirectes s'engagea à rechercher des formalités moins gênantes pour le commerce.

L'Administration s'inspirant des termes du Rapport présenté par M. Georges Graux, au nom de la Commission parlementaire de l'Agriculture arrêta dans sa Circulaire n° 331 du 14 avril 1899 les dispositions actuellement existantes.

Le Livre de commandes fut supprimé et remplacé par le Carnet d'autorisation dont chaque souche porte le nom d'Attestation. Le commerçant en alcool dénaturé n'est plus obligé de fournir une commande écrite avant chaque livraison. Lorsqu'il s'adresse pour la première fois à un fournisseur, il lui fait parvenir une Attestation détachée de son Carnet d'autorisation. Chaque attestation doit être *signée* du chef du service local des Contributions Indirectes de la résidence de l'acheteur, pour bien établir que celui-ci est autorisé à vendre de l'alcool dénaturé. Il n'a plus de formalités à remplir pour les autres demandes qu'il pourrait faire au même fournisseur.

Selon la Circulaire n° 449 du 13 mai 1901, les particuliers qui voudraient recevoir des alcools dénaturés de chez un marchand en gros, sont également soumis aux formalités de la demande d'autorisation et du Carnet d'autorisation.

BULLETIN DE LIVRAISON

De son côté, le fournisseur est obligé de dresser pour chaque envoi sur un registre spécial et à souche un Bulletin de livraison qu'il dépose à la recette buraliste en même temps que sa demande d'expédition. Ce bulletin de livraison est transmis au service de régie du lieu destinataire par l'intermédiaire des chefs de division.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

L'Administration des Contributions Indirectes a paru à diverses reprises tenir absolument à l'existence de l'Attestation pour la sauvegarde des intérêts du Trésor.

Il ne faut pas oublier que les dénaturateurs et les marchands en gros ne peuvent livrer des alcools dénaturés qu'à des personnes dûment autorisées à en recevoir ; et que trop souvent ils sont seuls rendus responsables lorsqu'une infraction est commise à ce point de vue.

Les dispositions contenues dans la Circulaire 331 du 14 avril 1899 ont donc eu pour résultat de porter sur le fournisseur seul les formalités les plus gênantes.

Dans ces conditions je demanderai à la 5e Section du Congrès International des applications de l'Alcool dénaturé de bien vouloir accepter la conclusion suivante :

« Dans le cas de non exécution de la formalité de l'attestation telle « qu'elle est prévue dans la Circulaire n° 331 du 14 avril 1899, que la respon- « sabilité n'en incombe pas au fournisseur seul. »

M. LE PRESIDENT. — Je vous appelle, Messieurs, à voter sur les conclusions de M. Blondel que nous remercions de son intéressante communication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vous parlez de développer et faciliter la vente de l'alcool, j'ai moi-même prêché d'exemple, j'ai installé des appareils dans ma maison et comme j'habite une petite ville, j'ai essayé de la faire éclairer à l'alcool. Je n'y ai pas réussi. Comme nous n'avons pas d'alcool dans le pays, nous sommes obligés de le faire venir de Paris. J'ai eu des complications.

M. LEPRÊTRE. — De Paris, nous ne pouvons pas expédier directement. Il faut une demande d'autorisation, l'avez-vous demandée ?

M. LE PRESIDENT. — Je n'en sais rien... C'est la distillerie de la Couronne qui a fait l'expédition. Mais je vous le déclare, dans mon petit pays qui possède 3.000 habitants, beaucoup de cafetiers, détaillants et hôteliers qui avaient vu mes lampes, étaient disposés à se servir d'appareils à alcool et à éviter le pétrole donnant une lumière toujours plus ou moins jaunâtre, mais ils ont dû y renoncer à cause des nombreuses difficultés pour se procurer l'alcool au détail et des formalités qu'il fallait remplir pour l'obtenir.

M. FAMECHON. — Je tiens à faire observer, Messieurs, que ce ne sont pas seulement les nombreuses et inutiles formalités imposées aux dénaturateurs qui entravent la vente de l'alcool, mais aussi celles que provoque l'établissement de dépôts de ce produit.

Il y a là un point fort intéressant pour la vulgarisation de l'alcool et beaucoup de propriétaires de garages d'automobiles vendent exclusivement de l'essence de pétrole pour éviter les formalités sans nombre et les perpétuelles visites des agents des contributions indirectes que provoque la vente de l'alcool.

Il serait, en outre, nécessaire de réduire, en ce qui concerne les dépôts d'alcool, les exigences de la législation actuelle vieille d'un siècle qui régit encore les autorisations d'ouverture d'établissements insalubres, dangereux ou incommodes.

M. LE PRÉSIDENT. — Il y a, en effet, au point de vue fiscal, des impédimenta considérables. Je le sais, par expérience, pour avoir essayé de faire établir des dépôts d'alcool chez des détaillants, ce n'est certes pas avec des formalités désagréables que l'on arrivera à augmenter la consommation de l'alcool dénaturé.

M. LE PRESIDENT fait ensuite observer à M. Blondel qu'il serait à craindre qu'en multipliant les critiques et les demandes comme il l'a fait dans la conclusion de la communication, on n'obtienne un résultat contraire à celui que l'on cherche. Il propose, en conséquence, au Congrès de limiter les réclamations et de demander :

1° Que la Régie se contente seulement du bulletin de livraison et qu'elle autorise la livraison au-dessus de 25 litres;

2° Que la Régie diminue dans la plus large mesure les formalités nécessaires à l'établissement des dépôts pour la vente de l'alcool ;

3° Que les décisions prises pour l'alcool dénaturé soient appliquées à l'alcool carburé. *(Adopté à l'unanimité.)*

M. LE PRESIDENT donne la parole à M. Douge représentant au Congrès des industries de la parfumerie, du celluloïd, des pellicules photographiques et de la soie industrielle qui fait la communication suivante :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Communication de M. DOUGE

sur les

APPLICATIONS INDUSTRIELLES SPÉCIALES DE L'ALCOOL

Les industries des produits chimiques employant l'alcool sont nombreuses; nous vous citerons notamment: l'extraction des parfums, les fabriques de celluloïd, les fabriques de produits pharmaceutiques: chloral, chloroforme, etc.; les fabriques d'éthers sulfurique, méthylique, éthylique ; les fabriques de pellicules photographiques, de soie artificielle à base de nitro-cellulose, etc.

Quelques-unes d'entre elles ont pu bénéficier de la loi de 1897, bien que n'employant pas le dénaturant du type Régie, parce qu'elles ont pu faire admettre comme dénaturant des substances qui ne nuisent pas à leurs produits.

D'autres sont dans la nécessité de fabriquer des produits de qualité inférieure, notamment les industries des parfums, par suite de l'obligation où elles sont de dénaturer leur alcool; d'autres enfin ne peuvent absolument pas vivre en France, parce que leurs fabrications sont basées sur l'emploi d'alcool chimiquement pur, sans addition d'aucune substance étrangère, elles ne peuvent pas, conséquemment, bénéficier de la loi de 1897, et l'obligation pour elles de payer les droits de consommation équivaut en fait à l'impossibilité de fabriquer.

Aussi, pour ne citer qu'un exemple, assiste-t-on à cet étrange spectacle d'industriels allemands plus avantagés pour l'extraction des parfums dans leur pays, dans ce pays où la culture des fleurs n'est qu'un accident, plus avantagés, disons-nous, que nos industriels de Cannes ou de Grasse dont les fabriques émergent de la splendide floraison de leur merveilleuse contrée.

Nous ne pouvons donc mieux faire, dans l'état actuel de notre législation, que d'envoyer à nos malheureux confrères l'expression de notre vive sympathie et leur déclarer notre ferme volonté de lutter avec eux sans trêve ni merci pour l'adoption d'un régime plus libéral.

Nous savons, d'ailleurs, que nous pouvons compter sur le bienveillant appui du Gouvernement dans l'étude de ces questions, et nous espérons bien que nous serons appelés à formuler nos desiderata devant la Commission extra-parlementaire instituée par M. le Ministre de l'agriculture.

Toutefois, et sans vouloir empiéter sur les attributions de ladite Commission, ni sur la méthode de travail adoptée par elle nous voudrions lui soumettre notre désir de voir réunis au sein de cette commission : MM. les membres du Parlement, MM. les délégués de l'Administration des Contributions indirectes et enfin les membres délégués par les associations organisées, telles que: Société des Agriculteurs de France, Fédération des Sociétés viticoles du Sud-Ouest, de la Bourgogne, Syndicat des distillateurs, Syndicat des commissionnaires et courtiers, Syndicat des dénaturateurs, Société pour l'industrie technique de l'alcool, etc.

Ce mode de composition de la Commission aurait, à notre avis, le mérite de faire gagner du temps, tous les intérêts y étant représentés, tandis qu'habituellement, avec la méthode qui consiste à délibérer sur un texte pour en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soumettre ensuite l'adoption aux Ministres compétents, on s'expose fatalement à des discussions interminables, lesdits textes étant la plupart du temps inadmissibles pour les Administrations, soit par suite de non-observation des principes de réglementation, soit par suite de la non-compréhension de leur rédaction par les personnalités restées étrangères à la discussion.

M. SIDERSKY nous apprend qu'en 1901, la consommation en France d'alcool dénaturé sous toutes les formes a atteint la quantité de 251,000 hectolitres en chiffres ronds, dont 153,000 hectolitres en chiffres ronds d'alcool dénaturé par le dénaturant type général, pour les usages du chauffage, de l'éclairage et de la force motrice, et 98,000 hectolitres en chiffres ronds pour la fabrication des produits chimiques.

Ces chiffres nous indiquent que les emplois de l'alcool aux produits chimiques représentent pour notre pays 40 % de la consommation totale d'alcool d'industrie.

Or, actuellement, avec le cours de 42 fr., certaines de ces industries employant l'alcool comme dissolvant paient ce dissolvant 80 % plus cher que leurs concurrents allemands !

C'est donc pour elles la prohibition absolue des marchés d'exportation !

Vous voyez d'après cela, Messieurs, que cette source importante de débouchés pour l'alcool d'industrie est gravement atteinte par la hausse des cours, plus gravement atteinte que celle des emplois au chauffage, éclairage et force motrice.

Si le Parlement voulait bien approprier aux circonstances, le principe légal tel qu'il existe actuellement dans la loi de finance de 1901, nous pourrions voir s'améliorer notre situation.

Nous croyons que la modification sera légère et qu'elle ne rencontrera aucune résistance ni de la part du Gouvernement ni de la part du Parlement, ladite modification n'entraînant avec elle aucune inscription au budget des dépenses.

L'article 59 de la loi de finances du 25 février 1901 est ainsi conçu :

« ART. 59. — A partir du 1er janvier 1902, et pour leur tenir compte du « coût du dénaturant, il sera alloué à forfait, aux préparateurs d'alcools dénaturés destinés au chauffage, à l'éclairage ou à la production de la force « motrice, une somme de neuf francs (9 fr.) par hectolitre d'alcool pur soumis « à la dénaturation. Le taux de cette allocation ne pourra être modifié que par « la loi.

« Pour couvrir le Trésor de cette dépense, les distillateurs qui rectifient « des flegmes ou qui mettent en œuvre des matières autres que des vins, « cidres, poirés, lies, marcs et fruits, seront tenus d'acquitter une taxe de « fabrication de quatre-vingts centimes (0 fr. 80) par hectolitre d'alcool pur « qu'ils feront sortir de leurs usines, sous déduction :

« 1° Des quantités directement exportées ;

« 2° Des quantités à l'état de flegmes dirigées sur d'autres usines pour « y être rectifiées.

« Les sommes payées aux dénaturateurs seront portées au débit d'un « compte à ouvrir parmi les services spéciaux du Trésor. Ce compte sera cré- « dité du produit de la taxe imposée aux distillateurs au paragraphe 2 ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Dans le cas où le produit de cette taxe ne suffirait pas à couvrir la « dépense, son taux serait relevé par un décret qui devrait être soumis à la « sanction des Chambres avant le 1er avril, pour le nouveau taux être appli- « cable à partir du 1er janvier suivant.

« Si le produit de la taxe était supérieur à la dépense, le taux en serait « abaissé dans les mêmes conditions. »

Or, quel a été le résultat de cette mesure fiscale ?

Vous le savez tous, et notre collègue, M. Arachequesne, nous le rappelait à notre dernière séance: c'est que tout d'abord la dénaturation au méthylène coûte plus de 11 fr. Elle coûte 11 fr. 69 d'après M. Havard, président de la Ligue agraire.

Par conséquent, le remboursement de 9 fr. est un remboursement partiel; de plus, lorsque l'administration des contributions indirectes a fait les corrections, elle ne donne que (7 fr. 32) aux dénaturateurs et non pas 9 fr.

Notre collègue, M. Martin, nous rappelait aussi tout à l'heure, qu'actuellement ce remboursement partiel était absolument insuffisant, car l'emploi de l'alcool dénaturé était maintenant beaucoup plus coûteux que celui du pétrole pour les usages : chauffage, éclairage et force motrice ; que cette situation faisait abandonner l'usage des ingénieux appareils imaginés par nos constructeurs pour ces applications.

Si l'on n'y prend pas garde et si on ne fait pas quelque chose tout de suite, on risque de compromettre à tout jamais le magnifique essor des emplois de l'alcool aux usages domestiques, les constructeurs n'ayant plus aucun intérêt à perfectionner leurs appareils si l'emploi en devient impossible.

La conséquence de tout ce qui précède est que le texte de l'article 59 doit être modifié pour deux raisons :

1° Parce qu'il consacre un principe mauvais : la sélection des emplois de l'alcool dans l'industrie, alors que toutes les applications industrielles de l'alcool sont profitables à notre agriculture française et alors que toutes ces industries, sans exception, sont gravement entravées dans leur développement pour la même cause : instabilité et excessif relèvement des cours de l'alcool, et que pour cette raison elles ont toutes droit à la même protection ;

2° Parce que le remboursement d'une partie des frais de dénaturation, tel qu'il est indiqué à l'article 59, est dans l'espèce absolument inefficace.

Cette situation est connue de la Chambre des Députés qui avait chargé, lors de la précédente législature, une commission spéciale, que l'on avait appelée « commission de la crise viticole, » de lui faire un rapport sur la question.

Ce rapport a été distribué, et M. Clémentel, rapporteur, a bien voulu nous en communiquer les conclusions, lesquelles tendaient à porter la prime de 9 fr. à 15 fr. et à l'appliquer à tous les emplois industriels de l'alcool.

Dès lors, il semble que nous trouverons la Chambre actuelle d'accord avec nous sur le principe de modification de l'article 59.

Sans avoir la prétention de nous substituer à l'initiative parlementaire, nous estimons que notre indication sera utile.

Au moment où la commission de la crise viticole étudiait la question

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(printemps 1902), le cours des alcools était de 28 fr. en moyenne ; la prime de 15 fr. aurait amené ce cours à 13 fr. ; c'est trop beau.

Au cours actuel de 42 fr., la déduction de la prime nous donnerait un prix de 27 fr. ; ce prix est plus élevé que celui de l'alcool d'industrie en Allemagne, et si les cours s'élèvent encore, comme cela est probable, cette prime, qui est trop considérable pour le cours de 28 fr., deviendra absolument inefficace pour le cours de 50 fr.

Cette considération nous fait voir la nécessité d'une prime proportionnelle au cours et non une prime fixe.

D'autre part, comme, d'après le principe de la loi, la dépense en résultant et la taxe à faire supporter aux distillateurs doivent être connues avant le 1er avril de chaque année pour être appliquées pendant l'exercice budgétaire, il semble qu'on ne pourrait mieux faire que de déterminer ces éléments à chaque exercice :

1° D'après la moyenne des cours de l'alcool pendant l'exercice écoulé, sauf à corriger la taxe en cours d'exercice.

2° D'après les quantités d'alcool fabriquées et les quantités d'alcool envoyées à la dénaturation au cours du même exercice et établissant les calculs, en admettant d'autre part que nous pourrions développer considérablement les emplois avec de l'alcool à 20 fr.

D'autre part, il conviendrait de répartir la dépense sur toutes les quantités d'alcool fabriqué sans faire de distinction entre les matières premières qui ont servi à sa fabrication, tous les distillateurs, quels qu'ils soient, étant intéressés au développement des emplois de l'alcool dénaturé.

Dans ces conditions, nous allons nous permettre de vous soumettre une nouvelle rédaction de l'article 59, laquelle aura le mérite de respecter le principe de la loi et de l'harmoniser avec les conditions de l'emploi de l'alcool dans l'industrie:

NOUVEAU TEXTE

« A partir du 1er avril 1903 il sera alloué à forfait, au commencement de « chaque trimestre, aux dénaturateurs d'alcool et pour chaque hectolitre « d'alcool pur soumis à la dénaturation, une somme représentant la différence entre le cours moyen de l'alcool à la cote de Paris pendant le trimestre précédent et le prix de 20 francs, admis comme cours fixe de l'alcool « d'industrie.

« Cette dépense sera répartie entre tous les producteurs d'alcool de quelque nature qu'ils soient, et pour couvrir le Trésor, lesdits producteurs « seront tenus d'acquitter pendant le cours de chaque trimestre une taxe de « fabrication dont le taux sera obtenu en divisant le chiffre de dépense prévu « au paragraphe premier par le nombre d'hectolitres d'alcool pur fabriqué « pendant le trimestre précédent.

« Cette taxe sera appliquée à chaque hectolitre d'alcool pur, sur toutes « les quantités qui sortiront des usines ou des entrepôts et magasins; sous « déduction :

« 1° Des quantités directement exportées;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« 2° Des quantités à l'état de flegmes dirigées sur d'autres usines pour y « être rectifiées.

« Les sommes payées aux dénaturateurs seront portées au débit d'un « compte à ouvrir parmi les services spéciaux du Trésor. Ce compte sera « crédité du produit de la taxe imposée aux distillateurs au paragraphe 2 « ci-dessus.

« Les corrections nécessaires seront faites d'un trimestre sur l'autre de « façon à balancer les écritures. »

L'adoption de cette modification de l'article 59 de la loi de finances du 25 février 1901 permettrait aux dénaturateurs d'alcool de développer considérablement leurs débouchés en attendant qu'une législation plus libérale rende possible l'usage de l'alcool, dénaturé ou non, à tous les emplois industriels.

Nous allons prouver maintenant que la mise en pratique de ce système ne lésera aucun des intérêts en jeu.

Tout d'abord il ne saurait être question d'un préjudice causé à la distillerie vis-à-vis de la concurrence étrangère ; chacun sait, en effet, que cette industrie jouit en France d'un monopole absolu, le droit de douane de 70 fr. par hectolitre ne permettant absolument pas l'importation de quelle quantité d'alcool que ce soit.

D'ailleurs l'application de l'article 59 au cours de la présente année a fait voir que les distillateurs s'étaient empressés de majorer toutes leurs factures du montant de la taxe fixée par ledit article.

Examinons la situation des consommateurs:

La statistique nous apprend que la production de l'alcool pendant l'année 1902 sera de 2.000.000 d'hectolitres en chiffres ronds.

Mais cette production a été inférieure de 500.000 hectolitres environ à celle de 1901 par suite, d'une part, de la diminution des ensemencements de betteraves, conséquence des bas prix d'alcool de l'an dernier et, d'autre part, de la mauvaise récolte en fruits de cette année.

Ces circonstances n'existeront plus pour la campagne prochaine, tout au moins en ce qui concerne la production betteravière, deux éléments concourant à l'augmentation de production de cette denrée : les hauts cours actuels de l'alcool et la diminution probable pour cette année des quantités de betteraves nécessaires à la sucrerie par suite de la suppression des primes à l'exportation des sucres, lesdites quantités non absorbées par la sucrerie devant fatalement retourner à la distillerie.

On peut donc évaluer en toute sincérité à 2.700.000 d'hectolitres la production d'alcool pour l'année 1903.

Nous savons d'autre part que la consommation de l'alcool dénaturé est de 251.000 hectolitres.

Si on appliquait le nouveau texte proposé pour l'article 59 et sachant que le cours moyen de l'alcool pour 1902 sera d'environ 31 fr., ce qui établirait la valeur de la prime à 11 fr. par hecto, la taxe serait de :

$$\frac{251,000 \times 11}{2,700,000} = 1 \text{ fr. } 02$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est-à-dire que cette taxe serait à peu près équivalente à celle qui est fixée par la loi du 25 février 1901.

Mais, dira-t-on, si l'on donne une prime aux emplois de l'alcool dénaturé, les quantités vont augmenter et, par conséquent, la dépense sera plus grande.

Nous répondrons que notre agriculture française est en état de permettre aux distillateurs une plus grande production, par conséquent l'augmentation dans les emplois industriels de l'alcool se traduira par une augmentation de production en distillerie, la dépense sera dès lors répartie sur un plus grand nombre d'hectolitres et la taxe ne changera pas sensiblement.

Et admettant même que la taxe devienne de 2 fr. ou même de 3 fr., quelle en serait la conséquence pour le prix de l'alcool de bouche?

Chacun sait que les spiritueux sont en moyenne à 40 degrés; par suite, une taxe de 2 fr. par hecto à 100 degrés correspondra à 0,80 par hecto d'alcool de bouche ou 0,08 par litre ; c'est insignifiant si l'on veut bien se rappeler qu'au moment de l'application de la nouvelle taxe sur l'alcool, MM. les débitants ont augmenté le prix de leurs petits ou grands verres bien au delà de l'augmentation résultant de l'application de ladite taxe; ils se sont donc couverts par avance de la légère redevance que nous leur demandons.

M. LE PRESIDENT. — Nous laisserons à d'autres le soin d'introduire des délégués auprès des Pouvoirs publics. Nous n'avons pas ici mission de nous élever contre la législation acquise ou en projet. Nous devons atteindre indirectement notre but, en nous contentant de résumer nos discussions sous la forme de résolutions.

Pour donner à la communication de M. Douge toute la suite qu'elle comporte, avec nos remerciements à son auteur, je vous propose la résolution suivante :

« Les Membres du Congrès demandent que la Commission extra-parle-
« mentaire nommée par le Ministre des Finances veuille bien déterminer une
« situation privilégiée aux alcools dénaturés quelle que soit leur destination,
« énergie, force, lumière ou applications spéciales industrielles. »

M. ARACHEQUESNE. — Je demande que l'on joigne, à cette question, l'étude relative aux usines cadenassées.

M. LE PRESIDENT. — Je suis absolument de votre avis sur cette question des « usines cadenassées ». M. Saillard, chef du laboratoire des fabricants de sucre m'a envoyé à ce sujet des documents dont j'ai parlé à la Société nationale d'agriculture. On y trouve les raisons pour lesquelles l'industrie des confitures avait été en grande partie transportée en Angleterre au lieu de rester en France. On ne s'était, en effet, jamais occupé de ce phénomène chimique que l'on appelle l'interversion ou inversion du sucre. Il arrivait ainsi, que le fabricant ne pouvait se faire rembourser à la sortie, la totalité des droits qu'il avait payés ; cinquante pour cent (50 %) du sucre, par le phénomène de l'inversion, échappait aux moyens de contrôle de la Régie qui refusait par conséquent un remboursement intégral.

Je crois que nous pourrions faire une addition à notre résolution en ce qui concerne la bonne utilisation de la matière première et demander :

« Que la Régie veuille bien s'occuper de l'installation d'usines dites « cade-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« nassées » pour permettre l'emploi dans les meilleures conditions possibles, « de l'alcool comme matière première de certaines industries ». *(Adopté à l'unanimité.)*

M. LE PRESIDENT. — Messieurs, nous avons épuisé notre ordre du jour, la séance est levée.

Vu : *Le Président*,
VIGER.

Le Secrétaire,
DAUCHEZ.

SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902

M. LE PRESIDENT. — Messieurs, la séance est ouverte, la parole est à M. BEAUVAIS pour une communication sur la vulgarisation de l'emploi industriel de l'alcool dans le département de l'Yonne.

Communication de M. BEAUVAIS

INGÉNIEUR E. C. P.

sur la

VULGARISATION DE L'EMPLOI INDUSTRIEL DE L'ALCOOL DANS L'YONNE

Au point de vue agricole et viticole le département de l'Yonne est un des plus riches de la région du Centre. Ses vallées, au sous-sol calcaire, au sol argilo-siliceux provenant de l'érosion des roches granitiques du plateau du Morvan, sont éminemment propices à la culture de la betterave industrielle tant pour la production du sucre que de l'alcool. Ses coteaux couverts de vignes depuis des siècles donnent en abondance les vins fameux dits de Basse-Bourgogne. Aussi les bouilleurs de cru y sont légion.

On y compte.

45.050 propriétaires récoltant des vins ;

18.749 propriétaires récoltant cidres et poirés;

57.985 bouilleurs de cru sans compter les clandestins.

L'Yonne est le département de France où il y a le plus de bouilleurs de cru. On conçoit, dès lors, que la question des alcools ne doive point laisser indifférente la population laborieuse de cette région.

Dès l'année 1901, de juin à octobre, antérieurement à la première exposition officielle des appareils utilisant l'alcool (Grand-Palais, nov. 1901), de nombreuses communications techniques sur l'emploi industriel de l'alcool, ont paru dans les principaux journaux de l'Yonne.

Ces publications avaient pour but de démontrer que le problème de l'utilisation de l'alcool comme source de chaleur, force et lumière était résolu, et d'indiquer qu'une exposition des appareils transformateurs d'alcool en énergies, organisée par les soins du Ministère de l'Agriculture allait bientôt prouver que les constructeurs français étaient prêts à livrer au public des appareils absolument pratiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il existe dans l'Yonne de nombreuses Société et Comices d'agriculture et de viticulture, on y compte :

12 Comices cantonaux ;

4 Sociétés d'arrondissement ;

1 Société départementale dite, Société Centrale d'agriculture, de viticulture et d'industrie formée des éléments de chacun des groupes précédents.

Comprenant l'importance du rôle que devait jouer l'alcool un jour, comme source de chaleur, force et lumière, la plupart de ces groupes décidèrent de lui réserver une section spéciale dans les concours et expositions qu'ils organisent chaque année au siège de leur ressort généralement à l'occasion des fêtes patronales.

Notamment :

Juin 1901. — Joigny (Société d'agriculture du canton).

Juin 1902. — Ancy-le-Franc (Société cantonale).

Août 1902. — Auxerre (Société centrale).

Septembre 1902. — Brienon (Société cantonale).

Septembre 1902. — Tonnerre (Société d'arrondissement).

Novembre 1902. — Sens (Syndicat agricole).

La presse locale donnant par des comptes rendus détaillés un grand retentissement à chacune de ces manifestations, aida puissamment à la vulgarisation de l'emploi industriel de l'alcool.

Toutefois, l'organisation de ces expositions dans nos campagnes ne se fit pas sans rencontrer de sérieuses difficultés ; la recherche d'exposants fut une question souvent difficile à résoudre.

Le commerce local quelque peu routinier, insuffisamment initié aux maniements d'appareils nouveaux, ne prévoyant aucun résultat commercial tangible et immédiat dans ces expositions d'un genre jusqu'alors inconnu, hésitait à se présenter.

D'un autre côté, les constructeurs ou industriels de Paris avaient d'autres préoccupations que celle de venir, dans ces milieux de la province, exposer à grands frais leurs derniers modèles.

Les Comices ont dû intervenir auprès des constructeurs et des commerçants pour assurer par une collaboration mutuelle le succès des expositions projetées. Des récompenses, médailles d'or, furent décernées aux exposants et des diplômes d'honneur aux constructeurs des modèles exposés.

La foule des visiteurs ne cessa de défiler devant les stands de l'alcool qui constituaient une leçon de choses dont chacun a pu faire son profit.

Les exposants se sont dès lors spécialisés dans la vente des appareils utilisant l'alcool. Aussi n'est-il point téméraire d'affirmer que maintenant, dans l'Yonne, l'éclairage et le chauffage par l'alcool sont choses connues et entrent résolûment dans l'économie des ménages.

Ce qui s'est fait dans l'Yonne peut se faire dans tous les départements qui possèdent des Sociétés et Comices d'agriculture, ne serait-il pas habile de profiter de cette organisation pour aider à la propagande des applications du produit national?

En Allemagne, la Central fur spiritus Verwershung, vaste association syn-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dicale des producteurs d'alcool, seule dispensatrice de tout l'alcool dénaturé allemand a été un merveilleux instrument de rapide vulgarisation. En France, la législation s'oppose à une telle organisation qui puise ses éléments de force dans le monopole dont elle est investie. Mais nous pouvons profiter de l'institution des professeurs spéciaux d'agriculture qui sont en contact avec les comices agricoles, dans lesquels ils peuvent jouer un rôle prépondérant et dont ils peuvent diriger les décisions. C'est pourquoi nous osons émettre le vœu suivant, que nous soumettons à l'approbation du Congrès.

« Considérant que la rapide vulgarisation de l'emploi industriel de l'al-
« cool est du plus haut intérêt pour l'agriculture.

« Vu l'impossibilité où se trouve l'organisation actuelle de la puissance
« commerciale en France d'implanter rapidement l'usage de l'alcool pour
« les nécessités industrielles.

« Reconnaissant les efforts développés sans relâche par le Ministère
« de l'agriculture pour faire triompher ce nouveau débouché offert au pro-
« duit national.

« Nous émettons l'avis que :

« Les professeurs départementaux et spéciaux d'agriculture soient
« invités :

« 1° à faire, dans chacune de leurs circonscriptions, des conférences
« multiples sur l'utilisation industrielle de l'alcool ;

« 2° à agir de toute leur influence auprès des Comices et Sociétés d'agri-
« culture de leur ressort pour faire admettre dans les programmes des
« concours et expositions, une section spécialement réservée aux appareils
« utilisant l'alcool comme source de chaleur, force et lumière. »

M. DE LAPPARENT. — Pour que les conférences portent réellement leurs fruits, il faut des conférenciers complètement documentés. Je voudrais qu'ils puissent assister à des séances comme celles qui ont été tenues ces jours-ci avec ces données préalables et des instruments qui leur seraient fournis, je crois que leurs paroles pourraient avoir un certain effet.

M. LE PRESIDENT. — J'ai à vous faire une proposition, Messieurs. Je veux vous prier de demander à M. le Ministre de l'Agriculture, qu'au prochain Congrès, un certain nombre de professeurs enseignant dans les pays producteurs d'alcool, soient invités administrativement à venir suivre les travaux. On pourrait leur allouer une indemnité de déplacement. Comme le disait M. DE LAPPARENT, vous ne pouvez pas improviser des conférenciers, surtout quand il s'agit de faire des démonstrations sur des appareils qu'il faut avoir vu fonctionner.

Toutes ces choses, Messieurs, ne s'improvisent pas, il faut les apprendre. Nombre de questions économiques se rattachent ensuite à l'emploi industriel de l'alcool, elles ne peuvent trouver leurs solutions que dans une discussion approfondie.

Je demanderai donc à M. l'Inspecteur général DE LAPPARENT de vouloir bien se faire l'interprète auprès de son Ministre, du désir exprimé par la 5me Section, que nous pourrons formuler ainsi:

« Le Congrès demande que M. le Ministre de l'Agriculture veuille bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« inviter tous les professeurs d'agriculture, professeurs départementaux et spé-
« ciaux à faire de la propagande pour la cause de l'alcool dénaturé, à cet effet
« leur ouvrir un petit crédit afin de permettre, à ceux qui en ont le temps et
« le désir, de venir au prochain Congrès, assister, dans les sections techniques,
« aux expériences qui seront faites, et dans les sections économiques, aux dis-
« cussions qui seront tenues.

« Tout ceci, avec l'espoir de les voir retourner ensuite dans leurs circons-
« criptions avec un bagage théorique et pratique suffisant pour pouvoir faire
« connaître autour d'eux la vérité sur les avantages des emplois industriels et
« domestiques de l'alcool. » *(Adopté à l'unanimité.)*

M. LE PRESIDENT. — Messieurs, je donne la parole à M. BAILLET qui doit nous faire une communication sur « Les moyens propres à vulgariser l'emploi de l'alcool dénaturé dans les campagnes. »

M. BAILLET est un instituteur public qui fait de la propagande dans sa région avec beaucoup de zèle.

Communication de M. BAILLET

INSTITUTEUR PUBLIC, A MORISEL (SOMME)

sur les

MOYENS PROPRES A VULGARISER L'EMPLOI DE L'ALCOOL DÉNATURÉ DANS LES CAMPAGNES

Messieurs,

Je venais de donner ma dix-septième conférence populaire sur l'alcool dénaturé et ses diverses applications, quand j'appris par la Presse qu'un congrès de l'alcool allait se tenir à Paris, en même temps que la superbe Exposition de l'Automobile-Club.

J'ai donc condensé en une étude documentée les observations que j'ai recueillies au cours de cette vulgarisation : c'est cette étude que je vais avoir l'honneur de résumer.

Après m'être entouré des renseignements les plus précis à la dernière Exposition de l'Alcool, et après avoir assisté à une conférence faite par M. JOURDAIN, le distingué professeur d'agriculture de la Somme, je me suis mis en campagne.

J'ai actuellement à mon actif dix-huit conférences, auxquelles ont assisté approximativement 3.700 auditeurs, c'est-à-dire environ le quart de la population des pays visités.

Presque toutes ces réunions ont été présidées par MM. les Maires car j'ai eu soin de me ménager à l'avance leur assentiment, ainsi que vous pourrez en juger par ces quelques extraits de lettres :

« J'accepte avec plaisir votre proposition. Il est certain que vous serez
« bien accueilli par les producteurs de betteraves, etc... »

Signé : VARLÉ, Maire à Hallu.

« Vous serez certainement le bienvenu si vous venez à Fresnoy faire
« une conférence sur un sujet si intéressant pour l'agriculture. »

Signé : ETÉVÉ, Maire à Fresnoy.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je me borne à ces deux citations pour ajouter que j'ai toujours trouvé près de mes collègues l'accueil le plus cordial.

Une fois certain de l'appui moral des Municipalités, je me suis occupé de la publicité. J'ai utilisé à cet effet des affiches dont voici un modèle.

Je vous ferai remarquer cette phrase : « Les dames sont instamment priées d'y assister ». — Je l'ai ajoutée parce que, dès les premières conférences, les dames se tenaient à l'écart, ignorant sans nul doute que les appareils utilisant l'alcool dénaturé sont des articles de ménage.

J'ai pensé comme dans l'Opéra :

Il est toujours bon, sur ma foi,
D'avoir les femmes avec soi. *(Rires)*

J'ai vu par la suite augmenter le nombre d'auditeurs féminins, et j'augure mieux du résultat.

Afin de joindre la pratique à la théorie, et de rendre la conférence plus attrayante, je me suis composé un petit matériel, facilement transportable :

4 Tableaux schématiques ;
1 Flacon de benzine ;
1 Ballon en verre ;
3 Réchauds de différents modèles ;
3 Lampes de différents modèles ;
1 Bec à veilleuse démonté ;
1 Lampe à pétrole pour comparaison.

Cette dernière m'est souvent prêtée par mon collègue.

A l'aide de ces instruments, j'ai donné partout ma conférence sur le plan suivant :

§ Ier. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

1° Rôle qui appartient à l'alcool dans l'avenir.

2° Comparaison des consommations d'alcool dénaturé en France et en Allemagne — Conclusions.

3° Comparaison des différentes consommations d'alcool à 90° — Alcool de bouche — dénaturé — pharmacie — vernis — vinaigre.

Conclusion : L'effort de consommation doit porter sur l'alcool dénaturé.

4° Importance de la question.

a) Au point de vue agricole,
b) Au point de vue industriel,
c) Au point de vue hygiénique,
d) Au point de vue de la richesse générale,
e) Au point de vue ménager.

§ II. — L'ALCOOL DÉNATURÉ

1° Définition de l'alcool.
2° Définition de l'alcool dénaturé.
3° Définition de l'alcool carburé. — Expérience.
4° Comment on dénature l'alcool.
5° Un mot des différents dénaturants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° Calcul du prix de revient d'un litre d'alcool dénaturé.
Conclusion.

§ III. — APPAREILS

1° Expérience fondamentale : gazéification de l'alcool.
2° Chauffage. Description et démonstration pratique à l'aide des réchauds — faire ressortir les avantages sur ceux à pétrole.
3° Eclairage.
a) Lampes brûlant directement l'alcool.
b) Lampes à gazéification à veilleuse et à récupération.
4° Démonstration pratique et sur les tableaux schématiques. — Avantages de ces lampes.
5° Un mot des moteurs à alcool. — Comparaison du prix de revient du cheval-heure dans les divers moteurs.
6° Conclusion générale.
7° Réponses à des demandes d'explications.

Vous pensez bien, Messieurs, qu'il m'a été présenté, un peu partout, des objections : les unes ayant un caractère d'ordre général, d'autres se rapportant aux appareils, et d'autres enfin d'ordre privé. — Parmi les premières, je rangerai cette observation : « L'alcool dénaturé n'a aucune chance d'être utilisé « tant que le Gouvernement sera payé par le Syndicat des Pétroles ». — Je n'ai pas eu de peine à démontrer l'hérésie d'une semblable assertion. — Parmi les secondes, je citerai les suivantes : A Carrépuits, le bruit courait que la lampe à alcool la plus modeste coûtait 40 francs.

Une observation générale est celle relative aux manchons, dont on ignore le prix peu élevé maintenant.

Dans beaucoup de communes, à Fresnoy, à Gruny, à Hangest, par exemple, j'ai dû retoucher à des appareils mal montés qui faisaient le désespoir des ménagères. — Mais l'objection la plus sérieuse, à laquelle je n'ai pu que répondre par des promesses, c'est celle relative au prix de revient de l'alcool dénaturé.

Je ne vous dirai qu'un mot des dernières. — On a insinué que je travaillais pour mon compte personnel, que je possédais des actions sur l'alcool, que j'étais le représentant attitré de telle ou telle maison. — Permettez-moi de vous citer la réponse que je fis un jour à un auditeur qui m'avait posé cette question : « Pour quelle maison voyagez-vous ? » — « Je voyage, lui ai-je répondu, pour la maison *Progrès* et je fais des affaires en concurrence avec les deux maisons *Routine* et *Ignorance*. — *(Applaudissements.)* — Les quelques résultats que j'ai pu connaître sont cependant excellents.

Les conférences ont été appréciées de tous les cultivateurs qui voient dans le progrès de l'alcool dénaturé un palliatif à la crise betteravière. — D'autre part, j'ai reçu de nombreuses demandes de renseignements concernant les appareils. — Voici un extrait d'une lettre datée de Déluin le 17 novembre dernier. Le Secrétaire de mairie m'écrit:

« J'ai le plaisir de vous apprendre que sur la proposition de l'Instituteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« fortement appuyé par les dix Conseillers présents, le Conseil municipal a « voté l'achat de deux lampes pour le cours du soir, etc...

« Si l'éclairage se fait dans de bonnes conditions économiques, bien des « habitants feront comme nous. »

A Carrépuits, au lendemain de la conférence, le Maire et le Secrétaire ont fait emplette d'une lampe pour la mairie.

A Hangest-en-Santerre, l'acquisition de lampes pour le Cours d'adultes est décidée.

La pratique de la conférence populaire, mise au service de la vulgarisation de l'alcool dénaturé, m'a conduit aux conclusiosn suivantes:

J'avoue que les expositions d'appareils sont un des bons moyens pour en vulgariser l'emploi. Mais tous les habitants des campagnes ne vont pas à ces expositions, et ceux qui les visitent éprouvent une certaine défiance.

Le moyen le plus rationnel pour faire œuvre utile est, je crois, d'aller au devant du peuple de nos campagnes par des conférences populaires.

C'est non seulement de prouver les avantages de l'alcool sur son concurrent exotique, mais encore de montrer que les appareils sont d'un maniement simple et d'une grande sécurité. *(Très bien.)*

C'est de dissiper les malentendus, les préjugés qui ont pu prendre naissance en réfutant, preuves à l'appui, les objections mal fondées. *(Très bien.)*

C'est de mettre le public en garde contre les contrefaçons dangereuses qui amènent des désillusions et retardent la vulgarisation. *(Très bien.)*

Messieurs les Professeurs départementaux ne peuvent pas toujours disposer, en faveur de cette cause, d'un temps précieux.

Pourquoi les Pouvoirs publics ne créeraient-ils pas, pour une période déterminée, un ou plusieurs emplois de conférenciers par département, et même aux Colonies, également tributaires du pétrole ?

J'ai, par l'expérience, pleinement confiance en cette diffusion dans les campagnes et les colonies : j'y vois le moyen le plus rationnel de faire faire un grand pas à la question.

Je vous propose, Messieurs, de soumettre cette idée à la haute sagesse de M. le Ministre de l'Agriculture, Président d'honneur du Congrès.

Telles sont, Messieurs, les conclusions d'une communication qui n'a d'autre mérite que celui d'être sincère, et que je vous prie d'accueillir avec bienveillance comme venant d'un Instituteur désireux d'être doublement utile à son pays. *(Applaudissements.)*

M. LE PRESIDENT. — Je crois être l'interprète de vous tous, Messieurs, en remerciant très vivement M. BAILLET de sa communication si intéressante et de la propagande qu'il a faite pour la cause de l'alcool dans les régions qu'il habite.

La conclusion de la communication de M. BAILLET appelle la création de conférences régionales de propagande en France et aux colonies, je vous prierai, Messieurs, de nous faire connaître vos avis à ce sujet.

M. FAMECHON. — Tout en m'associant au vœu formulé par M. BAILLET, je tiens à faire observer que les professeurs d'agriculture ont déjà reçu, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Administration centrale, des instructions leur recommandant de chercher par tous les moyens possibles, à vulgariser les divers emplois de l'alcool industriel.

Dans plusieurs régions, les efforts de ces fonctionnaires ont produit les résultats les plus heureux.

M. BARBIER. — Les emplois domestiques de l'alcool sont impraticables aux Colonies qui ne possèdent pas de dénaturation organisée et où on est obligé de payer le plein droit.

M. LEPRÊTRE. — Je crois qu'en Indo-Chine il est permis de dénaturer.

M. BARBIER. — Alors il n'y a pas longtemps.

M. LE PRESIDENT. — Ne nous égarons pas, Messieurs, dans des questions incidentes.

Il est donc entendu que nous joindrons au désir émis par M. Beauvais, celui de M. Baillet qui consiste à :

« Demander à M. le Ministre de l'Agriculture d'accréditer un certain « nombre de conférenciers spéciaux pour aller faire en France et dans les Colo- « nies des conférences sur la question de l'alcool. » *(Adopté.)*

M. LE PRESIDENT. — Nous avons maintenant terminé, Messieurs, les différentes communications qui étaient à l'ordre du jour; je vais donner la parole à M. Duboys, Directeur du service de la cavalerie des Postes et Télégraphes qui demande à présenter quelques observations au sujet de la fixité du prix de l'alcool et de l'écoulement des mélasses.

Communication de M. DUBOYS

DIRECTEUR DU SERVICE DES VOITURES DES POSTES

sur

L'ALIMENTATION DES CHEVAUX PAR LES MÉLASSES

Après avoir entendu les communications diverses et intéressantes qui nous ont été faites ces jours derniers, et après avoir suivi avec attention les discussions auxquelles elles ont donné lieu, je vous demanderai de m'écouter quelques instants au sujet d'un projet que je désirerais vous soumettre ; projet ayant pour but de faciliter l'écoulement des mélasses avant leur envoi à la distillerie.

Dans un pays, comme la France, surproducteur de sucre et par conséquent de mélasse, n'y aurait-il pas intérêt pour parvenir à une certaine stabilité dans le prix de l'alcool dénaturé (question qui a longuement retenu votre attention) et sans toutefois, nous écarter du programme tracé à notre éminent Président de section, par M. Michel Lévy, n'y aurait-il pas intérêt, dis-je, à envisager l'un des différents moyens à employer pour écouler cette surproduction qui, à mon sens, ne pourrait que nuire à la fixité de prix que vous recherchez.

Cette question me paraît primordiale.

Je ne parle pas de la surproduction du sucre qui ne peut pas être mise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en cause, mais je veux parler de la surproduction de la mélasse et de la voie à suivre pour amener les Pouvoirs publics à faciliter l'écoulement de ce produit.

J'estime, en effet, que l'écoulement de la mélasse, sans qu'il soit besoin de la faire traiter par la distillation, serait un débarras pour la distillerie agricole.

Ce moyen existe, et je n'ai pas la prétention de l'avoir inventé, mais je voudrais provoquer pour cet écoulement, les mêmes facilités que les distillateurs demandent pour l'écoulement de l'alcool.

M. Arachequesne nous a démontré qu'il est plus difficile d'extraire l'alcool de la mélasse, que de l'extraire directement de la betterave. D'où je conclus que l'alcool de mélasse doit coûter plus cher que l'alcool de betteraves.

Si donc vous parvenez à écouler en grande partie la mélasse, vous parvenez plus facilement au but que vous vous proposez, c'est-à-dire : la fixité du prix de l'alcool, car vous n'avez plus la même concurrence entre l'alcool de mélasse et l'alcool de betteraves, et M. Barbier ne pourra plus dire que distillateurs de mélasse et distillateurs agricoles se serrent les mains en se les égratignant, puisqu'une des principales causes de la concurrence aura cessé d'exister.

Le moyen dont je veux parler, le voici :

L'introduction du sucre dans l'alimentation des chevaux et du bétail est de plus en plus à l'ordre du jour et les essais qui ont été faits sont tellement concluants que, si la régie facilitait les choses, la consommation actuelle de la mélasse se trouverait instantanément triplée.

Et ceci, me sera, je crois, facile à établir.

Sans vouloir m'étendre sur les quantités consommées en France, je tiens à vous dire qu'à Paris par exemple, il n'y a plus guère d'industries qui n'aient introduit dans la ration journalière des chevaux, de 1 à 2 kilogs d'aliments mélassés.

D'après les expériences que j'ai faites personnellement depuis 18 mois, sur une grande quantité de chevaux, j'ai pu me convaincre qu'en raison de la composition actuelle de la mélasse livrée à la consommation, il est impossible de faire absorber aux chevaux plus de 1 kilog. à 1 kilog. 5 d'aliments mélassés, c'est-à-dire contenant de 600 à 900 grammes de mélasse, soit 300 à 450 grammes de sucre pur.

Or, d'après les expériences faites par des chimistes, dont l'avis fait autorité, et spécialement par Grandeau, un cheval de taille ordinaire peut et doit absorber une dose minima de 1 kilog de sucre pur par jour.

Mais la quantité de sels contenue dans la mélasse (soit de 10 à 12 %) est un grave obstacle qui nous empêche d'employer cette mélasse en plus grande quantité sans compromettre gravement la santé des animaux qui la consomment.

Le moyen de séparer la potasse de la mélasse existe cependant, *l'osmose*, mais nous ne pouvons nous en servir sans payer les droits sur la partie du sucre contenu dans la mélasse.

Ne serait-il pas intéressant d'attirer l'attention du prochain Congrès de l'alcool, qui doit avoir lieu au mois de mars, sur cette question, et ne croyez-vous pas que la consommation d'une quantité trois fois plus grande de mélasse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne soit un élément précieux pour parvenir à la fixité du prix de l'alcool, que vous recherchez.

Le Syndicat de la Distillerie agricole, a, du reste, dans une de ses dernières réunions, émis un vœu dans ce sens.

Ce vœu le voici :

« Considérant que des expériences concluantes ont établi la valeur des « mélasses pour l'alimentation du bétail ; considérant que ce produit peut « être une grande ressource pour l'agriculture au point de vue de l'utilisation « des fourrages grossiers ou inférieurs ; considérant que cet emploi des « mélasses évitera dans une large mesure la surproduction du sucre et de « l'alcool ; considérant qu'il est plus difficile d'extraire l'alcool de la mélasse « que de beaucoup d'autres substances se trouvant librement dans le com- « merce, le Syndicat de la Distillerie agricole émet le vœu que l'emploi des « mélasses aux usages agricoles soit débarrassé de toute entrave.

Je vous propose de le compléter dans ce sens: « et que toute facilité soit « donnée pour la préparation de la mélasse dépotassée, destinée à être « employée comme mélange avec certaines substances désignées spécialement « pour la nourriture du bétail. »

M. LE PRESIDENT. — J'ai étudié de très près l'emploi de la mélasse pour la nourriture des animaux. Elle est très utile pourvu toutefois qu'elle ne soit pas donnée à dose massive. Il ne faudrait pas non plus en faire consommer aux vaches laitières qui ne supportent pas cette nourriture et pour lesquelles son intervention irait à l'encontre d'une bonne production de lait.

Des cultivateurs ont constaté que leurs chevaux avaient eu des atteintes de paralysie à la suite d'absorption de produits mélassés. J'ai demandé à des hommes compétents de m'indiquer la cause de ces accidents et voici ce qu'ils m'ont répondu :

« Certains fabricants de sucre ont traité leurs jus sucrés par l'acide sulfu- « reux, il s'est formé des sulfites de potasse, or ceux-ci causent une altération des « fibres musculaires. Ce sont donc les mélasses sulfitées qui occasionnent des « accidents. »

Dès lors si l'on veut employer des mélasses pour l'alimentation, il convient de s'assurer qu'elles ne contiennent pas de sulfites; les accidents ne proviennent pas de la potasse elle-même, soit à l'état de base, soit à l'état de combinaison avec d'autres acides que l'acide sulfureux.

M. Léon MARTIN. — Je me suis toujours très bien trouvé de l'emploi de la mélasse, dans de justes proportions, pour la nourriture de mes animaux. En donnant à mes chevaux de culture 6 kil. de son, remoulage, grain écrasé, paille hachée et en y ajoutant 7 à 800 gr. de mélasse, je n'ai jamais eu le plus petit accident, la moindre colique, mes animaux avaient une santé parfaite, le poil luisant et ils n'ont jamais eu un jour de repos.

M. REMY. — J'ai obtenu également de très bons résultats en me servant des mélasses provenant de la sucrerie. Les accidents signalés ont été occasionnés par des tourteaux mélassés.

M. BARBIER. — M. Duboys vient de nous dire que la production d'alcool de mélasse coûtait plus cher que la production d'alcool de betterave. C'est le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contraire. L'alcool de mélasse est meilleur marché; il ne comporte presque pas de main-d'œuvre (75 % en moins).

M. LE PRESIDENT. — Lorsque vous prenez une betterave de distillerie, vous êtes obligé de la nettoyer, de lui faire subir toute une série d'opérations nécessaires à l'extraction du sucre. Une fois que vous avez ce jus sucré, il se trouve dilué dans une certaine quantité d'eau, il est alors concentré, converti en sirop. Ensuite il faut faire la transformation en alcool.

M. BARBIER. — A partir du moment où nous avons obtenu le jus de la betterave, nous commençons à avoir les mêmes frais que pour la mélasse; tous les frais que nous avons pour obtenir le jus sont des frais supplémentaires qui s'appliquent à l'alcool de betterave.

M. LE PRESIDENT. — Nous n'avons pas, du reste, à étendre la discussion, nous sommes ici pour résoudre les questions économiques relatives à l'alcool dénaturé.

A la suite de sa communication, M. Duboys demande:

« Que l'Administration des contributions indirectes permette d'employer « les mélasses dans les conditions les plus favorables à la nourriture des « animaux. »

Tout le monde est, je crois, parfaitement d'accord sur ce point *(Adopté à l'unanimité.)*

M. LE PRESIDENT. — J'ai reçu de M. Léon Martin la communication suivante :

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous prier de soumettre aux votes du Congrès les vœux suivants :

Attendu que la consommation de l'alcool industriel en France (180.000 hect.) atteint une proportion ridiculement petite à côté de la consommation allemande (1.150.000 hect.) ;

Attendu que le nombre des mines de charbon est relativement restreint en France et qu'elles manquent du combustible qui par la chaleur, la lumière et la force motrice fait la prospérité et la puissance des nations voisines : l'Angleterre, l'Allemagne ;

Attendu que l'alcool peut être produit partout en France : dans le Nord avec la betterave, dans l'Ouest avec la pomme de terre, dans l'Est, le Centre et le Midi avec le seigle, l'orge et le maïs au grand avantage de l'agriculture ;

Attendu que l'alcool se prête admirablement à faire mouvoir les petits moteurs, que ceux-ci peuvent se placer dans l'atelier familial et répandre l'industrie dans tout le Centre et le Midi de la France qui en sont privés faute de charbon ;

Emet le vœu que le Parlement prenne un parti énergique pour développer la consommation industrielle de l'alcool :

1° Soit en édictant la dénaturation obligatoire de l'alcool dans les usines de rectification dans la proportion de 25 %.

Cette disposition aurait l'avantage au point de vue hygiénique de faire disparaître de la consommation humaine les alcools douteux qui servent à fabriquer les apéritifs ;

2° Soit en ajoutant à l'impôt sur l'alcool trois ou quatre centimes qui seraient employés à rembourser les frais de dénaturation et à donner un encouragement à l'emploi de l'alcool industriel.

Agréez, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération très distinguée.

Léon Martin, ancien député.

A la suite de la lecture de cette lettre, M. Havard demande la parole :

M. HAVARD. — Messieurs, je partage les craintes exprimées par M. le Président Viger dont la compétence la plus approfondie des choses agricoles est reconnue de tout le monde.

A la faveur des lois sucrières qui disparaissent par la convention de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bruxelles, nous étions arrivés à cultiver 310.000 hectares de betteraves à sucre qui produisaient, les dernières années, 1.150.000 tonnes de sucre ; notre consommation étant de 450.000 tonnes à peine nous exportions la différence, soit 700.000 tonnes.

Avec la convention de Bruxelles, les marchés extérieurs nous sont probablement complètement fermés, puisqu'il a été reconnu à la conférence préliminaire de Paris que nos concurrents produisaient, et principalement l'Allemagne, à 4 fr. 95 moins cher que nous, ce qui lui permettra de vendre à un prix moins élevé tout en ayant un bénéfice supérieur.

Or, notre Président vous a dit et je suis encore d'accord avec lui sur ce point, que l'abaissement des droits sur le sucre pourrait augmenter la consommation intérieure de 100.000 tonnes, ce qui porterait la consommation totale à 550.000 tonnes, mettons-la, si vous voulez, à 600.000 tonnes avec les exportations qui pourraient encore se faire ; il nous resterait à trouver le placement (si nous continuions à produire la même quantité de sucre) de 550.000 tonnes ; qu'en résultera-t-il ?

Monsieur le Président vous a parlé des graines oléagineuses ; le projet de loi déposé à la Chambre aura pour conséquence, lorsqu'il sera voté par le Parlement, d'améliorer un peu la situation de cette culture ; mais je doute qu'elle soit assez efficace pour lui donner beaucoup plus d'extension ; en tout cas, cette culture se propagerait dans les régions où elle se fait encore aujourd'hui et ne s'étendrait pas dans les riches cultures où on a l'habitude de faire de la betterave.

Or, la production de 600.000 tonnes de sucre équivalent, au rendement moyen de 37 quintaux à l'hectare, à 163.000 hectares et ce nombre d'hectares, si nous considérons le rendement moyen de l'alcool à 24 hectolitres, augmentera la production de l'alcool de 3.912.000 hectolitres dont il faut trouver l'emploi.

Nous savons bien que ce chiffre sera diminué par la moins grande production de l'alcool de mélasse ; mais dans quelle proportion ?

La moyenne de la production de l'alcool de mélasse a été pendant les deux dernières années de 880.000 hectolitres ; si nous estimons que la décroissance doit suivre celle du sucre, elle serait réduite à environ 440.000 hectolitres. Mais n'oublions pas que l'Allemagne produit le double d'alcool industriel que nous; que la culture de la betterave en France a seule permis aux cultivateurs de supporter les bas prix du blé et qu'il y en a un grand nombre qui attendent qu'un prix rémunérateur s'établisse sur la production de l'alcool pour entreprendre la culture de la betterave; je crois, Messieurs, que nous n'aurons réellement terminé notre tâche que lorsque nous pourrons non seulement assurer la prospérité aux distillateurs agricoles actuels, mais aussi à ceux de l'avenir.

Vous avez, pour atteindre ce but, voté un vœu tendant à réduire le dénaturant à 2 % d'alcool méthylique et 1/2 % de benzine lourde, ce qui abaisserait le coût du dénaturant à environ 4 francs ; vous avez voté une série d'autres résolutions qui ne peuvent que faciliter dans une certaine mesure la réalisation de ce que nous cherchons. Quelques membres de notre section ont même été jusqu'à suggérer l'idée de rechercher les moyens d'arriver à une entente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commerciale entre les producteurs et les distillateurs pour la fixité du prix de l'alcool; cette idée n'est pas nouvelle, elle a été émise au Congrès des emplois industriels de l'alcool qui a eu lieu en novembre 1901, elle est restée sans résultat; cependant, son application existe dans d'autres pays où elle donne satisfaction à la fois aux producteurs et aux consommateurs.

Je n'aborde, Messieurs, qu'en tremblant cette question qui, à mon sens, est cependant le nœud du problème ; car ce qui est vrai au-delà des Vosges, avec l'esprit d'association qui y domine, ne l'est plus en deça avec l'individualisme, souvent excessif, qui nous caractérise. Vous me permettrez, cependant, de dire que l'alcool est un de ces produits qui se prête admirablement à cette entente ; car, l'alcool de bouche peut être vendu par la production un peu plus cher sans que le petit verre du marchand de vin en souffre et le bénéfice qui en résulte, peut être reporté très avantageusement en déduction de l'alcool industriel qui pourrait arriver ainsi à concurrencer sérieusement le pétrole étranger.

Quoi qu'il en soit, Messieurs, je persiste à croire que c'est l'œuvre de demain et, bien que je n'aie pas la prétention de résoudre ce difficile problème, vous me permettrez de vous donner quelques bases qui pourront servir aux calculs et aux combinaisons d'autres beaucoup plus autorisés que moi.

Ces bases doivent être, d'après moi, établies sur le prix de revient de la betterave et sur le prix de revient de la fabrication de l'alcool ; je négligerai dans ces prix la rectification et la dénaturation dont le coût a déjà été établi dans nos précédentes séances ; bien entendu, ces prix de revient ne sont pas les mêmes dans toutes les exploitations ; cela tient à des causes multiples qu'il serait trop long d'énumérer ici ; mais les prix de revient que je vais vous indiquer sont une moyenne sur laquelle vous pourrez étayer vos calculs sans vous exposer à commettre de trop graves erreurs.

Le coût moyen d'un hectare de betteraves peut être évalué en chiffres ronds à 800 fr. ; sa production moyenne peut être estimée à 36.000 kilos de betteraves à alcool ayant une densité de 6-5 ; il faut donc que le cultivateur vende la betterave un peu plus de 22 fr. les 1.000 kilos pour couvrir ses frais de culture.

La distillation coûte en moyenne, 7 fr. 50 par hectolitre ; le prix de revient d'un hectolitre d'alcool est donc de :

Frais de fabrication et rectification (sans compter le boni de 10 0/0)	Fr.	7 50
1540 kilos de betteraves à 6.05 de densité à Fr. 20 »		30 80
Total	Fr.	38 30
sur lequel il faut déduire pour la pulpe		5 »
Reste	Fr.	33 30

à quelle somme, il faut ajouter un prix de transport supplémentaire pour les betteraves quand elles sont éloignées, le transport de l'alcool qui en élève le prix à environ 35 francs et le bénéfice du cultivateur.

Voilà des bases, Messieurs, sur lesquelles vous pourriez établir vos calculs sans risquer de mécontenter trop de monde pour arriver à la fixité du prix de l'alcool.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si vous voulez me permettre d'examiner la situation qui pourrait être faite au commerce de l'alcool si l'entente commerciale était établie, et cela, bien entendu, à un titre purement exemplaire, nous trouverions, en prenant pour base le prix de 40 fr. l'hectolitre pour l'alcool de bouche et 20 fr. pour l'alcool industriel, quelle qu'en soit la destination, le résultat suivant :

Nous avons produit en 1901 environ 1.830.000 hectolitres d'alcool industriel ; sur ces 1.830.000 hectolitres, 251.000 sont allés à l'industrie ; or, si vous aviez vendu cet alcool 20 fr., vous auriez encaissé, de ce fait, en chiffres ronds, 5.020.000 fr. et les 1.579.000 hectolitres vendus à la consommation vous auraient rapporté, à 40 fr., 63.160.000 fr., soit, en tout : 68.180.000 fr. ; en prélevant sur cette somme le prix de dénaturant réduit à 4 fr. 07 l'hectolitre, vous auriez une recette totale en chiffres ronds, de 67.558.000 fr., alors que la production de 1.830.000 hectolitres ne vous aurait coûté à 35 fr. que 6.400.000 fr., soit 3.550.000 fr. de bénéfices, c'est-à-dire plus de 37 fr. l'hectolitre.

Ces chiffres peuvent naturellement varier ; mais s'il y en avait d'établis, et quels qu'ils soient, ils donneraient la sécurité du lendemain aux producteurs, ils permettraient aux industries qui emploient de l'alcool, de fixer leur prix de fabrication d'une manière précise et permettraient de donner le grand essor que nous cherchons au développement de l'alcool industriel en ramenant à nous les industries qui, malgré les droits protecteurs élevés, trouvent avantage à acheter leur alcool à l'étranger, et en nous permettant de lutter avec succès contre le pétrole de provenance étrangère.

Telles sont, Messieurs, les réflexions que l'examen des questions soumises à nos soins par notre éminent Président m'ont amené à vous présenter, trop heureux si elles peuvent avoir la plus petite part d'efficacité dans la solution que nous cherchons.

Après avoir entendu ces communications le Congrès délibère et sur la proposition de M. le Président il s'arrête à la motion suivante :

**« Le Congrès est d'avis que le Gouvernement prenne les dispositions néces-
« saires afin que les alcools qui ne sont pas susceptibles d'être donnés à la con-
« sommation humaine soient livrés progressivement aux usages industriels,
« sous la forme d'alcools dénaturés ».**

M. LE PRESIDENT donne ensuite lecture d'une lettre de M. Rémy, agriculteur et distillateur à Neuvillette.

Dans cette lettre M. Rémy établit les usages commerciaux existant entre le distillateur agricole et le rectificateur, il explique que le distillateur vend ses flegmes 1 fr. 50 et 2 fr. au-dessous du cours de la Bourse et donne 100° pour 90, ce qui établit un écart entre le prix de vente du cultivateur et le prix réel qui peut se chiffrer ainsi : écart de cours de 1 fr. 50 plus 10 degrés à 42 cent. 4 fr. 20 = 5 fr. 70, soit, lorsque l'alcool est coté en bourse 42 fr., 36 fr. 30 seulement pour le producteur, il trouve que ce prélèvement fait par le rectificateur est beaucoup trop élevé.

Il estime que le distillateur agricole devra profiter d'un avantage qu'il aura eu en dénaturant ses flegmes à 90 degrés ou en les vendant directement au dénaturateur; car il ne donnera que 90 degrés pour 90 degrés et un bénéfice débattu avec le dénaturateur.

Il établit ensuite que les tarifs de chemins de fer ne sont pas les mêmes sur toutes les Compagnies, que certaines, peu au courant du progrès réalisé en distillation, ne veulent nous porter les flegmes au-dessus de 80 degrés qu'au tarif des eaux-de-vie qui est beaucoup trop élevé, notamment les chemins de fer de l'Etat qui ne nous portent pas de flegmes au-dessus de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

80 degrés, et, comme il fabrique des flegmes titrant de 90 à 92 degrés, il est obligé de les mélanger avec de l'eau pour les ramener à 80 degrés.

Il demande donc :

1° Que le prix du transport soit abaissé et établi sans tenir compte du degré alcoolique;
2° D'organiser la vente de l'alcool dénaturé ;
3° De diminuer le plus possible le prix du dénaturant.

Après la communication de cette lettre, le Congrès émet le désir suivant :

« En vue d'éviter la dilution forcée des flegmes au-dessus de 80° obtenus « par les moyens perfectionnés dont disposent les distillateurs, le Congrès est « d'avis d'inviter les Compagnies de chemins de fer de reviser leurs tarifs pour « le transport des alcools industriels ».

M. LE PRESIDENT. — Messieurs, nous avons terminé nos travaux. Je tiens à remercier les auditeurs de l'attention soutenue qu'ils ont apportée à suivre nos discussions et d'exprimer ma satisfaction à tous ceux qui ont bien voulu y prendre part.

Permettez-moi de remercier, en votre nom, notre aimable et distingué Inspecteur général de l'Agriculture, M. DE LAPPARENT, représentant M. le Ministre de l'Agriculture, de l'intérêt et de l'attention qu'il a apportés à nos travaux.

Nous lui sommes reconnaissants des conseils qu'il a bien voulu nous donner et que nous nous empresserons de suivre.

Nous lui demanderons de vouloir bien se faire notre interprète auprès de M. le Ministre de l'Agriculture pour réclamer de lui une propagande énergique de tous ses agents.

Je rappelle, en terminant, le vif désir que nous avons de rencontrer, au prochain Congrès, les Professeurs départementaux et spéciaux d'agriculture. Nous voulons faire d'eux les semeurs féconds de la bonne parole.

M. DE LAPPARENT. — Pour suivre les opérations du Congrès, Messieurs, la bonne part m'est échue. J'ai écouté avec un très vif intérêt toutes vos discussions. Veuillez croire que j'ai bien observé et que je conserve en moi-même le résumé fidèle des opérations de la 5me Section.

Soyez persuadés que je serai votre interprète auprès de M. le Ministre de l'Agriculture et que les conclusions que je déposerai sur son bureau, seront nettement en faveur de l'alcool dénaturé. *(Applaudissements.)*

M. BARBIER. — Je ne laisserai pas, Messieurs, lever cette dernière séance sans qu'il nous soit permis d'offrir à notre Président, nos remerciements les plus chaleureux, pour la distinction et l'autorité, l'esprit et la courtoisie avec lesquels il n'a cessé de diriger les travaux de la Section économique du Congrès de l'alcool. *(Applaudissements.)*

M. LE PRESIDENT. — Messieurs, je suis très heureux d'avoir pu être utile à la cause de l'agriculture et d'une industrie qui s'y rattache si essentiellement, les paroles aimables de M. BARBIER et les applaudissements qui les sanctionnent sont pour moi la meilleure des récompenses.

La séance est levée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

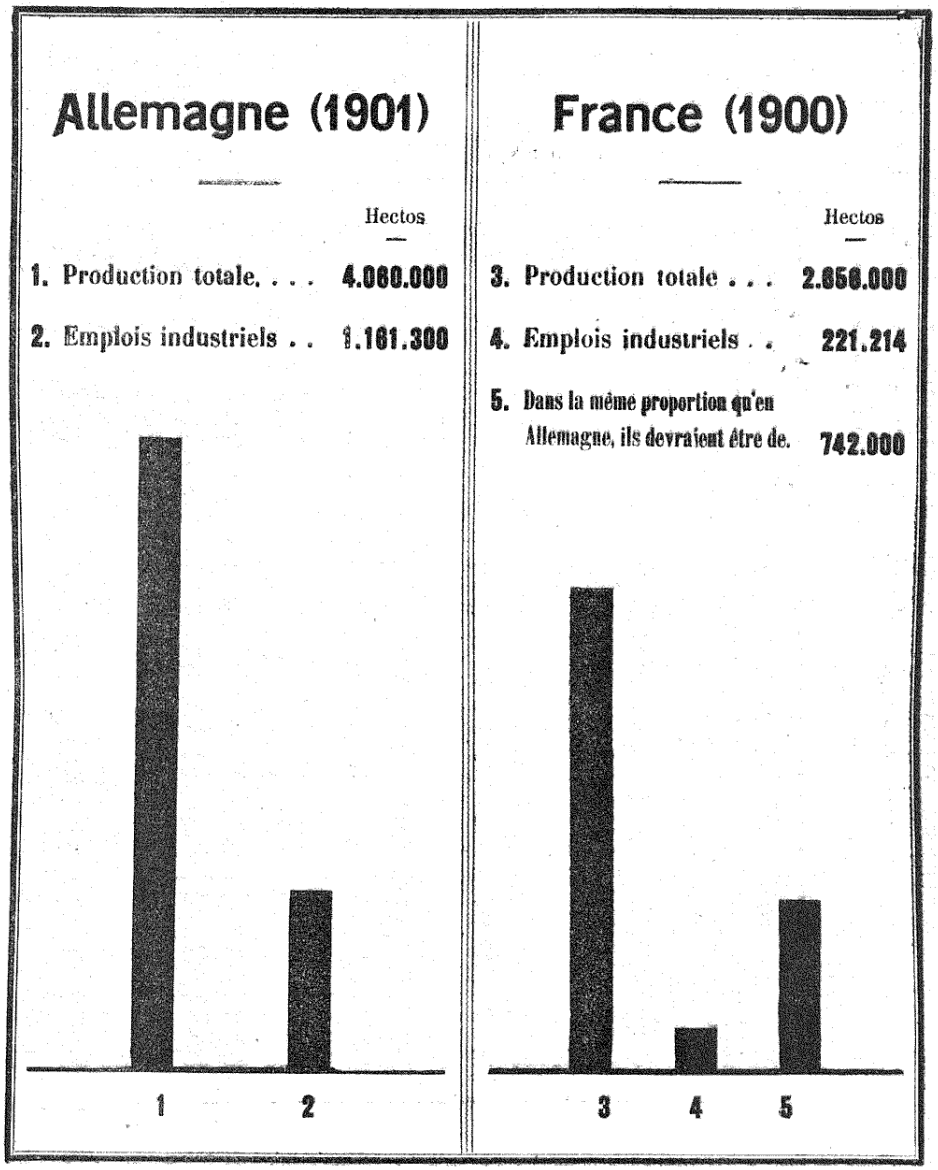
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DOCUMENTS

RÉUNIS PAR

M. Ch. SÉRATZKY

SECRÉTAIRE DU SYNDICAT DES COURTIERS ET COMMISSIONNAIRES DE LA PLACE DE LILLE



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

STATISTIQUE DE L'ALCOOL DEPUIS 30 ANNÉES

ANNÉES — L'hecto logé jusque fin Août 1882	PRIX MOYEN à l'hectolitre les 90° Entrepôt PARIS	PRODUCTION EN HECTOLITRES — ALCOOL DE BETTERAVES	ALCOOL DE MÉLASSES	ALCOOL DE GRAINS	ALCOOL DE VINS, FRUITS & MARCS	CONSOMMATION en Hectolitres	EXPORTATION en Hectolitres	IMPORTATION en Hectolitres
1873	62,06	262.625	691.971	176.686	371.350	1.649.288	Comprise	40.114
1874	64,30	333.614	707.062	190.995	41.644	1.457.156	»	52.282
1875	49,63	397.521	641.911	173.288	631.166	1.779.071	»	62.313
1876	50,76	345.033	684.734	145.484	845.650	1.458.901	542.210	62.363
1877	59,90	168.324	664.517	200.106	150.909	1.059.238	335.676	90.150
1878	60,40	319.736	656.049	197.777	262.840	1.288.993	296.081	117.550
1879	59,49	381.803	718.532	254.040	227.411	1.522.932	281.520	168.302
1880	66,77	313.566	709.925	398.011	24.545	1.454.605	342.530	282.896
1881	62,40	499.108	666.057	507.785	43.781	1.697.718	270.399	232.983
1882	56,63	571.463	714.786	447.634	60.938	1.734.479	257.457	309.539
1883	50,26	579.858	723.918	552.091	45.205	1.843.382	254.608	157.131
1884	43,82	608.419	768.731	519.593	75.099	1.841.027	251.472	182.684
1885	46,84	484.876	776.593	537.243	94.979	1.796.827	271.715	200.922
1886	44,74	525.317	492.093	781.817	103.362	1.856.600	269.581	220.166
1887	42,37	793.006	426.462	761.458	87.769	1.992.788	287.730	234.569

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

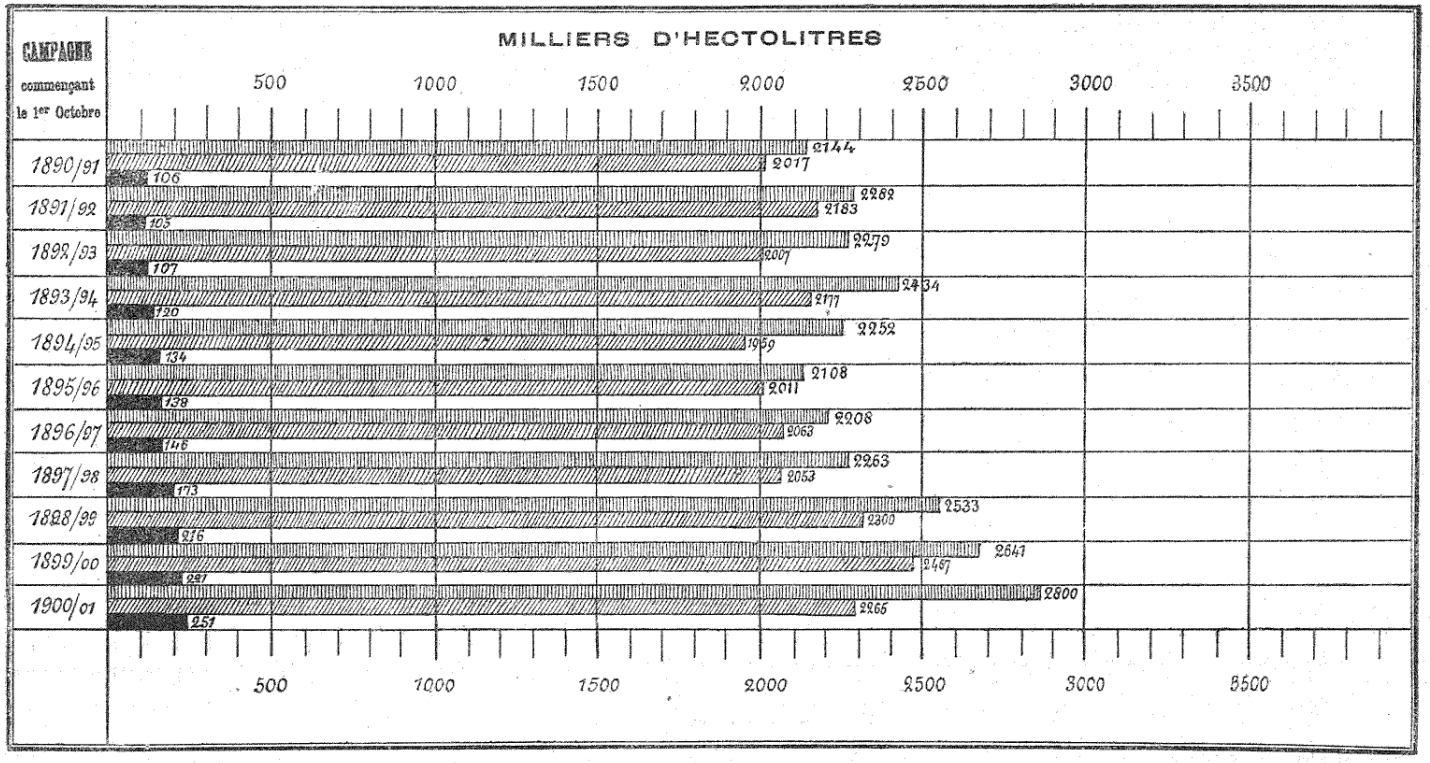
STATISTIQUE DE L'ALCOOL DEPUIS 30 ANNÉES (Suite)

ANNÉES	PRIX MOYEN à l'hectolitre les 90° Entrepôt PARIS	PRODUCTION EN HECTOLITRES				CONSOMMATION en Hectolitres	EXPORTATION en Hectolitres	IMPORTATION en Hectolitres
		ALCOOL DE BETTERAVES	ALCOOL DE MÉLASSES	ALCOOL DE GRAINS	ALCOOL DE VINS, FRUITS & MARCS			
1888	43,91	533.418	579.135	851.896	104.914	1.836.479	272.218	152.083
1889	39,46	739.572	576.390	764.583	107.818	2.005.617	300.923	137.627
1890	35,71	915.770	622.121	686.140	79.977	2.084.334	336.542	133.437
1891	41,47	742.571	851.731	459.150	90.876	2.017.599	327.154	141.042
1892	47,03	917.858	872.611	366.087	126.238	2.183.947	319.435	136.722
1893	44 »	756.826	936.440	448.419	137.436	2.007.170	276.890	160.283
1894	33,63	817.132	772.470	439.783	405.163	2.177.347	278.613	144.443
1895	31,15	777.964	869.949	387.827	217.122	1.959.134	271.131	154.832
1896	30,82	689.241	838.329	414.116	167.128	2.011.948	328.202	126.162
1897	38,11	536.377	790.099	473.932	227.514	2.063.116	281.107	131.806
1898	45,95	823.558	721.781	613.867	104.538	2.053.361	282.323	134.067
1899	41,73	997.550	664.012	717.324	155.039	2.293.481	295.459	115.810
1900	35,35	1.040.691	746.888	623.367	230.559	2.467.153	338.550	119.803
1901	28,29	942.281	932.134	321.492	603.639	2.264.933	327.218	96.794
1902								

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FRANCE. = Production, Consommation de Bouche et Consommation Industrielle d'Alcool.

DEPUIS 1890

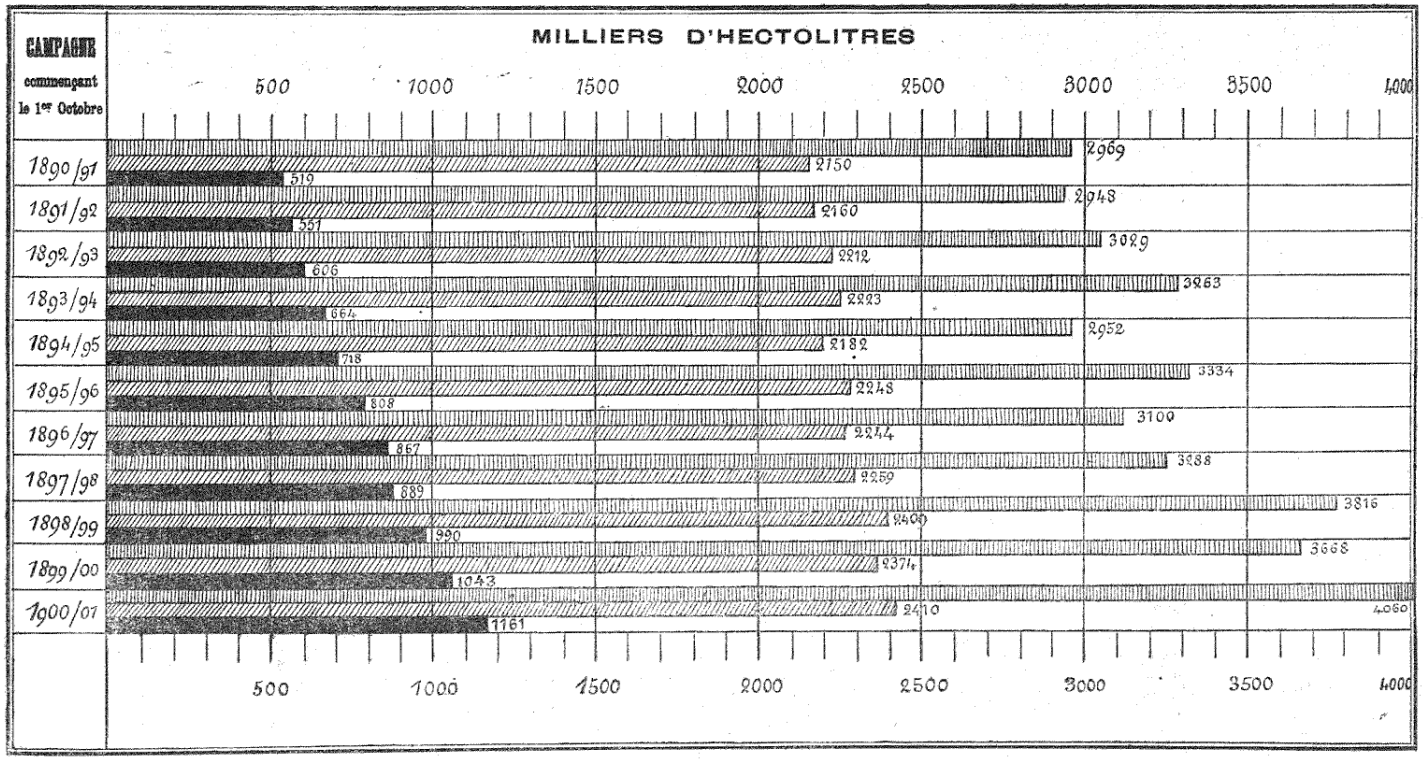


Indication : Production ; Consommation de bouche ; Consommation industrielle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ALLEMAGNE. = Production, Consommation de Bouche et Consommation Industrielle d'Alcool.

DEPUIS 1890



Indication : Production ; Consommation de bouche ; Consommation industrielle.

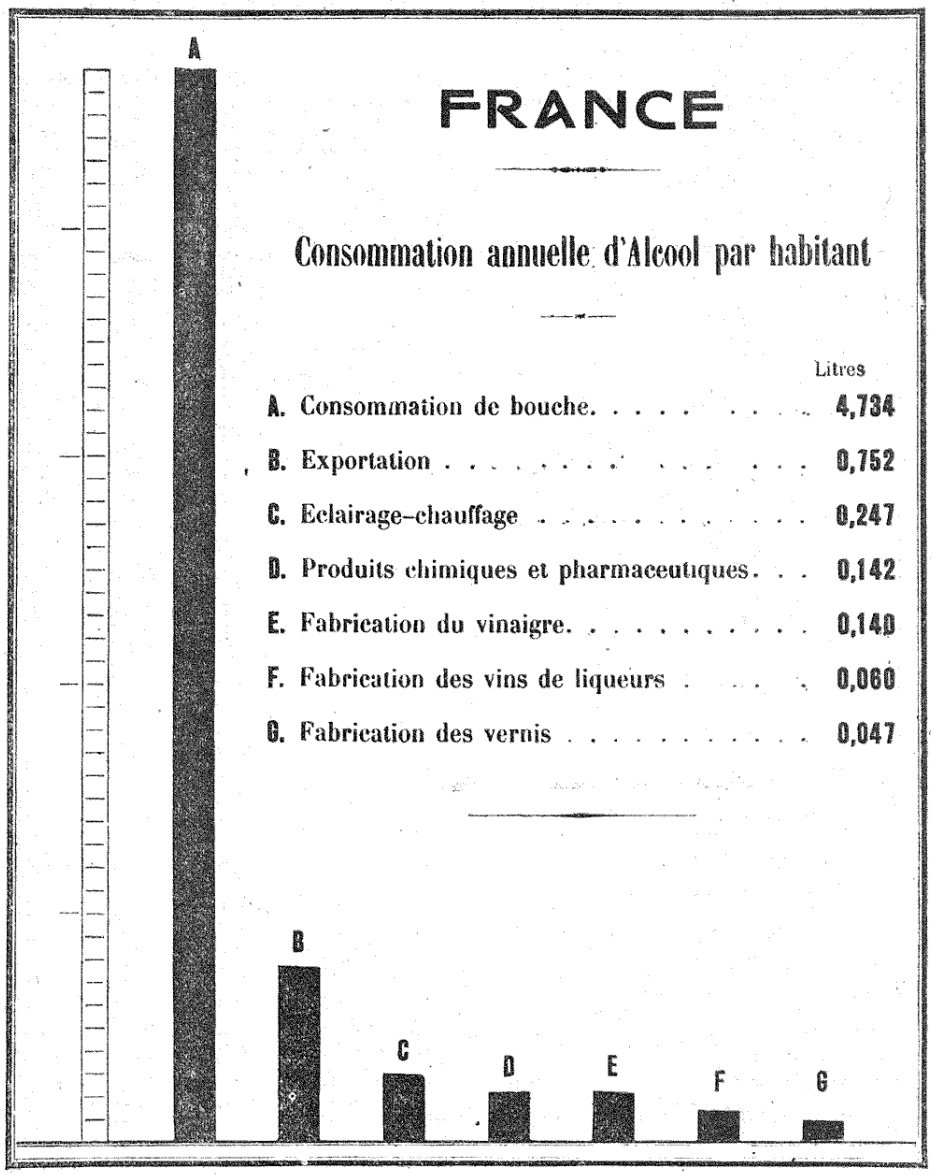
Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ALCOOLS appliqués à l'Industrie

État des Quantités d'Alcool (Alcool pur) soumises au Droit de Dénaturation depuis 1890

DÉSIGNATION DES PRODUITS	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900
	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.	hectol.
Alcools de chauffage et d'éclairage.	41.430	51.773	57 022	58.692	67.224	70.570	73.379	80.411	93 906	169.767	125.648
Vernis	12.479	11.781	10.876	11.740	11.205	11.845	12.488	13.133	15.657	17.396	14.762
Alcools d'éclaircissage (ébénisterie	2.510	4.214	1.145	1.715	1.253	938	1.627	1.713	2.506	1.287	2.750
Matières plastiques (celluloïd, phibrolithoïd, etc.)	1.820	1.363	1.316	1.603	1.276	2.200	2.806	3.508	9 635	9.430	7.198
Chapellerie	635	592	523	801	575	555	600	570	384	304	413
Teintures et couleurs	432	210	377	450	268	184	216	176	185	188	156
Présure liquide	98	115	82	108	101	113	99	115	182	146	123
Collodion	210	198	175	199	262	141	167	96	115	123	186
Chloroforme	196	280	215	304	286	239	128	129	250	296	52
Chloral	152	167	125	129	121	167	159	126	137	210	308
Tannins	109	130	118	140	153	149	150	154	163	195	496
Produits chimiques, pharmaceutiques et produits divers (extraits, alcaloïdes, insecticides, savons transparents, etc.)	676	640	598	623	605	539	616	984	1.435	1.918	3.863
Usages scientifiques	231	255	280	237	333	327	361	383	559	492	386
Éthers, fulminates de mercure, explosifs, etc.	48.873	37.064	32.095	30.198	37.136	46.273	45.764	45.031	48.184	74.263	64.873
(1901 : **251.180**). Totaux	109.842	105.782	104.947	106.939	120.798	131.240	138.560	146.529	173.298	216.015	221.214

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



FRANCE

Consommation annuelle d'Alcool par habitant

	Litres
A. Consommation de bouche.	4,734
B. Exportation	0,752
C. Eclairage-chauffage	0,247
D. Produits chimiques et pharmaceutiques. . .	0,142
E. Fabrication du vinaigre.	0,140
F. Fabrication des vins de liqueurs	0,060
G. Fabrication des vernis	0,047

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOCIVITÉ COMPARÉE
des Alcools d'Industrie, Vins, Fruits et Marcs

Afin de rendre plus facilement comparables entre eux les résultats de plusieurs analyses d'alcool de titres différents, chaque chiffre exprimant la teneur en milligrammes par litre se trouve calculé pour *100* centimètres cubes de ce même alcool considéré à *100* degrés.

La somme des impuretés contenues dans ces *100* centimètres cubes d'alcool à *100°* forme ce que nous appelons *le coefficient d'impuretés.*

Alcool d'Industrie

TABLEAU D'ANALYSES

	Alcool d'entrepôt		Alcool de Betteraves Fab^{on} X		Alcool de Grains Fab^{on} X		Alcool de Mélasse Fab^{on} X		Alcool d'Industrie		Alcool de Betteraves rectifié		Alcool d'Industrie de Production récente	
Densité à 15°.....	0.894		0.8194		0.8141		0.8194		0.8145		0.8183		0.8164	
Alcool °/$_0$ en vol....	94.2		94.2		95.6		94.2		95.5		94.5		95.0	
Extrait par litre	0.12		»		»		»		»		»		»	
Couleur	»		»		»		»		»		»		»	
Mat. réd. en gl.....	»		»		»		»		»		»		»	
d° Savalle à 50°...	0.5		moins de 0°5		0°				moins de 0°5		moins de 0°5		0°	
En milligrammes...	Par litre	°/$_0$ d'alc. à 100°	Par litre	°/$_0$ d'alc. à 100°	Par litre	°/$_0$ d'alc. à 100°	Par litre	°/$_0$ d'alc. à 100°	Par litre	°/$_0$ d'alc. à 100°	Par litre	°/$_0$ d'alc. à 100°	Par litre	°/$_0$ d'alc à 100°
Acidité.....	24.0	2.5	48.0	5.0	24.0	2.5	96.0	10.2	48.0	5.1	24.0	2.5	24.0	2.5
Aldéhydes.....	18.8	1.9	109.2	11.5	trac.	»	101.6	10.7	130.9	13.7	trac.	»	0	0
Furfurol.....	0.0	»	néant	»	0	»	néant	»	0	»	0	»	7	0
Ethers	123.3	13.0	176.0	18.6	35.2	3.6	88.0	9.3	211.2	22.1	35.2	3.6	16	1.8
Alcools supérieurs..	trac.	»	69.5	7.3	50.0	5.7	80.0	8.4	0	»	24.0	2.5	0	0
Coeff. d'impuretés...		17.4		42.4		11.8		38.6		40.9		8.6		4.3
Conclusions..			**Alcool mal rectifié** La saveur rappelle l'origine		**Alcool neutre**		**Alcool mal rectifié** La saveur rappelle l'origine		**Alcool de rectification douteuse**		**Alcool de bonne fabrication** Peut être considéré comme exempt d'impureté		**Alcool pur**	

RÉSULTATS D'ANALYSES D'ALCOOL D'INDUSTRIE

DÉSIGNATION	Coefficient d'impuretés	DÉSIGNATION	Coefficient d'impuretés
Alcool de grains (français) ; Alcool pur	**9,1**	Alcool d'entrepôt.....	**17,4**
Alcool » Alcool neutre...	**11,8**	Alcool d'entrepôt	**16**
Alcool du Nord à 95°.....	**8,6**	Alcool d'entrepôt.....	**14,1**
Alcool d'industrie de production récente....	**4,3**	Alcool de mélasses mal rectifié.....	**38,5**
Alcool supérieur à 95°.....	**10,4**	Alcool d'entrepôt.....	**40,9**

Pour permettre de comparer des produits de même nature, mais différents par le titre alcoolique et la somme des impuretés, nous établissons la proportion de chaque impureté pour *100* du total des impuretés. Cette disposition spéciale nous permet de considérer d'un seul coup d'œil les résultats de l'analyse, et rend les comparaisons plus faciles et plus rigoureusement exactes. Le coefficient d'impuretés, qui est la somme de ces impuretés contenues dans *100* centimètres cubes d'alcool à *100°*, est fort variable suivant le genre des alcools examinés. Nous remarquons de suite *qu'il est insignifiant pour les alcools d'industrie parfaitement recti-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fiés, où il se maintient entre 0 gr. 006 et 0 gr. 020, et qu'il est *notablement plus élevé dans les alcools de vins ou alcools de fruits en général. Pour l'alcool de vin, cette somme est rarement inférieure à 0 gr. 300, quand il est exempt d'alcool d'industrie ajouté frauduleusement.*

Alcool de Vins, Fruits et Marcs

ANALYSES en 1896 de véritables Eaux-de-vie et Marc de Bourgogne de provenance connue et certaine

	Eau-de-vie de Saintonge 1896		Eau-de-vie de Saintonge 1896		Eau-de-vie d'Aunis, 1896 distillée sur lie.		Eau-de-vie des bois Cognac 1817, analyse par M. LUSSON		Eau-de-vie de Champagne Cognac 1852, analyse par M. LUSSON		Eau-de-vie d'Armagnac Cognac de 40 ans analyse par M. LUSSON		Marc de Bourgogne	
Densité à 15°.....	0.9157		0.8947		0.9011		»		»		»		0.9532	
Alcool °/₀ en vol....	59.0		68.2		65.5		31.8		34.86		49.8		42.5	
Extrait par litre	»		néant		néant		2.62		3.00		1.80		19.52	
Couleur.....	tannin		néant		néant		tannin		tannin		tannin		tr. tannin	
Mat. réd. en gl.. ..	»		néant		néant		»		»		»		gr. quantité	
d° Savalle à 50°..	12° rouge		12° rouge		11° rouge		»		»		»		brun	
En milligrammes...	Par litre	°/₀ d'alc. à 100°	Par litre	°/₀ d'alc. à 100°	Par litre	°/₀ d'alc. à 100°	Par litre	°/₀ d'alc. à 100°	Par litre	°/₀ d'alc. à 100°	Par litre	°/₀ d'alc. à 100°	Par litre	°/₀ d'alc. à 100°
Acidité.....	624.0	105.7	120.0	17.5	144.0	21.9	1260.0	394.0	1203.0	343.7	702.0	146 7	1392.0	327.5
Aldéhydes.....	165.0	27.9	163.5	23.9	31.4	4.7	115.2	36.0	148.5	42.4	154.5	31.4	1034.8	243.4
Furfurol.....	14.1	2.3	17.7	2.6	8.5	1.3	10.1	3.1	10.1	2:8	3.7	0.7	4.3	1.0
Ethers.....	985.6	167.0	422.4	61.9	1267.2	193 4	441.8	128.7	594.0	169.7	616.3	125.5	2306.0	542.5
Alcools supérieurs..	943.2	139.8	1771.9	259.8	1244.5	190.5	1960.0	612.5	1417.5	405.0	999 1	203.5	1584.0	372.7
Coeff. d'impuretés...		462.7		365.7		411.3		1174.3		963.6		507.8		1487.1
							Coefficient d'oxydation : **36,7**		Coefficient d'oxydation : **40,0**		Coefficient d'oxydation : **35,0**		Marc nature	

RÉSULTATS D'ANALYSES D'ALCOOL DE VINS, FRUITS ET MARCS

DÉSIGNATION	Coefficient d'impuretés	DÉSIGNATION	Coefficient d'impuretés
Eau-de-vie de marc de Bourgogne.....	**1487,1**	Eau-de-vie des bois (Cognac 1817, Analyse LUSSON).	**1174,3**
Eau-de-vie de marc de Montpellier.....	**1169**	Kirch de composition normale.....	**508,7**
Alcool de cidre (Calvados)	**1298,5**	Rhum . » »	**827**
Eau-de-vie de fruits.....	**964,5**	Cognacs (4 échant. de la même maison, 6 fr. la bouteille).	**255**
Eau-de-vie de la Sarthe (Analysée par M. LUSSON, du Laboratoire de La Rochelle).....	**634,4**	» » » 2 fr. 50 la bout.).	**144,3**

La méthode d'analyse des alcools et des spiritueux, qui nous permet d'établir des conclusions précises sur la nature des différents produits, a été imaginée, au Laboratoire municipal de la Ville de Paris, sous la direction de M. CH. GIRARD ; nous la pratiquons journellement depuis plus de dix années, et elle nous a toujours fourni des résultats d'une grande constance ; ces résultats se sont trouvés souvent vérifiés par différents expérimentateurs et leurs conclusions se sont toujours trouvées semblables aux nôtres.

Sur des cognacs de *provenance connue*, nous avons trouvé des chiffres rigoureusement identiques à ceux *donnés par* M. LUSSON, *directeur du Laboratoire municipal de la Rochelle.*

Cette méthode d'analyse nous a permis de suivre les progrès réalisés dans l'industrie française de l'alcool et de constater que, *contrairement aux idées admises par certains physiologistes, ces alcools industriels, autrefois si impurs, sont actuellement suffisamment rectifiés et d'une parfaite pureté.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RÉSUMÉ

En 29 années (1873-1901) la production a été de	20.817.451	hectolitres	d'alcool	de Mélasses;	Soit environ 8.394.270 Pipes d'Alcool.
	17.815.078	»	»	de Betteraves;	
	13.411.991	»	»	de Grains.	
SOIT ENSEMBLE....	52.044.520	hectolitres	d'alcool	d'industrie.	

Ces 52.044.520 hectolitres d'alcool d'industrie ont fait rentrer dans la caisse de l'Etat et dans celles des Communes, comme droits de régie et d'octroi, environ

8 Milliards 272 Millions de Francs.

(D'après les avis les plus autorisés, on estime de 500.000 à 1.000.000 d'hectolitres d'alcool de vins, fruits et marcs, provenant des boullleurs de cru, consommés annuellement sans payer d'impôts.)

Au prix moyen (1873-1901) de 46 fr. 79 à l'hectolitre, cette production d'alcool d'industrie a donné comme vente, un mouvement d'argent de

2 Milliards 435 Millions 267.179 Francs.

La production de ces 17.815.078 hectolitres d'alcool de betteraves a permis d'ensemencer environ 774.568 hectares de terre qui, aux cours proportionnels de l'alcool (et au rendement moyen d'environ 55.000 kilos à l'hectare, à 17 fr. les 100 kilos, ont rapporté à la culture plus de

724 Millions 221.000 Francs.

Production industrielle d'alcool.....	52.044.520	hectos.
» d'alcools de vins, fruits, etc.....	5.824.609	»
Importations.....	4.298.875	»
ENSEMBLE.....	62.168.004	hectos.
Livraisons au commerce.....	53.858.624	hectos.
Exportation.....	7.896.744	»
ENSEMBLE.....	61.755.368	hectos.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

STATISTIQUE DE LA PRODUCTION EN 1900

Sur les 8.623 Distillateurs et Bouilleurs de profession qui ont travaillé en 1900 (2.759 de plus qu'en 1899) :

166	ont mis en œuvre des	**Substances farineuses ;**	**3.694**	ont mis en œuvre des	**Cidres et Poirés ;**
8	»	**Pommes de terre ;**	**2.851**	»	**Marcs et Lies ;**
322	»	**Mélasses et Betteraves ;**	**442**	»	**Fruits ;**
760	»	**Vins ;**	**380**	»	**Substances diverses.**

Ces chiffres comprennent aussi les Bouilleurs de Marcs, Lies et Fruits dont les opérations sont tout à fait accidentelles. La fabrication se trouve concentrée dans **250** établissements environ, dont **200** ont peu d'importance, puisque **49** seulement ont eu une production supérieure à **10.000** hectolitres.

15	ont fabriqué de	**10**	à	**15.000**	hectolitres.
7	»	**15**	à	**20.000**	»
3	»	**20**	à	**25.000**	»
5	»	**25**	à	**30.000**	»
2	»	**30**	à	**35.000**	»
2	»	**35**	à	**40.000**	»
3	»	**40**	à	**50.000**	»
1	»	**50**	à	**55.000**	»
2	»	**55**	à	**60.000**	»
9	ont fabriqué plus de			**60.000**	»

Ces Distilleries sont réparties comme suit entre les principaux départements :

Aisne	**4**	distilleries ayant fabriqué ensemble	**301.419**	hectol.
Nord	**24**	»	**514.700**	»
Pas-de-Calais .	**8**	»	**260.213**	»
Seine-Inférieure.	**2**	»	**141.250**	»
Seine-et-Oise . .	**3**	»	**69.762**	»
Somme . . .	**3**	»	**280.823**	»
Autres départements possédant chacun une usine importante . .	**5**	»	**153.501**	»
Total . .	**49**	»	**1.721.668**	hectol.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SUBDIVISION DES QUANTITÉS D'ALCOOL

Soumises au Droit Général de Consommation en 1900

(ALCOOL PUR)

I. Répartition par Catégorie de Consommateurs.

	hectolitres	Dont :
Débitants de boissons en tous lieux	**1.362.945**	**835.825** hectolitres dans les campagnes et villes de moins de 4.000 âmes **141.638** hectolitres dans les villes de 4 000 à 10.000 âmes. **385.482** hectolitres dans les villes de 10.000 âmes et au-dessus.
Simples consommateurs en tous lieux (1)	**219.401**	**131.289** hectolitres dans les campagnes et villes de moins de 4.000 âmes **23.865** hectolitres dans les villes de 4.000 à 10.000 âmes. **64.247** hectolitres dans les villes de 10.000 âmes et au-dessus.
Débitants et simples consommateurs à Paris	**200.545**	
Total	**1.782.891**	

(1) Le chiffre de 219.401 hectolitres représente la consommation des simples particuliers qui s'approvisionnent directement en gros. La consommation des simples particuliers qui achètent à la bouteille (ventes à emporter) figure dans la consommation faite chez les débitants, et il n'est pas possible de la connaître exactement

EMPLOI

Renseignements extraits des Registres administratifs		1900	1899
		hectolitres	hectolitres
Quantités	soumises au droit général de consommation	**1.732.891**	**1.754.868**
	soumises à la dénaturation	**221.214**	**216.015**
	converties en vinaigres	**54.514**	**50.718**
	représentant les manquants couverts par la déduction chez les marchands en gros	**84.799**	**96.042**
	employées pour le vinage	**44.401**	**21.304**
	exportées (liqueurs comptées à 50 p. 100 d'alcool pur en moyenne	**345.743**	**288.818**
Décharges	pour creux de route	**3.359**	**3.366**
	pour pertes, accidents, avaries, etc	**1.890**	**1.756**
	à titre de déficits de rendement ou déchets de rectification	**5.066**	**5.386**
Quantités en cours de transport, en transit, etc., à la fin de l'année		**31.327**	**35.489**
Renseignements établis par évaluation et au sujet desquels l'Administration décline toute responsabilité			
Quantités consommées en franchise chez les bouilleurs de cru		**80.432**	**80.629**
Total des emplois		**2.655.636**	**2.554.691**
Différence entre les ressources et les emplois		**112.782**	**160.720**

Cette différence peut s'expliquer par les variations qui se produisent dans l'importance des stocks au commencement et à la fin de l'année.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRODUCTION, IMPORTATION, EXPORTATION, CONSOMMATION, VINS, CIDRES

ET

Prix des Alcools en France (Alcool pur). - 1850-1870.

ANNÉES	QUANTITES FABRIQUÉES		TOTAL de la FABRICATION	Importation	Exportation	POUR MÉMOIRE PRODUCTION		PRIX moyen par hecto	QUOTITÉ moyenne par Habitant
	Distillateurs et Bouilleurs de profession	Bouilleurs de cru				Vins	Cidres		
	Hectos —	Hectos —	Hectos —	Hectos —	Hectos —	Hectos —	Hectos —	Francs —	Litres » —
1850	670.000	270.000	940.000	5.654	288.383	45.266.000	16.181.000	56	1,46
1855	690.000	12.000	702.000	203.086	168.876	15.175.000	2.946.000	145	2 »
1860	763.000	110.000	873.000	88.907	185.213	37.558.000	14.593.000	82	2,27
1865	1.177.000	364.000	1.541.000	46.049	243.045	68.943.000	2.784.000	62	2,34
1870	902.000	335	1.237.000	63.821	485.253	54.535.000	19.194.000	57	2,32

De **1840** à **1850** la production moyenne annuelle a été de **891.500** hectos dont **36.000** Farineux, **40.000** Mélasses, **500** Betteraves et **815.000** Vins et Cidres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONFÉRENCES

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONFÉRENCES

JEUDI 18 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. HOSPITALIER

INGÉNIEUR E. C. P.

sur

DE NOUVEAUX APPAREILS D'ÉTUDE DU MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

Les opérations successives qui se passent dans le moteur à combustion interne sont le plus souvent difficiles à suivre. Cela devient impossible lorsqu'on a affaire à des moteurs du genre de ceux adoptés sur les automobiles, dont le nombre de tours à la minute peut atteindre 1.800 normalement.

Et cependant c'est précisément là qu'il est intéressant de suivre le mieux possible ces opérations de façon à voir si elles ont bien le temps de se produire pour le cas échéant faire le nécessaire.

En particulier le diagramme d'un moteur à combustion interne, très difficile à relever avec des indicateurs ordinaires dès qu'on dépasse 300 à 350 tours, impossible au-dessus de 1.200 à 1.500 tours même en employant des appareils spéciaux, peut être parfaitement obtenu grâce au nouvel indicateur dit « *Manographe* » dû à MM. HOSPITALIER et CARPENTIER.

Dans celui-ci le piston est remplacé par une petite membrane qui fléchit, sous l'action des explosions, proportionnellement à l'importance de celles-ci. Le mouvement du piston est recueilli d'une façon continue sous forme d'un mouvement de rotation pris par une transmission flexible sur l'arbre moteur. Le déplacement combiné de ces deux organes est donné à un miroir sur lequel est envoyé un rayon lumineux. C'est ce rayon lumineux qui écrit sur un écran, le diagramme quelle que soit la vitesse du moteur.

Ce très intéressant appareil a été complété par M. HOSPITALIER par un autre dit « Stroboscope » qui permet d'observer des pièces en mouvement à grande vitesse en ralentissant leur mouvement pour ainsi dire au point de vue de l'œil qui les observe.

Des expériences très concluantes ont été faites devant le public au moyen d'un groupe industriel DE DION-BOUTON et Cie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conférence de M. L. LINDET

DOCTEUR ÈS-SCIENCES, PROFESSEUR A L'INSTITUT AGRONOMIQUE

sur

L'ÉCLAIRAGE ET LE CHAUFFAGE PAR L'ALCOOL

M. LINDET a tout d'abord établi la distinction qu'il convient de faire entre les lampes et réchauds qui brûlent l'alcool à l'état liquide et ceux qui brûlent l'alcool à l'état gazeux, c'est-à-dire préalablement gazéifié.

Les premiers de ces appareils, sont d'une part les lampes à mèches alimentées par l'alcool carburé (lampe CHALMEL, etc), d'autre part les réchauds à mèches, anciennes lampes à esprit de vin, les réchauds à substances absorbantes (lampes PIGEON, etc...) les réchauds sans mèches (réchauds PASMANTIER, SEEVER, etc...).

Les autres appareils sont plus complexes et M. LINDET consacre à leur étude la plus grande partie de la conférence.

Il commence par définir ces appareils en montrant qu'il comprennent tous une chaudière ou un tube de gazéification où l'alcool est amené soit par la capillarité de mèches de coton, soit par une pression extérieure, soit par un réservoir en charge au-dessus d'elle. L'alcool y est gazéifié soit par une veilleuse permanente (a), soit par une flamme dérivée (b), soit par la chaleur produite dans la flamme même (c), ou au-dessus de la flamme (c), soit enfin par une tige métallique, récupérant la chaleur de la flamme, à l'intérieur de celle-ci (d) ou le long de celle-ci (d'). Il montre que la lampe et le réchaud ne sont qu'un seul et même appareil : En effet l'alcool gazéifié entre dans un bec BUNSEN, s'y mélange d'air et brûle à son extrémité en fournissant une flamme chauffante que l'interposition du manchon suffit à transformer en flamme éclairante.

Le conférencier décrit alors sommairement, en se reportant à des dessins schématiques, projetés à l'écran, les lampes et les réchauds ci-après :

LAMPES

a) *Bec préféré* (Le Continental) (modifié dans une forme plus abaissée pour l'exposition du Congrès).
Bec Régina.
Bec Octrue.

b) *Bec Régina* (nouveau modèle).
Bec Roger.
Bec Delamotte (construit pour l'exposition du Congrès).

c) *Bec 1900* (La Continentale).
Bec Pomeyrol et Soupiron.
Bec Boivin.

c') *Bec Washington.*
Bec Kornfeld.
Becs Monopole, Schuchardt, Hélios.
Bec Kemm.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d) *Bec Decamps.*
Bec Landi.
Bec Octrue.
Bec Hantz.
d') *Bec alvéolaire Denayrouse.*

RÉCHAUDS

a) *La Continentale.*
Réchauds Eliot, Daudel, etc...
b) *Réchaud Polo.*
Réchaud Prévoteau.
c) *Réchaud Barbier.*
Réchaud Floquet.
d) *Réchaud Denayrouse.*
Réchaud Decamps.
Réchaud Pierre.
Réchaud Fouilloud.
Réchaud Desvignes de Malappert.

M. LINDET expose ensuite les résultats obtenus par le jury des deux concours organisés en 1901 et en 1902 par le Ministère de l'agriculture.

Les réchauds brûlent, quels que soient leur forme et leur système, une quantité sensiblement égale, que l'on peut fixer à 40 ou 50 cc. d'alcool dénaturé, pour porter à l'ébullition un litre d'eau. La puissance du fourneau peut seule faire varier le temps nécessaire pour obtenir ce résultat. L'emploi des réchauds à gazéification a l'avantage de permettre de mieux diriger la flamme sur l'objet qu'il convient de chauffer, et de mieux régler celle-ci suivant les besoins.

Les lampes domestiques d'une intensité de 20 à 50 bougies, alimentées à l'alcool dénaturé, brûlent de 2 à 4 cc. de cet alcool par bougie-heure (1); les lampes de grande intensité de 50 à 1.000 bougies consomment de 1 cc..2 à 2 cc. quand elles reçoivent de l'alcool dénaturé et de 0 cc. 6 à 1 cc. quand elles reçoivent de l'alcool carburé.

On doit tirer des chiffres obtenus dans les concours officiels les conclusions suivantes :

1° L'interposition du manchon sur la flamme d'alcool fait croître dans les proportions de 1 à 50 l'intensité lumineuse ;

2° L'addition de benzine à l'alcool augmente d'une façon remarquable la lumière et diminue en conséquence la consommation par bougie-heure ;

3° L'unité d'intensité de lumière coûte d'autant moins à produire dans une lampe déterminée que celle-ci est plus puissante ;

4° La pression qui détermine, à la sortie de l'injecteur, le jet du mélange de gaz d'alcool et d'air, influe sur l'éclat de la lumière et augmente le rendement de la lampe.

De ces trois dernières remarques, il résulte que pour les grands éclai-

(1) La bougie est la vingtième partie de l'étalon VIOLLE, c'est-à-dire de la lumière émise par 1^{cq} de platine incandescent, au moment de sa solidification.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rages, ceux qui se chiffrent administrativement par un industriel ou par un conseil municipal, il convient d'employer l'alcool carburé, de prendre des lampes intenses, puisque la bougie-heure se traduit par une dépense minima, et des lampes à pression, parce que, munies de manchons bien adaptés, elles produisent une grande intensité.

Mais, dans les ménages, où l'on ne saurait brûler d'alcool carburé sans risquer d'avoir une flamme fuligineuse, où l'on ne saurait dépasser une intensité de 25 à 30 bougies, où ne l'on ne saurait avoir un réservoir de pression, il convient, quitte à dépenser quelques centimes de plus par soirée, d'employer l'alcool dénaturé.

Il est facile de constater, en étudiant les chiffres fournis d'un côté par M. RINGELMANN en 1899 à la Société nationale d'agriculture, d'un autre côté par M. COUDERCHON et par M. LAPORTE aux concours officiels de 1901 et de 1902, que de grands progrès ont été accomplis dans la consommation des lampes domestiques brûlant de l'alcool dénaturé. Les becs *Préférés*, les seuls qui aient pris part aux trois concours, ont consommé, pour une même intensité, deux fois moins d'alcool en 1902 qu'en 1899, le chiffre de 1901 étant intermédiaire entre ces deux derniers. Il ne convient pas d'envisager seulement la question d'économie de combustible, il faut prendre en considération qu'une lampe chauffe d'autant moins et dégage d'autant moins d'aldéhyde que sa combustion est plus parfaite.

La comparaison des dépenses occasionnées par le pétrole et par l'alcool, pour obtenir la même intensité lumineuse, est difficile à établir ; le pétrole ne peut, dans les lampes domestiques du moins, brûler à incandescence ; on doit donc comparer le pétrole, brûlant sur mèches, et l'alcool dénaturé brûlant sur manchons, c'est-à-dire les deux liquides pris dans les conditions où ils peuvent donner leur intensité maxima. Dans ce cas, la lumière fournie par l'alcool est deux fois plus économique que celle donnée par le pétrole. — L'alcool est évidemment plus inflammable ; les lampes à alcool sont sans doute, paresseuses à s'allumer ; mais elles ne suintent pas et ne dégagent aucune odeur, aucune fumée. — Les réchauds à pétrole, les poêles à pétrole entraînent à une dépense moindre que les appareils similaires fonctionnant à l'alcool ; mais là encore ceux-ci ne souillent pas les doigts, ne donnent pas de flamme fuligineuse et odorante. Il convient donc de faire entrer en ligne de compte, à côté de la dépense en combustible, les avantages qu'on retire des appareils à alcool sous le rapport de la commodité, du bien-être et de l'élégance (1).

(1) La description détaillée des lampes et réchauds à alcool a été faite par M. LINDET dans les *Annales du Ministère de l'Agriculture* (1902 et 1903) et dans le *Bulletin de la Société d'encouragement à l'Industrie nationale*, 1902. I. 148, et 1902. II. 167.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VENDREDI 19 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. G. ARACHEQUESNE

INGÉNIEUR E. C. P.

sur les

EMPLOIS INDUSTRIELS DE L'ALCOOL

L'éther, que chacun connaît pour en avoir usé comme remède, est loin d'être un simple produit pharmaceutique, c'est au contraire un facteur industriel de premier ordre. Par ses propriétés dissolvantes il permet l'extraction d'un grand nombre de produits organiques tels que les alcaloïdes, le tannin, etc. Si l'éther trouve sa place dans le Congrès de l'alcool, c'est que l'éther n'est que de l'alcool concentré, carburé par lui-même, pour employer le terme en usage ici. C'est un liquide extrêmement volatil, très inflammable et assez dangereux à manier.

A cause de sa volatilité on a voulu l'employer jadis à la production de la force motrice dans les moteurs à vapeur d'éther ; mais ces essais sont restés plutôt théoriques. C'est à ses propriétés dissolvantes qu'il doit son importance industrielle, et le point de départ de ces découvertes est tout simplement le *collodion pharmaceutique* employé chaque jour, par toutes les mères de famille, pour panser la coupure ou l'écorchure que bébé s'est faite en cassant son polichinelle.

Le collodion n'est autre qu'un mélange d'alcool et d'éther dans lequel on a fait dissoudre de la nitro-cellulose, ou coton-poudre. Or, si l'on oublie de reboucher un flacon de collodion, on remarque peu après que le liquide s'est pris en gelée par suite de l'évaporation de l'éther.

La première application de cette propriété fut faite en photographie, et chacun a encore présent à l'esprit les progrès que le collodion a fait faire à la découverte de NIEPCE et de DAGUERRE; mais si nous prenons cette même gelée, préparée avec une cellulose convenablement nitrée, nous allons obtenir la *poudre sans fumée*.

La préparation de cette poudre n'est autre chose en effet que celle de la gelée de collodion. A cet état on la presse ou on la lamine, pour lui donner l'homogénéité convenable, puis on la porte dans des étuves spéciales pour en achever la dessication, en récupérant le plus possible l'alcool et l'éther; enfin le résidu sec, coupé en fragments plus ou moins gros, forme la poudre de mousquets ou la poudre à canons. Cette gelée alliée à la nitro-glycérine formera la dynamite-gomme.

Mais il ne faut pas croire que le collodion n'a que ces emplois meurtriers. Si, en effet, dans notre gelée encore visqueuse, on introduit du camphre, puis des matières colorantes appropriées, on obtient le *celluloïd* imitant, suivant les colorants employés: l'écaille blonde ou brune, la corne,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ambre, l'ivoire, le marbre, etc. dont on fait, à Paris surtout, de si jolis bibelots à bas prix, objets de toilette et de fantaisie. Seulement il ne faut pas oublier que le celluloïd est, non pas explosible, mais très combustible.

Si maintenant, au lieu de laisser notre collodion se prendre en gelée, nous le prenons à l'état visqueux, et que nous le forcions à sortir par un trou infiniment petit, il se met en fil par suite de la rapide évaporation de l'éther et de l'alcool, et ce fil n'est autre que la *soie artificielle* inventée par DU CHARDONNET. Seulement, à cet état, la soie serait bien dangereuse, bien explosible, aussi la véritable invention de DU CHARDONNET a-t-elle surtout consisté à trouver le moyen de dénitrer le coton-poudre pour le ramener à l'état de cellulose simple. Ce magnifique écheveau de soies artificielles de toutes couleurs, n'est donc que du coton dont on a modifié la forme pour le mettre sous un aspect plus plaisant à l'œil.

C'est là une industrie bien française et pourtant, à cause des formalités qui frappent l'alcool et l'éther en France, elle est en passe d'émigrer en Allemagne, où déjà plusieurs usines sont installées. Pour donner une idée de leur importance, une seule de ces usines allemandes emploie par an 600.000 kil. d'alcool et 500.000 kil. d'éther ; soit ensemble 17.000 hectolitres d'alcool. On voit quel débouché immense, cette industrie pourrait offrir à la distillerie agricole française. Il importe donc de favoriser les industries employant l'éther, et non pas de les entraver par des mesures fiscales trop onéreuses.

Et terminant, le conférencier expose le nouveau et important débouché ouvert à l'éther, et par suite à l'alcool, par la découverte du *gaz alcoolène*.

Nous renvoyons le lecteur à la communication faite sur ce sujet spécial (page 249).

Quelques expériences et de nombreux échantillons, ont permis au public d'apprécier, comme il convient, les produits des industries employant l'éther dans leur préparation.

Conférence de M. BARBET

PRÉSIDENT DE L'ASSOCIATION DES CHIMISTES DE SUCRERIE ET DE DISTILLERIE

sur

L'ORGANISATION DE L'ÉCLAIRAGE PUBLIC ET DES GRANDS ÉCLAIRAGES PRIVÉS PAR L'ALCOOL

Employé pour l'éclairage public, l'alcool présente sur le gaz et l'électricité le grand avantage de ne pas nécessiter l'immobilisation de capitaux importants pour la construction d'une usine et pour la pose des canalisations souterraines. Il est donc à la portée des petites villes et des villages.

D'autre part son éclat est bien supérieur à celui de l'huile et du pétrole.

Les lampes à alcool peuvent fournir autant d'intensité lumineuse que les lampes électriques à arc, 500 et même 1.000 bougies. On peut, comme avec l'électricité, combiner simultanément les foyers puissants avec les lampes les plus modestes.

Dans l'éclairage public, la question qui domine toutes les autres est celle de l'économie. Il faut donner beaucoup de clarté et à bon marché.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a deux procédés pour rendre l'emploi de l'alcool plus économique que dans les lampes de l'éclairage privé :

1° Carburer l'alcool;

2° Faire usage de lampes à pression.

Ni l'un ni l'autre de ces procédés ne sont facilement applicables à l'éclairage privé ; le carbure parce qu'il sent mauvais et rend le liquide plus dangereux ; la pression parce que les lampes de ce système donnent un souffle bruyant et désagréable. Au dehors l'inconvénient disparait.

Il y a entre la lampe ordinaire et la lampe à pression la même différence qu'entre le bec BUNSEN et le chalumeau. Dans celui-ci la pression des gaz, en provoquant un mélange et une combustion plus intimes, donne une flamme plus courte et plus chaude. De même avec l'alcool en vapeurs, qui est un gaz combustible; la flamme étant bien plus chaude, grâce à la pression donnée à la vapeur d'alcool, donne un éclat exceptionnel aux oxydes minéraux du manchon AUER.

L'économie s'obtient encore en créant des foyers puissants; il est de règle absolue que le carcel-heure coûte moins cher dans les lampes de 100 carcels, que dans les lampes modestes de 1 ou 2 carcels. Mais la lumière est moins bien répartie; dix lampes de 3 ou 4 carcels bien distribuées donneront souvent un meilleur éclairage public qu'un seul foyer de 100 carcels.

L'éclairage public comprend trois catégories distinctes de lampes.

1° Les lampes, sans pression, à réservoir d'alcool inférieur et à mèche de coton, qui sont les plus répandues dans l'éclairage domestique :

Types: Bec préféré, DECAMPS-LECOMTE, DENAYROUSE, LANDI, etc.;

2° Les lampes à presssion ; l'alcool est dans un réservoir inférieur où l'on refoule de l'air à assez forte pression. Ces lampes n'ont pas de mèche, ce qui est précieux pour l'éclairage public : types WASHINGTON, KORNFELD, DENAYROUZE ;

3° Il y a un type intermédiaire, ce sont des lampes où le réservoir d'alcool est situé au-dessus de la flamme, à une hauteur telle qu'il y a une pression d'une certaine valeur. Par exemple la lampe Monopole, qui donne une charge d'environ 40 à 50 centimètres, et la lampe KEIM qui donne près d'un mètre de pression. La lampe Monopole a des mèches en coton; la lampe KEIM et la nouvelle lampe de la Continentale Nouvelle n'en ont pas et peuvent atteindre deux cents bougies (20 carcels).

Toutes ces lampes peuvent marcher soit à l'alcool dénaturé, soit à l'alcool carburé, celui-ci procurant dans tous les cas une économie supplémentaire.

Par rapport à l'éclairage domestique, quelques problèmes nouveaux se posent : Les lampes doivent être faciles à allumer et à régler à distance. Il faut aussi se préoccuper de la commodité de renouvellement de l'alcool dans chaque lampe, du nettoyage, de l'entretien, de la protection contre le vent, de l'extinction de la lumière, etc... Une revue des progrès accomplis dans ces diverses voies montre que dès à présent l'éclairage public par l'alcool est devenu tout à fait pratique. Du reste on ne peut déjà plus énumérer les localités, gares ou établissements industriels où l'éclairage à l'alcool fonctionne d'une façon définitive et entièrement satisfaisante. Les résultats économiques constatés sont généralement ceux-ci: A égalité d'éclairage, on a réduit la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dépense annuelle totale (combustible, entretien et main-d'œuvre), à peu près au tiers de ce qu'elle était avec le pétrole.

L'alcoolène (éther sulfurique emmagasiné dans une sorte de bois très léger et très spongieux) est une autre solution élégante de l'éclairage par un produit dérivé de l'alcool. Les inventeurs forment un gaz d'éther qui se substitue au gaz de houille, et qui, pouvant se fabriquer très commodément dans chaque immeuble, ou dans le socle de chaque réverbère, donne tous les avantages de l'éclairage au gaz, tout en supprimant canalisations, usines et compteurs.

ORGANISATION DE L'ÉCLAIRAGE PUBLIC A L'ALCOOL

Une propagande rationnelle devra s'appliquer à démontrer tout d'abord aux municipalités les avantages de l'alcool au point de vue agricole.

Les matières alcooligènes existent partout en France et dans ses colonies. L'alcool permet de restituer à l'agriculture la meilleure part de l'éclairage public et privé ; c'était autrefois un vrai monopole pour l'agriculture qui a été dépossédée au profit du règne minéral, gaz, pétrole, électricité.

On montrera aux municipalités qu'il n'y a aucun emprunt à gager, puisque l'outillage se borne à la pose de réverbères et à l'achat de lampes.

Mais on peut et on doit donner aux petites agglomérations encore plus de facilités pour adopter l'éclairage à l'alcool : il faut former des Sociétés d'éclairage par l'alcool, organisées comme les Sociétés de gaz et d'électricité. Ces Sociétés passeront des contrats avec les municipalités pour leur fournir *la lumière* moyennant redevance annuelle.

Ce seront des contrats beaucoup plus simples, beaucoup moins sujets à procès, que les contrats pour entreprises d'éclairage au gaz ou à l'électricité.

Les grands établissements privés ou publics, magasins, cafés, hôtels, banques, gares de chemin de fer, auront également avantage à traiter avec des compagnies responsables de leur éclairage; ils obtiendront pour la même quantité de lumière des conditions bien plus économiques que pour le gaz ou l'électricité.

Le contrat pourra prévoir des garanties relatives à la sécurité contre l'incendie.

La création de puissantes compagnies d'éclairage par l'alcool est indispensable pour soutenir la lutte contre les puissances financières du gaz et de l'électricité. Ces compagnies régulariseront les débouchés de l'alcool et son prix, créeront au besoin des usines productrices dans certaines régions.

Elles feront les frais d'études nécessaires pour perfectionner l'outillage; elles seront à même d'acheter des licences de brevets simultanément à tous les inventeurs qui ont produit des progrès intéressants, de façon à faire des lampes modèles réunissant tous les perfectionnements, au plus grand profit du public. Ce ne serait pas là un des moindres services rendus par les compagnies d'éclairage.

Quand le public constatera le succès de l'alcool dans la rue, il n'hésitera plus à l'adopter dans les appartements ; l'éclairage dans la rue fera l'éducation du consommateur qui apprendra le maniement des lampes à alcool.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conclusion

La période préparatoire, pendant laquelle les inventeurs ont graduellement mis les lampes au point, sans être close, est du moins assez avancée pour que maintenant s'ouvre l'ère de la mise en exploitation sur une grande échelle.

Le public est de plus en plus gourmand de lumière. Rien que pour remplacer les 5 millions de quintaux de pétrole qu'on importe annuellement, il faudrait deux fois autant de distilleries industrielles qu'il en existe actuellement. Et je ne parle pas de la consommation pour force motrice. C'est la prospérité assurée pour longtemps à l'agriculture. Le Ministre de l'Agriculture l'a bien compris.

Nous possédons déjà depuis plus d'un an des bourgades éclairées à l'alcool. Des manifestations multipliées comme celles de Paris et de Berlin finiront par attirer les financiers, tout comme ceux-ci se sont lancés résolument dans l'électricité après la période de mise au point. Toutes les grandes évolutions industrielles comportent plusieurs phases nécessaires : l'invention, puis l'intervention des ingénieurs pour perfectionner l'invention et la rendre pratique, et enfin la période financière et commerciale. L'alcool industriel, on peut le dire, est à l'apogée de sa seconde phase ; puissent les financiers ne plus tarder à entrer en scène !

SAMEDI 20 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. BARBIER

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DE L'ALCOOL EN FRANCE

HISTORIQUE DE L'ÉCLAIRAGE A L'ALCOOL EN FRANCE

La loi de décembre 1897, abaissant de 37 fr. 50 à 3 francs le droit sur l'alcool dénaturé, c'est-à-dire rendu impropre à la consommation de bouche, avait surtout pour but de développer l'emploi industriel de l'alcool.

Une mission fut envoyée en Allemagne par les Ministres du Commerce, des Finances et de l'Agriculture pour rechercher et s'assurer de visu, au moyen de quelles lois, méthodes et inventions, l'emploi de l'alcool dénaturé a pris chez nos voisins un développement considérable.

A cette époque déjà en Allemagne, la consommation de l'alcool dénaturé était de 870.000 hectolitres, tandis qu'en France, elle atteignait difficilement 148.000 hectolitres.

Ces chiffres avaient attiré l'attention du Gouvernement qui a pensé qu'au moyen d'une étude sérieuse et approfondie sur place, on arriverait à modifier cet état de choses par des changements appropriés, soit dans la législation, soit dans le mode de dénaturation, le développement de l'emploi de l'alcool

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour le chauffage et l'éclairage devant profiter au pays tout entier, par la substitution d'un produit national au pétrole que la France tire de l'étranger.

J'ai eu l'honneur de faire partie de cette mission avec M. CHALMEL; et dès cette époque nous affirmions que l'initiative privée devait jouer un rôle important, mais que toutefois c'était aux Pouvoirs publics d'entrer dans la voie en encourageant les premiers efforts des vulgarisateurs de l'alcool.

Tel était l'état de la question au commencement de 1898.

L'alcool dénaturé était de plus entouré de règlements sévères, presque prohibitifs, au point de vue de la circulation. Les appareils de chauffage et d'éclairage n'existaient pas.

Dès son retour, en novembre 1898, la mission déposait son rapport et faisait une exposition privée, des lampes et réchauds rapportés d'Allemagne, dans les salons de M. CHALMEL où étaient conviés les délégués des Ministres, les savants, les ingénieurs et les constructeurs d'appareils de chauffage et d'éclairage.

Les constructeurs français se mirent à l'œuvre et en raison de la difficulté de se procurer des manchons, le brevet AUER étant encore en vigueur, ce furent vers les lampes à flamme libre, employant de l'alcool carburé, que se tournèrent les inventeurs.

L'éclairage, propre et sans suintement, laissait néanmoins à désirer au point de vue de l'intensité ; les mèches durcissaient séchées par le vert malachite au moyen duquel on avait imaginé de colorer l'alcool dénaturé — on ne sait trop pourquoi — et cependant il a fallu près d'un an d'incessants efforts pour supprimer cette coloration nuisible.

Ce sont encore les missionnaires BARBIER et CHALMEL qui, le 1er mars 1899, firent la première exposition publique avec l'autorisation du Ministre de l'Agriculture au Palais des machines pendant le Concours général agricole.

L'histoire de cette première exposition publique de l'alcool mérite d'être contée.

Chaudement recommandé et fortement appuyé par M. VASSILLIÈRE, le distingué Directeur de l'Agriculture, qui depuis n'a cessé de se dévouer à la cause de l'alcool industriel, M. BARBIER s'en fut trouver le Commissaire général du Concours qui, sans doute par suite du danger d'incendie que présentait le Palais des Machines en présence d'un liquide aussi inflammable que l'alcool, ne voulut offrir aux exposants, en dehors du Palais, qu'une baraque en planche de quelques mètres carrés de surface — exactement 32 mètres carrés — sans tambours ni portes, et dans laquelle le produit devait circuler avec méthode en passant devant les lampes et réchauds à alcool sans stationner. Deux pompiers étaient en permanence ; et, par un curieux hasard, la baraque avait été placée près d'un grand bassin plein d'eau chaulée pour le traitement du piétin qui sévissait cette année-là sur les moutons.

Bien entendu les bidons à alcool, même pour l'approvisionnement d'un jour, devaient être au dehors.

Cette première exposition fut terminée par une première conférence publique faite pendant le Concours.

Il y eut malgré tout un grand nombre de visiteurs, et exposition et conférence obtinrent un grand succès.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Barbier fit ensuite pendant la même année 1899, des conférences avec démonstration et exhibition de lampes et réchauds à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, à la Société des Anciens Elèves des Ecoles d'Arts-et-Métiers, à la Société des Agriculteurs de France, au Concours régional d'Amiens, etc.

Le 11 avril 1899, avait lieu la première course d'automobiles à alcool, organisée par le journal *Le Vélo*.

Malgré l'heure matinale, de nombreuses personnes s'étaient réunies à la Porte-Maillot pour assister au départ. Douze voitures se sont présentées. Malheureusement une pluie diluvienne découragea tous les chauffeurs, et il n'y eut qu'un seul partant pour Chantilly, par Pontoise, soit 148 kilomètres. Ce premier coureur à l'alcool, M. Armand, montait une voiturette à 2 places de 3 ch. 5 ; et, en vaillant champion, malgré la pluie torrentielle, les routes mouillées et défoncées, il a fait, sans *pannes*; le trajet indiqué à une vitesse soutenue de 18 kilomètres à l'heure, vitesse qui fait sourire aujourd'hui qu'on pratique du 100 et du 120 kilomètres à l'heure.

En l'année 1900, la question de l'emploi industriel de l'alcool reste forcément stationnaire.

On aurait pu croire et on avait espéré que dans la grande manifestation de l'Exposition Universelle les appareils pour l'utilisation de l'alcool seraient nombreux.

Il n'en fut rien ou presque rien devant les règlements draconiens de la Préfecture de Police interdisant, de la façon la plus absolue, d'allumer même la plus petite lampe dans l'intérieur des Palais.

L'alcool fut relégué à l'Exposition du bois de Vincennes dont on se rappelle le succès tout relatif.

Dès le commencement de 1901, M. Barbier demanda à M. Vassillière qu'il savait si dévoué à la cause de l'alcool, l'autorisation de faire une nouvelle manifestation pendant le Concours général ; cette autorisation fut accordée avec force encouragements.

Le Commissaire général, cette fois, accepta que l'Exposition spéciale de l'alcool, moteurs, lampes, réchauds, aurait lieu dans l'intérieur de la Galerie des Machines à côté des moteurs à pétrole qui trônaient au Palais depuis plusieurs années.

M. Barbier organisa seul cette deuxième exposition et il put réunir trente exposants de moteurs, lampes et réchauds.

Le succès fut vif cette fois et à peine les lampes à alcool étaient-elles allumées, à peine les moteurs avaient-ils donné leurs premiers coups de piston, que tous les moteurs à pétrole faisaient afficher : « Nous aussi nous pouvons tourner à l'alcool. »

C'est dans une visite à cette modeste exposition que M. Jean Dupuy, le Ministre de l'Agriculture, décida l'organisation des Concours officiels dont le premier fut national et eut lieu au mois de novembre au Grand-Palais.

Dans la même année dans tous les Concours agricoles, dans tous les Comices agricoles, une place était faite à l'emploi de l'alcool industriel ; la vulgarisation commençait.

A la suite de ces expositions, des conférences étaient faites, on voyait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brûler brillamment l'alcool, on entendait parler de l'alcool industriel qui devenait à la mode.

Aussi à l'annonce du Concours officiel de 1901 et bien qu'ayant peu de temps devant eux, les constructeurs étaient prêts.

Des essais officiels sont faits sur les lampes et réchauds au Conservatoire national des Arts-et-Métiers; et dans la station d'essais du Ministère de l'Agriculture, pour les moteurs.

Ces essais jetteront un jour nouveau sur la question.

Les Constructeurs et Inventeurs luttent de vitesse et d'ingéniosité ; aussi de grands progrès furent constatés six mois à peine après ce premier Concours officiel, lorsque s'ouvrit le nouveau Concours officiel, cette fois Concours international, et l'on fut étonné du nombre et de l'importance des expositions.

715 exposants de moteurs, réchauds et lampes : tel est le bilan du concours de 1902.

Aussi a-t-on pu dire que la question technique était pratiquement résolue, il reste encore des progrès à faire ; mais, à l'heure actuelle, tous les bons appareils sont suffisamment pratiques.

Au point de vue de l'éclairage et du chauffage l'examen attentif de nos appareils prouve que nous avons dépassé les Allemands.

Et il est intéressant de signaler qu'à la première exposition officielle de l'alcool qui vient d'avoir lieu en Italie, c'est une maison française qui a remporté le premier prix.

L'Automobile-Club de France s'est toujours occupé de cette question avec beaucoup d'intérêt l'an dernier; l'organisateur et Commissaire général M. Rives, nous avait offert le sous-sol du Grand-Palais. Nous lui en fûmes reconnaissants.

Mais comment pouvons-nous exprimer notre satisfaction et nos remerciements à M. Rives, grâce auquel, au Salon de l'Automobile-Club de France en 1902, l'alcool (chauffage, éclairage et force motrice) est presqu'à la place d'honneur, sous la coupole du Grand-Palais; qu'un Congrès de l'alcool est organisé, que des conférences vont se succéder tous les jours.

Il faut avouer que pour nous, les pionniers de la première heure, nous pouvons avoir un sentiment de fierté en constatant le chemin parcouru en quatre ans.

Partir de la baraque en planches de 1899 et arriver en 1902, par étapes successives, quelquefois pénibles, mais toujours glorieuses au Grand-Palais, sous l'égide de l'Automobile-Club; et obtenir, grâce à l'amabilité du Commissaire général, un grand succès mondain; il y a de quoi, il faut l'avouer griser même les moins convaincus. Douce ivresse, autorisée même par l'Académie de médecine et que je souhaite voir gagner tous ceux qui ont bien voulu m'écouter, pour le plus grand bien de l'Industrie et de l'Agriculture françaises.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conférence de M. A. LECOMTE

INGÉNIEUR CIVIL, SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DE L'ALCOOL EN FRANCE

sur

LE LUMINAIRE A TRAVERS LES AGES (DE LA RÉSINE A L'ALCOOL)

En même temps que l'homme apprenait à faire du feu, il apprenait à s'éclairer, à suppléer par une lueur artificielle à la clarté du soleil qui tous les jours venait à lui manquer, l'éclairage et le feu, voilà les premières manifestations du bien-être et du confortable aux premiers âges de l'humanité. Il en est encore de même aujourd'hui, on verra par la suite que l'art de l'éclairage a suivi la marche du progrès général de l'humanité dans les arts et dans les sciences.

On attribue aux Celtes, sans pour cela fixer de dates certaines, l'invention de la chandelle de résine usitée encore dans nos campagnes, la lampe antique à l'huile a certainement suivi de près, on ne retrouve pas les chandeliers de jadis parce qu'ils étaient constitués le plus souvent par une fourche de bois, mais nous sommes très bien fixés sur la forme des lampes antiques dont nous possédons de nombreux échantillons.

La résine, la chandelle de suif et la lampe antique ont été pendant de longues années les seuls luminaires employés jusqu'au moment où l'invention du réverbère par BOURGEOIS DE CHATEAUBLANC généralisa la lampe à huile à bec plat dont l'intensité maximum de marche atteint deux dixièmes de carcel.

A partir de cette époque l'éclairage se développe avec rapidité, l'Académie des Sciences, les plus grands savants : LAVOISIER, fondateur de la chimie moderne, SAUSSURE, etc., s'occupent de l'éclairage.

En 1783, ARGAND invente le bec à double courant d'air qui s'est perpétué jusqu'à nous sous la forme de lampe de travail ; en 1800, CARCEL invente la lampe qui porte son nom, qui fut pendant longtemps notre étalon national de lumière et qui après les beaux travaux de M. VIOLLE est resté notre étalon pratique.

Il faut arriver à 1830 pour trouver la bougie fabriquée par DE MILLY sur les indications de notre grand CHEVREUL, la bougie de stéarine, cette petite merveille de l'industrie qui éclaire encore et éclairera longtemps la chambrette du pauvre, la table et les salons du riche.

Vers 1860, arrive un nouveau produit, le pétrole qui pendant longtemps détrône les autres combustibles pour l'éclairage domestique, en 1898 enfin, arrive l'alcool qui détrônera à son tour le pétrole.

Nous avions bien raison de dire au début que l'éclairage suivait la marche du progrès, jamais à aucune époque la science n'a produit autant de merveilles, jamais non plus on ne s'est si bien éclairé, par contre et c'est logique au fur et à mesure que l'éclairage devenait plus parfait, plus intense, le service des lampes devenait plus minutieux, plus compliqué ; on n'obtient rien sans peine, dit-on, et les lampes à alcool offrent une confirmation de ce vieil adage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par contre le résultat obtenu est magnifique ; que faut-il pour qu'une lampe à alcool fonctionne bien ? la remplir soigneusement, la bien allumer, mais il faut en faire tout autant avec l'huile et le pétrole, en plus moucher les mèches et se salir les mains.

L'alcool donne économiquement beaucoup plus de lumière, les manchons durent très longtemps si on soigne bien les lampes on peut obtenir à volonté peu ou beaucoup de lumière.

Conclusion : — Indépendamment de l'économie et du supplément de bien-être que nous procurent les lampes à alcool, nous devons brûler l'alcool qui est un produit national et fait rester dans le pays des sommes importantes que nous dépensons tous pour notre éclairage.

Expériences. — Dessins au tableau noir.

Combustion de l'alcool pur, flamme bleue.

Combustion de l'alcool carburé, flamme éclairante.

Démonstration de la nécessité de la gazéification préalable de l'alcool pour l'entraînement de l'air nécessaire à l'obtention d'une flamme chaude.

Démonstration sur une lampe appropriée de la tension prise par l'alcool gazéifié.

Manchons FRANKENSTEIN, lampe lunaire (démonstration).

Manchon moderne.

Démonstration de l'allumage, placement du manchon, extinction sur plusieurs lampes.

On a fait voir plusieurs vieux modèles de lampe.

DIMANCHE 21 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. G. CHAUVEAU

INGENIEUR E. C. P.

sur le

MOTEUR A ALCOOL

M. CHAUVEAU a eu surtout pour but de donner des généralités sur l'emploi de l'alcool moteur.

Il commence par définir le moteur thermique en général, puis le moteur à combustion externe, enfin le moteur à combustion interne.

Il fait remarquer que le moteur à alcool peut aussi bien appartenir au premier genre qu'au second et même sous deux formes au premier genre : soit comme combustible alimentant le foyer, ce qui est un cas qui ne se présente guère que pour les machines de très petite puissance, les jouets en particulier ; soit comme fluide intermédiaire prenant la chaleur du foyer, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

restituant au réfrigérant et produisant du travail. Dans ce cas le fluide est condensé et sert toujours. Ce type de machine, abandonné maintenant, a été très étudié au commencement du siècle, pour la commande des bateaux de mer en particulier. Ce fut même à ce genre qu'appartint un des premiers moteurs expérimentés, d'où sont sortis tous les autres: un des moteurs atmosphériques de l'abbé HAUTEFEUILLE (1680).

C'est au second genre, moteur à combustion interne, que se rattache le moteur à alcool moderne.

Dans ce cas, le moteur du type général à gaz ou à pétrole, comporte un appareil d'alimentation qui charge l'air aspiré par le moteur de vapeurs d'alcool en proportions telles que le mélange est combustible, brûle dans le cylindre, dégageant de la chaleur qui se transforme en travail utile.

C'est en somme le même dispositif que celui des moteurs à pétrole, l'appareil d'alimentation étant ce qu'on appelle le *carburateur*.

Les *carburateurs* à pétrole opèrent à chaud ou à froid suivant qu'il s'agit d'*essence* ou de *pétrole lampant*. De même les carburateurs *à alcool* agissent à froid ou à chaud suivant qu'il s'agit d'alcools fortement carburés ou d'alcools purs ou peu carburés.

Les moteurs à *alcool fortement carburé* ne diffèrent guère des moteurs à essence. A peine une compression plus élevée, une avance à l'allumage plus grande sont-elles nécessaires, mais en principe, un bon moteur à essence doit normalement fonctionner sans modification, avec l'alcool très carburé. Il n'y a guère qu'un peu plus de difficulté pour la mise en marche que l'on peut faire du reste à l'essence.

Les moteurs à *alcool pur* ou peu carburé se rapprochent eux, plutôt des moteurs à pétrole lampant. L'alcool doit être vaporisé au préalable pour la carburation. Là encore la compression doit être plus élevée, l'avance à l'allumage plus grande.

Donc, en principe, le moteur à alcool n'est pas autre chose qu'un moteur à pétrole dont le carburateur, la compression et l'allumage seuls varient. C'est dire que conduite, entretien, construction, application sont les mêmes. Le moteur à alcool convient donc surtout à la petite industrie, à l'agriculture, aux applications transportables. Il est avantageux principalement par une mise en marche et un arrêt instantanés, une dépense nulle au repos, une surveillance insignifiante pendant le fonctionnement, l'emploi d'une eau quelconque toujours la même.

Le moteur à alcool a une allure plus douce que le moteur à pétrole, son explosion est moins violente. Un moteur, de mêmes dimensions bien réglé pour ses alimentations diverses donnera un peu plus de puissance avec l'alcool très carburé qu'avec l'essence, à peu près la même avec l'alcool pur.

Malgré la puissance calorifique moindre des alcools, la consommation en poids est proportionnellement moindre. Cela tient à ce que grâce à la présence de l'eau dans l'alcool et à sa composition chimique, en raison surtout de la possibilité de l'emploi d'une compression plus élevée, le moteur à alcool est un moteur à très grand rendement, alors que le moteur à pétrole est à faible rendement.

La lutte économique entre le pétrole et l'alcool est donc possible si l'alcool

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est suffisamment bon marché, et il peut l'être, et si les pétroles continuent à être taxés ainsi qu'ils le sont actuellement.

On a parlé de l'attaque des organes des moteurs à alcool. Il est certain que l'alcool a une influence sur les métaux en général mais celle-ci se manifeste surtout à l'extérieur, où on peut y remédier, très peu à l'intérieur où l'air est suffisamment bon marché, et il peut l'être, si on fait le nécessaire à ce sujet.

Quant à l'intérêt que présente le moteur à alcool pour la France, il réside dans le développement de l'emploi d'un combustible national, qui intéresse l'agriculture française sans qu'aucune industrie en souffre puisque ce n'est que le pétrole qui pourrait voir son débit diminuer.

Au point de vue universel, le moteur à alcool constitue la solution de la production de la petite force motrice à bon compte, agricole et industrielle, dans une foule de pays neufs ou la flore est prospère, les transports difficiles, le charbon et le pétrole rares et coûteux. Car l'alcool peut se produire en tous lieux avec un peu toutes sortes de plantes. L'alcool carburé est presque exclusivement constitué par un mélange d'alcool et de benzol, ce dernier extrait des goudrons de houille des usines de gaz ou des fours à coke est produit en France en quantité suffisante pour la consommation. L'alcool carburé est donc également national. Le seul alcool carburé à peu près employé est le 50 % constitué par parties égales d'alcool et de benzol. Les propriétés générales, au point de vue moteur, sont en principe identiques à celles de l'essence que cet alcool peut remplacer.

LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. SILZ

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE L'ASSOCIATION DES CHIMISTES DE SUCRERIE ET DE DISTILLERIE

sur

L'ALCOOL CONCURRENT DES AUTRES COMBUSTIBLES

Après avoir énuméré les propriétés physiques des divers alcools : méthylique, éthylique, amylique, dénaturé et carburé, le conférencier a abordé l'examen des avantages économiques et pratiques de l'application de l'alcool au chauffage, à l'éclairage et à la force motrice.

I. — CHAUFFAGE

L'alcool peut être utilisé au chauffage dans deux catégories d'appareils, ceux où l'alcool brûle liquide et ceux où il brûle gazéifié. Cette dernière catégorie donne les meilleurs résultats ; elle se subdivise elle-même en deux séries: les réchauds *per ascenscum* et *per descenscum*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a reproché à l'alcool de ne développer que 5.900 calories au kilo, cet inconvénient est largement compensé par ce fait que l'alcool brûle complètement s'il est bien employé. Il ne se décompose pas, comme le pétrole qui donne des composés goudronneux fournissant du noir de fumée, mais donne des corps peu gênants et parfaitement combustibles.

Le conférencier décrit les réchauds, poêles, cheminées, lampes à souder et à braser, montre ces appareils en fonctionnement notamment le chauffe-bains instantané de la maison Fouilloud et Cie, qui chauffe les 150 litres d'eau d'un bain avec 0 l., 80 d'alcool. Il décrit également les brûleurs à pression permettant de chauffer les chaudières à vapeur, puis passe aux chiffres.

L'alcool peut porter un litre d'eau à l'ébullition avec une dépense minime de 30 gr. d'alcool dénaturé ou 20 gr. d'alcool carburé, soit une dépense de un centime et demi, et, pour cela, six à huit minutes suffisent. Un litre d'alcool est équivalent à un mètre cube de gaz et tout le monde sera d'accord pour admettre qu'un litre d'alcool est plus facile à transporter qu'un mètre cube de gaz.

Ajoutons l'absence d'odeur, la propreté, la diminution de danger et nous concluons que l'alcool de chauffage deviendra en France, comme il l'est dans un pays voisin, l'application la plus importante parmi les emplois de ce liquide.

II. — ÉCLAIRAGE

Le conférencier montre l'impossibilité de rendre un manchon incandescent à l'aide du pétrole, car le surchauffage du pétrole décompose ce liquide en produisant du noir de fumée qui, se déposant sur le manchon, arrête bientôt le fonctionnement de la lampe. L'alcool présente sur le pétrole d'autres avantages, notamment la suppression du suintement gras et de l'odeur, l'entretien plus facile des lampes et réchauds, la disparition des chiffons gras ainsi que des risques de souiller les meubles et tapis qui sont si grands avec les huiles minérales.

Comparant la dépense on peut établir le tableau suivant calculé sur les consommations très réduites atteintes par les lampes Denayrouse au dernier Concours international organisé par le Ministère de l'agriculture en mars 1902.

NATURE DE LA LAMPE	INTENSITÉ EN BOUGIES	CONSOMMATION EN C. C.		DÉPENSE EN CENTIMES PAR 1.000 BOUGIES ET PAR HEURE
		TOTALE	PAR BOUGIE-HEURE	
Alcool dénaturé lampe sans pression.	60	77	1,3	52
— — — avec pression.	440	501	1,1	44
— carburé — — .	870	565	0,6	30

Quant aux lampes à pétrole, elles consomment, comme on le sait, beaucoup plus : le prix de la bougie-heure alcool dénaturé est donc bien moins coûteux que dans le cas de l'emploi du pétrole.

Le conférencier a, en outre, fait la comparaison avec le gaz et l'électricité; il démontra que les lampes à grande puissance avec pression sont également

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus économiques que la lampe à arc: même le bec Auer à gaz ne peut rivaliser avec l'alcool, comme le montre le petit tableau suivant :

Dépense par 1.000 bougies et par heure.

Eclairage électrique par arc (à 0 fr. 10 l'hectovatt-heure) ..	Fr.	0 80
— — à incandescence.....	—	3 50
— au gaz (à 0 fr. 20 le mètre cube, Bec papillon) ...	—	1 60
— — — — Bec Auer).....	—	0 40

Ainsi se trouve démontré que l'alcool, peut et doit, même aux prix actuels, faire une concurrence sérieuse au pétrole et à l'électricité, car il est beaucoup plus économique. Aussi l'alcool déplace-t-il le pétrole et son application à l'éclairage ira croissante chaque jour.

III. — LA FORCE MOTRICE

Le troisième mode d'utilisation de l'alcool est absolument nouveau; il était à peu près inconnu en 1899. L'industrie des moteurs, toutefois, dès cette époque avait su tirer un parti avantageux des combustibles les plus divers comme composition et comme pouvoir calorifique et, dans l'emploi des combustibles ne fournissant qu'une faible somme de calories, parmi lesquels se classe précisément l'alcool, elle a fait ces temps derniers, des progrès tout à fait remarquables.

L'alcool donne, il est vrai, moitié moins de calories que le pétrole, mais l'effet utile, le nombre de calories transformé en travail mécanique pour cent est double du pétrole comme le montre le tableau suivant.

MOTEURS	EFFET UTILE
Moteur à benzol.....	14 à 18 p. 100
— pétrole.....	13 —
Machines à vapeur (petites).....	1,8 —
— — (moyennes).....	5 —
— — (grandes et perfectionnées) ..	12 —
Moteur à gaz.....	18 à 31 —
— à alcool.....	24 à 28 —

Les prix de revient du cheval-heure dans les moteurs à alcool et à pétrole sont, en somme, sensiblement égaux. A l'intérieur de Paris, l'alcool procure même une économie de un cinquième.

L'alcool présente beaucoup d'autres avantages. En effet, l'alcool agit moins brusquement que l'essence de pétrole et cela tient à ce que, l'alcool produit une détente, qui est attribuée à la vapeur d'eau, formée par l'explosion de l'alcool ainsi qu'à la petite quantité d'eau que renferme l'alcool dénaturé. Le moteur à alcool a donc une marche très douce très moelleuse, plus silencieuse que celle des autres moteurs à explosion. Ce fait entraîne une diminution sensible de la trépidation pour les moteurs à alcool, ce qui est un avantage considérable. De plus les moteurs à alcool ne dégagent pas l'odeur désagréable de moteurs à essence ou à pétrole.

Ces avantages sont à considérer en ce qui concerne l'automobilisme et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous ajouterons que la faible consommation (1 décilitre par tonne kilométrique transportée) est précisément compatible avec les petites dimensions des réservoirs de combustible qu'on cherche à dissimuler dans la carrosserie. Nous voyons donc que l'alcool carburé à 50 % peut très bien remplacer l'essence minérale pour les automobiles, pour les embarcations, pour la force motrice, en général.

Conclusion.

Le conférencier montre l'utilité de l'œuvre de propagande à accomplir ; il rend hommage à l'initiative du Ministère de l'agriculture qui a donné l'impulsion première et a provoqué le développement de l'emploi de l'alcool dénaturé et rappelle avec quelle sollicitude M. Jean DUPUY, le précédent ministre, M. MOUGEOT, le ministre actuel et M. VASSILLIÈRE, Directeur de l'agriculture ont étudié les moyens de résoudre la question.

Le Conférencier émet le souhait que des lampes et réchauds soient mises à la disposition des instituteurs des communes où manquent le gaz et l'électricité, à titre gratuit ou à un prix très réduit, ainsi qu'une conférence imprimée.

Chacun doit s'atteler à l'œuvre de propagande ; on rendra un signalé service à l'agriculture, à la viticulture et à la distillerie, c'est-à-dire au pays tout entier en contribuant à tirer de notre vieux sol gaulois une nouvelle source de richesses.

Conférence de M. Henri MAMELLE

INGÉNIEUR AGRONOME, PROFESSEUR A L'ÉCOLE DE GRIGNON

sur les

CONCOURS D'AUTOMOBILES DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

L'objet de cette conférence était de rappeler les diverses phases des concours organisés, en 1901 et en 1902, par le Ministère de l'Agriculture en vue de démontrer la possibilité d'utiliser l'alcool dans les moteurs d'automobiles à des conditions réellement économiques.

Après avoir indiqué brièvement ce que doit être un moteur d'automobile et pourquoi le moteur à explosion est également considéré comme le plus avantageux, l'orateur a mis en parallèle les divers combustibles brûlés dans ces sortes de moteurs.

Si on détermine la valeur d'un combustible en se basant uniquement sur son pouvoir calorifique, l'alcool dénaturé pur ou carburé se trouve très inférieur à l'essence. Mais la question soulevée par une pareille comparaison ne peut être aussi simplement résolue. Le pouvoir calorifique ne mesure que l'énergie latente contenue dans un combustible. Il faut tenir compte, en outre, de l'utilisation plus ou moins parfaite de la chaleur dégagée au moment de la combustion des mélanges tonnants.

En effet, si le moteur, organe imparfait, ne transforme qu'une très faible partie de la chaleur en force, la quantité devenant réellement utile est variable avec le combustible.

L'étude du rendement de l'alcool dans les différents moteurs est celle qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a été poursuivie si activement depuis plus de deux ans par le Ministère de l'Agriculture.

Avant ces études officielles, de nombreux et de très intéressants essais avaient été entrepris dans ce sens tant en France qu'en Allemagne. L'auteur les rappelle brièvement, puis il indique les efforts faits par le législateur en vue de favoriser la consommation de l'alcool industriel.

L'administration soucieuse de compléter ces études, de les consacrer si possible, entreprit deux ordres de travaux : des expériences de laboratoire et des concours sur route.

Les premières ne sont pas encore terminées, mais la valeur indiscutable des chiffres déjà publiés par MM. Ringelmann et Sorel rend évidente la grande proportion d'énergie latente utilisable par l'intermédiaire des moteurs à alcool. Elle s'est élevée jusqu'à 34 % dans un moteur Brouhot, alors qu'un bon moteur ne transforme en force que 18 à 24 % des calories dégagés par la combustion de l'essence.

Les courses sur route furent minutieusement organisées par M. Vassillière, Directeur de l'Agriculture, avec la précieuse collaboration de l'Automobile-Club. L'administration voulait se rendre compte de la valeur de l'alcool utilisé comme moyen de transports industriels. C'est ainsi que les voitures de course furent écartées des premiers essais (octobre 1901) et qu'on limita la vitesse des véhicules à 15 kilom. pour les camions industriels et à 30 kilom. pour les voitures destinées au transport des personnes.

Dans ce même esprit les notes données se répartissaient d'après les coefficients suivants :

100 pour la bonne utilisation de l'alcool ;

60 pour le fonctionnement en cours de route.

40 pour la construction du véhicule.

En moyenne, les résultats donnèrent une consommation de un dixième de litre d'alcool carburé à 50 % pour le transport d'une tonne par kilomètre, soit une dépense d'environ cinq centimes par tonne ce qui permet de remplacer, au besoin, dans la locomotion automobile, l'essence par l'alcool.

Ces premiers résultats à peine publiés, le Ministère organisait, au printemps 1902, une nouvelle série d'épreuves, connues sous le nom de « Circuit du Nord » qui comprenaient :

1° Un concours de consommation pour véhicules industriels de Beauvais à Paris, où le prix du transport de la tonne kilométrique fut encore plus réduit ;

2° Des courses de vitesse et de tourisme qui furent très bien organisées par MM. Pierron, Périssé et Famechon mais dont les résultats furent défavorablement influencés par une pluie diluvienne.

La vitesse du premier fut à peine supérieure à 70 kilomètres, mais la faute n'en était pas au combustible ; en effet M. René de Knyff devait montrer peu de temps après que l'alcool peut battre en course les voitures mues par d'autres combustibles.

L'épreuve de tourisme donna entr'autres résultats encourageants une consommation exceptionnellement réduite : celle de la voiture Chenard-Walcker. Cette voiture pesant 1.202 kilog. et transportant 766 kilog. de poids utile, ne consomma, pour les 730 kilom. du circuit, que 57 litres 350 d'alcool

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LEPRÊTRE (carburé à 50 %). C'est une consommation de 65 centimètres cubes à la tonne kilométrique. Il parait difficile d'obtenir une économie plus grande.

Cette épreuve terminait les essais publics entrepris par le Ministère de l'Agriculture, essais concluants quant à la meilleure utilisation de l'alcool comparé à l'essence.

Quelques auteurs ont mis en doute la valeur des indications données par de semblables concours. De fait ces chiffres n'ont rien d'absolu, car on ne peut pas plus nier l'influence du profil et de l'état d'une route que celle de l'habileté du conducteur. Il est pourtant indiscutable que cette influence n'est pas prédominante, et ne modifie que légèrement les résultats donnés par un même moteur. Les concours du ministère le montrent bien. Ils ont été disputés sur des routes très différentes, les uns par un beau temps, les autres sous une forte pluie, et pourtant les consommations ont été sensiblement égales dans les deux cas. D'autre part, certaines maisons qui ont fait concourir plusieurs véhicules du même type et également chargés ont obtenu des consommations équivalentes.

On ne saurait donc passer sous silence des résultats aussi importants que ceux donnés par ces expériences, et nous sommes en droit d'en conclure que les volumes d'alcool carburé et d'essence nécessaires pour produire une même force dans un même moteur sont à peu près égaux. Dans ces conditions il n'est pas téméraire d'affirmer que l'alcool serait un excellent combustible si les moteurs à explosion étaient encore plus spécialement adaptés à sa combustion.

Ces résultats sont des plus heureux si les classes aisées et les industriels qui utilisent la locomotion nouvelle veulent bien comprendre qu'il est juste de solidariser leurs intérêts avec ceux des cultivateurs français.

Grâce aux clichés prêtés par le journal *La Vie au Grand Air*, le photographe M. BEAU, et M. DAUCHEZ, le conférencier à pu faire passer sous les yeux du public de nombreuses et intéressantes projections photographiques. Il adresse ici tous ses remerciements à ses aimables collaborateurs.

Conférence de M. A. LECOMTE

SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DE L'ALCOOL EN FRANCE

sur la

QUESTION ÉCONOMIQUE DE L'ALCOOL

M. LECOMTE débute en déclarant que la question économique est de beaucoup la plus intéressante à l'heure actuelle, les questions techniques sont résolues ou bien près de l'être, il n'y a donc plus à s'occuper que d'avoir partout et toujours de l'alcool dénaturé à bon marché.

Des cinq sections du Congrès, la cinquième est peut-être celle qui a le plus travaillé, d'ailleurs ses membres avaient l'honneur d'être placés sous la présidence de M. VIGER, sénateur, ancien Ministre de l'Agriculture, qui, ainsi que le rappelait M. BARBIER dans sa conférence, fut le créateur de la question de l'alcool.

C'est en effet sous le ministère de M. VIGER que M. BARBIER, assisté de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. CHALMEL et de M. BASSET, reçurent la mission d'aller étudier en Allemagne la question des applications de l'alcool et c'est au retour de cette mission, qu'eut lieu au Concours agricole, avec l'autorisation de M. VIGER, la première exposition de l'alcool dont M. BARBIER a raconté avec humour les amusantes péripéties.

M. LECOMTE termine son préambule en disant qu'il ne lui fallait pas moins que l'honneur d'être présenté par M. VIGER pour qu'il ait osé aborder en public la sérieuse question de l'alcool étudiée au point de vue économique.

Abordant la question des différents moyens de production de l'alcool industriel, l'orateur démontre que seule la betterave, soit directement, soit par la mélasse, permet une fabrication économique de l'alcool, c'est une question de sol et de climat, dans d'autres pays, l'Allemagne par exemple c'est la pomme de terre ou le topinambour; quant à l'alcool synthétique obtenu par l'acétylène, à l'alcool de tourbe, de bois, ou encore l'alcool de plantes vertes ajonc, ortie, bruyère, asphodèle, etc., il y a beaucoup plus de combinaisons financières que l'on tente de réaliser que de véritable chimie industrielle, pour le moment, et M. LECOMTE met en garde le public contre tous ces procédés qui ne sont pas encore sortis du laboratoire.

M. LECOMTE aborde ensuite la question de la dénaturation de l'alcool, il rappelle le rapport de M. TRILLAT, chef du service d'analyse à l'Institut Pasteur, qui démontre l'insuffisance comme dénaturant du méthylène et propose de remplacer ce dernier par les bases méthylèniques ; avec le procédé TRILLAT adopté et proposé au ministère des Finances par la Commission du ministère de l'Agriculture, la dénaturation d'un hectolitre d'alcool ne coûterait que 2 fr. 25.

Voici à l'heure actuelle le prix du dénaturant pour 1 hectol. d'alcool 90° :

10 litres de méthylène.....	11 fr. 00
1/2 litre benzine lourde.....	0 fr. 20
Droit compensateur 0,80 × 0,90 =	0 fr. 72
— surveillance 0,80 × 0,90 =	0 fr. 72
— statistique 0,25 × 0,90 =	0 fr. 225
Pour 110 litres : TOTAL.....	12 fr. 865

soit pour un hectolitre d'alcool dénaturé.

$$\frac{110}{12{,}865 \times 100} = 11 \text{ fr. } 69$$

L'état donne une prime de remboursement de 9 francs par hectolitre d'alcool 100° soumis à la dénaturation, or dans 1 hectolitre d'alcool dénaturé il y a seulement 81 l., 450 d'alcool 100° et la prime allouée par le Gouvernement est de

$$0{,}8145 \times 9 = 7 \text{ fr. } 33$$

Par conséquent la prime de remboursement est trop faible de

$$11{,}69 - 7{,}33 = 4 \text{ fr. } 36$$

Il est donc de toute nécessité d'adopter un dénaturant moins coûteux que le méthylène qui a d'autre part de nombreux inconvénients au point de vue de l'hygiène ainsi que l'a magistralement démontré M. SOREL.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a d'autant moins de raisons de maintenir la dose massive de dénaturant dans le seul but de faire vivre l'industrie de la distillation du bois, que M. TRILLAT en vrai savant français, a enrichi la science et l'industrie de toute une série de découvertes sur les applications du méthylène, plus de vingt brevets ont été pris par les industriels mis au courant de ces découvertes, par les communications de M. TRILLAT à l'Académie des Sciences.

Les industriels qui voudront transformer le matériel rudimentaire qui sert à la fabrication du méthylène impur retrouveront et au delà leur chiffre d'affaires, il n'y a pas à s'inquiéter des autres, le progrès général ne pouvant être arrêté dans sa marche par les intérêts particuliers d'une douzaine de fabricants.

M. LECOMTE passe ensuite en revue tous les encouragements qui ont été prodigués à l'industrie de l'alcool par les principaux ministères et tout spécialement par le ministère de l'Agriculture, par M. DUPUY, M. MOUGEOT, ministres, secondés habilement par M. VASSILIÈRE, directeur de l'Agriculture, par M. DABAT, etc.

Il suffit d'ailleurs de visiter le salon du ministère, si coquettement installé par M. FAMECHON, pour se rendre compte par les graphiques de l'effort produit.

L'orateur passe ensuite en revue les différents desiderata formulés dans de précédents congrès et dont malheureusement plusieurs attendent encore une solution, il démontre les améliorations qui pourraient tout de suite être réalisées dans le transport et la livraison aux particuliers de l'alcool dénaturé. Il serait désireux que l'alcool puisse circuler aussi librement qu'en Allemagne.

Il serait nécessaire que l'alcool se vende à bon compte et le projet de M. MARTIN procurerait cette utile réforme économique tout autant qu'hygiénique en forçant les fabricants d'alcool à dénaturer une proportion déterminée de l'alcool produit. Non seulement il y aurait ainsi une quantité d'alcool dénaturé suffisante pour que les cours restent faibles, mais encore l'alcool de bouche ne comprenant plus que des alcools de cœur serait ainsi beaucoup plus hygiénique.

Au point de vue technique on peut maintenant dire que la question est résolue, il n'est plus besoin de créer des concours mais de répandre l'usage de l'alcool dénaturé par des conférences et des expositions.

A ce sujet, M. LECOMTE rappelle l'exemple de M. BAILLET, qui fait partie de notre belle phalange d'instituteurs communaux toujours si dévoués au progrès et qui, avec ses seules ressources a fait plusieurs centaines de conférences sur l'alcool national dans son département.

MM. BEAUVAIS, de Tonnerre, MONMIREL, HANNICOTTE, BARBIER et autres qui ont développé partout l'emploi de l'alcool en payant de leur personne et de leurs deniers.

Et c'est en remerciant M. VIGER, sénateur, ancien ministre de l'Agriculture, Président de la cinquième commission, et tous ceux qui ont prêté un ardent et désintéressé concours à la cause de l'emploi industriel de l'alcool national, que M. LECOMTE termine sa conférence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

Comité d'organisation de l'Exposition de l'Automobile, du Cycle et des Sports 7
Commission exécutive — — — — 8
Bureau du Congrès des Applications de l'Alcool dénaturé 9
Comité de patronage — — 11
Comité exécutif — — 13
Règlement du Congrès 13
Délégués au Congrès 15

SÉANCE D'OUVERTURE

Discours de M. Vassilière 17
Discours de M. Michel-Lévy 18
Programme des Travaux du Congrès 21

SÉANCE DE CLOTURE

Discours de M. Viger, Président de la Section Économique 24
Discours de M. Violle, — de la Section de Physique 30
Discours de M. Haller, — de la Section de Chimie 33
Discours de M. Forestier, — de la Section d'Automobile 35
Discours de M. Loreau, — de la Section des Moteurs fixes 41

TRAVAUX DES COMMISSIONS

Première Section. — AUTOMOBILES

SÉANCE DU MERCREDI 17 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. Lefer sur la Roue 51
Communication de M. Lemoine sur les Généralités des essieux et ressorts de voitures automobiles 66
Communication de M. Bocandé sur les Organes de transmission de mouvement dans les automobiles 79
Communication de M. Marcel Armengaud sur les Changements de vitesse 85

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Première et Deuxième Sections. — AUTOMOBILES, MOTEURS

SÉANCE DU VENDREDI 19 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. Kriéger sur les Moteurs électriques..... 105
Communication de M. Turgan sur les Automobiles à vapeur..... 109
Communication de M. le Colonel Ch. Renard sur un Nouvel appareil destiné à la mesure de la puissance des moteurs au moyen de la résistance de l'air..... 118
Communication de M. G. Forestier sur les Moteurs à mélange tonnant..... 129

SÉANCE DU SAMEDI 20 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. Butin sur les Pompes de circulation d'eau pour le refroidissement des moteurs à combustion interne..... 135
Communication de M. J. Bénabenq sur les Refroidisseurs ou Radiateurs employés en automobile..... 157
Communication de MM. L. Périssé et H. de la Valette sur les Carburateurs à Alcool.. 166
Communication de M. Eugène Brillié sur l'emploi de l'Alcool carburé dans le moteur Brillié..... 179
Communication de M. R. Stern sur la Carburation de l'Alcool..... 184

SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. Walcker sur les Moyens propres à améliorer la consommation des moteurs d'automobiles..... 190
Communication de M. Léon Serpollet sur le Chauffage des générateurs de vapeur surchauffée (système Serpollet) au moyen de l'Alcool..... 194
Communication de M. Eugène Brillié sur les Transports industriels et le matériel de la Société nancéenne d'automobiles..... 198
Communication de M. Lumet sur l'Organisation du laboratoire de l'Automobile-Club de France..... 208
Communication de M. Boyer-Guillon sur l'Installation de la section des machines du laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts-et-Métiers..... 217

2e Section. — MOTEURS FIXES

SÉANCE DU JEUDI 18 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. G. Chauveau sur une Contribution à la théorie du Moteur à Alcool..... 219

3e Section. — PHYSIQUE (Éclairage et Chauffage)

SÉANCE DU VENDREDI 19 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. G. Chalmel sur l'Eclairage par l'Alcool carburé à flamme libre sans manchon..... 233
Communication de M. Denayrouze sur le Débouché offert à l'Alcool par l'éclairage... 236
Communication de M. Paul Besson sur un Nouveau dispositif d'incandescence par l'Alcool pour lampe à projection..... 241

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4e Section. — CHIMIE

SÉANCE DU JEUDI 18 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. Boulanger sur l'Action chimique de l'Alcool sur les métaux ... 243
Communication de M. G. Arachequesne sur l'Alcoolène ... 249

SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. Girardville sur les Propriétés des mélanges alcool-acétylène préparés par l'action de l'eau alcoolisée sur le carbure de calcium ... 257
Communication de M. A. Trillat sur la Formation de quelques sous-produits dans l'utilisation de l'Alcool carburé dans les moteurs ... 262
Communication de M. A. Trillat sur les Essais sur l'application de la transformation de l'Alcool éthylique en aldéhyde par action catalytique ... 269
Communication de M. Durupt sur le Procédé de dénaturation de M. Hache ... 273

5e Section. — QUESTIONS ÉCONOMIQUES

SÉANCE DU VENDREDI 19 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. G. Arachequesne sur le Prix de revient de l'Alcool et le coût de la dénaturation ... 281

SÉANCE DU DIMANCHE 21 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. Sidersky sur l'Organisation du Syndicat de l'Alcool en Allemagne. 292
Communication de M. Blondel sur les Formalités exigées par la Régie pour la vente de l'alcool dénaturé ... 302
Communication de M. Douge sur les Applications industrielles spéciales de l'Alcool . 305

SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902

Communication de M. Beauvais sur la Vulgarisation de l'emploi industriel de l'Alcool dans l'Yonne ... 311
Communication de M. Baillet sur les Moyens propres à vulgariser l'emploi de l'Alcool dénaturé dans les campagnes ... 314
Communication de M. Duboys sur l'Alimentation des chevaux par les mélasses ... 318

Documents réunis par M. Sératzky

Productions totales et Emplois industriels en France et en Allemagne (1900-1901) ... 327
Statistiques de l'Alcool depuis trente années ... 328
Productions, consommations de bouche et consommations industrielles d'Alcools de 1890 à 1901 en France et en Allemagne ... 330
Alcools appliqués à l'Industrie ... 332
Consommation annuelle d'Alcool par habitant en France ... 333
Nocivité comparée des Alcools d'industrie, de vins, fruits et marcs ... 334
Statistique de la production en 1900 ... 337

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Subdivision et emploi des quantités d'Alcool soumises au droit général de consommation en 1900 (alcool pur) 338
Production, importation, exportation, consommation, vins, cidres, et prix des Alcools en France (alcool pur), de 1850 à 1870..... 339

CONFÉRENCES

JEUDI 18 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. Hospitalier sur de nouveaux Appareils d'étude du moteur à combustion interne..... 343
Conférence de M. Lindet sur l'Eclairage et le Chauffage par l'Alcool 344

VENDREDI 19 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. Arachequesne sur les Emplois industriels de l'Alcool 347
Conférence de M. Barbet sur l'Organisation de l'Éclairage public et des grands éclairages privés par l'Alcool 348

SAMEDI 20 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. Barbier : Historique de l'éclairage à l'Alcool en France..... 351
Conférence de M. A. Lecomte sur le Luminaire à travers les âges (de la résine à l'alcool)..... 355

DIMANCHE 21 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. Chauveau sur le Moteur à Alcool..... 356

LUNDI 22 DÉCEMBRE 1902

Conférence de M. Silz sur l'Alcool concurrent des autres combustibles..... 358
Conférence de M. Henri Mamelle sur les Concours d'automobiles du Ministère de l'agriculture 361
Conférence de M. A. Lecomte sur la Question économique de l'Alcool..... 363

62187. — Imprimerie de la Bourse de Commerce (Ch. Bivort), 33, rue J.-J.-Rousseau, Paris

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires