

Section de l'Ingén

L. PÉRISSE

AUTOMOBILES

SUR ROUTES

GAUTHIER-VILLARS ET FILS

MASSON ET C^o

LOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

COLLABORATEURS

Section de l'Ingénieur

MM.

Abadie.
 Aehlig.
 Arès (Comm^t).
 Armengaud jeune.
 Arnaud.
 Barillot.
 Basset (C^t).
 Baume-Pluvinel (de la)
 Bérard (A.).
 Bergeron (J.).
 Berthelot.
 Bertin.
 Bertrand (L.)
 Biglia.
 Billy (Ed. de).
 Bloch (Fr.).
 Blondel.
 Boire (Em.).
 Bordet.
 Bornecque.
 Boucheron (H.).
 Bourlet.
 Boursault (H.)
 Boussac (A.)
 Candlot.
 Caspari.
 Charpy (G.).
 Clugnet.
 Croneau.
 Damour.
 Dariès.
 Defforges (Lt-Col.).
 Delafond.
 Drzewiecki.
 Dudebout.
 Dufour (A.).
 Dumont (G.).
 Duquesnay.
 Durin.
 Dwelshauvers-Dery.
 Fabre (Ch.).
 Fabry.
 Foex.
 Fourment.
 Fribourg (C^t).
 Frouin.
 Gages (Cap.)
 Garnier.

MM.

Gassaud.
 Gastine.
 Gautier (Henri).
 Godard.
 Gossot (Comm^t).
 Gouilly.
 Grouvelle (Jules).
 Guenez.
 Guye (C. Eug.).
 Guye (Ph.-A.).
 Guillaume (Ch.-Ed.).
 Guyou (Comm^t).
 Haller (A.).
 Hatt.
 Hébert.
 Hennebert (C^t).
 Henriet.
 Hérisson.
 Hospitalier (E.).
 Hubert (H.).
 Hutin.
 Jacométy.
 Jacquet (Louis).
 Jaubert.
 Jean (Ferdinand).
 Launay (de).
 Laurent (H.).
 Laurent (P.).
 Laurent (Th.).
 Lavergne (Gérard).
 Léauté (H.).
 Le Chatelier (H.).
 Lecornu.
 Lecomte.
 Lefèvre (J.).
 Leloutre.
 Lenicque.
 Le Verrier.
 Lindet (L.).
 Lippmann (G.).
 Loppé.
 Lumière (A.).
 Lumière (L.).
 Madamet (A.).
 Magnier de la Source.
 Marchena (de).
 Margerie.
 Meyer (Ernest).

MM.

Michel-Lévy.
 Minel (P.).
 Minet (Ad.).
 Miron.
 Moëssard (C^t).
 Moissan.
 Moissenet.
 Monnier.
 Moreau (Aug.).
 Müller (Ph. T.).
 Niewenglowski (G. H.).
 Naudin (Laurent).
 Ocagne (d').
 Ouvrard.
 Paloque.
 Périssé (L.).
 Perrin.
 Perrotin.
 Picou (R.-V.).
 Poulet (J.).
 Prud'homme.
 Rateau.
 Resal (J.).
 Ricaud.
 Rocques (X).
 Rocques-Desvallées.
 Rouché.
 Sarrau.
 Sartiaux (E.).
 Sauvage.
 Seguela.
 Seyrig (T.).
 Sidersky.
 Simart.
 Sinigaglia.
 Sorel (E.).
 Trillat.
 Urbain.
 Vallier (Comm^t).
 Vermand.
 Viaris (de).
 Vigneron.
 Vivet (L.).
 Wallon (E.).
 Widmann.
 Witz (Aimé).

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE

SOUS LA DIRECTION DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

PÉRISSÉ — Automobiles sur routes

1

*Ce volume est une publication de l'Encyclopédie
scientifique des Aide-Mémoire ; L. Isler, Secrétaire
général, 20, boulevard de Courcelles, Paris.*

N° 217 A

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

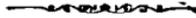
DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

AUTOMOBILES SUR ROUTES

PAR

L. PÉRISSE

Ingénieur des Arts et Manufactures



PARIS

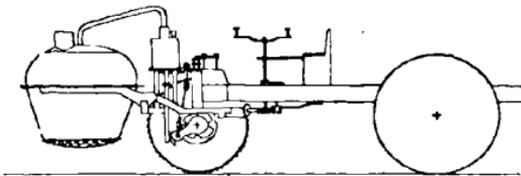
GAUTHIER-VILLARS ET FILS,	MASSON ET C ^{ie} , ÉDITEURS,
IMPRIMEURS-ÉDITEURS	LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Quai des Grands-Augustins, 55	Boulevard Saint-Germain, 120
(Tous droits réservés)	

AVANT-PROPOS — HISTORIQUE

—

Dans l'histoire de l'Automobilisme apparaît tout d'abord le nom du français Cugnot, qui en 1770, construisait la première voiture à vapeur ; c'était, à proprement parler, un chariot très lourd qui marchait à faible vitesse, avec l'obligation de s'arrêter plusieurs fois par heure en raison de l'insuffisance de sa chaudière. Cette voiture

Fig. 1



(fig. 1) se trouve au Conservatoire des Arts et Métiers depuis 1801.

Malgré la tentative de Cugnot, c'est à l'Angleterre que revient l'honneur d'avoir, après la grande découverte de Watt, en 1784, construit et vu fonctionner pratiquement des voitures automobiles sur routes.

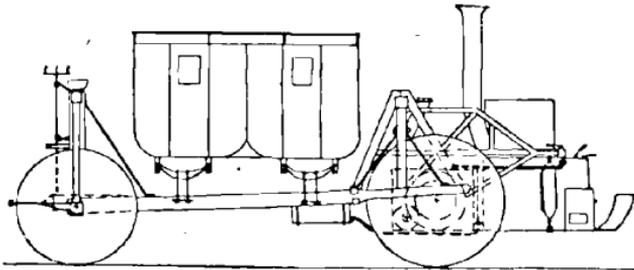
Nous allons donc d'abord passer en revue les principaux types de voitures à vapeur construits

en Angleterre depuis le commencement du siècle, puis nous ferons une étude analogue pour la France. Nous dirons également quelques mots, au point de vue historique, des voitures à pétrole et électriques.

Voitures à vapeur en Angleterre. — En 1802, Richard Trevithick, dont le nom est intimement lié à la construction des premiers chemins de fer, faisait breveter un modèle de voiture à vapeur qui fut construite l'année suivante et qui parcourut une distance de 154 kilomètres.

En 1821, Griffiths fit breveter une voiture à vapeur pour remplacer les diligences, et sa première machine fut construite par le célèbre mécanicien Bramah (*fig. 2*); la chaudière était com-

Fig. 2



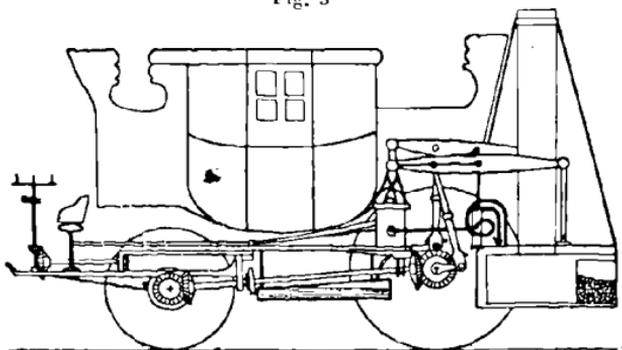
posée de tubes horizontaux; il y avait deux machines à vapeur transmettant le mouvement aux roues au moyen d'engrenages; enfin la vapeur était condensée dans une série de tubes refroidis au contact de l'air, et l'eau de condensa-

tion était renvoyée par une pompe dans la rangée inférieure des tubes de la chaudière ; le mécanisme disposé à l'arrière de la voiture était suspendu sur des ressorts à boudin, pour empêcher sa détérioration.

Le véhicule proprement dit n'était autre chose qu'une diligence ordinaire supportée par deux brancards au moyen de ressorts interposés. Ces deux brancards reposaient sur l'essieu d'arrière-moteur qui supportait le mécanisme et sur l'essieu d'avant directeur qui était surmonté du siège du conducteur.

Vers 1824, Burstall et Hill essayèrent en vain de faire adopter une diligence à vapeur de leur système (*fig. 3*) ; cette voiture ne marchait qu'à

Fig. 3



la vitesse de 6 à 7 kilomètres à l'heure, et ce fut une des causes de son insuccès.

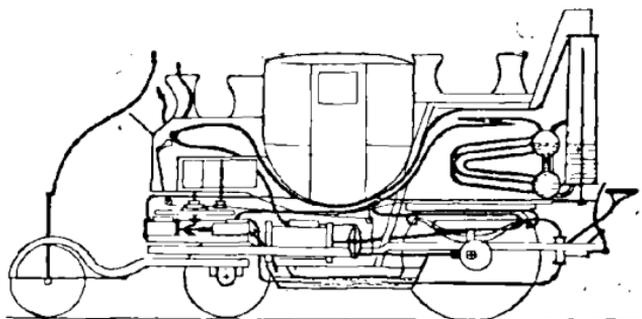
En 1826, Brown construisit une machine à

gaz, dans laquelle le piston était mù par la pression due à la combustion du gaz, puis par le vide qu'on obtenait par la condensation de la vapeur d'eau, produit de cette combustion. La voiture actionnée par cette machine à gaz montait facilement les côtes, mais finalement, elle ne fut pas adoptée, à cause de son fonctionnement beaucoup trop coûteux.

En 1828, le docteur Harland fait construire une voiture munie d'un condenseur à surface, le mécanisme transmettait son mouvement aux roues, au moyen d'engrenages.

En 1828, Gurney construisit une diligence de 12 à 15 places qui fonctionna à Windsor et dans plusieurs parcs publics à Londres (*fig. 4*).

Fig. 4



Cette voiture avait 5 roues, et était dirigée au moyen de la roue unique d'avant qui était manœuvrée par le conducteur, lequel avait sous la main les leviers nécessaires pour le fonctionne

ment de la machine et le réglage du tirage de la chaudière. Celle-ci était construite pour supporter une pression de vapeur de cinq kilogrammes par centimètre carré, et elle avait été essayée à une pression de 50 atmosphères, elle était à tirage forcé produit par un ventilateur placé sous le siège d'avant, mû par une petite machine indépendante qui actionnait également la pompe d'alimentation ; la vapeur d'échappement venait réchauffer l'eau d'alimentation.

La voiture de Gurney marchait à une vitesse pouvant atteindre et même dépasser 30 kilomètres à l'heure ; elle parcourait la distance de Meltonham à Crowford (129 kilomètres) en dix heures.

En 1829, sir Anderson et James, construisirent une voiture du poids de 3 tonnes, avec moteur à deux cylindres actionnant chacun une des roues arrière séparément. Elle transporta sur une route accidentée 15 voyageurs à la vitesse de 18 kilomètres à l'heure ; un autre voyage s'effectua à la vitesse de 12 kilomètres à l'heure avec 24 voyageurs. Cette voiture fut abandonnée à cause des fréquents accidents qui survenaient à sa machine.

En 1831, Dance installa un service de Gloucester à Cheltenham, et la voiture à vapeur construite par Gurney circula pendant 4 mois, elle transporta 3 000 voyageurs et parcourut 5700^{km} ;

le trajet était de 14 kilomètres et sa durée de 45 à 55 minutes. Il y avait quatre départs par jour.

La même année, Ogle fit fonctionner une voiture à vapeur de son système, devant une commission de la Chambre des Communes ; cette voiture marchait, dit-on, à 56 kilomètres à l'heure (35 milles) en palier ; elle montait à la vitesse de 26 kilomètres à l'heure des pentes atteignant 16 centimètres par mètre, elle était munie d'une chaudière à tubes concentriques dans lesquels la pression de la vapeur s'élevait jusqu'à 250 livres par pouce carré, soit près de 19 kilogrammes de pression. Elle fit le service de Londres à Southampton, et parcourut 1300 kilomètres sans accident.

Summers gravissait avec une voiture analogue des pentes de 8 centimètres avec 19 voyageurs, à la vitesse de 24 kilomètres à l'heure, et soutenait pendant 4 heures et demie une vitesse de 48 kilomètres à l'heure en palier.

En 1833, Macerone installa un service public entre Londres et Windsor, au moyen d'une voiture à vapeur à 11 places, qui marchait à raison de 18 kilomètres à l'heure.

Heaton construisit une machine qui remorquait une diligence de 20 voyageurs entre Worcester et Birmingham ; cette machine fut expérimentée sur la route de Bristol, par le construc-

leur, qui nous a laissé une relation complète de ces expériences :

« de notre manufacture de Sladwel-Street à Bell-Inn, nous avons parcouru en 56 minutes, 7 milles (11^{km,2}) ; de là nous franchissons en moins de 10 minutes une petite colline assez raide ; dans cet endroit, le chemin était si mauvais que les roues tracèrent une ornière de 3 pouces et plus de profondeur.

« Enfin nous retournâmes à notre manufacture après avoir parcouru 29 milles (46^{km,5}) et consommé 1 bushel (boisseau) de charbon, soit une dépense de 2 schillings 6 pences ; la vitesse n'a pas été moindre de 12 milles (19 kilomètres) à l'heure (1) ».

Ce fut Walter Hancock qui réalisa les voi-



Fig 5. — Reproduction d'une estampe anglaise. Gravure extraite de la *Revue Encyclopédique*, 1896.

tures les plus perfectionnées de 1827 à 1836.

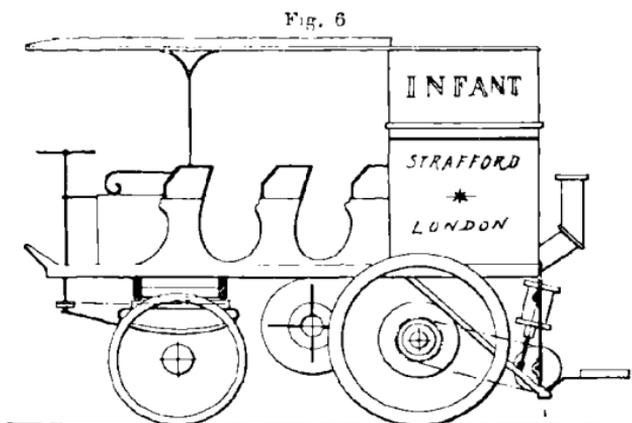
(1) *Revue Britannique*, année 1833.

Sa première voiture pour quatre personnes était montée sur trois roues, et la roue unique était à la fois directrice et motrice. La chaudière était placée à l'arrière. La machine motrice placée à l'avant se composait de 2 cylindres oscillants.

Cette petite voiture, construite en 1829, exécuta de nombreux voyages sans accident au dire de son inventeur.

En 1831, Hancock installa des services réguliers de voitures automobiles, omnibus à vapeur, entre la cité de Londres et Stratford, Paddington et Greenwich.

En octobre 1832, une de ces voitures, l'*Infante* (fig. 6), allait de Londres à Brighton avec

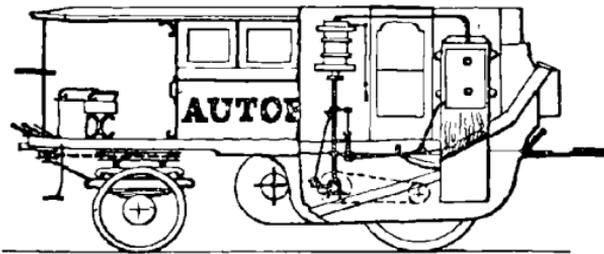


11 voyageurs, à raison de 14 kilomètres à l'heure en moyenne; elle marchait à 8 kilomètres dans

les montées. Cette voiture, avec 15¹ voyageurs, fit, au retour, 16 kilomètres en 55 minutes. Un voyage de Stratford à Brighton fut effectué avec une moyenne de 18 kilomètres à l'heure. Assez analogues à l'*Infante*, les voitures *Era* et *Entreprise* furent construites en 1832, par la « Steam Coach Co Greenwich London ». *Era* présentait deux coupés de diligence, et *Entreprise*, une grande caisse d'omnibus.

En 1833, Hancock construisit (fig. 7) une autre voiture à vapeur l'*Autopsie*. Cette voi-

Fig. 7



ture fit régulièrement un service public pendant plusieurs semaines de Finsbury-Square à Pentonville. La machine était verticale et actionnait l'essieu d'arrière au moyen d'une chaîne sans fin ; une soufflerie produisait un tirage forcé de la chaudière.

La direction se faisait de l'avant, au moyen d'un levier manœuvré par le conducteur. Son poids était de 3 tonnes ; la machine produisait

12 à 15 chevaux de force ; diamètre du cylindre, 18 pouces ; course, 16 pouces ; vitesse, 62 tours à la minutes, 22 kilomètres à l'heure ; consommation, 3 bushels (boisseaux) de coke par mille.

En 1834, Hancock construisit pour une Compagnie Autrichienne, une voiture contenant 10 places, qui remorquait une autre voiture semblable, à la vitesse de 22 kilomètres à l'heure en palier, et 13 kilomètres dans les côtes.

D'août à décembre 1834, l'*Eva* et l'*Autopsie* desservirent la ligne de Paddington ; ce service transporta 4 000 voyageurs avec une vitesse moyenne de 18 kilomètres à l'heure.

En 1835, Hancock construisit l'*Erin* qui transportait 20 voyageurs et remorquait 4 voitures, à la vitesse de 16 kilomètres à l'heure.

A cette époque, un service de voitures publiques à vapeur était établi entre Londres et Birmingham exploité par Church ; un service fonctionnait entre Glasgow et Paisley exploité par Scott Russel ; ce fut un accident arrivé sur cette ligne en 1834 qui fut le prétexte des mesures draconiennes prises contre les voitures mécaniques sur routes.

En 1836, Hancock établit un service public sur la route de Paddington, ce service qui fonctionna pendant cinq mois était assuré par 9 voitures à vapeur contenant 12 à 36 voyageurs et circulant pendant 5 heures par jour en moyenne.

Hancock a calculé que le parcours total de ses voitures a été de 5860 kilomètres et que le prix du combustible est revenu à 0^{fr},34 le kilomètre.

Malgré toute sa persévérance, Hancock dut abandonner la partie en présence des mesures prohibitives qui furent prises à l'instigation des partisans des chemins de fer. Voici quelles furent en effet, dès 1831, quelques taxes de péage pour les voitures mécaniques, comparées aux taxes des voitures ordinaires :

Désignation	A chevaux	Mécaniques
Liverpool-Prescott	5 ^{fr}	60 ^{fr}
Bathgate road	6, 25	33, 75
Ashburnam-Totnes	3, 75	50
Teignmouth-Dawlish	2, 50	15

C'est-à-dire que le tarif des unes s'élève jusqu'à 15 fois celui des autres.

Cependant la Commission de la Chambre des Communes qui fit, en 1831, une enquête sur la question, avait terminé son rapport par les conclusions suivantes :

1^o Les voitures à vapeur peuvent être admises sur les routes ordinaires à une vitesse de 10 à 12 milles (17^{km},5) à l'heure ;

2^o A cette vitesse, elles ont transporté de 14 à 30 voyageurs ;

3^o Leur poids en ordre de marche varie de 2 à 3 tonnes ;

4^o Elles peuvent monter et descendre facilement et sans danger des rampes à forte inclinaison ;

5^o Elles offrent toute sécurité pour le public ;

6^o Si elles sont bien construites, elles ne sont pas gênantes pour le public ;

7^o Elles constituent un moyen de transport rapide et économique ;

8^o Grâce à la largeur des roues, elles fatiguent moins les routes que les voitures traînées par des chevaux ;

9^o Le tarif de péage imposé aux voitures à vapeur est tel, sur certaines routes, que l'exploitation serait impossible si on laissait subsister ces taxes.

Vers la même époque, l'un des ingénieurs anglais les plus compétents, Farey, affirmait que les frais de transport par voiture à vapeur, n'étaient que le tiers de ceux des diligences, et il considérait que la possibilité d'appliquer pratiquement ce système était suffisamment démontré pour en assurer l'adoption générale.

Malgré ces conclusions favorables et ces opinions optimistes en faveur des voitures à vapeur, le chemin de fer auquel Georges Stephenson venait de donner un nouvel essor, gagnait peu à peu de chauds partisans dont les influences furent assez fortes pour obtenir des Chambres anglaises le vote de mesures prohibitives contre les voitures mécaniques sur routes. Des accidents, dus pour la plupart à la mauvaise fabrication des essieux et des roues, furent le prétexte des hostilités ; des actes furent promulgués qui

élevaient les droits de péage d'une façon excessive, sous prétexte que les voitures à vapeur détérioraient beaucoup les routes. Ces mesures ont empêché le développement des voitures à vapeur en Angleterre et ce n'est que 60 ans après (exactement le 14 novembre 1896) que la libre circulation des voitures automobiles a été enfin accordée dans ce pays.

De 1836 à 1896, nous ne trouvons en effet, en Angleterre, que des tentatives isolées de construction de voitures mécaniques.

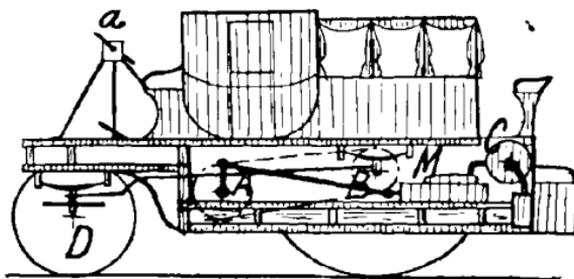
Il convient de citer la voiture tricycle construite en 1859 par le marquis de Stafford. La chaudière horizontale est disposée à l'arrière de la voiture, où, sur une plateforme, se place le chauffeur. Du siège d'avant, le conducteur manœuvre la direction, le régulateur et le frein. La machine horizontale actionne un arbre différentiel placé sous le siège, lequel transmet son mouvement par chaînes aux roues motrices d'arrière. Citons encore la voiture de Fisher avec chaudière vertical et empattement considérable, qui date de la même époque. En 1862, à l'Exposition Universelle de Londres, M. Lee, de Leicester, avait exposé une voiture à vapeur de sa construction. J. Wilkinson de Birmingham construisit, en 1865, une voiture à 4 roues, à 2 places, dont la particularité était d'avoir une chaudière chauffée à l'huile de pétrole.

Il est intéressant de signaler également les tentatives faites en Angleterre pour la propulsion des voitures sur routes, *par l'air comprimé*.

De 1822 à 1830, M. W. Mann, de Brixton, étudia la question et proposa un type de voiture pour faire le service de Londres à Manchester. L'air comprimé à 25 atmosphères environ dans des réservoirs, présentant une capacité totale de 2^m³,5, était en suffisante quantité pour parcourir des étapes de 25 à 30 kilomètres.

Ces études furent reprises et complétées par Wright, qui remarqua que le refroidissement dû à la détente était un grave inconvé-

Fig. 8



nient des voitures à air comprimé; pour y remédier, il réchauffait l'air au moyen d'une petite chaudière spéciale placée à l'arrière. Sa voiture (*fig. 8*) était une diligence à 12 places; les roues d'arrière motrices étaient de très grand diamètre et elles étaient actionnées séparément chacune par un moteur.

Dans l'étude des voitures à air comprimé sur routes, en Angleterre, citons enfin les noms de Fordham et de Rathen, ce dernier fit, dit-on, circuler sa voiture à Putney en 1848.

Voitures à vapeur en France. — Pendant qu'en Angleterre au commencement du siècle les services de voitures automobiles se créaient avec succès et persévérance, la France restait en arrière. Dans notre pays, les essais se réduisent à la prise de quelques brevets et à la construction de locomotives routières, mais aucun service public ne fonctionna régulièrement.

Il convient cependant de citer le nom d'Onésiphore Pecqueur, chef des ateliers du Conservatoire des Arts et Métiers, qui fit breveter, en 1827, un chariot à vapeur, perfectionnement du chariot de Cugnot, avec cette différence que c'étaient les roues d'arrière qui recevaient le mouvement de la machine, au moyen d'une chaîne. La véritable invention de Pecqueur est la disposition des engrenages différentiels qui sont la conséquence de l'emploi de deux roues motrices.

En mars 1833, eut lieu à Bruxelles l'essai d'un « Remorqueur à vapeur de terre » que nous trouvons décrit dans le Bulletin de la Société d'Encouragement de cette même année.

C'est également vers cette époque que Charles Dietz, constructeur de machines, rue Marbeuf;

à Paris, construisit son remorqueur à vapeur ; cette machine fit, le 26 septembre 1834, un voyage de Paris à Saint-Germain et retour, en présence d'une commission de l'Institut. La durée du voyage fût d'une heure et demie, la côte de Saint-Germain fut montée en 13 minutes et demie.

En 1839, la même machine effectua le trajet de l'Observatoire à l'Arc del'Étoile ; ce qui faisait dire l'année suivante au professeur Olivier, qu'il considérait le problème comme résolu au point de vue mécanique. On essaya vers cette époque d'organiser un service public de voyageurs et marchandises au moyen du remorqueur de Dietz. Les promoteurs présentaient ce service comme « un véritable médium entre les diligences et les chemins de fer, pouvant relier ceux-ci entre eux quand ils se trouvent à une certaine distance les uns des autres ».

A ce moment, l'esprit des inventeurs se porte exclusivement sur les perfectionnements des locomotives routières, principalement destinées aux besoins de l'agriculture.

La maison Lotz, de Nantes, se fait une spécialité de ces machines et crée des types très bien étudiés de 1856 à 1866. Cette maison construisit une petite voiture automobile à vapeur qui fut la première qui ait fonctionné régulièrement en France pour le transport des voyageurs.

Elle transportait 6 personnes, non compris le mécanicien-conducteur placé sur la plate-forme d'avant. La roue d'avant unique servait à la direction, et était manœuvrée au moyen d'un volant et d'une vis sans fin. La machine pilon actionnait un arbre différentiel qui transmettait le mouvement aux roues d'arrière motrices, au moyen de chaînes. La chaudière verticale était placée entre le mécanicien et le break qui contenait les voyageurs ; cette disposition avait l'inconvénient d'obstruer la vue de ceux-ci et de les soumettre au rayonnement gênant du générateur de vapeur.

En 1859, une société de Messageries à vapeur fut organisée sous la direction de M. Servel, ingénieur au chemin de fer d'Orléans.

En 1862, un service fut établi entre la place Clichy et la commune de Clichy, mais il dura peu de temps, à cause de l'insuffisance des rou-tières sur la rampe de l'avenue de Clichy.

En 1865, Gellerat, l'inventeur des rouleaux à vapeur de la ville de Paris, construisit une locomotive routière sur le principe de ses rouleaux.

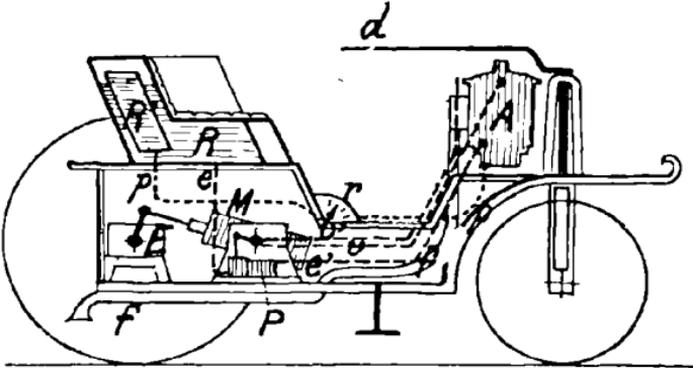
De la même époque, datent les premières locomotives routières construites par la maison Albaret, qui s'occupe, comme on sait, depuis de longues années, de la construction des machines agricoles.

A l'exposition de 1867, les locomotives routières

françaises et étrangères, constituèrent une des principales attractions de la mécanique.

En 1868, M. Ravel fit construire un tilbury-tricycle de son invention (*fig. 9*), remarquable

Fig. 9



surtout par la disposition de sa chaudière chauffée au pétrole. Celle-ci, placée à l'avant, envoyait la vapeur dans deux cylindres oscillants de la machine placée sous le siège ; les bielles actionnaient directement l'essieu moteur. Le réservoir d'eau et le réservoir de pétrole étaient disposés dans le dossier du siège.

En 1869, un service fut organisé pour remorquer, au moyen des roulières à vapeur, les Omnibus de la place du Château-d'Eau à Joinville-le-Pont ; la vitesse moyenne était de 14 kilomètres à l'heure. La même année, un service public fonctionna entre Le Havre et Montivilliers.

En 1870, Ernest Michaux construisit à Paris,

dans les ateliers de son père, une locomotive routière à grande vitesse. Cette machine traînait un breack contenant 10 personnes. Un voyage à Rouen fut effectué à la vitesse moyenne de 18 kilomètres à l'heure ; plus tard, cette machine effectua le voyage de Marseille où elle fut mise en service.

M. Stappfer, ingénieur de Marseille, construisit en 1873 un tricycle à vapeur très ingénieusement étudié, la roue d'avant était à la fois directrice et motrice ; elle était actionnée par deux cylindres verticaux situés de chaque côté.

La chaudière, à chargement central était munie de tubes disposés circulairement ; le tirage se faisait par le haut ; les gaz brûlés et la vapeur d'échappement se dégagèrent à l'arrière du tricycle. Sur le même principe fut construite une voiture à vapeur qui marchait à 12 kilomètres à l'heure, mais pour laquelle la chaudière était insuffisante.

À l'Exposition de 1878 figurait également un tricycle à vapeur construit par M. Perreaux, dont la chaudière à serpentin était chauffée au pétrole ; la machine à deux cylindres actionnait les roues d'arrière.

En 1873, M. A. Bollée, du Mans, construisit une voiture qu'il appela l'*Obéissante*. Elle transportait 12 voyageurs, pesait en ordre de marche 4800 kilogrammes et marchait à une

vitesse de 20 kilomètres à l'heure. Cette voiture vint à Paris, et fit l'objet d'un rapport de Tresca à l'Académie des Sciences dans la séance du 2 novembre 1875. La chaudière, du type Field, était placée à l'arrière ; les deux machines à cylindres inclinés étaient disposées de chaque côté de la voiture ; elles actionnaient, au moyen de chaînes Galle, les roues motrices d'arrière ; les roues directrices d'avant étaient montées sur pivots conjugués de l'invention du constructeur.

En 1878, M. Bollée présenta à l'Exposition universelle de Paris une voiture à 6 places appelée la *Mancelle*.

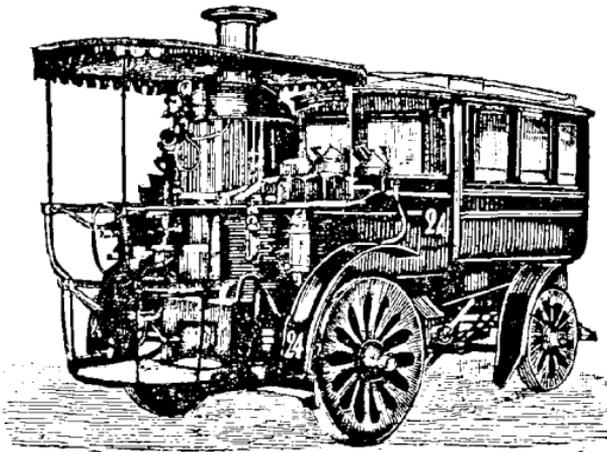
La chaudière était comme précédemment installée à l'arrière au-dessus des roues motrices ; la machine du type pilon était, au contraire, devant le siège du conducteur à l'avant. Cette voiture transportait 6 voyageurs, non compris le conducteur et le chauffeur. A la vitesse de 28^{km} à l'heure, la consommation n'excédait pas 2 kilogrammes de charbon par kilomètre.

En 1878, circulait également un breack de chasse à 14 places, qui effectua près de 50 voyages entre le Trocadéro et Sèvres. L'année suivante des expériences officielles furent faites sur la route du Mans à Alençon, sous le contrôle d'ingénieurs de l'Etat. De la même époque, date la *Marie-Anne*, locomotive routière qui pesait 29 tonnes en ordre de marche.

En 1880, fut construit l'omnibus automobile à vapeur la *Nouvelle* (fig. 10) qui, 15 ans après, effectuait avec succès la course de Paris à Bordeaux, comme nous le verrons plus loin.

La chaudière Field avec réchauffeur est placé à l'arrière ainsi que la machine à deux cylindres

Fig 10



horizontaux ; cette machine actionne l'arbre différentiel au moyen d'engrenages donnant deux vitesses, et le mouvement se transmet aux roues d'arrière au moyen de chaînes Galle. Les roues directrices à deux pivots sont à l'avant et la direction se fait de l'intérieur de la voiture qui a la forme d'un omnibus. Le poids en ordre de marche est de 5 tonnes. Le ravitaillement en eau doit se faire tous les 40 kilomètres environ ; quant au combustible, il est emporté en quan-

tité suffisante pour un parcours de 150 kilomètres.

En 1882, M. Le Cordier, Administrateur délégué et ingénieur de la société fondatrice des voitures à vapeur, système A. Bollée, a présenté à la Société des Ingénieurs civils une note où l'on peut puiser d'intéressants renseignements.

A cette époque, il y avait 25 voitures de ce système construites ou en service : remorqueurs pour marchandises ou trains mixtes, omnibus, diligences ou petites voitures. M. Le Cordier donne sur ces voitures des renseignements très complets résultant d'expériences faites au point de vue mécanique et économique ; nous avons résumé très succinctement ces renseignements dans le tableau de la p. 27. Ils montrent que, dès 1882, le problème de la construction des automobiles à vapeur pour le transport en commun était presque résolu, grâce aux persévérantes études de M. A. Bollée.

En 1879, a été fondée une société d'exploitation des voitures qui procédait à des expériences publiques ou à l'établissement de services réguliers en France et à l'Étranger. Une diligence de 40 places effectuait un trajet de 1500 kilomètres puis était mise en service public entre Toulouse et Saint-Lys (17 kilomètres à l'heure) ; c'est là le premier service régulier par automobiles pour transports en commun qui

EXPÉRIENCES FAITES SUR LES VOITURES BOLLÉE, EN 1882, PAR M. LE CORDIER

Voitures Bollée	Remorqueurs		Diligences		Petites voitures dites <i>Mancettes</i>
	Marchandises	Trains mixtes	Grand modèle	Moyen modèle	
Nombre de voitures existant en 1882	1	2	3	6	9
Poids en charge : tonnes	29	19	10	10,5	3,5
Voitures de remorque : nombre	6	4	3	—	1
Capacité totale, Marchandises : tonnes	48	9	9	—	—
" " Messageries : tonnes	—	3	3	2	1/4
" " Nombre de voyageurs	—	68	32	40	10
Vitesse en palier : kilomètres à l'heure	10	11 à 20	8 à 20	25	25
Rampes maxima à pleine charge : milli-mètres par mètres	66	82	33	140	210
Prix de la voiture à vapeur : francs	18000	38000	25000	45000	18000
Poids total maximum par voyageurs : kgs	—	—	—	482	445
Prix de revient du voyageur-kilomètre (à pleine charge) : francs	—	—	—	0,023	0,017
				0,032	0,021
				0,041	0,027

ait été effectué sur le continent. En Corse, s'organisèrent, en 1882, divers services de transports rapides. A l'étranger, des voitures à vapeur Bollée furent expérimentées à Vienne; en Allemagne, la société Strassen Dampfwagen Central Gesellschaft, en 1880, commença ses essais avec 16 voitures construites à Berlin; des services publics furent inaugurés en août 1881, dans le Grand Duché de Mecklembourg, en Poméranie sur une route de 21 kilomètres de longueur, ainsi qu'en Hanovre et divers autres endroits.

En 1885, MM. de Dion, Bouton et Trépardoux construisirent leurs premiers tricycles à vapeur. La roue unique d'arrière était actionnée directement par la machine, et les deux roues d'avant étaient directrices; elles supportaient la chaudière à tubes rayonnants qui, perfectionnée, est encore employée avec succès par les mêmes constructeurs.

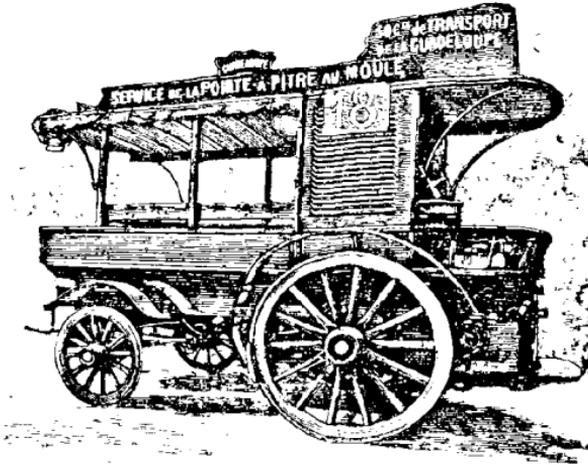
De 1887, datent les premiers essais de la chaudière Serpollet qui fut appliquée à la production de la vapeur sur les voitures automobiles; celles-ci n'étaient, à proprement parler que des tricycles transformés; ils étaient munis de la chaudière à serpentín de cuivre qui fut ensuite modifiée complètement par les constructeurs pour aboutir aux types en usage aujourd'hui.

A l'Exposition de 1889, figurent les premières

voitures Serpollet, ainsi que des voitures Mérelle du système de Dion, Bouton et Trépardoux, M. Mérelle fit sur ces voitures des expériences publiques qui furent remarquées. L'on se souvient également d'un mariage à l'église St-Ambroise dont tous les invités avaient pris place dans des voitures Serpollet.

A partir de 1892, les voitures à vapeur système Le Blant, Scotté, Serpollet (*fig. 11*), les tracteurs

Fig. 11



de Dion-Bouton commencèrent à circuler, et l'on vit pour la première fois en présence les voitures automobiles à pétrole et les automobiles à vapeur, lors du concours organisé en 1894 par le *Petit Journal*.

Voitures à pétrole. — M. Lenoir, l'inventeur du moteur à gaz qui porte son nom, revendique

l'honneur d'avoir construit la première voiture munie d'un moteur à essence de pétrole. En septembre 1863, sa voiture automobile était actionnée par un moteur à vapeurs carburées de la force d'un cheval et demi, à la vitesse de 100 tours à la minute. Pour franchir le point mort, il était nécessaire d'avoir un volant lourd, et le poids de la voiture, en général, était considérable ; le trajet de Paris à Joinville-le-Pont se faisait en 1 heure et demie ; la consommation était de deux litres et demi de gaz carburé et de 150 litres d'eau par cheval-heure.

En 1886, était construite en Allemagne une voiture, sorte de tricycle à deux places, qui était actionnée par un moteur horizontal Benz.

En 1887, Daimler appliquait son système de moteur à essence mono-cylindrique à un petit tramway qui figura à l'Exposition Universelle de 1889, dans le pavillon du pétrole. La même année, Daimler inventait son moteur à deux cylindres inclinés dont la maison Panhard et Levassor fut la concessionnaire pour la France. C'est ce moteur d'une force de 1 cheval et demi environ qui fut appliqué aux premières voitures Panhard et Levassor en 1890 et 1891.

Cette même année sortait des ateliers de M. Tenting la première voiture de son système ; elle était caractérisée par le mode de transmission du mouvement par plateaux de friction que

ce constructeur n'a pas, du reste, cessé d'employer.

En 1893, parut à Paris, la première voiture construite à Mulheim-sur-Rhin, dans les ateliers de la société Benz. Ce type de voiture qui a été construit en France, notamment par M. Roger et la Maison Parisienne de voitures automobiles, n'a pas été modifié sensiblement dans ses dispositions générales.

Dans la construction des voitures à pétrole, les deux moteurs d'origine sont le Daimler et le Benz, sur le type desquels ont été établis, en les perfectionnant, un grand nombre de systèmes, dont on trouvera plus loin une nomenclature.

Voitures électriques. — Au Congrès de l'association américaine des ingénieurs électriciens, tenu en juillet 1897, aux États-Unis, on a proclamé que c'était M. G. Farmer qui, en 1847, construisit la première automobile sur routes mue par l'électricité.

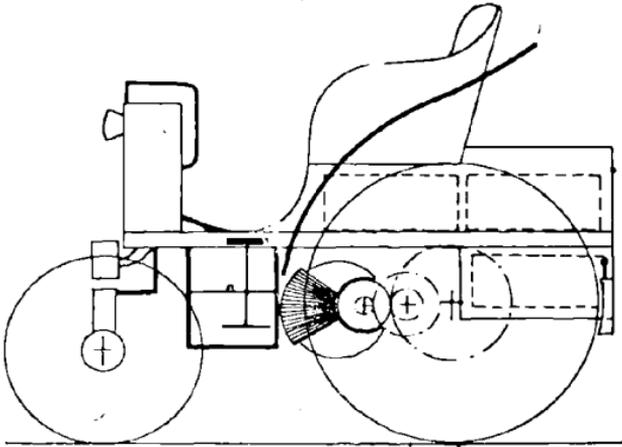
Quoi qu'il en soit, c'est lors de la première grande manifestation de l'Industrie Électrique, organisée en 1881 à Paris, à l'Exposition internationale d'Électricité, qu'ont fonctionné les véhicules électriques sur rails et sur routes, actionnés par des dynamos.

Le tramcar construit par Raffard et Philippart, dans les premiers mois de 1881, dont les essais suivis eurent lieu du 25 mai au 16 juin de cette

année, est un des véhicules les plus curieux à étudier en détail.

En 1881, après l'Exposition d'Électricité, M. Jeantaud construisait sa première voiture électrique (*fig. 12*). C'était un tilbury à deux places actionné par une dynamo Gramme ; l'électricité

Fig. 12



était produite par une batterie d'accumulateurs Faure logés dans une boîte placée à l'arrière de la voiture. Un accident survenu à la dynamo fit abandonner les essais qui ne furent repris, par M. Jeantaud, que plusieurs années après.

Il nous reste, pour terminer cette courte étude historique, à dire quelques mots des concours et courses organisés depuis quelques années pour encourager les efforts des constructeurs.

Concours du « Petit Journal ». — Ce concours eut lieu en juillet 1894, fut organisé par M. Pierre Giffard, du *Petit Journal*; ce fut le premier concours de ce genre. Son programme comprenait une épreuve éliminatoire de 50 kilomètres autour de Paris, et une épreuve définitive de 126 kilomètres qui eut lieu de Paris à Rouen. La vitesse moyenne devait être de 12^{km},5 à l'heure, et on ne devait pas tenir compte, dans le classement, des vitesses supérieures.

102 véhicules ont été inscrits dont :

29	avec moteurs à vapeur ;	
38	" à pétrole ;	•
5	" à air comprimé ;	
5	" électriques ;	
25	" divers.	

Sur ce grand nombre de véhicules, 25 ont concouru dans les épreuves éliminatoires et 21 dans l'épreuve définitive. Les véhicules primés ont été les suivants :

Voiture à pétrole Panhard et Levassor, moteur Daimler ;
 " Peugeot, moteur Daimler ;
 " Vacheron-Lebrun, moteur Daimler ;
 " Roger, moteur Benz ;
 Tracteur à vapeur de Dion-Bouton ;
 Breack à vapeur Le Blant ;
 Omnibus à vapeur Scotté.

Les voitures Panhard-Levassor et Peugeot, ainsi que la voiture à tracteur de Dion-Bouton, ont marché à une vitesse moyenne totale de 18 kilomètres à l'heure ; c'étaient de petites voi-

tures relativement au break Le Blant à 10 voyageurs et à l'omnibus Scotte destiné à transporter 12 personnes.

La voiture Le Blant est munie d'un générateur Serpollet et d'une machine à vapeur à 3 cylindres, le poids total du véhicule est de 3 500 kilogrammes. A l'avant, se trouve le conducteur qui manœuvre les organes de marche, de direction, d'arrêt; à l'arrière, est placé le chauffeur.

L'omnibus Scotte est muni d'une chaudière Field et d'une machine piston placée à l'avant; le poids à vide est de 1 680 kilogrammes, et de 3 310 kilogrammes à pleine charge.

Le concours du *Petit Journal* a eu un grand retentissement dans le public; c'est ce concours qui a prouvé qu'il était possible de construire pratiquement des voitures à pétrole et à vapeur pour la promenade et les transports en commun. Les avantages et les inconvénients des deux modes de force motrice se sont nettement révélés dès le concours de 1894.

Course Paris-Bordeaux. — Cette épreuve, courue en 1895, présentait un parcours de 1 200 kilomètres; son règlement ne permettait pas à toutes les catégories de voitures de prendre part au classement; notamment, le premier prix ne devait être attribué qu'à une voiture de 4 places ou au-dessus. Le parcours devait s'effectuer dans un temps maximum de

100 heures, c'est-à-dire à une vitesse d'au moins 12 kilomètres à l'heure.

46 véhicules avaient été engagés dont :

- 11 voitures à vapeur à 4 places et au-dessus ;
- 18 " à pétrole à 4 places et au-dessus ;
- 2 " électriques à 4 places et au-dessus ;
- 2 " à vapeur à 2 places ;
- 5 " à pétrole à 2 places ;
- 8 motocycles.

Sur ces 46 véhicules, 22 ont concouru dont :
6 à vapeur, 15 à pétrole et 1 électrique. L'arrivée à Paris s'est faite dans l'ordre suivant :

- Voiture Panhard et Levassor, pétrole (moteur Phoenix), 2 places ;
- " Peugeot, pétrole (moteur Daimler), 2 places ;
- " " " " " , 4 "
- " " " " " , 4 "
- " Roger, pétrole (moteur Benz), 4 places ;
- " Panhard et Levassor, pétrole (moteur Daimler), 4 places ;
- " " " " " (moteur Phoenix), 4 places ;
- " Roger, pétrole (moteur Benz), 4 places ;
- Omnibus Bollée, à vapeur, 8 places ;

Par suite du règlement, le premier prix a été décerné à la voiture à 4 places arrivée troisième, construite par MM. Peugeot, mais le véritable triomphateur de la course Paris-Bordeaux a été M. Levassor qui conduisait lui-même la voiture à 2 places arrivée première. Cette voiture était munie du moteur Phénix remplaçant l'ancien Daimler ; elle pesait à vide 604 kilogrammes avec trois vitesses théoriques de 9,20 et 30 kilomètres à l'heure, moteur de 280 kilogrammètres.

Les voitures Peugeot étaient du même type que

celles qui avaient concouru l'année précédente.

Les voitures Roger, pesant 760 kilogrammes et 845 kilogrammes, étaient munies d'un moteur horizontal Benz de 4 chevaux, tournant à 300 tours; elles étaient analogues à celle qui avait concouru en 1894.

L'omnibus Bollée est le seul véhicule à vapeur ayant effectué, malgré plusieurs avaries, le parcours total, et cela, dans la limite de temps imposée. Un prix spécial lui a, du reste, été décerné. Au surplus, ce véhicule n'est autre que *La Nouvelle* construite en 1880, comme nous l'avons indiqué plus haut.

À côté de ces véhicules primés, il convient de citer les tracteur et breack à vapeur de Dion Bouton, que des accidents indépendants du système ont immobilisés presque dès le départ; les voitures à vapeur Serpollet et Gau-

tier-Wherlé, le tracteur

Le Blant et l'omnibus

Scotté à vapeur; les

voitures à pétrole Dela-

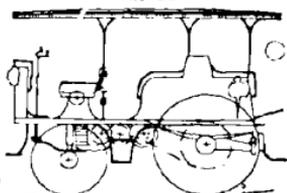
hayé (de Tours) et Ros-

sel (de Lille).

La voiture électrique

Jeantaud (*fig. 13*) était remarquable par sa construction très soignée et par son rendement électro-mécanique élevé; cependant elle n'a fourni qu'une partie du parcours. Citons enfin trois

Fig. 13



motocycles : le tricycle de Dion-Bouton et les bicyclettes Millet et Wolfmüller.

La course Paris-Bordeaux a été le véritable point de départ de l'industrie éminemment française des voitures automobiles, elle a indiqué la voie dans laquelle il convenait de diriger les efforts des constructeurs.

Depuis cette époque, chaque année, plusieurs épreuves sont courues sous le contrôle de l'Automobile-Club de France, qui prend à cœur son rôle de société d'encouragement. Il faut citer, en 1896, la célèbre course Paris-Marseille et retour (1 700 kilomètres), qui fut un nouveau triomphe pour les voitures à pétrole Panhard-Levassor et Peugeot; les voitures Delahaye, Landry et Beyroux, celles de la Maison Parisienne, furent également primées. La course Marseille-Nice-Monte-Carlo, en 1897, prouva que sur des parcours à étapes rapprochées avec grandes déclivités, la vapeur pouvait, avec MM. de Dion et Bouton, triompher du pétrole. Enfin, en août 1897, eut lieu le concours des Poids Lourds réservé aux véhicules pesant au moins une tonne; nous reviendrons sur l'organisation et le résultat de ce concours dans la troisième partie traitant des véhicules pour les transports en commun des voyageurs et des marchandises.

Dans l'étude très succincte des voitures automobiles sur routes, que nous présentons ici, nous passerons en revue les véhicules de tous systèmes qui ont été construits pratiquement et ont fonctionné convenablement. En raison du cadre limité que nous sommes obligé de nous tracer, nous devons passer sous silence les nombreux essais, pourtant si intéressants, qui ont été faits et sont journellement tentés par les ingénieurs et les constructeurs de tous les pays.

Nous avons dû également laisser de côté les motocycles (au-dessous de 100 kilogrammes) ainsi que les voiturettes, petites voitures très légères à deux places pesant moins de 400 kilogrammes, qui ne sont pas destinées aux longues courses, mais qui sont des instruments de promenade plutôt que de tourisme.

La division de notre travail est des plus simples. Dans la première partie, nous traiterons des mécanismes des voitures automobiles, c'est-à-dire des moteurs, des transmissions et des accessoires. Dans la deuxième partie, nous étudierons les voitures automobiles à 2, 4 et 6 places, à vapeur, à pétrole et électriques. Enfin, la troisième partie sera une étude analogue pour les voitures destinées aux transports en commun et aux marchandises, en indiquant les résultats du concours des Poids Lourds de 1897.

Ajoutons, en terminant, que nous n'avons de

préférence personnelle pour aucun système; nous pensons que différentes solutions peuvent être données au problème de la traction mécanique sur routes et que ces solutions peuvent s'appliquer aux différents cas qui se présentent. Nous exposerons donc, sans parti pris, avec une importance proportionnée pour chacun, les systèmes des différents constructeurs du moment que ces systèmes auront été sanctionnés par une suffisante pratique.

Nous mettrons ainsi à même tous ceux que l'automobilisme intéresse de juger, en toute connaissance de cause, les avantages et les inconvénients des différents systèmes de voitures automobiles sur routes.

PREMIÈRE PARTIE

MÉCANISMES DES VOITURES AUTOMOBILES

Dans l'étude des voitures automobiles, il convient tout d'abord d'examiner les moyens employés par les constructeurs pour la propulsion de ces voitures et, dans chaque cas, d'analyser les différents organes du mécanisme pour rechercher les avantages et les inconvénients de chacune des dispositions adoptées.

Nous allons donc passer en revue d'abord les principaux moteurs employés, ensuite les divers modes de transmission, ainsi que les accessoires du mécanisme, tels que freins, directions, roues, etc.

CHAPITRE PREMIER

—

MOTEURS

Les moteurs qui actionnent les voitures automobiles empruntent leur force à trois agents physiques : la vapeur ; l'air carburé ; l'électricité.

Nous indiquerons, pour chacun de ces modes de propulsion, les généralités théoriques strictement indispensables, puisqu'on pourra toujours se reporter pour une étude plus complète aux différents ouvrages publiés et notamment aux livres de l'Encyclopédie des Aide-mémoire où ces questions sont traitées très complètement.

Quel que soit le mode de propulsion employé, il est nécessaire de calculer la puissance que doit avoir un moteur pour un service déterminé. La formule que donne M. Mallant pour cette détermination est la suivante :

Soient E , la puissance cherchée du moteur

exprimée en chevaux-vapeur indiqués, c'est-à-dire environ 75 % du nombre de chevaux effectifs ;

P, le poids total du véhicule en charge exprimé en tonnes ;

V, la vitesse en mètres par seconde ;

C, la déclivité de la route en centimètres par mètre ;

K, un coefficient variable selon l'état de la route :

$$E = \frac{PV}{10} (K \pm 3C).$$

En marche normale, sur route ordinaire, K doit être pris égal à 7, ce chiffre correspondant à un effort de traction de 25 kilogrammes par tonne ; pour calculer la puissance nécessaire au démarrage, on prend $K = 8$, correspond à un effort de traction de 30 kilogrammes. La pratique permettra de déterminer la valeur de ce coefficient dans tous les cas ; par exemple cette valeur s'élève à 13 quand il s'agit de routes humides et marécageuses. Cette formule permet également de rechercher les vitesses ou les déclivités maxima qui peuvent être abordées par un véhicule donné.

Ceci indiqué, nous allons examiner successivement les divers modes de traction.

MOTEURS A VAPEUR

Généralités théoriques. — On sait qu'un moteur à vapeur se compose d'un générateur producteur de vapeur sous pression, et d'une machine composée en général de deux pistons sur lesquels agit la vapeur alternativement de chaque côté des pistons. La vapeur sous pression agit sur le piston par sa détente et, lorsqu'elle est détendue, cette vapeur est envoyée soit dans l'atmosphère, soit dans un réfrigérant condenseur.

Dans ce dernier cas, l'ensemble des opérations thermodynamiques que nous venons de résumer, forme un *cycle* dont le type est le cycle de Carnot. On peut calculer le rendement d'un cycle de Carnot et en déduire la consommation de charbon par cheval-heure effectif.

On représente les diverses opérations qui s'effectuent dans la machine au moyen de ce qu'on appelle un diagramme ; le diagramme est obtenu en portant en abscisses, les déplacements du piston et en ordonnées, les pressions ; nous donnons ci-après un diagramme, type de machine à vapeur à un cylindre (*fig. 14*).

On voit, en AB, la période de pleine admission (marche en avant) ; en BC, la période de détente ;

et, par suite, dans la consommation du combustible. Elle permet une meilleure utilisation de la force vive de la vapeur et une meilleure répartition des efforts aux extrémités de la course du piston, c'est-à-dire au moment où la vitesse de celui-ci doit changer de signe lorsqu'il passe presque instantanément de la marche avant à la marche arrière.

Dans l'emploi de la détente, la précaution principale qu'on doit prendre, est d'empêcher le refroidissement du cylindre par suite d'une détente exagérée.

Nous n'entrerons pas dans les détails des calculs qui permettent de déterminer les dimensions d'une machine à vapeur; rappelons seulement que le travail utile est égal au travail produit lors de la pleine admission, plus le travail de détente, moins le travail résultant de la contre-pression.

Soient :

- P, la pression en kilogrammes par centimètre carré ;
- l , la course du piston ;
- S, la surface du dit piston ;
- n , le degré de détente, rapport du volume total au volume de la vapeur à la fin de l'admission ;
- p , la contre-pression en kilogrammes par centimètre carré au moment de l'échappement.

Le travail utile sera donné par la formule :

$$T = KPS \left(1 + \text{Log } n - \frac{pn}{P} \right).$$

Le coefficient K varie de 0,4 à 0,85 selon la puissance du moteur et selon qu'il s'agit de machines à condensation ou sans condensation; on trouvera dans les traités spéciaux des tables donnant les valeurs de coefficient dans chaque cas particulier.

La formule précédente fondamentale sert de base aux déterminations qu'il faut effectuer pour le calcul des dimensions du moteur. Elle s'applique à un moteur théorique monocylindrique à détente, mais elle sert également à calculer les dimensions des machines Compound.

On sait que, dans ces machines, le fluide moteur, après avoir exercé son action dans un ou plusieurs petits cylindres, passe avec une pression réduite dans un ou plusieurs cylindres, dits à basse pression, dans lequel il effectue un nouveau cycle. Dans les machines Compound, le travail du cylindre à haute pression doit être égal au travail du cylindre à basse pression, et c'est pour cela que les cylindres à basse pression sont toujours d'un diamètre plus grand que les cylindres à haute pression.

On peut donc écrire que la valeur donnée par

la formule ci-dessus du travail utile dans le petit cylindre est égale à la valeur du travail utile dans le grand cylindre.

Soit :

$$T = T'.$$

En remplaçant T et T' par leurs valeurs, on en déduit, par le calcul, le volume du petit cylindre, puis celui du cylindre détenteur.

Les avantages qu'on retire de l'emploi du système Compound ont été souvent mis en lumière; rappelons ici seulement que ce système, à égalité de pression et de dépense de vapeur, procure une augmentation de travail de 20 à 25 %; il permet l'emploi de pressions initiales élevées, d'où diminution du poids de la chaudière; il permet également l'emploi des grandes détenteurs sans refroidissements exagérés; enfin, le mécanisme à deux cylindres facilite la mise en marche et les démarrages.

Outre ces avantages importants pour les automobiles, il convient de signaler que le système Compound nécessite des machines un peu plus lourdes, plus compliquées et, par conséquent, plus délicates que des machines à vapeur ordinaires à deux cylindres.

Nous avons vu comment on pouvait calculer les dimensions des cylindres; à côté de cette détermination fondamentale, il faut également

calculer la surface de chauffe du générateur, sa surface de grille, la section de passage des gaz, les dimensions de la cheminée, etc. Pour cela, la pratique a permis d'établir des formules empiriques dont les coefficients sont réunis en tables, au moyen desquelles, le calcul des différentes parties d'un générateur est facilement effectué.

Il y a enfin une partie du moteur à vapeur dont on doit déterminer avec le plus grand soin les dimensions, c'est le mécanisme de distribution. Pour cette détermination, les moyens graphiques offrent sur le calcul une grande simplification; il suffira de se reporter pour le tracé de l'épure de Zeuner aux traités spéciaux.

Il nous reste enfin à rechercher quel est le travail maximum qu'on doit demander à un moteur d'automobile. Soient :

- p , le timbre de la chaudière, c'est-à-dire la pression maxima au générateur;
- d , le diamètre des cylindres;
- l , la course des pistons;
- D , le diamètre des roues motrices;
- V , la vitesse par seconde;

Le travail maximum exprimé en kilogrammètres sera donné par la formule

$$T = K \frac{p d^3 l}{D} V$$

Le coefficient K qui représente le rende-

ment du moteur varie, en général, de 60 à 65 %; rappelons ici que le travail exprimé en poncelets est égal au centième de T et qu'en chevaux-vapeur, il est égal à 75 % de T.

D'autre part, le travail maximum peut être exprimé par la formule :

$$T = P \times R$$

P, est le poids de la voiture; R, la résistance par tonne, variant en palier de 20 à 30 kilogrammes, selon la nature et l'état de la route; on compte 1 kilogramme supplémentaire par millimètre de rampe, c'est-à-dire que sur une rampe de 25 millimètres le travail à demander au moteur est le double de ce qu'il serait en palier.

On comprend qu'en égalant les deux expressions ci-dessus de T, on peut facilement déterminer l'un des facteurs des expressions en fonction des autres. Nous avons voulu seulement indiquer ici les formules fondamentales de ce calcul.

Chaudières. — Les différents types de chaudières qui sont appliqués sur les voitures automobiles sont les générateurs à vaporisation instantanée Serpollet ou genre Serpollet, les générateurs à tubes pendants genre Field et enfin les chaudières à tubes d'eau dont la disposition varie avec les différents constructeurs.

Générateurs à vaporisation instantanée. — Les chaudières *Serpollet* sont, depuis quelques années, si bien connues, qu'il semble inutile d'en donner ici une description complète. Rappelons seulement que le principe sur lequel elles sont fondées est le suivant : Si l'on fait circuler entre les parois d'un serpentín chauffé, de l'eau forcée par une pompe, il y aura formation presque instantanée de vapeur, sans qu'on ait à craindre les phénomènes de caléfaction. Le volant calorifique, qui est constitué dans les générateurs ordinaires par un volume d'eau parfois considérable, s'obtient, dans le générateur *Serpollet*, par la masse même du métal chauffé qui emmagasine de la chaleur pour la restituer au moment où une plus grande quantité d'eau est injectée dans la chaudière.

Ce générateur offre l'avantage de produire très facilement de la vapeur surchauffée : l'eau envoyée dans le serpentín se transforme en vapeur, la proportion de liquide et de vapeur va diminuant; lorsqu'il n'y a plus que la vapeur, celle-ci se sèche et enfin se surchauffe dans les dernières parties du serpentín. Cette vapeur peut être produite également à haute pression grâce aux parois épaisses des tubes de circulation.

Après avoir constitué les éléments de son générateur par un serpentín en cuivre très épais, M. *Serpollet* eut l'idée de composer sa chaudière

de tubes droits reliés par des raccords semi-circulaires qu'il place en dehors de la partie chauffée afin d'éviter les fuites. De plus, il donna à ses tubes une forme en Ω ou gouttière, qui permet une bien plus grande résistance.

Le générateur construit en 1891 pour les premières voitures automobiles du système Serpollet comportait 6 rangées de 6 tubes en gouttières horizontaux en acier Martin; l'épaisseur moyenne des parois est de 11 millimètres et la pression peut s'élever jusqu'à 70 ou 80 kilogrammes par centimètre carré, sans déformation du tube.

Le générateur que M. Serpollet construit actuellement pour ses voitures chauffées au pétrole se compose d'un serpentin de tubes en gouttière ou en tubes tordus en spirale dont l'épaisseur peut être de 4 millimètres et même moins; ce serpentin est en épaisseur simple ou double, c'est-à-dire que l'entrée et la sortie se font soit d'un côté et de l'autre, soit du même côté.

Nous ne reviendrons pas sur le système d'alimentation et de réglage des générateurs Serpollet dont on trouve la description complète dans l'aide-mémoire *Automobiles sur rails* de M. G. Dumont.

Le rendement du générateur Serpollet n'est pas très élevé; d'après les expériences de M. Witz, la consommation varierait de 7 à 8 kilogrammes

par cheval-heure, dans une machine Compound de 5^{ch},8 mesurés au frein; le rendement en quantité, inférieur à celui d'autres générateurs, est compensé par la production de vapeur surchauffée à haute pression, très favorable au fonctionnement économique du moteur à vapeur.

Signalons à côté du générateur Serpollet, la chaudière à vapeur instantanée de M. Le Blant dérivée du précédent, qui sera décrite à propos des tracteurs de ce système.

D'autres types de générateurs à vaporisation instantanée ont été appliqués aux véhicules automobiles. Parmi eux, nous citerons le générateur *Valentin* que la C^{ie} générale des Automobiles a appliqué sur son omnibus (*fig. 44*). Chaque élément se compose de deux tubes concentriques en fer, dans l'espace annulaire desquels circulent l'eau et la vapeur; les gaz chauds, après avoir léché la surface du tube extérieur, sont obligés à un renversement et traversent le tube intérieur avant de se rendre à la cheminée. De la sorte, la surface de chauffe est très augmentée à capacité égale du générateur.

Celui-ci se compose d'une batterie de 6 rangées de 6 tubes vaporisateurs; une deuxième batterie de 12 tubes perpendiculaires aux premiers, et placée à la partie supérieure, sert de réservoir et de surchauffeur à la vapeur. Pour l'allumage et pendant les arrêts du véhicule, les gaz chauds

se rendent directement à la cheminée sans passer par les tubes.

La grille du générateur Valentin est mobile, elle est articulée en un point, et le conducteur lui donne une inclinaison angulaire convenable, selon que les cahots de la route font descendre sur la grille plus ou moins vite le combustible; celui-ci est emmagasiné au-dessus de la chaudière et il coule par une trémie qui aboutit près de la charnière de la grille mobile. L'injection de l'eau dans les tubes est réglée au moyen d'une pompe à course variable.

Le générateur bi-tubulaire *Montier et Gillet* est très analogue, comme principe, au générateur ci-dessus décrit.

Générateurs à tubes pendentifs. — On sait que les chaudières *Field* sont caractérisés par des tubes pendentifs, c'est-à-dire fermés à une de leurs extrémités; nous n'y insisterons pas. De nombreux systèmes ont été inventés pour empêcher le dépôt des boues au fond des tubes pendentifs.

M. Bollée, en 1880, appliqua sur ses voitures des chaudières, de cette sorte.

Le générateur *Scott* est également du genre *Field*; il comporte des dispositions spéciales en vue d'assurer la bonne circulation de l'eau, au sujet desquelles on ne peut donner que des indications incomplètes en l'absence de tous rensei-

gnements. Nous avons donné, au Chap. IV, sur les appareils connus de la chaudière Scotte, des renseignements généraux à propos de la description des véhicules de ce système.

Générateurs multitubulaires. — La chaudière *Weidknecht* (fig. 15) est à la fois aquitubulaire et ignitubulaire; le type de 6 mètres carrés de surface de chauffe comporte une batterie de tubes inclinés disposés en 10 rangées d'environ 10 tubes, dans laquelle la vaporisation se fait.

Les flammes, après avoir circulé autour de cette batterie de tubes, traversent 16 gros tubes verticaux qui sont en grande partie entourés de vapeur; de la sorte, cette vapeur est séchée par ce passage et les gaz de la combustion sont refroidis ainsi autant que possible, avant d'aller à la cheminée.

Des tampons sont disposés de chaque côté du générateur pour le nettoyage des tubes d'eau.

Le coke est emmagasiné dans une petite trémie avec porte inférieure pour surveiller et faciliter sa descente sur la grille légèrement inclinée.

A la partie supérieure de la cheminée, est disposée une caisse pour recevoir les escarbilles entraînées par la fumée, avec un dispositif réglable à volonté par le chauffeur.

La chaudière *de Dion-Bouton* est bien connue, elle a été décrite souvent, nous ne donnerons sur ce système que des indications générales.

Le type de 5^{m²},6 de surface de chauffe, timbré

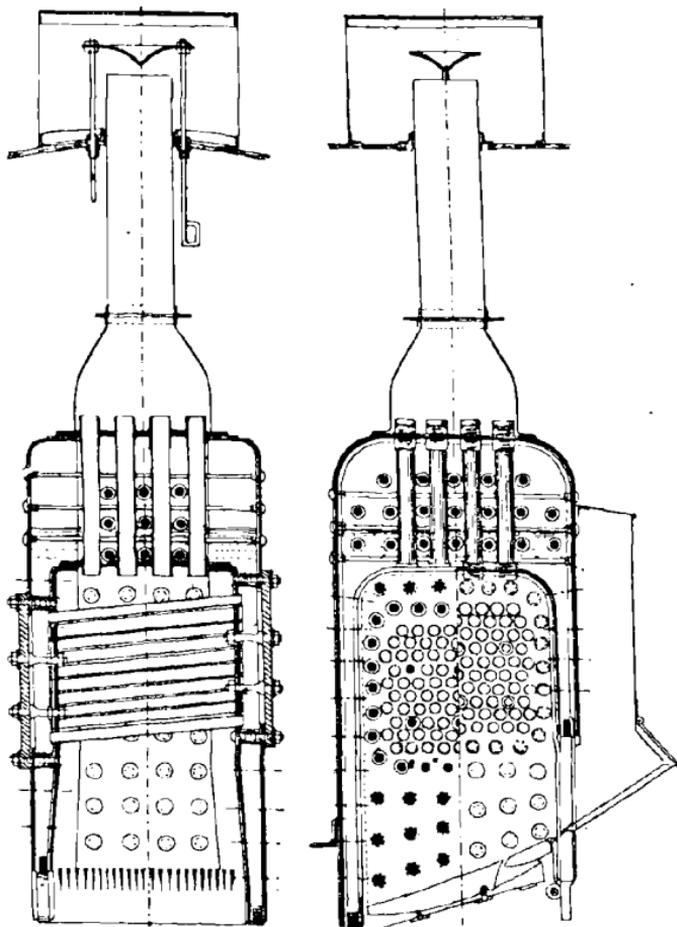


Fig. 15. — Générateur à vapeur Weidknecht, à 14 kilogrammes, qui a été appliqué à l'omnibus de ces constructeurs ayant pris part au

concours des Poids Lourds de 1897, comporte 500 tubes en acier inclinés de l'intérieur vers la périphérie. Au centre, se trouve disposée la trémie à coke ; un diaphragme divise en hauteur la partie annulaire qui entoure la trémie en deux capacités, et force ainsi la vapeur produite dans les tubes inférieurs à circuler dans les deux dernières rangées de tubes où elles se sèche ; cette vapeur est envoyée ensuite dans un serpentin placé dans la partie la plus chaude du foyer où elle se surchauffe avant d'aller à la machine. Un deuxième serpentin est placé au-dessus du surchauffeur d'admission ; il sert à surchauffer la vapeur d'échappement pour la rendre invisible.

Le poids de ce générateur est de 400 kilogrammes à vide et de 480 kilogrammes en ordre de marche ; il contient 60 litres d'eau et 20 kilogrammes de coke ; la vaporisation est de 6 litres d'eau par kilogramme de coke et la production de 350 kilogrammes de vapeur à l'heure.

Moteurs. — Les moteurs à vapeur appliqués en France aux voitures automobiles sont encore peu nombreux. Le système Serpollet et le système de Dion-Bouton sont utilisés pour la propulsion des voitures de promenade ; les systèmes Le Blant, Scotte et Bourdon-Weidknecht sont appliqués aux voitures lourdes.

Nous donnerons quelques indications sur les moteurs compound Bourdon et de Dion-Bouton, ainsi que sur le système rotatif A. Gérard, qui présente une originalité spéciale.

Le moteur à vapeur compound de *M. Ch. Bourdon*, professeur du cours de machines à vapeur à l'École centrale, se compose de trois cylindres; les deux cylindres à haute pression A, A' ont 80 millimètres de diamètre; le grand cylindre B situé entre les 2

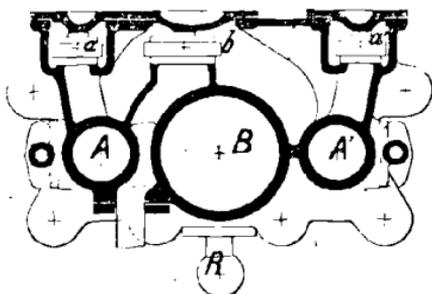


Fig. 16. — Moteur Ch. Bourdon; coupe transversale par les 3 cylindres.

cylindres à haute pression a 170 millimètres de diamètre, la course commune est de 110 millimètres; les manivelles des deux cylindres à haute pression sont calées à 90° en vue des démarrages; la manivelle du grand cylindre est calée suivant la bissectrice de l'angle, soit à 135° avec les précédents.

Le moteur (*fig. 16 et 17*) présente des organes robustes, facilement accessibles, très bien étudiés au point de vue de la construction; le bâti sert entre les cylindres de réservoir intermédiaire et, du côté de l'arbre moteur, il sert de

carter pour protéger les manivelles et les excentriques des poussières de la route; six fortes entretoises assurent la rigidité du système; l'ensemble du moteur est fixé à l'avant directement sur le châssis de la voiture, et, à l'arrière, est supporté par un joint à rotule R qui permet une certaine élasticité. La longueur totale du moteur est de $0^m,78$, sa largeur de $0^m,61$; sa hauteur totale de $0^m,45$.

Le mécanisme de distribution et de change-

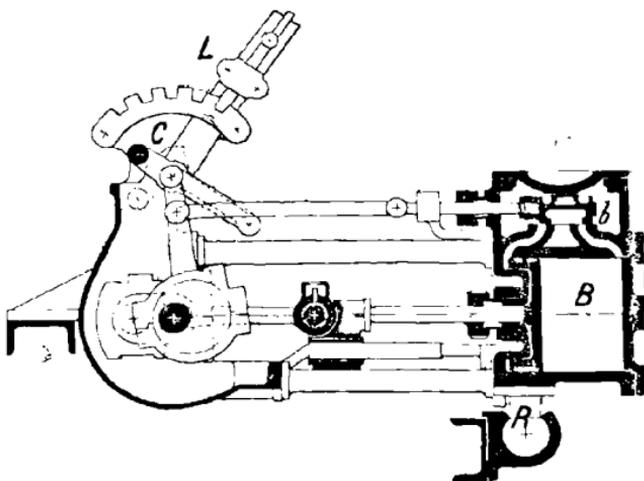


Fig. 17. — Moteur Ch. Bourdon, coupe longitudinale

ment de marche C est des plus simples. Chaque tiroir $aa'b$ est commandé par un excentrique. Le poids de ce moteur est de 500 kilogrammes environ; sa force est de 20 chevaux effectifs.

Le moteur appliqué par *MM. de Dion-Bouton*

sur leurs véhicules, est une machine compound à deux cylindres (*fig. 18*), les pistons Mm agissent sur deux volants-manivelles V calés à 90° sur l'arbre moteur, lequel actionne un arbre intermédiaire aux moyens de deux paires d'engrenages de changement de vitesse EE' , $E_1E'_1$;

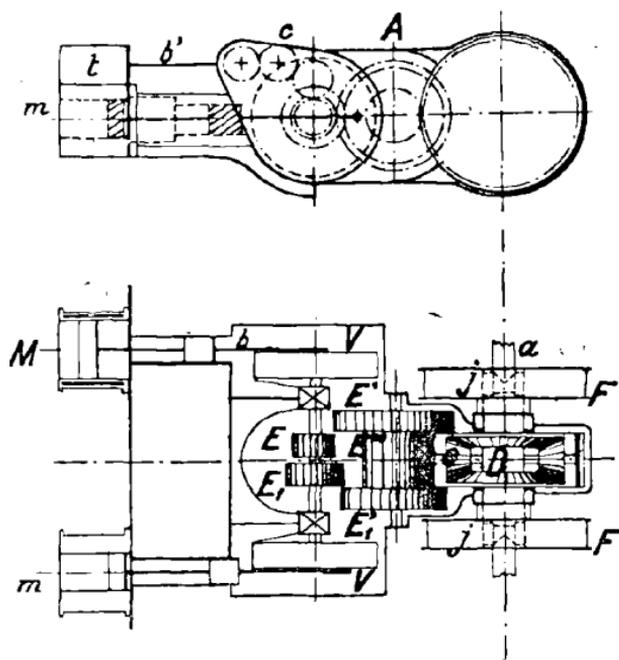


Fig. 18. — Schéma du moteur et du mécanisme de Dion-Bouton.

entre l'arbre intermédiaire et l'arbre des roues motrices est disposée également une paire d'engrenages E'' retardateurs de vitesse qui actionne la boîte extérieure du différentiel.

Les démarrages sont facilités, non seulement par la disposition à 90° des manivelles, mais encore par la possibilité de faire marcher à pleine pression les deux cylindres au moyen d'une valve spéciale dite dépiqueur.

La distribution se fait par tiroirs actionnés par un arbre auxiliaire mû par une série d'engrenages disposés de telle sorte qu'une simple manœuvre du levier permet la marche-arrière; l'admission normale est prévue de 0,75.

Tout le mécanisme est renfermé dans un bâti en fonte disposé en forme de carter qui empêche les poussières de pénétrer dans les organes et qui assure la lubrification de ceux-ci par barbotage.

Le poids du moteur de 25 chevaux des transmissions et du carter est d'environ 800 kilogrammes; ce moteur tourne à 600 tours et, à cette vitesse, correspondent les vitesses théoriques du véhicule de 14 et 18 kilomètres à l'heure.

Il nous reste à parler du moteur rotatif à vapeur qui a été appliqué par la *Compagnie Générale des Automobiles* (concurrentement avec le générateur décrit ci-dessus) à un omnibus à vapeur dont nous donnerons une description générale dans le Chap. IV. Ce moteur, dit épicycloïdal, est du système *A. Gérard* (fig. 19).

Il se compose en principe d'un disque A excentré par rapport au centre O qui roule à l'in-

térieur d'un cylindre B. Ce dernier présente deux tubulures supérieures, l'une M, sert à l'admission de la vapeur, et l'autre E, à l'échappement. Le tiroir distributeur T est animé d'un mouvement de bas en haut et il est appliqué constamment sur le disque par l'action d'un ressort à boudin R; par suite de cette application, il est animé d'un mouvement oscillatoire qui produit l'admission de la vapeur pendant le temps convenable. Trois disques sont calés sur un même arbre dans des boîtes spéciales, et cette disposition à 120° permet de supprimer les points morts et de démarrer dans toutes les positions; l'étanchéité est assurée latéralement par des segments à ressorts; le roulement du disque est facilité par une boîte à billes, la vitesse peut varier de 600 à 1 200 tours (1).

Ceci posé, au moment où le disque est à sa partie supérieure le tiroir d'admission est fermé, et l'échappement de la cylindrée précédente commence par l'orifice E seul ouvert; quand le disque est arrivé à la position suivante, l'admission commence dans la chambre V et l'échappement continue par l'orifice E; au moment où le disque est arrivé à la partie inférieure de la rotation, le tiroir oscillant ferme l'admission et

(1) Nous avons représenté dans les *fig.* 19 la vapeur d'admission par des hachures fines et la vapeur d'échappement par de grandes hachures.

la vapeur de V agit par détente au fur et à mesure que diminue la chambre d'échappement et ainsi de suite.

Les constructeurs annoncent que la consommation de vapeur ne dépasse pas 25 kilogrammes

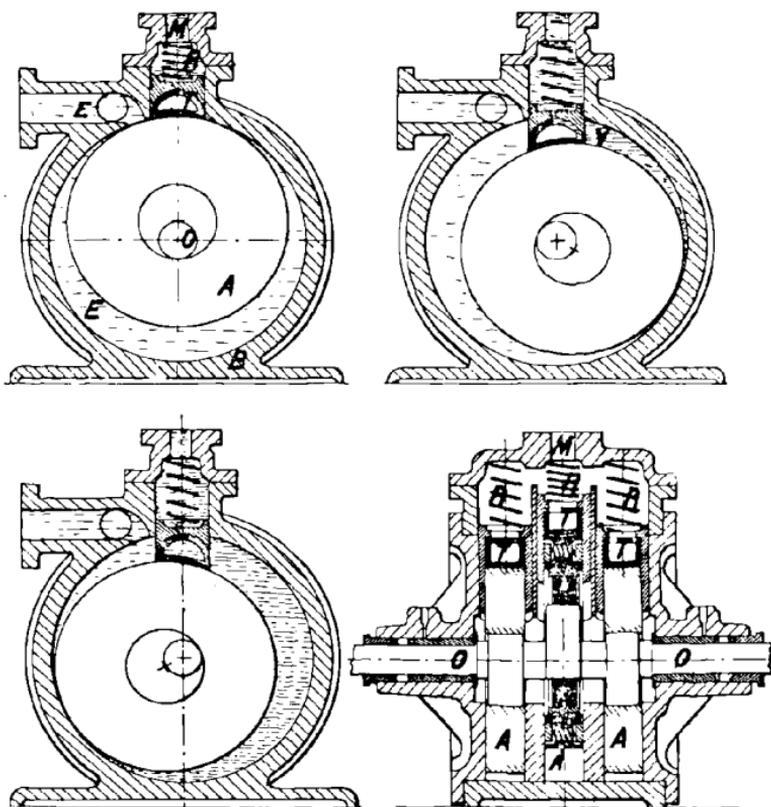


Fig. 19. — Moteur épicycloïdal (système A. Gérard).

par cheval-heure ; quoi qu'il en soit, le moteur Gérard est le premier moteur rotatif qui ait été

appliqué à la locomotion sur routes. Ce genre de moteur est peu encombrant, les transmissions sont des plus simples et les vibrations sont réduites au minimum par son emploi.

MM. Wilkinson et Sellers, aux États-Unis, ont créé un type de moteur compound comprenant un cylindre épicycloïdal et un cylindre à piston.

MOTEURS A PÉTROLE

Généralités théoriques. — Les moteurs à pétrole sont les seuls moteurs à gaz tonnants utilisés dans les automobiles. Ils emploient le plus souvent des essences légères bien rectifiées pesant de 650 à 710 grammes au litre.

Le fluide explosif est de l'air carburé, c'est-à-dire un mélange d'air et de vapeur d'essence de pétrole ; la proportion de l'un et de l'autre élément peut varier du reste, et on a pu déterminer la courbe des rendements en fonction de la richesse des mélanges explosifs.

Les moteurs à gaz tonnants se divisent en deux grandes classes ; les moteurs à deux temps et les moteurs à 4 temps. Ce sont les moteurs à 4 temps et à compression qui sont jusqu'à présent les seuls employés sur les automobiles, par conséquent, c'est de cette classe de moteurs que nous allons seulement nous occuper ici.

Voici le principe du fonctionnement ; un diagramme (fig. 20) représente d'une façon gra-

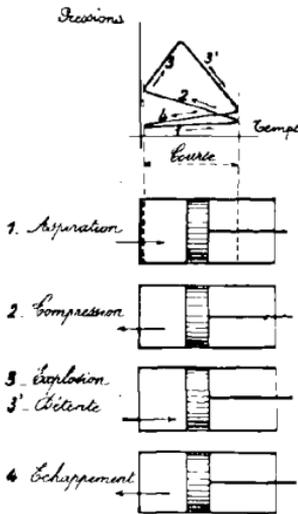


Fig. 20.

phique les diverses phases de celui-ci.

Nous supposons un moteur à un cylindre en marche normale.

A un moment donné, le piston, en vertu de la force acquise, parcourt le cylindre d'arrière en avant ; dans ce déplacement il a tendance à faire le vide et provoque l'aspiration du mélange explosif. Arrivé à bout de course, le cylindre est plein de ce mélange à une pression qui est sensiblement la pression atmosphérique ; c'est le premier temps.

La manivelle continuant sa rotation, force le piston à revenir en arrière ; dans cette marche rétrograde, le piston comprime le mélange et, par ce fait même, ferme la soupape d'admission ; cette compression se fait dans la culasse du cylindre, cavité ménagée à cet effet ; c'est le deuxième temps,

Au moment où le piston est à bout de course,

ou plutôt un peu avant sa position extrême, le mélange est enflammé ; il y a *explosion*, formation de gaz à haute température, détente de ces gaz chauds, propulsion du piston en avant ; c'est le troisième temps, le temps moteur.

Aussitôt que le piston commence à revenir en arrière, une soupape s'ouvre, les produits de l'explosion sont évacués ; c'est l'*échappement*, le quatrième temps.

Pour assurer la continuité de la rotation, il est indispensable d'avoir un volant lourd et aussi grand que possible, afin de faire franchir les trois temps où le travail est négatif, qui séparent les explosions, seul temps où le travail soit positif.

Tel est le fonctionnement des moteurs à 4 temps à compression ; celle-ci est indispensable parce qu'elle augmente dans une large proportion le rendement calorimétrique. Si cette compression pouvait être rigoureusement isothermique, le rendement serait maximum comme l'indiquent des considérations théoriques qui ne peuvent trouver place dans ces généralités ; dans la pratique, au surplus, à cause de l'échauffement des parois, la compression n'est pas isothermique, et ceci contribue à faire que le rendement utile du moteur à 4 temps est assez peu élevé.

Il y a d'autres raisons à cet état de choses. Il

résulte des études thermiques qui ont été faites des moteurs à pétrole qu'au point de vue théorique, il faudrait laisser aux gaz chauds, résultant de l'explosion, la faculté de transformer toute leur chaleur en travail, c'est-à-dire que le travail utile serait d'autant plus grand que la température, lors de l'expulsion des gaz brûlés, serait plus basse et la température à la fin de l'explosion plus élevée.

D'un autre côté, au point de vue du fonctionnement pratique, il est indispensable de graisser les organes métalliques en mouvement, et l'on sait qu'au-dessus d'une certaine température (350° environ), les meilleures huiles de graissage se décomposent, c'est pourquoi on est forcé de disposer une circulation d'eau destinée à refroidir le cylindre, puisqu'on n'a pas encore trouvé un lubrifiant résistant à des températures plus hautes.

Au point de vue du rendement, la température devrait être très élevée ; au point de vue pratique, on est obligé de la limiter au maximum indiqué. Il faut donc dire qu'un moteur à pétrole pour fonctionner convenablement *doit marcher à une allure aussi chaude que possible, mais restant un peu en dessous de la température de décomposition du lubrifiant*. Il arrive, en effet, très souvent qu'un moteur à pétrole fonctionne mal par suite d'un trop fort refroidissement du cy-

lindre ; c'est ce qui arrive au moment où l'on vient de changer l'eau, c'est pourquoi il est préférable de maintenir toujours sa quantité d'eau normale par de petites adjonctions fréquentes, au lieu de renouveler entièrement le contenu des réservoirs.

Certains constructeurs, pour éviter la vaporisation de l'eau et son remplacement (1) et aussi pour diminuer la quantité d'eau emportée, et, par suite, son poids, disposent des réfrigérants à surface sous la voiture. Cette disposition n'est à recommander que si l'on peut régler ce refroidissement, car un réfrigérant qui fonctionne très bien en été sera trop puissant en hiver et réciproquement. Il faut donc, pour que le refroidissement des cylindres se tienne aux environs d'une température convenable, rendre la puissance de l'appareil refroidisseur réglable selon les circonstances de la marche.

D'autre part, la vaporisation de l'eau absorbe une quantité importante de chaleur, ce qui nécessite un moindre volume d'eau de circulation et, sans l'inconvénient du panache de vapeur, cette méthode devrait être, à notre avis, préférée.

Un moyen mixte qu'on peut utiliser dans les grandes voitures consisterait à avoir un condenseur à surface destiné à supprimer le panache de

(1) Ce remplacement peut être une cause de gêne ou de retard pendant les courses de vitesse.

vapeur tout en conservant les avantages de la vaporisation.

Nous avons supposé un moteur monocylindrique à 4 temps et nous avons vu que cette disposition rend nécessaire un volant suffisant pour emmagasiner la force vive pendant trois courses sur quatre, c'est-à-dire pendant les 75 % du fonctionnement,

Au contraire, quand le moteur est à deux cylindres, il est aisé de combiner les organes pour qu'une explosion se produise à chaque tour de manivelle; voici alors ce qui se passe respectivement dans ces deux cylindres :

Désignation	Cylindre n° 1	Cylindre n° 2
1. Course avant .	Aspiration	Explosion et détente
2. // arrière	Compression	Échappement
3. // avant .	Explosion et détente	Aspiration
4 // arrière	Échappement	Compression

Le moteur à deux cylindres nécessite donc un volant près de deux fois moins puissant, toutes choses égales d'ailleurs, et il assure une marche plus facile et plus régulière.

On peut employer, pour les forces plus considérables, des moteurs à 4 cylindres qui donnent deux explosions motrices par tour de manivelle, ou bien des moteurs à 3 cylindres qui sont trois moteurs ordinaires accouplés à 120°.

En ce qui concerne les dispositions méca-

niques des moteurs à pétrole à 4 temps, considérés à un point de vue général, il faut signaler que ce système présente dans ses organes une grande simplicité.

Le cylindre est à simple effet, c'est-à-dire qu'il est ouvert à l'un des bouts ; dans ces conditions, plus besoin de tige de piston, glissières, etc., le piston a simplement une assez grande longueur pour assurer son guidage, la bielle est articulée directement sur le piston. .

Les organes de distribution sont également très simples, car ils se réduisent en général à trois : 2 soupapes et le dispositif d'allumage ; la soupape d'admission est automatique, c'est-à-dire qu'elle s'ouvre d'elle-même au moment de l'aspiration, tandis que pendant les trois autres temps, elle est maintenue fermée par la pression qui s'exerce dans le cylindre ; la soupape d'échappement est manœuvrée par un levier, mais sa transmission de mouvement est des plus simples, car c'est une simple ouverture invariable correspondant à une fraction de marche donnée ; il n'y a pas, en général, d'organes de détente comme dans les machines à vapeur ; enfin les dispositifs d'allumage sont également assez simples.

Classification des moteurs à pétrole. — Les moteurs à pétrole se classent selon le nombre des cylindres moteurs, et, dans chaque classe, ils se distinguent par la position de ces cylindres.

C'est ainsi que nous avons dressé le tableau de la p. 71 dans lequel nous indiquons quelques-uns des principaux moteurs en usage, sans avoir eu la prétention de les indiquer tous, car le nombre des moteurs à pétrole brevetés, essayés, proposés ou construits, est presque incalculable. Cependant il convient de rappeler que les premiers moteurs d'automobiles ont été deux moteurs allemands : le moteur Daimler à deux cylindres inclinés et le moteur Benz à un cylindre horizontal. C'est de ces deux types fondamentaux que sont dérivés la plupart des moteurs usités aujourd'hui.

Il ne nous reste plus qu'à dire quelques mots des accessoires du moteur proprement dit, dont les deux principaux sont le carburateur ou appareil producteur d'air carburé et le mode d'allumage.

Carburateurs. — On appelle carburation l'opération physique qui consiste à mélanger de la vapeur d'hydrocarbures tels que l'essence de pétrole avec de l'air dans une proportion déterminée pour produire un mélange explosif ayant son maximum d'effet utile.

Les carburateurs sont les appareils destinés à produire cette évaporation de l'essence et son mélange à l'air. Ils se ramènent à deux types principaux :

CLASSIFICATION DES MOTEURS A PÉTROLE
POUR AUTOMOBILES

Moteurs mono- cylindriques	Cylindre horizontal. (Benz ou genre Benz).	Cie anglo-française. Maison parisienne, G. Richard, Cambier, Diligeon, Brist frères, Rochet et Schneider, Audibert et Lavirotte, Lepape, <i>Cie Benz</i> , etc.
Moteurs bi- cylindriques	Cylindres inclinés	Panhard et Levassor, Peugeot, etc. Cie des Moteurs Daimler (Angleterre et Allemagne).
	Cylindres horizontaux	parallèles	Audibert Peugeot Diligeon A. Bollée Roger Maison Parisienne. Delahaye Pygme Cambier etc. <i>Pennington</i> , etc.	Audibert et Lavirotte. Société des Automobiles Peugeot. Diligeon et Cie, de Diétrich et Cie Cie Anglo-française. Maison Parisienne. Delahaye et Cie. Léon Lefèvre. Th. Cambier et Cie. etc. <i>Kane et Co de Chicago</i> . Cie Continentale d'automobiles.
	Moteurs tri- cylindriques	Cyl. horizontaux.	Cambier	Th. Cambier et Cie.
	Moteurs quadri- cylindriques	Cyl. verticaux .	P. Gautier Phoenix	David et Cie. Société des anciens établissements Panhard et Levassor.
	Moteurs divers	Cylindres inclinés	Cambier Mors Tenting Auriol	Th. Cambier et Cie. Société Mors. Tenting.
Mixtes	Roser-Mazurier		

- 1° Les carburateurs à distillation ;
- 2° Les carburateurs-pulvérisateurs.

Les carburateurs à distillation ou évaporation ordinaires dont le type est le carburateur du moteur Benz se composent d'un récipient dans lequel on fait arriver l'essence, soit par intermittence, soit d'une façon automatique ; l'air passant sur la surface de l'essence en détermine l'évaporation et se charge de vapeurs hydrocarburées ; mais les inconvénients de ce système n'ont pas tardé à se faire jour, et pour y remédier certains constructeurs chauffent légèrement l'essence au moyen de l'échappement des gaz brûlés ou de la circulation d'eau ; d'autres brassent le liquide pour multiplier ses surfaces de contact.

Parmi ceux-ci, il convient de citer le carburateur Cambier. Cet appareil est disposé de façon à multiplier un grand nombre de fois, sans perte de charge importante, les contacts successifs de l'air et de l'essence, les circulations sont méthodiques, c'est-à-dire qu'elles ont lieu en sens contraire, l'une de l'autre, pour l'air et le liquide. Ce carburateur est basé sur un principe analogue à celui qu'on emploie en distillerie pour l'enrichissement graduel de l'alcool dans les colonnes rectificatrices.

Les carburateurs à pulvérisation de liquide sont utilisés par un assez grand nombre de cons-

que l'évaporation se fasse régulièrement ; sous l'influence de la dépression qui résulte de la marche en avant du cylindre, une petite quantité d'essence est aspirée et elle est projetée par un ajutage très fin sur une surface généralement conique où elle se divise en fines gouttelettes. En même temps, une quantité d'air, dont on règle

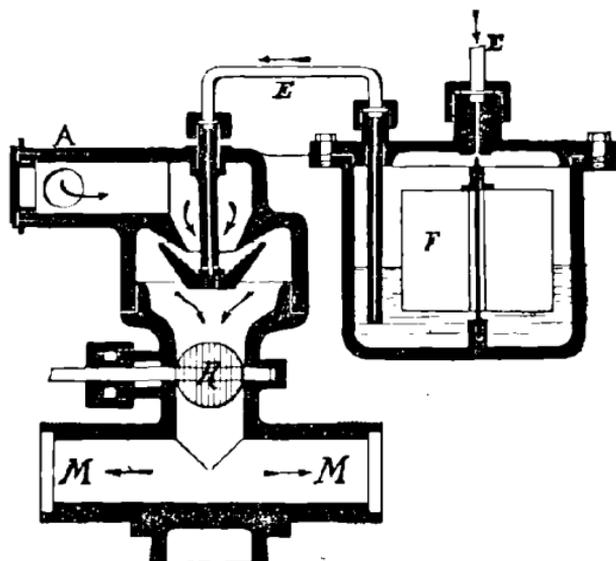


Fig. 22. — Carburateur Mors.

l'entrée à volonté, se trouve aspirée et se brasse avec la vapeur d'essence pour former le mélange explosif.

Les carburateurs à pulvérisation semblent devoir être employés de préférence aux appareils

à évaporation, parce qu'ils produisent avec des appareils très simples et très réduits un air carburé homogène et de composition constante, qualités essentielles qu'on recherche dans la carburation.

Allumage. — Deux modes d'allumage sont employés pour l'inflammation du mélange dans les moteurs d'automobiles à essence : l'allumage par incandescence de tubes de platine, et l'allumage par étincelle électrique ; nous nous contenterons d'indiquer les avantages et les inconvénients de chacun de ces deux systèmes.

L'allumage par incandescence consiste à porter au rouge vif, au moyen d'un brûleur, un tube de platine fermé à une de ses extrémités dont l'autre extrémité ouverte, communique avec la culasse du cylindre ; le mélange explosif comprimé s'enflamme au contact du métal chauffé. Ce mode d'allumage a été adopté notamment par les maisons Panhard et Levassor, Peugeot, Gaulier-Wherlé. Il est automatique, car le mélange ne s'enflamme qu'au moment où la compression a atteint une quantité convenable, c'est-à-dire que le mélange explosif comprimé dans le fond du tube de platine les gaz brûlés qui y étaient restés au moment de l'explosion ; il a également l'avantage de comporter des organes toujours prêts, puisqu'il suffit de mettre

de l'essence dans un petit réservoir spécial, pour pouvoir allumer les brûleurs et mettre en route le moteur.

Les inconvénients résident en ce qu'on ne peut déterminer exactement le moment où l'inflammation se produit, comme on le ferait par un organe mécanique, de sorte qu'il est indispensable d'avoir une admission bien régulière et une étanchéité parfaite des soupapes si l'on veut réaliser d'une manière rigoureusement exacte l'avance à l'allumage du mélange. De plus, la présence des brûleurs est une cause de chaleur dans la voiture et un danger d'incendie ; enfin, par suite de la pression intérieure, il arrive souvent que les tubes de platine se fendillent, et pour assurer la compression du mélange et la marche du moteur, il faut les changer, ce qui est incommode en raison de la haute température.

Ce système d'allumage donne de bons résultats à la condition d'être soigneusement établi.

L'allumage par étincelle électrique se fait en général au moyen d'accumulateurs et d'une bobine à trembleur qui n'est autre qu'une sorte de transformateur. C'est une étincelle de rupture qu'on produit entre le fond du cylindre et une pièce isolée, dite bougie, qui permet au deuxième conducteur de pénétrer dans la chambre d'explosion. Les constructeurs Mors, Diligeon, Cie an-

glo-française, Maison Parisienne, M. L. B., Cambier, Audibert-Lavirotte, etc., emploient ce mode d'allumage.

On obtient par le système électrique une étincelle très chaude, ce qui assure l'inflammation, même si la compression se fait incomplètement; cette disposition permet l'avance à l'allumage du mélange, d'où une meilleure utilisation de la force; pas ou peu de dangers d'incendie.

A côté de ces avantages, il convient de signaler que ce système nécessite un organe mécanique spécial pour produire l'étincelle au moment voulu, d'où un mécanisme un peu plus complexe qu'avec les brûleurs; de plus, la source génératrice d'électricité occupe de la place dans la voiture, elle augmente le poids de celle-ci et peut être un *impedimenta* en certains cas : les accumulateurs peuvent être déchargés accidentellement, les connexions mal établies, etc.

On a cherché à remédier à ces inconvénients en employant, au lieu d'accumulateurs, des piles, ou bien aussi une petite dynamo actionnée par l'arbre moteur. Ce dernier système, préconisé par la maison Mors, utilise une étincelle d'extra courant de rupture particulièrement chaude; il offre de réels avantages, à la condition que la dynamo soit très bien construite et qu'elle soit entretenue par des mains expertes. D'autres

constructeurs emploient une petite dynamo qui leur sert en outre à éclairer le feu d'avant. Ce système ne supprime malheureusement pas complètement les accumulateurs qui restent indispensables pour la mise en marche, mais en réduit simplement le nombre et, par suite, le volume et le poids dans une assez large proportion.

Quoi qu'il en soit et malgré que l'allumage par étincelle électrique nécessite un soin et une surveillance plus grande que les brûleurs, ce système est de plus en plus adopté par les constructeurs.

Certains d'entre eux, notamment MM. Cambier et Tenting, disposent sur leur moteur, concurremment, les deux modes d'allumage, l'allumage électrique sert à la mise en marche, et les brûleurs sont utilisés en cours de route.

DESCRIPTION DE QUELQUES MOTEURS A ESSENCE

A la suite des indications générales que nous venons de donner sur les moteurs à essence, il convient de montrer comment les constructeurs ont réalisé les conditions du fonctionnement de leurs systèmes.

Moteur Benz-Roger (*fig.* 23). — Parmi les

moteurs mono-cylindriques horizontaux dérivés du Benz (voir la classification, p. 71), nous dirons quelques mots du moteur appliqué par M. Roger sur ses voitures automobiles.

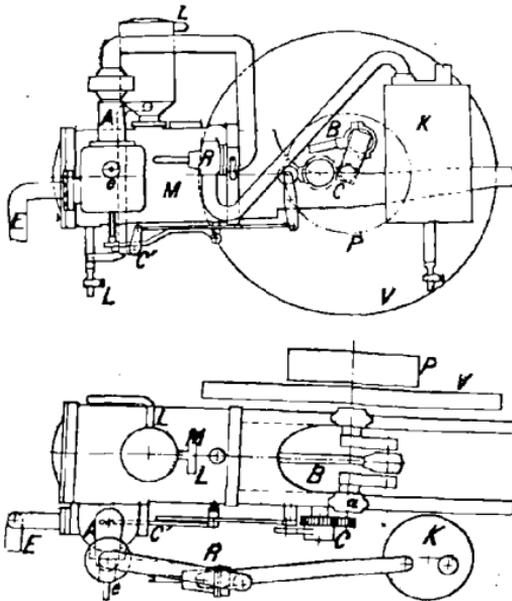


Fig. 23. — Moteur Benz-Roger monocylindrique horizontal.

C'est un moteur à un cylindre du type qu'on peut appeler maintenant « classique ».

On remarque en M le cylindre moteur dont le piston agit sur l'arbre α , par l'intermédiaire de la bielle motrice B; le mélange est produit dans un carburateur à surface K, d'où il est envoyé au cylindre en passant par une valve de ré-

glage R; il arrive en A dans la boîte de distribution où se trouvent la soupape d'admission et la bougie électrique *e*; le mécanisme de distribution se fait au moyen d'un système d'engrenages très simple C, qui actionne l'interrupteur électrique de courant et, par la bielle C', la soupape d'échappement.

Les dimensions du moteur Roger dont nous donnons un croquis sont les suivantes :

Diamètre du cylindre	15 $\frac{1}{2}$ ^{mm}
Course du piston	180 ^{mm}
Vitesse. Nombre de tours par minute.	480
Puissance effective	5 ^{chx}

Pour les raisons données ci-dessus, tous les constructeurs remplacent leur moteur à un cylindre par des moteurs à deux cylindres. Nous allons donner quelques indications sur les principaux types de ces moteurs.

Moteur Phœnix (*fig. 24*). — La maison Panhard et Levassor équipe, depuis 1896, toutes ses voitures avec son moteur Phœnix dérivé du Daimler. C'est un moteur vertical à 2 cylindres parallèles accolés. Le croquis que nous en donnons, montre ce moteur en vue de face et de profil; M et M' sont les deux cylindres dont les pistons actionnent l'arbre moteur *a*, en BB' sont les brûleurs pour l'allumage par incandescence.

Le carburateur est en K, l'air du mélange arrive au-dessus du carburateur par la douille réglable J, mais pour la mise en route, on peut employer la prise d'air J', qui fournit de l'air réchauffé par les brûleurs; le mélange explosif arrive en A dans la boîte de distribution.

La soupape d'échappement est actionnée par

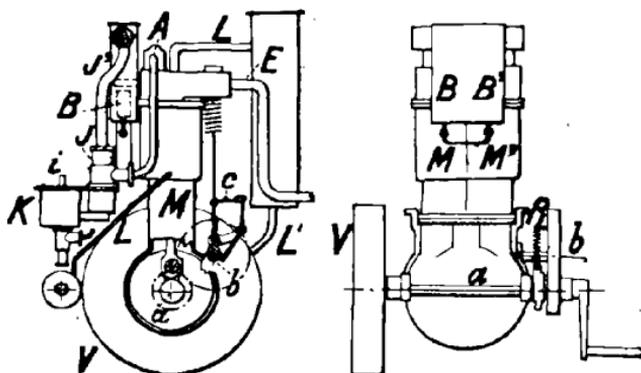


Fig. 24. — Moteur Phoenix Panhard et Levassor.

un arbre intermédiaire b tournant à mi-vitesse, lequel agit sur les tiges de soupapes au moyen de cames, un régulateur à force centrifuge R modifie le système articulé C de façon à empêcher l'échappement E de se produire lorsque le moteur a tendance à s'emballer.

Signalons enfin que le refroidissement des cylindres est effectué au moyen d'une circulation d'eau assurée par une petite pompe rotative (placée en dessous du carburateur) qui refoule

l'eau par le tuyau L dans la culasse des cylindres ; l'eau chaude sort à la partie supérieure et se rend dans un récipient cylindrique en cuivre destiné à séparer la vapeur de l'eau avant que celle-ci ne retourne au réservoir de réserve. On aperçoit dans la vue latérale la manivelle qui sert à la mise en marche.

Voici quelles sont les dimensions d'un moteur Phœnix du type de 4 chevaux :

Diamètre des cylindres	80 ^{mm}
Course des pistons	120 ^{mm}
Vitesse	850 tours par minute
Force du moteur	31,5 kilourammètres

Moteur Peugeot (*fig. 25*). — Parmi les moteurs horizontaux à deux cylindres parallèles accolés, il convient de citer, par ordre d'ancienneté, le moteur de la Société des automobiles Peugeot qui est l'un des plus anciens.

Dans ce moteur, les deux pistons sont calés au même angle, comme dans le Phœnix ; l'allumage se fait par tubes incandescents *b* à l'arrière du moteur, les soupapes d'admission *s*₁, automatiques, sont situées par dessus, elles sont facilement visitables par dévissage d'un écrou, les soupapes d'échappement *s*₂ sont placées immédiatement en dessous des premières et elles reçoivent leur mouvement d'un arbre placé au-dessous du cylindre. La distribution se fait par une came de distribution D, à double rampe hélicoïdale.

Un régulateur à force centrifuge *R* règle automatiquement le mécanisme de distribution. Le refroidissement s'effectue par circulation d'eau *G*.

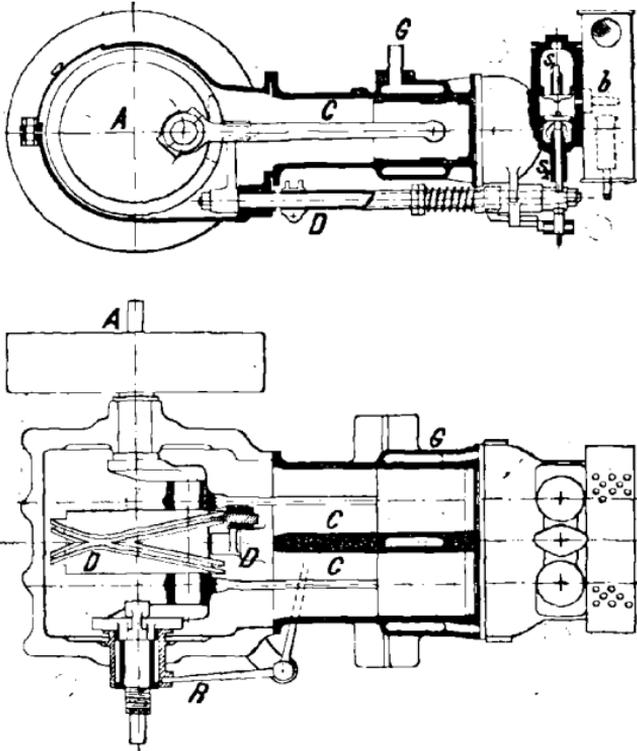


Fig. 25. — Moteur Peugeot horizontal.

Les dimensions d'un moteur Peugeot horizontal du type de 4 chevaux sont les suivantes :

Diamètre des cylindres	84 ^{mm}
Course des pistons	126 ^{mm}
Vitesse	750 tours à la minute
Force en chevaux	367 kilogrammètres

Moteur Diligeon (*fig. 26*). — Ce moteur à deux cylindres horizontaux parallèles se caractérise principalement par un système spécial nouveau et très original de refroidissement des cylindres. Celui-ci est obtenu par l'action de l'air envoyé avec une certaine vitesse sur des surfaces de refroidissement faisant corps avec le moteur. A cet effet, les cylindres C portent

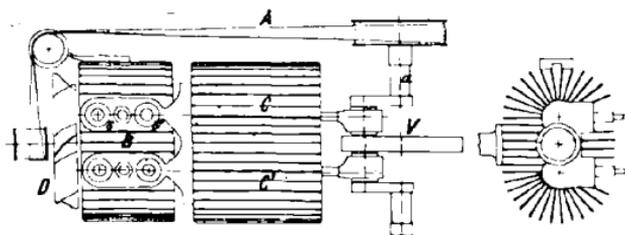


Fig. 26. — Schéma du moteur Diligeon.

des ailettes venues de fonte disposées longitudinalement tout autour des cylindres, c'est-à-dire d'une façon rayonnante ; un petit ventilateur D placé à l'avant de la culasse des cylindres B et mù par une courroie à renvois perpendiculaires A, assure une circulation convenable de l'air autour des ailettes et, par suite, le refroidissement. Cette disposition procure une économie de poids en raison de la suppression de la masse d'eau et une grande simplification des tuyauteries dont les fuites sont toujours à craindre.

Dans le moteur Diligeon, les deux pistons sont calés au même angle, l'allumage est électrique.

Le mécanisme de distribution est placé sur les cylindres, il comprend un arbre horizontal qui commande :

- 1° L'interrupteur du courant primaire ;
- 2° Le distributeur du courant secondaire ;
- 3° Le régulateur à force centrifuge ;
- 4° Les soupapes d'échappement.

Au-dessus de la culasse sont placées les deux soupapes d'admission, les deux bougies d'allumage et les deux soupapes d'échappement ; au moyen d'une clef spéciale, on démonte très facilement l'une quelconque de ces six pièces pour les visiter ; tous les joints sont faits métal contre métal, et la visite des sièges des soupapes se fait en même temps que le démontage de celles-ci. Ces dispositions simplifient beaucoup l'entretien.

Le carburateur est d'un type spécial à évaporation et distillation.

Moteur Cambier à 3 cylindres (*fig. 27*). — Ce moteur, qui a été spécialement étudié pour les diligences automobiles dont nous parlerons plus loin, comporte trois cylindres C, dont les pistons sont calés à 120°.

Le constructeur s'est attaché à rendre la mise en marche des plus faciles, tandis qu'elle est, en général, laborieuse pour les moteurs qui dépassent une force moyenne. Pour cela, il supprime momentanément la compression et fait varier le ca-

lage des contacts électriques afin d'éviter toute marche arrière ; grâce à la grande homogénéité

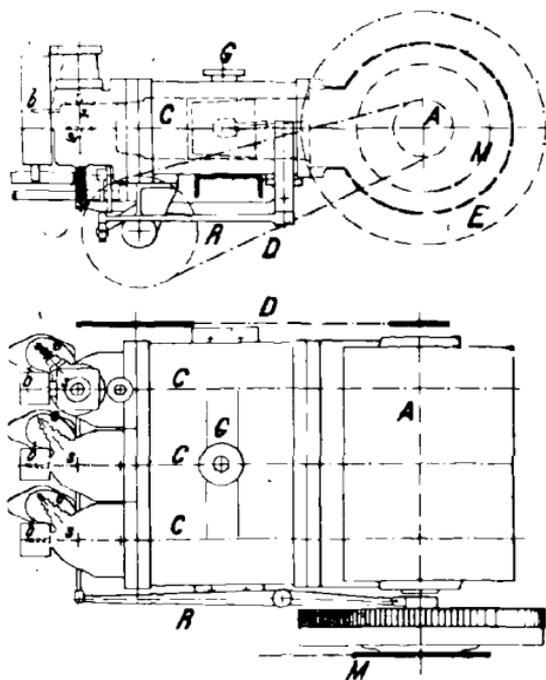


Fig. 27. — Moteur Cambier à pétrole.

du mélange, on obtient ainsi une mise en route facile et une marche régulière.

Ce moteur est muni de deux systèmes d'allumage comme nous l'avons expliqué plus haut ; les brûleurs et les bougies sont indiqués en *b* et *c* sur la figure.

Les soupapes d'admission s_1 et s_2 sont placées l'une au-dessous de l'autre, elles sont facilement

accessibles par le dessus. Les trois soupapes d'échappement reçoivent leur mouvement d'un arbre transversal passant au-dessous des cylindres et recevant son mouvement à une de ses extrémités au moyen d'une chaîne Galle D. De l'autre côté du moteur est placé le volant dans lequel est logé un régulateur à force centrifuge, limitant la vitesse à 450 tours par minute, qui modifie, par l'intermédiaire du levier R, le mécanisme de distribution. Une chaîne Galle M qui agit sur le volant est reliée à la manivelle de mise en marche.

Le refroidissement des cylindres et des boîtes à soupapes s'effectue au moyen d'une circulation d'eau G.

En ce qui concerne la consommation, elle ne dépasse pas, au dire des constructeurs, 700 centimètres cubes d'essence par cheval-heure.

Moteurs à 4 cylindres.— Parmi les moteurs à 4 cylindres, il convient de dire quelques mots du moteur *Mors* (fig. 28) à cylindres inclinés, qui a été l'un des premiers de cette catégorie.

Ce moteur se compose de 4 cylindres M inclinés parallèlement deux par deux. La distribution se fait par un arbre auxiliaire *b*, marchant à mi-vitesse; cet arbre agit sur les soupapes d'échappement E, qu'on voit sur le cylindre de gauche et sur les palettes de rupture

de courant C, dont on voit la commande B, sur le cylindre de droite.

L'électricité est fournie par une petite dynamo qu'entraîne une minuscule courroie; elle sert à

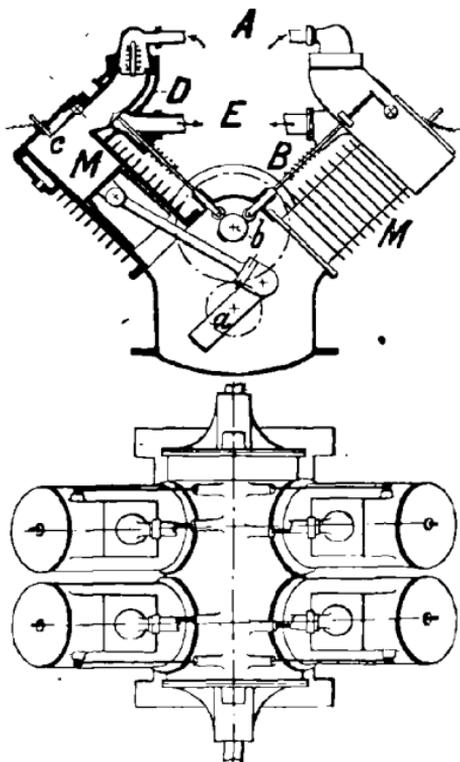


Fig. 28. — Moteur Mors.

produire une étincelle chaude, excellente pour l'allumage et aussi à charger une petite batterie d'accumulateurs indispensables pour le démarrage, ou en cas de non-fonctionnement de la dy-

namo. Le refroidissement est obtenu moitié par des ailettes, moitié par une circulation d'eau dans les culasses D des cylindres.

Le moteur Mors fonctionne très bien ; il a fait ses preuves en maintes circonstances ; il donne peu de trépidations comparativement à d'autres systèmes. On lui reproche cependant une grande complication de tuyauterie à cause des 4 cylindres, et, par suite, une plus grande chance d'avaries ; la construction de ce moteur est très soignée, et il ne pourrait en être autrement au risque d'arrêts très fréquents.

Un autre moteur à 4 cylindres, est le moteur *Panhard et Levassor* qui actionne notamment l'omnibus que cette maison a présenté au concours des poids lourds, en 1897. Ce moteur est vertical, il se compose de deux moteurs *Phœnix* de 6 chevaux accouplés à 180° l'un de l'autre ; l'ensemble forme un moteur à 4 cylindres, dont chacun correspond à l'un des temps du cycle. Par exemple, lorsque le premier cylindre est à l'aspiration, l'explosion et la détente se produisent dans le deuxième cylindre, la compression au troisième et l'échappement au quatrième cylindre. On obtient ainsi une impulsion par demi-tour de l'arbre moteur.

Moteurs rotatifs. - Il nous reste à dire un mot des moteurs rotatifs à pétrole ; un grand nombre de solutions ont été proposées, et la plu-

part se rapportent à des turbo-moteurs, c'est à dire à des appareils dans lesquels on utilise la force vive des gaz de l'explosion dans une turbine.

Le moteur *Auriol* (fig. 29) est construit sur

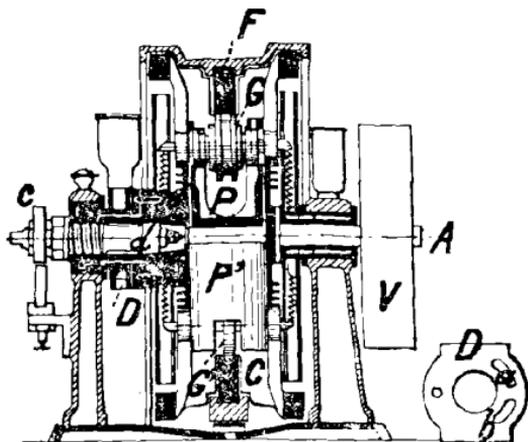


Fig. 29. — Moteur rotatif à pétrole Auriol.

un principe tout différent. Le moteur se compose d'un cylindre double C monté sur l'arbre A du moteur; dans ce cylindre, se meuvent deux pistons P, P', dont les bielles sont reliées à des galets G, G', qui roulent sur un chemin fixe F, représentant 2 ellipses ayant le même petit axe; les pistons sont sollicités à s'appuyer sur le chemin de roulement, par la force d'expansion des gaz, la force centrifuge et aussi des ressorts antagonistes placés de chaque côté.

La distribution se fait par un des tourillons,

la plaque D présente deux orifices allongés, l'un α , pour l'admission, et l'autre b , pour l'échappement; en C, est disposé le contact électrique qui sert à l'inflammation du mélange. Pas de système spécial de refroidissement; la rotation du cylindre muni d'ailettes est suffisant pour celui-ci.

Si on se reporte au schéma (*fig. 30*) dans

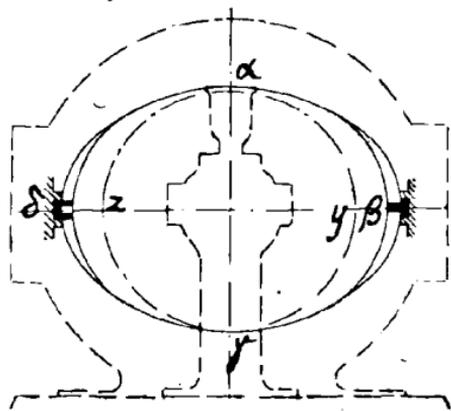


Fig. 30. — Schéma du moteur Auriol.

lequel on n'a supposé la marche que d'un cylindre, on voit que le premier temps, l'admission, se fait pendant que le galet parcourt le chemin $\alpha\beta$; puis, pendant le parcours du deuxième arc, $\beta\gamma$, la compression s'effectue; à chacun de ces arcs de la petite ellipse correspond la course $\beta\gamma$ du piston; lorsque celui-ci est arrivé en γ , l'explosion se produit, le piston est chassé en avant et le galet parcourt $\gamma\delta$; enfin,

pendant l'échappement, le galet parcourt δx et à chacun de ces deux arcs de la grande ellipse correspond la course δz . La détente des gaz se fait, par conséquent, dans les meilleures conditions.

Par les quelques indications que nous venons de donner sur le moteur Auriol, on verra que ce système a été spécialement étudié pour assurer la compensation des forces d'inertie, de façon à réduire les trépidations au minimum ; c'est un des intérêts capitaux que présentent les moteurs rotatifs dans les automobiles et l'avenir dira si ce n'est pas là que se trouvera la solution du moteur spécial à l'industrie des voitures mécaniques.

MOTEURS ÉLECTRIQUES

Il nous reste à dire quelques mots des moteurs électriques pour voitures automobiles ; jusqu'à présent, ceux qui fonctionnent n'ont pas été, sauf exception, combinés en vue du service spécial qu'ils ont à faire ; ce sont des électro-moteurs quelconques, qu'on installe sur les voitures automobiles. Nous n'entrerons donc pas dans la description théorique et pratique de cette catégorie de moteurs, car l'Encyclopédie des aide-mémoire renferme notamment un livre ⁽¹⁾ qui

(1) G. DUMONT — *Électro-moteurs*, Encyclopédie des Aide-Mémoire Léauté ; Gauthier-Villars et Masson, éditeurs.

donne à ce sujet tous les renseignements utiles, et nous ne pourrions que sortir du cadre qui nous est tracé.

A mesure que la construction des voitures électriques prendra du développement, les constructeurs étudieront, plus complètement qu'on ne l'a fait jusqu'ici, des moteurs en vue de ce service spécial, c'est-à-dire robustes, démarrant facilement, manœuvrables avec des organes très simples et fonctionnant sur des courants de faible tension.

CHAPITRE II

TRANSMISSIONS ET ACCESSOIRES

La question des mécanismes de transmission de mouvement dans les voitures automobiles n'est pas moins importante que le moteur lui-même, car ces mécanismes absorbent souvent, comme nous l'avons vu ci-dessus, une très grande part du travail produit par celui-ci ; on a donc un intérêt capital à réduire au minimum les résistances passives et les frottements des organes de transmissions. D'un autre côté, la plupart des moteurs tournant à une vitesse assez considérable, il est indispensable de réduire cette vitesse entre l'arbre du moteur et les roues motrices.

Enfin, dans les voitures à pétrole principalement, on est obligé de prévoir une série d'utilisations de la force, correspondantes à des vitesses différentes de marche ; en effet, le travail du moteur qui est le produit d'une vitesse par une

force, est une constante et, dans l'expression

$$T = V \times F = K,$$

il est nécessaire de faire décroître le premier facteur V , pour une variation inverse de F ; l'idéal serait donc d'avoir une vitesse décroissante proportionnellement à la puissance F qui croît, en raison des déclivités de la route, et inversement.

Dans la pratique, ce dispositif est rarement réalisé ; dans les voitures à pétrole, en effet, la vitesse de rotation du moteur doit rester aussi rapprochée que possible de la vitesse de régime, sous peine d'un rendement très défectueux ; on a donc été obligé de prévoir 2, 3, 4 vitesses moyennes ou même davantage qu'on donnera à la voiture sur des rampes variant de 0 à 10 % par exemple (1). Les vitesses qui sont le plus souvent adoptées pour les voitures de promenade ou de tourisme, sont de 4 kilomètres à l'heure pour les démarrages et les coups de collier, 8, 12, 25 kilomètres à l'heure pour la marche normale ; il est très pratique également de prévoir une marche arrière, car il peut arriver, dans plusieurs cas, qu'on n'ait pas la place de tourner, par exemple lorsqu'on s'engage par erreur dans un petit chemin.

(1) Au delà de ce chiffre de 10 %, les rampes sont pratiquement inabordables par les voitures automobiles même moyennement lourdes.

A côté des mécanismes de changement de vitesse, il est utile de prévoir également un appareil de débrayage permettant d'isoler le moteur des transmissions.

Nous dirons également quelques mots d'un organe indispensable dans les voitures mécaniques : le mécanisme différentiel. Après cette étude des transmissions, nous passerons très rapidement en revue les mécanismes accessoires des voitures, tels que : direction, freins et autres appareils d'arrêt, etc.

1. TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT

On emploie dans les automobiles deux systèmes de transmissions de mouvement ayant chacun leurs partisans et leurs détracteurs. Nous allons les examiner successivement en indiquant pour chacun des systèmes les avantages et les inconvénients.

Transmissions par engrenages. — Il y a deux parties de la transmission à examiner : d'abord la partie fixe qui comprend des engrenages droits ou d'angle, qui sont toujours en prise ; sur ceux-ci peu de chose à dire si ce n'est que leur disposition varie à l'infini selon les constructeurs ; la partie interchangeable consiste dans les engrenages de changement de vitesse.

Ce sont ces derniers surtout qu'il est intéressant d'étudier.

Il s'agit de mettre en prise pendant la marche deux engrenages qui se trouvent sur deux arbres différents; pour cela on peut employer l'embrayage face à face, c'est-à-dire dans lequel on rapproche l'un des arbres de l'autre; mais ce système est peu employé pour diverses raisons. On préfère, en général, rapprocher les engrenages latéralement, c'est-à-dire en conservant les arbres fixes et en faisant glisser l'un des pignons sur un des arbres le long d'une clavette pour le mettre en face du deuxième pignon dont il doit recevoir le mouvement.

La transmission par engrenages donne une commande absolument sûre, c'est-à-dire que la force tout entière est transmise, moins le frottement des organes.

A côté de ces avantages, les engrenages présentent l'inconvénient de s'user assez rapidement, d'être sujets à des bris de dents, en raison de la brutalité de l'action au moment de la mise en contact; aussi nécessitent-ils absolument l'emploi d'un embrayage pour isoler le moteur.

Ce mode de transmissions est, en général, adopté pour les voitures de vitesse; il est employé pour les véhicules à vapeur ou électriques et dans les systèmes à pétrole de MM. Panhard et Levassor, Peugeot, Gautier-Wherlé, M. L. B., Cambier, etc.

Transmissions par courroies. — On dispose, en général, les courroies entre l'arbre du moteur et l'arbre différentiel. On fait passer l'une des courroies de la poulie fixe sur la poulie folle au moyen d'une fourchette, et réciproquement ; mais il est nécessaire, bien entendu, sous peine de caler le moteur, de désembrayer l'une des courroies avant d'embrayer la suivante.

Ce mode de transmission est très doux et très souple, il est également plus silencieux et plus facile à manœuvrer par le conducteur, que le système par engrenages.

Les inconvénients de ce système résident surtout dans les modifications de longueur que prennent les courroies sous les influences extérieures, surtout celle de l'humidité ; lorsque les courroies s'allongent, il y a glissement, perte de force dans la transmission, arrêt du mécanisme ; c'est pourquoi il est presque indispensable, avec ce mode de construction, d'avoir des tendeurs, et il serait très efficace selon nous de mettre les courroies à l'abri des projections de boue en les munissant d'organes protecteurs.

Les transmissions par courroies ont été adoptées par les constructeurs Mors, Diligeon, Roger, Maison Parisienne, Delahaye, Audibert et Lavirotte, etc.

Transmissions par friction. — M. Tensing a adopté, pour ses voitures, un mode de

transmission par plateaux de friction qui, au premier abord, est une solution très élégante du problème (*fig. 31*).

Un système de transmission par plateaux de friction du même genre a été employé dans cer-

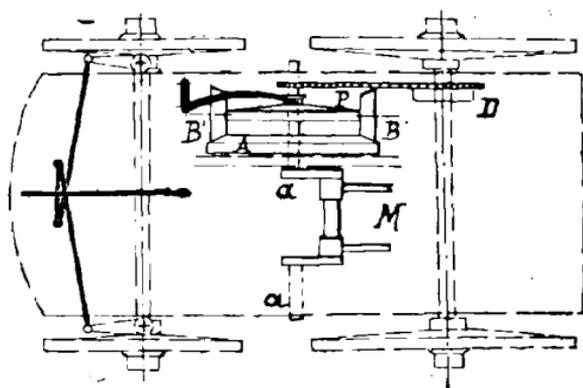


Fig. 31. — Mécanisme Tensing.

taines voitures étrangères, notamment la voiture américaine Bird.

En France, M. Lepape a employé deux plateaux de friction pour la commande de ses voitures ; il en est de même du véhicule qui eert aux essais du moteur Auriol.

La transmission par plateaux de friction permet de réaliser cette condition très importante dans les automobiles, de la progression presque insensible de la vitesse ; si elle n'est pas encore adoptée par le plus grand nombre, c'est qu'elle présente l'inconvénient d'absorber une grande

force et qu'elle nécessite des conditions de construction toutes particulières.

Systèmes mixtes. — Pour remédier en partie aux mouvements signalés ci-dessus pour chacun des modes de transmission décrits, on a réalisé des systèmes mixtes, c'est-à-dire dans lesquels une partie de la transmission se fait par engrenages, et l'autre partie par courroies ou par plateaux de friction.

Par exemple, dans les voitures du système Bollée-de Dietrich, une longue courroie de caoutchouc transmet le mouvement de l'arbre moteur situé à l'avant de la voiture à un arbre intermédiaire placé vers l'arrière ; sur cet arbre, se font les changements de vitesses au moyen d'engrenages.

Au contraire, dans les nouvelles voitures Diligeon, les changements de vitesses s'effectuent par une courroie qu'on fait passer successivement sur les différents diamètres de deux poulies-cônes, et l'arbre intermédiaire est relié à l'arbre différentiel par des pignons dentés.

Embrayages. — Nous avons vu que la nécessité d'un embrayage était absolue avec la transmission par engrenages, afin d'isoler le moteur au moment des changements de vitesses ; cet appareil a été également adopté avec certains systèmes de transmissions à courroies.

Nous avons représenté (*fig. 32*) à titre d'exemple,

l'embrayage Gautier-Wherlé ; comme dans tous les embrayages, il s'agit d'établir la solidarité entre deux tronçons d'arbres en prolongement l'un de l'autre. Le volant V porte une partie tournée P faisant poulie, qui est garnie de cuir, un collier C réglable au moyen de deux boulons, entoure cette partie P et par serrage du système articulé BB' peut être rendu solidaire. Sur le deuxième tronçon d'arbre glisse sur une clavette fixe, un manchon mobile M au moyen du levier L, dans son mouvement

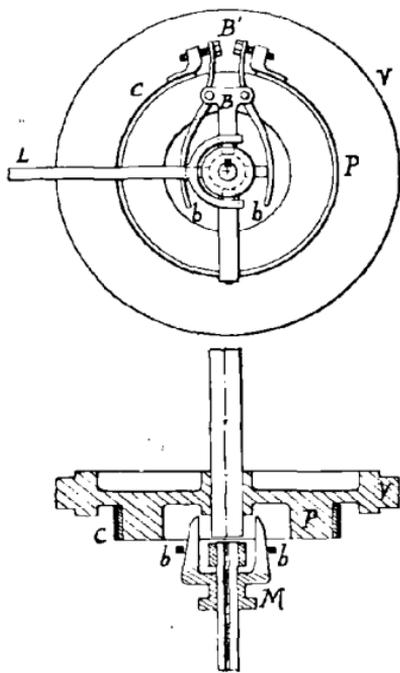


Fig. 32. — Embrayage Gautier-Wherlé.

en avant, il écarte les deux branches *b, b*, de la pince B, qui provoque le serrage du collier C.

Comme on le voit, la manœuvre en est des plus simples, elle s'effectue en général au moyen d'une pédale.

L'embrayage employé par les établissements Panhard et Levassor est dit « Compound », il est double, c'est-à-dire qu'il présente deux surfaces de friction, l'une qui sert à l'embrayage progressif et qui est destiné à agir par glissement, et l'autre, plus énergique, qui opère le blocage définitif ; cette disposition est très avantageuse avec les changements de vitesses par engrenages, parce qu'elle atténue les chocs sur ceux-ci au moment de l'embrayage. Ces constructeurs appliquent également, pour les petites forces, l'embrayage magnétique dû à M. Krebs.

Différentiel. — Le différentiel est un appareil qu'on place sur l'arbre qui actionne les roues et qui sert à assurer l'indépendance de chacune d'elles lorsqu'une différence de vitesse ou de résistance se produit entre les deux roues.

Dans les virages, par exemple, la roue qui décrit le cercle intérieur doit avoir son mouvement retardé par rapport à la roue extérieure, puisque la première parcourt un chemin

beaucoup plus petit que la seconde.

L'arbre qui actionne les roues appelé *arbre du différentiel*, est divisé en

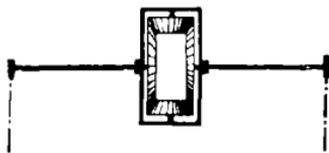


Fig. 33. — Différentiel.

deux tronçons portant à chacune de leurs extrémités deux engrenages d'angle ; et ces engre-

nages sont reliés par plusieurs petits engrenages satellites qui sont maintenus par la boîte du différentiel (*fig. 33*).

Lorsque l'une des roues se déplace plus rapidement que l'autre, cette différence de vitesse se traduit par une rotation des engrenages satellites et de la boîte du différentiel ; ces rotations sont bien entendu automatiques.

On comprend que cet appareil est utile toutes les fois qu'un véhicule moteur présente deux roues motrices. C'est Pecqueur qui l'a indiqué le premier lorsqu'il a cherché à perfectionner le chariot de Cugnot, lequel n'avait, comme on sait, qu'une seule roue motrice. L'invention du différentiel ne date en réalité que de la construction en Angleterre des premiers tricycles à deux roues motrices.

Cet appareil est indispensable dans les automobiles, bien que son emploi présente parfois des inconvénients. C'est au différentiel, en effet, qu'il faut attribuer le phénomène très désagréable et souvent très dangereux du « tête à queue, » dans lequel la voiture pivote brusquement en raison de la différence d'adhérence qui existe entre les deux roues et qui fait que l'une de celles-ci peut même devenir motrice en arrière, tandis que l'autre reste motrice en avant.

Commande des roues motrices. — D'une façon générale, les roues motrices ne sont pas

montées comme dans une locomotive sur un arbre moteur, mais elles sont reliées par un moyen mécanique à l'arbre différentiel, de sorte que l'essieu des roues motrices restant fixe, peut avoir une forme quelconque, ce qui facilite la construction de la voiture.

En général, l'arbre différentiel porte à chacune de ses extrémités extérieures un petit pignon denté, lequel reçoit une chaîne Galle qui actionne un pignon de plus grand diamètre, fixé après le moyeu ou les raies des roues d'arrière. Presque toutes les voitures à pétrole sont équipées de la sorte.

Les chaînes permettent les variations de hauteur de la caisse par rapport aux roues, en raison des cahots de la route ; elles constituent un mode de transmission très rustique, très souple et très facilement réparable en cas d'avarie.

Parmi les exceptions, il convient de citer le système de transmission créé par MM. de Dion-Bouton. L'essieu des roues est moteur et il est articulé au moyen de deux joints à la Cardan, nécessaires par suite de la flexion des ressorts ; la roue motrice tourne sur un manchon fixe qui est traversé en son centre par l'essieu moteur, et celui-ci actionne la jante de la roue au moyen de quatre bielles métalliques extérieures.

Un système du même genre, constitué par un arbre moteur à rotules en acier, est employé par

MM. Gautier-Wherlé dans leurs voitures à pétrole.

Le camion à pétrole de Dietrich-Bollée qui a pris part au concours des poids lourds, présentait un système de transmission par doubles engrenages d'angle, qui permet d'employer ce qu'on appelle les roues carrossées, c'est-à-dire présentant une inclinaison extérieure par rapport au plan de la voiture.

La disposition par engrenages droits a été adoptée par certains constructeurs étrangers et aussi en France pour les voitures électriques.

Enfin il convient de signaler la commande par bielles et engrenages adoptée par M. Tenting laquelle permet de supprimer la chaîne.

II. MÉCANISMES ACCESSOIRES DE LA VOITURE

Les mécanismes accessoires sont les mécanismes qui sont en dehors de ceux qui servent à la propulsion de la voiture, tels que le système de direction, les organes d'arrêts, etc.

Direction. — L'avant-train directeur des voitures ordinaires à cheville ouvrière nécessite, dans les virages, un travail important et oblige à un ralentissement considérable de vitesse. Afin de donner à ces voitures une mobilité comparable à celle des voitures-tricycles, M. A. Bollée, du

Mans, créa, en 1873, une disposition d'avant-train à deux pivots qui est aujourd'hui presque exclusivement adoptée dans la construction des voitures automobiles.

Chaque roue tourne autour de son pivot, de telle sorte que, dans toutes les positions, les prolongements de leur axe transversal se rencontrent dans un plan vertical coïncidant avec l'essieu. De cette façon, les bases du véhicule roulant ne sont pas modifiées et, par conséquent, la stabilité reste invariable.

Les deux roues sont solidaires l'une de l'autre par un système de tiges articulées, qui reçoit son inclinaison du conducteur par l'intermédiaire d'une barre de direction, d'un volant, d'un guidon ou d'une manette, selon les constructeurs.

On a proposé également, principalement pour des voitures électriques dans lesquelles chacune des roues est actionnée par un moteur différent, de produire la direction simplement par variation de la vitesse de chacune des roues ; il suffirait, alors, d'agir sur l'une des roues en marche avant, en même temps qu'on agirait en marche arrière sur l'autre roue, pour faire tourner sur place le véhicule. Quoi qu'il en soit, ce mode de direction n'est pas encore entré dans la pratique.

Freins. — La nécessité d'appareils d'arrêts puissants et dociles s'impose dans l'établissement des voitures automobiles. Les freins qui sont

employés en général concurremment ou séparément sont les suivants :

1° Le frein à sabot ordinaire, agissant sur les jantes des roues motrices ;

2° Le frein à ruban, disposé pour serrer les moyeux des roues motrices ;

3° Le frein à ruban ou à corde, qui fait sentir son action sur un des arbres du mécanisme et notamment sur l'arbre du différentiel ;

4° Le frein Lemoine, à double effet, qui se compose d'un enroulement sur l'essieu, lequel serre automatiquement le patin des roues ;

5° Le freinage automatique par le moteur, qui s'obtient dans les voitures à pétrole en supprimant l'échappement ou l'allumage ; ce freinage automatique s'obtient dans les automobiles à vapeur par la contre-pression et le renversement de la vapeur, et dans les automobiles électriques par le freinage électrique ordinaire.

Recul. — Il est indispensable de pouvoir empêcher l'automobile de reculer dans le cas où un arrêt inopiné se produirait au cours de la montée d'une rampe. Pour cela, on emploie, en général, une béquille qui peut être abaissée au moment voulu et qui prend un point d'appui sur le sol de la route. Certains constructeurs se servent d'un cliquet qui immobilise les roues motrices.

DEUXIÈME PARTIE

—

DESCRIPTION DES VÉHICULES

Les indications que nous avons données dans la première partie au sujet des moteurs, des transmissions et des accessoires, nous permettront de ne faire que des descriptions sommaires des principaux types de véhicules.

Nous examinerons d'abord les voitures de promenade et de tourisme à 2, 4 et 6 places, pesant au moins 400 kilogrammes ; au-dessous de ce poids, le véhicule doit être, selon nous, dénommé « voiturette » intermédiaire entre la voiture et le motorcycle.

Nous ferons ensuite une étude analogue pour les voitures lourdes destinées aux transports en commun des voyageurs, ainsi que pour les véhicules à marchandises.

Dans chacun de ces trois chapitres, nous indiquerons successivement les solutions adoptées en France pour la propulsion par la vapeur, le pétrole et la force électrique. Nous nous contenterons d'indications très sommaires sur les types étrangers.

CHAPITRE PREMIER

—

VOITURES DE PROMENADE ET DE TOURISME

A. VOITURES A VAPEUR

En France, les voitures à vapeur sont peu répandues, la « vogue » étant aux voitures à pétrole. Cependant deux constructeurs sont en état de faire des voitures à vapeur fonctionnant convenablement, car depuis plus de dix ans MM. Serpollet et de Dion-Bouton étudient et construisent des voitures à vapeur : nous allons indiquer sommairement en quoi consistent leurs systèmes.

En Angleterre et aussi aux États-Unis, les voitures à vapeur sont l'objet d'études approfondies et de réalisations pratiques des plus intéressantes.

Voitures Serpollet. — Nous avons indiqué plus haut le principe et le mode de construction du générateur Serpollet, le moteur en lui-même ne présente pas d'intérêt particulier.

Depuis 1891, les voitures construites par M. Serpollet étaient chauffées au coke ; le généra-

teur était à l'arrière et le combustible était emmagasiné dans une trémie placée entre la chaudière et le siège de la voiture, isolant ainsi celui-ci de la chaleur rayonnante. Le moteur horizontal à deux cylindres était placé sous le plancher de la voiture, la transmission se faisait par une paire d'engrenages réducteurs, actionnant les roues par deux chaînes Galle. Les voitures construites sur ce système ont bien fonctionné, mais présentaient le grave inconvénient d'obliger à des arrêts assez fréquents pour surveiller la marche du foyer et la descente du combustible.

Afin de supprimer l'emploi du coke, M. Serpollet s'est attaché depuis quelques années à étudier l'utilisation du pétrole comme combustible. Ce mode de chauffage, propre, peu encombrant, fournissant près de deux fois plus de chaleur que le coke, enfin, et par dessus tout, réglable, convient essentiellement bien aux générateurs à vaporisation instantanée, car avec lui on a deux moyens de faire varier la production de vapeur puisqu'on peut régler la quantité d'eau envoyée dans les tubes, et la quantité de chaleur circulant autour des tubes.

M. Serpollet a procédé, en 1896, à ses premiers essais de chauffage à pétrole sur une voiturette tricycle à deux places pesant 650 kilogrammes dans laquelle le pétrole était brûlé dans

un appareil Longuemarre à serpentin réchauffeur.

Les voitures à vapeur chauffées au pétrole que la société Serpollet construit actuellement sont des voitures à quatre roues, de deux et quatre places, qui réalisent un type définitivement étudié. Elles sont munies d'un petit générateur analogue à ceux qui étaient montés sur les voitures précédentes, mais ce générateur est chauffé au moyen d'un nouveau brûleur de M. Serpollet qui utilise l'huile de pétrole ordinaire.

Le moteur se compose de deux cylindres de 76 millimètres de diamètre et 90 millimètres de course ; la vapeur d'échappement est envoyée dans un condenseur à ailettes. On assure que la consommation du pétrole ne dépasse pas 0',25 par kilomètre.

Voiture de Dion-Bouton. — Nous avons donné dans la première partie des indications générales sur le générateur, le moteur et les mécanismes des véhicules de ces constructeurs.

La vitesse qu'on peut réaliser avec ces voitures est à l'allure normale de 30 à 35 kilomètres à l'heure et, dans certains cas, elle peut atteindre 60 kilomètres à l'heure.

En ce qui concerne les consommations, on peut compter 3 à 4 litres d'eau vaporisés et 0^{kg},4 de coke brûlé par kilomètre.

Les expériences qui ont été faites par MM. Mi-

chelin, en 1896, pour déterminer l'économie de travail qui résulte de l'emploi des pneumatiques, ont été effectuées avec un break à 6 places pesant 2 480 kilogrammes. Ces essais effectués sur une distance de 45 kilomètres aux vitesses de 28 à 32 kilomètres à l'heure ont montré que les consommations de cette voiture variaient de 0^{kg},6 à 0^{kg},86 de coke et de 5^l,1 à 7^l,2 d'eau par kilomètre, selon que les roues étaient garnies de pneumatiques ou de caoutchoucs pleins.

B. VOITURES A PÉTROLE

Comme nous l'avons expliqué, les voitures mues par moteurs à pétrole sont, jusqu'à présent, les seules pratiquement employées pour le tourisme, c'est-à-dire pour la circulation sur routes entre les villes. Un très grand nombre de systèmes ont été créés, et chaque constructeur a, pour ainsi dire, son système propre. Nous allons les passer très rapidement en revue.

Voitures Panhard et Levassor. — Ces constructeurs ont été les premiers à construire, en France, les moteurs à essence de pétrole, ils étaient concessionnaires des brevets Daimler, et l'on sait que cet inventeur a été un des précurseurs de la locomotion automobile.

Depuis plusieurs années déjà, MM. Panhard

et Levassor emploient le moteur Phœnix au sujet duquel nous avons donné toutes explications

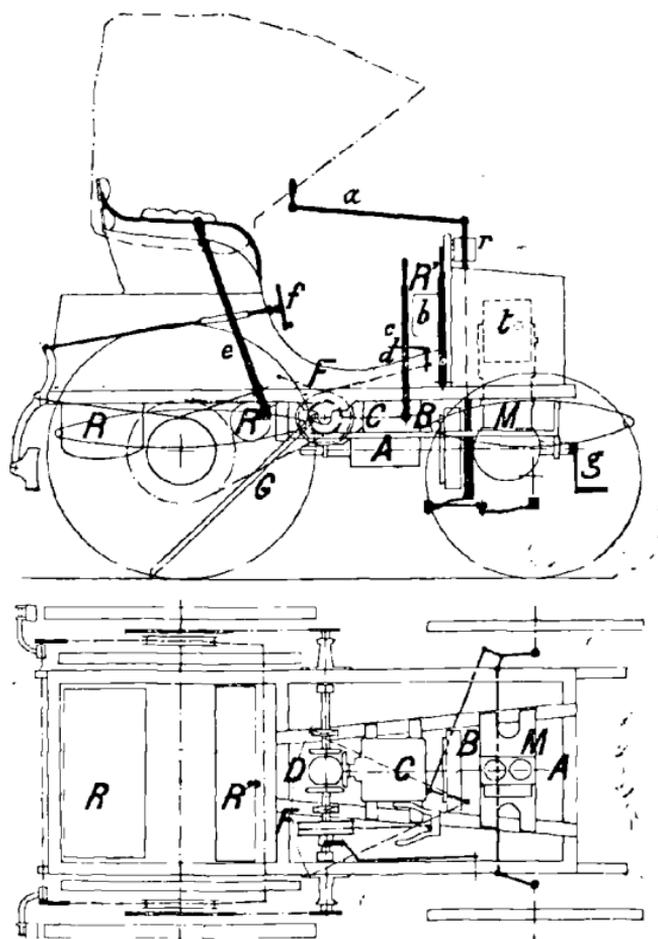


Fig. 34. — Voitures Panhard et Levassor utiles dans la première Partie.

Ainsi que le montre le schéma (*fig. 34*) qui représente un des derniers types muni de moteur Phoenix, les voitures Panhard et Levassor se caractérisent par la disposition du moteur vertical M au-dessus de l'essieu de l'avant.

L'arbre moteur A est placé dans les environs de l'axe longitudinal du véhicule ; il est en deux tronçons qui peuvent être rendus solidaires au moyen d'un embrayage Compound à friction B. Au-dessus de cet arbre, se trouve un second arbre longitudinal c, parallèle au premier, et le mouvement se transmet de l'un à l'autre au moyen d'un jeu d'engrenages de changement de vitesse, qui sont disposés dans une boîte métallique close ; les vitesses varient de 4 à 30 kilomètres à l'heure, selon la route, la force du moteur et la voiture.

Le deuxième arbre longitudinal actionne l'arbre différentiel D au moyen de deux paires d'engrenages d'angle permettant d'obtenir, selon que l'embrayage se fait d'un côté ou de l'autre, la marche avant ou la marche arrière, la transmission se fait aux raies des roues de derrière, toujours construites en bois, au moyen de deux chaînes Galle.

Sous la caisse sont disposés le réservoir d'eau de refroidissement R et le cylindre R' amortisseur dans lequel se fait l'échappement du moteur.

Cette disposition du mécanisme a l'avantage de laisser libres les caissons de la voiture dans lesquels on trouve ainsi à loger facilement les accessoires indispensables.

La direction se fait, en général, au moyen d'une barre presque horizontale *a* analogue au gouvernail d'un navire, le conducteur dirige de la main gauche ; il a, sous la main droite, ses leviers de changements de vitesses *C*, de marche avant, arrière et arrêt *b*, et le levier du frein de sûreté ; il manœuvre au pied l'embrayage *B* et le frein à ruban *F*.

Sur le tablier d'avant, sont disposés les graisseurs, le robinet de réglage de l'air du moteur, le réservoir d'essence pour les brûleurs, etc. La mise en marche s'effectue du devant de la voiture au moyen d'une manivelle.

Les moteurs Phœnix que la maison Panhard et Levassor dispose sur ses voitures à 2, 4 et 6 places, ont une force de 4, 6 et 8 chevaux ; le rendement mécanique de la voiture est d'environ 62 % du travail indiqué aux cylindres. Les types de voitures Panhard et Levassor varient presque à l'infini en ce qui concerne la forme extérieure de la carrosserie, depuis la charrette anglaise à deux places, jusqu'au mail-coach à impériale.

Voitures Peugeot. — Les voitures Peugeot ont été d'abord équipées avec le moteur Daimler

ordinaire, qui, contrairement à la disposition adoptée par MM. Panhard et Levassor, était disposé tout à fait à l'arrière du véhicule.

Depuis le commencement de 1897, la société des automobiles Peugeot a mis en service sur ses voitures un nouveau moteur dont nous avons donné un dessin et une description dans la première partie ; il est disposé sous le siège d'arrière, l'arbre moteur actionne un arbre intermédiaire

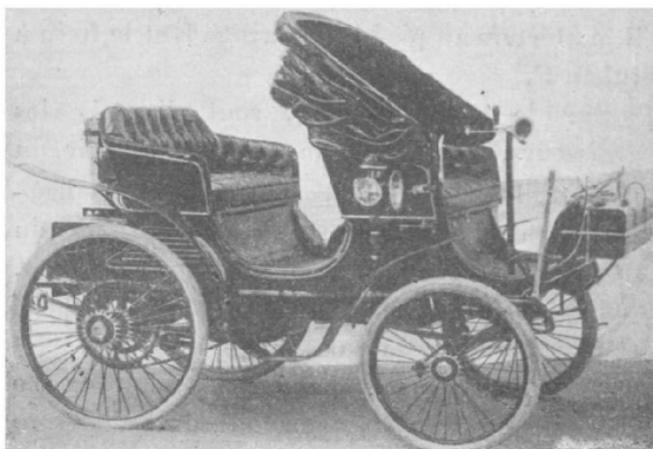


Fig. 35. — Voiture Peugeot.

au moyen d'un engrenage réducteur de vitesse et d'un embrayage à friction. La transmission se fait par engrenages de l'arbre intermédiaire à l'arbre différentiel, et celui-ci transmet son mouvement aux roues d'arrière par l'intermédiaire de deux chaînes Galle.

En général, le réservoir d'essence se trouve sous le siège d'avant et l'eau qui sert au refroidissement circule dans le bâti tubulaire, et se rend ensuite dans un réservoir à l'arrière où elle est emmagasinée.

Nous donnons (*fig. 35*) une reproduction photographique de l'un des types les plus récents de voiture Peugeot. Quelle que soit la forme adoptée pour la caisse, les automobiles Peugeot sont toujours établies au moyen d'un châssis métallique tubulaire avec suspension spéciale ; quant aux roues, elle sont toujours métalliques.

La direction se fait au moyen d'un guidon analogue à ceux des bicyclettes. Le conducteur a sous la main ses différents leviers (changement de marche, changement de vitesse, frein, etc.) et le graissage est assuré par un appareil à départs multiples.

Les types de voitures Peugeot sont très nombreux : à côté de la voiture représentée plus haut, les constructeurs établissent des vis-à-vis, des breacks, des omnibus de famille, etc.

Voitures Mors. — Les voitures Mors sont de petites voitures, mais leur poids, environ 700 kilogrammes, les met en dehors des voiturlles ; nous avons vu en quoi consiste le moteur à quatre cylindres, et le mode d'allumage très intéressant, qui a été créé par la maison Mors.

Les transmissions et changements de vitesses

se font par courroies ; l'arbre moteur porte deux tambours de différents diamètres, et l'arbre différentiel porte un manchon qui reçoit quatre poulies ; deux fixes et deux folles correspondantes aux tambours. Les deux vitesses généralement adoptées sont 12 et 24 kilomètres à l'heure, un embrayage à friction rend solidaires l'arbre manchon des poulies et l'arbre différentiel qui passe en son centre ; transmission aux roues par chaînes.

Les voitures Mors sont munies d'un réfrigérant à ailettes qui rend insignifiante la perte de l'eau par vaporisation ; l'échappement se fait dans un cylindre métallique à l'arrière qui amortit le bruit de celui-ci.

Le conducteur a devant lui un guidon pour la direction, et celui-ci porte le commutateur qui permet de produire l'allumage avec la dynamo, ou bien l'allumage avec les accumulateurs, ou bien de recharger les accumulateurs avec la dynamo, ou enfin de supprimer l'allumage, ce qui fait frein par compression dans les cylindres. Au-dessous du guidon sont les deux manettes qui commandent les deux courroies, et deux pédales, dont l'une actionne l'engrenage à friction et l'autre sert à désebrayer cet organe en serrant le frein à ruban.

Les types généralement adoptés sont la petite charrette anglaise et le dos à dos à quatre places.

Malgré la multiplicité des organes, ces voitures fonctionnent convenablement. On prête cependant à la maison Mors l'intention de remplacer ses moteurs à quatre cylindres par des moteurs bi-cylindriques, et sa transmission par courroies par une transmission par engrenages.

Voitures de la C^{ie} des Automobiles M. L. B. — Le moteur du système *Landry et Beyroux* est du type mono-cylindrique vertical ; c'est un moteur à essence destiné aux exploitations agricoles, qui, malgré son poids et ses dimensions un peu considérables, fonctionne convenablement sur les automobiles de cette compagnie. Ce moteur est placé à l'arrière, à l'intersection de l'axe longitudinal de la voiture avec l'essieu d'arrière. L'arbre moteur porte un grand volant qui tourne sous le siège du véhicule, un embrayage à friction à coin et à disques de bois et le jeu d'engrenages de changement de vitesse qui actionne un petit arbre parallèle au premier placé sur le côté, lequel transmet le mouvement à l'arbre différentiel par deux pignons d'angles qui permettent la marche avant et la marche arrière ; l'arbre différentiel actionne les deux roues d'arrière par chaînes Galle.

Le frein à sabots peut agir directement par un volant à vis, ou bien à la manière du frein Lemoine, c'est-à-dire être entraîné par un enrou-

lement à corde qu'on déclanche par une pédale qui produit en même temps le débrayage ; une deuxième pédale agit sur le débrayage seul.

Ces voitures ont le mérite d'être aussi simples que possible et extrêmement robustes. Les formes de carrosserie généralement adoptées, sont le cab et le duc à deux places. Ces voitures ont mérité un prix d'élégance au concours qui a suivi en 1897, la course Marseille-Nice à laquelle elles avaient pris part.

Voitures de la C^{ie} Continentale d'Automobiles. — Ces voitures sont du système *Gautier-Wherlé* ; le moteur est caractérisé par deux cylindres horizontaux parallèles et opposés ; ils actionnent deux manivelles calées à 180° ; l'allumage se fait par tubes incandescents ; un régulateur de vitesse agit sur les cames de l'échappement. Le mélange se produit dans un carburateur spécial bien étudié. La force du moteur est, en général, de 4 chevaux à 4^{ch},5 à la vitesse de 600 tours ; les moteurs sont réglés sur un banc d'essai où leur puissance est mesurée en force électrique.

Dans le type de voiture le plus récent, le moteur est placé tout à fait à l'avant, de façon à être accessible de tous côtés, l'arbre moteur coïncide avec l'axe longitudinal de la voiture ; un embrayage à friction permet d'isoler le moteur, et cet organe est commandé par une pédale.

Vers l'arrière se trouvent disposés les engrenages de changements de vitesse, de marche arrière, etc. ; le mouvement est transmis à l'essieu d'arrière de la voiture par une paire d'engre-



Fig. 36. — Lan lau de la C^{ie} Continentale d'automobiles.

nages agissant sur le différentiel ; cet essieu est articulé au moyen de rotules en acier pour permettre la flexion des ressorts ; il actionne directement les roues d'arrière.

Les types de voitures sont de toutes sortes, les plus courants sont les dos à dos, cabs, phaétons américains, etc.

La C^{ie} Continentale d'automobiles construit également un type de moteur à 4 cylindres.

de la force de 12 chevaux, qu'elle applique sur des voitures plus importantes, telles que le landau à 8 places avec galerie pour bagages (fig. 36) ; dans ce cas, tout le mécanisme moteur est disposé à l'arrière du véhicule.

Des essais ont été également tentés par MM. Gautier-Wherlé en vue de la fabrication de fiacres automobiles à avant-train moteur.

Voitures David. — Le moteur du système *P. Gautier* de la force de 6 chevaux environ comprend quatre cylindres verticaux parallèles, l'inflammation se fait par tubes incandescents ; le carburateur est d'un type spécial dans lequel l'essence tombe en cascades. La transmission s'effectue par engrenages toujours en prise, qu'on rend solidaires de l'arbre intermédiaire au moyen de manchons à grilles ; un embrayage à friction permet d'isoler le moteur. Les pignons de changements de vitesse sont calculés pour une marche de 4, 6, 12 et 18 kilomètres à l'heure.

En ce qui concerne la disposition de la voiture, la forme généralement adoptée est celle du phaéton américain (à 2 sièges tournés dans le sens de la marche) avec le moteur en avant ; la direction se fait au moyen d'une barre gouvernail.

Voitures du type Benz. — Un certain nombre de constructeurs français ont adopté le

genre de voiture qui porte le nom de Benz, le constructeur du type primitif allemand. Celui-ci se caractérise par un moteur horizontal à un seul cylindre disposé à l'arrière avec carburateur à surface, allumage électrique et refroidissement par thermo-siphon, la transmission se fait par deux courroies sans embrayage, et la direction s'effectue au moyen d'une petite manette au-dessous de laquelle se trouvent les deux poignées de changement de vitesse. Ce type de véhicule est très simple et très robuste, mais son moteur est lourd et encombrant, et il ne répond plus, dans la plupart des cas, aux exigences actuelles du public.

Les constructeurs qui en avaient adopté la construction : *Roger, Maison Parisienne, Diligeon, Cambier, Briest frères, G. Richard, Fisson, Audibert et Laviotte, Rochet et Schneider* etc., ont, pour la plupart, cherché à réaliser un bon type de moteur à deux cylindres, et plusieurs y ont réussi ; c'est donc sur ces voitures récentes que nous allons donner quelques indications.

Voitures de la C^{ie} Anglo-Française. — Cette société qui s'est substituée à M. Roger, équipe ses voitures, avec un moteur à 2 cylindres, et avec divers perfectionnements que nous indiquerons plus loin en détail, à propos des voitures de livraison de cette maison. Nous

ne donnerons donc pas ici de description des voitures de promenade ; signalons seulement que leur carrosserie est de forme élégante bien que, selon nous, elle rappelle un peu trop la voiture dételée.

M. Roger a présenté divers projets de fiacres automobiles à pétrole.

Voitures de la C^{ie} Gale des Automobiles.

— Cette société a apporté à ses voitures, type Benz, deux perfectionnements importants à signaler, dus à M. Triouleyre.

1° Le système de suspension de la caisse est double, c'est-à-dire qu'elle est suspendue par des ressorts sur le châssis qui porte les organes mécaniques, lequel châssis repose sur les essieux par l'intermédiaire d'autres ressorts ;

2° Un système spécial de chaînes permet de mettre en marche le moteur du siège, c'est-à-dire sans descendre de la voiture.

Ce système de voiture a été proposé pour les fiacres automobiles.

La C^{ie} Gale des Automobiles munit actuellement ses voitures (*fig. 37*) d'un nouveau moteur horizontal à deux cylindres, avec allumage électrique variable et circulation d'eau par pompe rotative ; sa force est de 4 ou 6 chevaux.

La transmission est mixte ; l'arbre moteur actionne un arbre intermédiaire au moyen d'une courroie qu'on peut tendre à volonté, c'est-à-

dire qui remplit le rôle d'embrayage avec une grande douceur ; les changements de vitesses

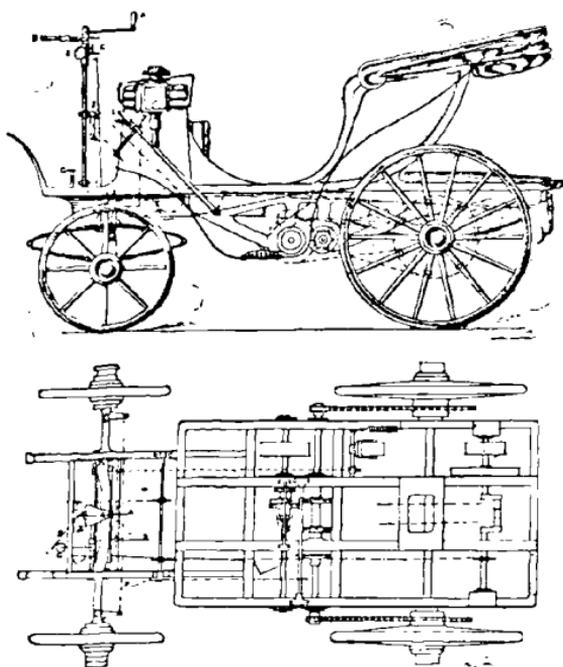


Fig. 37. — Nouvelle voiture de la C^{ie} G^{ie} des Automobiles.

se font par un jeu d'engrenages. L'arbre différentiel actionne, au moyen de deux chaînes Galle, les roues d'arrière de 1 mètre de diamètre.

Voitures Diligeon et C^{ie} — Cette voiture est actionnée par un moteur à deux cylindres M. d'une force de 9 chevaux à 650 tours, muni du système de refroidissement par ventilateur, au

sujet duquel nous avons donné quelques indications à propos des moteurs.

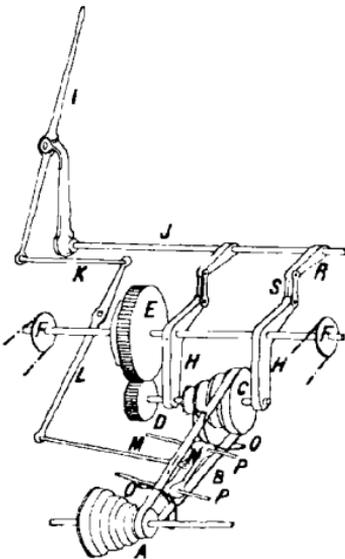


Fig. 38. — Mécanisme du moteur Diligeon.

La transmission du mouvement se fait par une méthode mixte (fig. 38) l'arbre moteur porte deux poulies de différents diamètres correspondant à deux poulies inverses du premier arbre intermédiaire A, on met la courroie sur l'une de ces deux poulies selon que l'on veut marcher au régime rapide ou au régime

modéré, selon que l'on est en plaine ou en montagne; au surplus, le passage de la courroie de l'une sur l'autre poulie se fait à la main presque instantanément. Le premier arbre intermédiaire A porte une poulie cône en tôle à 4 diamètres réunis par des parties coniques; un deuxième arbre intermédiaire C porte le cône inverse et une courroie B sert à la transmission. Pour faire passer cette courroie d'un diamètre sur le suivant, on rapproche l'arbre A de

l'arbre C au moyen d'un système de pièces articulée HSR, l'on détend ainsi la courroie qu'il est facile alors de déplacer au moyen d'une double fourchette ON glissant sur les tiges P. La transmission du mouvement à l'arbre différentiel, se fait au moyen de pignons dentés DE ; le pignon calé sur l'arbre mobile D est satellite autour de son voisin, et le sens de rotation de la courroie a pour effet de produire une tension de celle-ci qui se règle pour ainsi dire automatiquement sur l'effort à produire.

Les vitesses théoriques sont pour le régime rapide de 7,5, 15, 24 et 30 kilomètres à l'heure, par le régime modéré de 5, 10, 16 et 20 kilomètres à l'heure.

La commande des changements de vitesse se fait par un levier unique qui par son déplacement dans un sens agit sur la tension de la courroie et par son autre déplacement agit sur la position de la courroie. Signalons enfin que l'entraînement des roues métalliques se fait au moyen de fiches et de rayons qui agissent par tension sur la jante de la roue.

Voitures A. Bollée-de Diétrich. — La partie mécanique, est analogue à celle du camion automatique que nous décrivons plus loin ; nous n'y insisterons donc pas ici.

Voitures de la Maison Parisienne. — Le nouveau type de voiture de cette maison est

muni d'un moteur à deux cylindres de 5 chevaux marchant à 900 tours, avec allumage à incandescence et carburateur à pulvérisation ; le refroidissement est assuré par une circulation d'eau qui passe dans un réfrigérant radiateur destiné à éviter la vaporisation. La transmission est mixte, elle se fait au moyen de deux courroies, mais chacune d'elles donne, par une disposition d'engrenages, deux vitesses différentes ; celles-ci varient de 8 à 40 kilomètres à l'heure avec marche arrière à petite vitesse.

Autres systèmes. — Parmi les autres constructeurs qui emploient des moteurs à deux cylindres horizontaux, nous citerons :

M. Léon Lefèvre, dont les voitures sont actionnées par les moteurs Pygmée à la fois simples et robustes.

M. Delahaye, de Tours. — Moteur à deux cylindres calés à 180° avec transmission par courroies et serpentín réfrigérant à l'avant ; les voitures Delahaye ont fourni de bons parcours dans différentes courses.

M. Th. Cambier, de Lille, qui construit également des moteurs à 3 cylindres dont nous avons donné une description.

La marque *Georges Richard*. — Voitures munies de moteurs à 8 et 12 chevaux.

La *Maison Pilain et C^{ie}* de Lyon. — Duc

à 3 places, avec moteur de 4 chevaux, allumage par une petite dynamo, laquelle sert également à l'éclairage.

MM. Popp et Fils. — Voiture actionnée par un moteur *Elie Lacoste*, simple, léger et très étudié, transmission par engrenages et une seule chaîne commandant l'essieu d'arrière; réfrigérant à ailettes.

MM. Audibert et Lavirotte, de Lyon, qui étudient, à côté des petites voitures, divers types de véhicules pour les transports lourds.

La Maison Ducroiset, de Grenoble. — Automobiles à 4 places, système *Berret*, avec moteur à l'avant, facilement accessible, et transmission par deux courroies avec galets tendeurs.

M. Tenting. — Moteur horizontal à deux cylindres inclinés et transmission de mouvement par plateaux de friction, engrenages et bielles.

MM. Brouhot et C^{ie}, de Vierzon, dont les voitures étaient exposées au Salon du Cycle de 1897; tout le mécanisme est logé entre les roues; la commande se fait sans chaînes et, paraît-il, le différentiel est supprimé.

M. Lafbéry, à Chauny (Aisne). — Transmission mixte par trois cônes et engrenages avec une seule courroie tendue au moyen d'un galet.

MM. Doré et Bouisson, ont exposé, en 1897, une automobile dite « Acatène » dans laquelle

la transmission se fait par engrenages à l'essieu d'avant qui est à la fois moteur et directeur.

M. Augé. — Moteur des plus simples et des plus rustiques ; un seul brûleur pour porter à incandescence les deux tubes de platine.

Avant-trains moteurs. — On a cherché à remédier aux inconvénients qui résultent de la disposition du mécanisme sous les sièges de la voiture et de la propulsion par les roues d'arrière, en disposant toute la partie motrice autour de l'essieu d'avant qui devient ainsi moteur et directeur ; l'avant-train ainsi constitué est en général interchangeable, c'est-à-dire qu'il peut être attelé à un véhicule quelconque.

Le plus connu de ces avant-trains moteurs est le système *Prétot* ; cet appareil se substitue simplement à l'avant-train ordinaire d'une voiture, en se fixant au cercle de rotation de cet avant-train ; les voitures ne subissent aucune modification importante. Le mécanisme pesant 350 kilogrammes comprend un moteur horizontal à un cylindre, d'une force de 5 chevaux, à la vitesse de 700 tours, l'allumage est électrique ; la transmission de mouvement se fait par engrenages indépendants épicycloïdaux, avec quatre embrayages à friction, à cordes, donnant 6 vitesses de 4 à 20 kilomètres à l'heure et la marche arrière de 4 kilomètres. D'un côté de l'avant-train se trouve le moteur, et de l'autre est dis-

posé un réservoir à essence suffisant pour un trajet de 60 kilomètres ; un réservoir à eau est placé tout à fait à l'avant du véhicule, sa contenance est suffisante pour une marche de 5 à 6 heures.

Le conducteur a devant lui le volant de direction et un levier qui effectue toutes les manœuvres : mise en marche, changements de vitesse, freinage, arrêt, recul.

L'avant-train Prétot a été essayé longuement par la C^o Générale des voitures de Paris qui leur a préféré un système électrique.

Un autre système d'avant-train moteur interchangeable est dû à *M. Lockert* ; le mécanisme se compose d'un moteur horizontal à deux cylindres et d'une transmission par courroie et disques de friction, la transmission aux roues se fait par chaînes Galle. La manœuvre de la voiture s'effectue au moyen de deux volants, dont l'un règle la vitesse et l'autre la rotation par différence de propulsion entre les deux roues ; une manette agit sur l'embrayage.

Citons encore le système tricycle *Ringelmann*, avec turbo-moteur, qui n'est pas, croyons-nous, entré dans la pratique. Également l'avant-train moteur fixe, système *Drapson*, avec moteur rotatif, qui n'est pas encore sorti de la période des essais.

Enfin, signalons un système d'arrière-train

moteur, étudié par *M. Ch. de Coster*, dans lequel le mécanisme, bien à l'abri de la poussière, transmet peu de trépidations à la caisse.

Tous ces systèmes de trains moteurs s'appliquent bien aux conditions que doit réaliser le fiacre automobile, et si le moteur à pétrole devait être préféré à tout autre, c'est dans cette voie qu'on devrait chercher la réalisation pratique de cette importante catégorie de véhicules.

Systèmes étrangers. — Parmi les systèmes de voitures automobiles qui sont employés à l'étranger, il convient tout d'abord de citer en Angleterre, et en Allemagne les voitures Daimler, et Benz ; ces véhicules diffèrent peu de ceux qui, en France, ont été construits sur ces mêmes systèmes.

Parmi les voitures américaines, nous citerons tout d'abord la voiture *Duryea* qui a été primée à la course de Chicago de novembre 1895 ; le moteur mono-cylindrique est oscillant à double effet et à détente, la transmission se fait par courroies et par engrenages agissant sur les roues d'arrière.

Signalons également les systèmes américains de *Bird* avec moteur vertical et transmission par disques de friction, et de *Erie et Sturgis*, avec moteur à 4 cylindres et transmissions par engrenages à l'essieu d'arrière.

La voiture anglaise *Dorey* est munie d'un

moteur à deux cylindres de 4 à 5 chevaux le véhicule ne pèse pas plus de 450 kilogrammes à vide.

Enfin *M. Lohner*, de Vienne (Autriche), construit des automobiles sur lesquelles il applique les moteurs français Pygmée.

C. VOITURES ÉLECTRIQUES

En France, la voiture électrique dont la première a été construite en 1881, par *M. Jeantaud*, n'a pas donné lieu à un grand nombre d'inventions, comme aux États-Unis. Ceci tient probablement à la différence du développement de l'industrie électrique dans les deux pays.

Quoi qu'il en soit, la voiture électrique présente des avantages incontestables dans certains cas, elle est appelée, selon nous, à un développement important. La voiture électrique, obligée de transporter son générateur lourd et de capacité réduite, n'est pas destinée à rendre les mêmes services que la voiture à pétrole, mais elle présente, pour les voitures des villes, les avantages incontestables d'une marche silencieuse, douce, et ne dégageant aucune odeur. L'inconvénient du système électrique est la difficulté et la fréquence des ravitaillements d'énergie, mais cet inconvénient est réduit au minimum lorsque

la voiture est destinée à un service urbain ou suburbain, c'est-à-dire qui s'effectue exclusivement dans les villes ou dans la banlieue de celles-ci.

Nous allons dire quelques mots des principaux systèmes qui, en France, ont fonctionné d'une façon pratique.

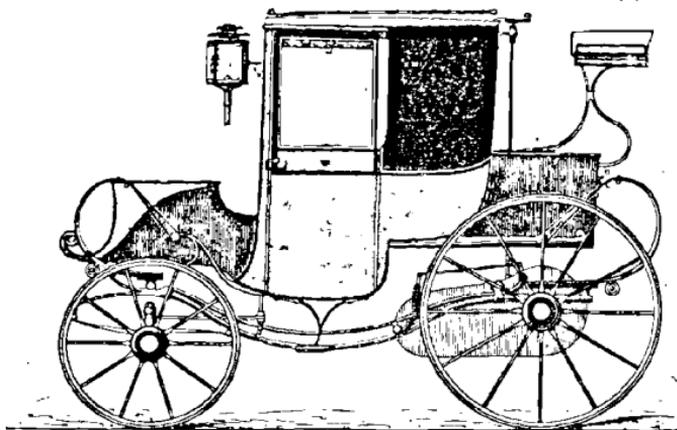
Voitures Jeantaud. — M. Jeantaud poursuit les essais qu'il a effectués depuis 1881, notamment en 1895, lors de la course Paris-Bordeaux.

Le type qui est préféré par ce constructeur pour les voitures destinées au service de fiacres, se compose d'un avant-train à la fois moteur et directeur qui opère la traction de la voiture, au lieu de la poussée qu'entraîne la commande par l'arrière. Le mécanisme comprend une dynamo Rehniewski avec embrayage magnétique, et deux paires d'engrenages retardateurs. Les accumulateurs du type Fulmen sont logés dans deux caisses placées sous chacun des sièges ; ils suffisent pour un parcours de 60 kilomètres.

M. Jeantaud continue ses études et prépare pour le concours des fiacres automobiles, qui aura lieu en juin 1898, une série de véhicules électriques tout à fait dignes de sa réputation.

Voitures Darracq (*fig. 39*). — Au Salon du Cycle de 1896, M. Darracq avait exposé un très élégant coupé électrique, avec siège à l'arrière ; ce véhicule, pouvant transporter deux voyageurs,

pèse en charge 1 400 kilogrammes. Le courant fourni par 40 éléments d'accumulateurs Fulmen du poids total de 416 kilogrammes ; le régime



• Fig. 39. — Coupé électrique Darraug.

de décharge est de 25 ampères, et la puissance de 1 900 watts. La capacité de la batterie est de 125 ampères-heure, c'est-à-dire qu'elle est suffisante pour une marche de 12 kilomètres à l'heure et un parcours de 60 kilomètres en terrain ordinaire.

Le moteur est placé à l'arrière et actionne directement l'essieu, par l'intermédiaire d'engrenages.

Voitures Krieger. — Après divers essais, M. Krieger a construit une voiture électrique avec avant-train moteur du poids de 1 880 kilogrammes à vide (*fig. 40*) ; les accumulateurs, sys-

tème Julien, suffisant pour un parcours de 60 à 80 kilomètres, pèsent 640 kilogrammes ; leur ca-

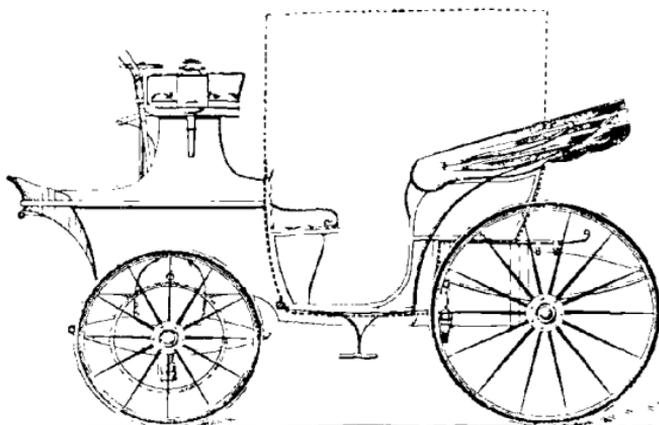


Fig. 43. — Voiture électrique Krieger à caisses interchangeables.

pacité est de 450 ampères-heure. Les accumulateurs sont logés sous le siège de la voiture, et le châssis est disposé en vue d'un service de fiacres pour recevoir soit une caisse de coupé, soit une caisse de victoria.

Voitures Mildé-Mondos. — Ces constructeurs ont procédé à des essais très suivis avec une petite voiture dans laquelle les accumulateurs sont disposés, partie dans une caisse en avant, et partie sous le siège en arrière. Le moteur est placé entre les deux essieux et commande un arbre différentiel au moyen d'engrenages réducteurs de vitesse. Cette voiture pèse en charge 1250 kilogrammes, les accumulateurs

sont suffisants pour une marche de 50 kilomètres à la vitesse moyenne de 12 kilomètres à l'heure; la consommation par kilomètre est d'environ 1,1 hectowatt-heure.

Les voitures électriques les plus récentes (*fig. 41*)

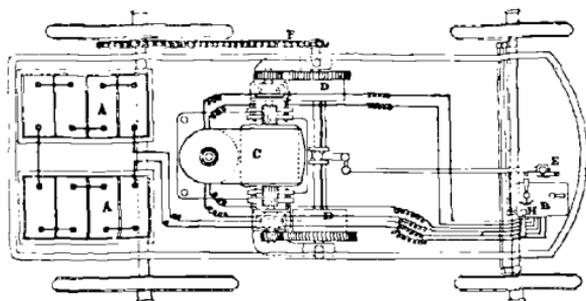


Fig. 41. — Voiture électrique Mildé et Mondos; vue en plan.

sont mues par un moteur à deux enroulements permettant d'obtenir toujours, avec une même densité du champ magnétique, un couple moteur maximum suivant les circonstances, avec une dépense d'énergie aussi faible que possible. L'arbre du moteur C actionne un arbre intermédiaire D au moyen de deux paires d'engrenages, la transmission de mouvement se fait par une seule chaîne F agissant sur le moyeu d'une des roues, l'autre moyeu renfermant le différentiel. Cette voiture pèse en charge 1570 kilogr., la batterie d'accumulateurs A pesant 450 kilogrammes, se compose de 42 éléments représentant un emmagasinement total de 9 kilowatts,

ce qui assure au véhicule un parcours de 45 à 50 kilomètres. Un coupleur B très ingénieusement disposé assure la succession automatique des manœuvres électriques. Les vitesses varient de 2 à 15 kilomètres à l'heure.

Autres systèmes. — Il convient de citer encore la voiture *Pouchain*, construite en 1893, qui transportait 3 ou 4 voyageurs et pesait au total 1 270 kilogrammes. La voiture *Bogard* était bien plus lourde, puisque, pour deux voyageurs, son poids était de 2 300 kilogrammes.

Parmi les types tout récents, il convient de citer le petit phaéton de la *C^{ie} Continentale des Automobiles*, dont le moteur actionne par engrenages à chevrons l'arbre différentiel à rotule que cette société applique à ses voitures à pétrole. Nous signalerons également la voiture *Oppermann*, destinée au service de fiacre ; le poids de la voiture est de 1 417 kilogrammes, y compris 603 kilogrammes d'accumulateurs ; l'approvisionnement d'énergie est suffisant pour 65 kilomètres à la vitesse moyenne de 13 kilomètres à l'heure ; le moteur actionne, au moyen d'engrenages en cuir, un arbre différentiel qui transmet par chaînes le mouvement aux roues d'arrière.

Indiquons enfin que divers systèmes de voitures électriques sont importés en France : 250

voitures du type des fiacres de Londres sont en construction à Paris pour le compte de la C^{ie} Générale des voitures ; on y voit circuler aussi des voitures de construction belge (Dieteren de Bruxelles) et de construction américaine (Colombia) dont nous allons dire quelques mots plus loin.

Voitures électriques anglaises. — En 1894, fut expérimentée en Angleterre une des premières automobiles électriques inventée par MM. Gerard et Blumfield ; c'est un véhicule à 4 places, type phaéton américain, avec roues d'égal diamètre ; le moteur est placé dans la caisse sur un arbre indépendant avec transmission par friction. Le poids de la voiture en charge n'était, paraît-il, que de 800 kilogrammes dont une batterie de 230 kilogrammes suffisante pour un parcours de 40 kilomètres à la vitesse de 12 à 15 kilomètres à l'heure.

La voiture *Haddan*, construite en 1896, présente une disposition ingénieuse. Le moteur actionne, par engrenages, un arbre différentiel qui transmet son mouvement aux roues par deux chaînes Galle. Il est placé au centre de la voiture entouré de la batterie d'accumulateurs ; tout le mécanisme est facilement accessible.

La voiture *Vaughan-Sherrin*, construite par la C^{ie} Britannia, est un dog-cart dans lequel le moteur et le mécanisme actionnent l'essieu

d'arrière, les accumulateurs étant suspendus entre les deux trains.

Les voitures construites par la *Great Horseless Carriage Co* sont du système W. Bersey ; c'est sur les indications de celui-ci qu'ont été établis les fiacres automobiles de Londres, dont une quinzaine ont été mis en circulation en juillet 1897 ; l'un d'eux (*fig. 42*) a été envoyé à Paris, où il a effectué divers essais. Les moteurs com-

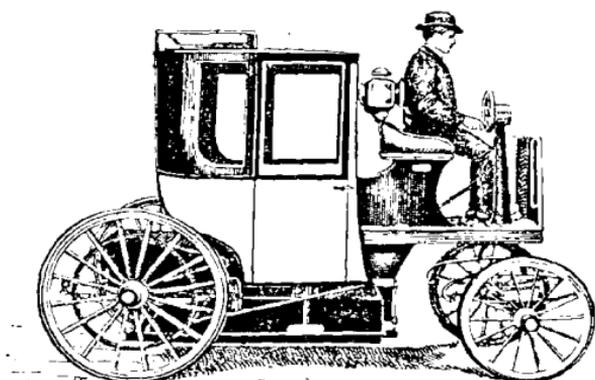


Fig. 42. — Fiacre électrique de Londres.

prennent un inducteur à deux enroulements similaires et un induit à deux bobinages et double collecteur, il actionne les roues d'arrière ; un coupleur permet la marche à toutes les vitesses jusqu'à 14^{km},5 à l'heure.

La batterie d'accumulateurs pesant 750 kilogrammes, comprend 40 éléments ayant une

capacité totale de 170 ampères-heure au régime maximum de 30 ampères ; elle est suffisante pour faire 80 kilomètres environ sur routes ordinaires. Le poids total du fiacre, avec ses voyageurs et son conducteur, est de 1 520 kilogrammes.

M. Bersey a également construit des cabs plus

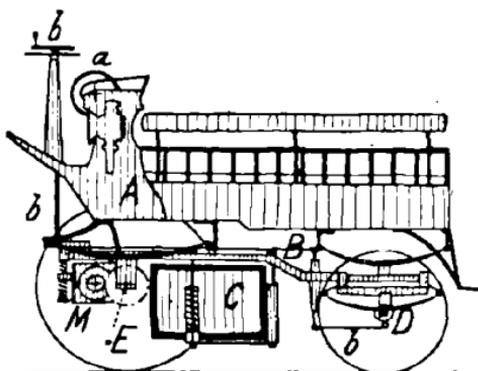


Fig. 43. — Voiture électrique anglaise New et Mayne.

légers pesant 1 400 kilogrammes en ordre de marche, mais dont la puissance ne dépasse pas 50 kilowatts.

Signalons également le phaéton électrique construit par l'*Electric motive Power Co*, mû par une batterie de 32 accumulateurs Estein dont la capacité est de 120 ampères-heure, permettant de faire seulement 35 à 40 kilomètres sans rechargement.

Nous donnons enfin (fig. 43) une vue d'un break construit par la maison *New et Mayne*

de Woking qui présente une forme particulière. Les roues motrices sont à l'avant, l'essieu est commandé par le moteur M au moyen d'une réduction de vitesse par engrenages E ; les accumulateurs C sont placés entre les deux trains ; les roues d'arrière D sont directrices.

Voitures électriques allemandes. — La voiture construite par la société *Kühlstein Wagenbau*, de Charlottenburg près Berlin, pour M. Thien, présente l'aspect d'une voiture de chasse, les accumulateurs sont logés dans les coffres de la caisse, le moteur et le mécanisme se trouvent sous la voiture, un arbre différentiel actionne les roues d'arrière.

La batterie de 30 accumulateurs, type Correns, a une capacité de 180 ampères-heure, à une tension de 60 watts. La vitesse du véhicule varie de 7 à 18 kilomètres à l'heure.

Voitures électriques américaines. — Le 31 août 1894 circula à Philadelphie la première voiture électrique, appelée « Electrobat », due à MM. *Morris et Salom*, auxquels s'est substitué plus tard la *Electric Carriage Wagon Co*, qui a mis en service, en avril 1897, les premiers fiacres électriques dans les rues de New-York. Nous dirons un mot de l'électrobat n° 5 dans le chapitre des voitures de livraison.

Les fiacres électriques de New-York sont de deux types : le type Hansom, qui rappelle le cab

anglais, et le type Coupé, genre français, mais quel que soit le type adopté, les roues d'avant sont motrices. Le poids du Hansom est de 1 130 kilogrammes en ordre de marche, sans voyageurs ; les accumulateurs, type de l'Electrical Storage Battery C° de Philadelphie, de 44 éléments ; pèsent environ 400 kilogrammes, leur capacité est de 70 ampères-heure ; deux moteurs, système Johnson-Lundell, actionnent chacun une des roues d'avant par l'intermédiaire de roues d'engrenages. Les vitesses sont de 8, 16 et 24 kilomètres à l'heure ; le parcours maximum n'est que de 30 à 40 kilomètres.

Le même système a été employé par les fiacres électriques de Chicago.

Parmi les petites voitures américaines, il convient de citer encore le dog-cart *Riker*, pesant 810 kilogrammes en ordre de marche, qui a été primé dans une course aux États-Unis ; la capacité de la batterie permet un parcours de 60 kilomètres à la vitesse moyenne de 16 kilomètres à l'heure.

Les voitures de l'*American Electric Vehicles C°*, de Chicago, sont également des mieux étudiées ; la voiture genre phaéton à 4 places pèse, en ordre de marche sans voyageurs, 900 kilogrammes environ ; les roues d'arrière sont motrices, chacune d'elles est actionnée par une dynamo au moyen d'engrenages et chaînes

Galle. La batterie de 32 accumulateurs est suffisante, paraît-il, pour un parcours de 80 kilomètres ; les vitesses prévues sont de 3, 6, 12 et 22 kilomètres à l'heure.

Il ne nous reste qu'à parler d'un véhicule électrique des plus élégants dont plusieurs exemplaires ont été importés sur le continent. Il s'agit des voitures de la *Colombia Motor Carriage Co*, construites par la *Pope Manufacturing Co* de Hartford (Connecticut). Cette voiture à deux places est mue par un moteur Johnson-Lundell de deux chevaux de force. La batterie d'accumulateurs, de 40 éléments, a une capacité de 70 ampères-heure sous le régime moyen de décharge de 18 ampères, pour une vitesse moyenne de 16 à 18 kilomètres à l'heure ; la batterie permet un parcours de 40 à 50 kilomètres ; le moteur est placé sur l'essieu d'arrière qu'il actionne par l'intermédiaire de deux paires d'engrenages réducteurs ; le cadre est un tube d'acier avec pivots d'avant à billes.

Signalons enfin, à titre de curiosité simplement, qu'aux États-Unis, on a construit des voitures qui reçoivent leur force électro-motrice d'un fil aérien avec trolley ; pour notre part, nous ne voyons pas encore l'utilisation pratique de ce système.

CHAPITRE II

VÉHICULES POUR LE TRANSPORT EN COMMUN DES VOYAGEURS

Comme pour les voitures légères, nous étudierons successivement les véhicules mus par un moteur à vapeur, ceux qui sont actionnés par un moteur à pétrole, et enfin les véhicules électriques.

Nous signalerons, au fur et à mesure de notre étude, les véhicules ayant pris part au concours des Poids Lourds de 1897, au sujet desquels on trouvera les renseignements les plus complets dans le Rapport Officiel publié par l'Automobile-Club de France.

Cependant, avant de commencer notre étude, il nous semble intéressant de signaler que la Cie Générale des Omnibus de Paris a établi un programme pour un projet d'omnibus automobile à 30 places, moteur et mécanisme. Ce programme exprime des desiderata très justes, et c'est bien là un programme-type pour les transports en

commun qu'ont établi les services techniques de cette Compagnie. Voici quelles sont les principales conditions du programme :

Poids à vide	4 000 kilogrammes.
" en charge	6 250 "
Effort moyen de traction	20 kilogrammes par tonne.
Vitesse moyenne	12 kilomètres à l'heure.
Pentes maxima	65 millimètres par mètre.

En principe, les roues d'avant sont directrices, et celles d'arrière, motrices; mais il serait préférable de rendre les deux essieux moteurs; la voiture doit tourner dans un rayon de 6 mètres; elle doit être munie de freins provoquant l'arrêt en 7 mètres quand la vitesse est de 12 kilomètres sur la pente maxima. Le moteur doit être protégé de la poussière et des boues; il devra être facilement visitable.

Nous allons examiner maintenant les systèmes des différents constructeurs, en adoptant dans chaque catégorie de voiture l'ordre alphabétique.

A. VEHICULES A VAPEUR

Omnibus de la C^{ie} Générale des Automobiles (fig. 44) — Cet omnibus se caractérise par un générateur et un moteur spéciaux. Le principe du générateur, système G. Valentin, a été exposé dans la première partie. L'alimentation se fait au moyen d'une pompe dont on règle la

course selon la quantité de vapeur à produire ; au moyen d'une manette placée sous la main du mécanicien.

Le moteur du système A. Gérard est dit Épicycloïdal ; nous en avons donné une description complète (fig. 19). Sa force est d'environ 25 chevaux, sa vitesse de régime 600 tours à

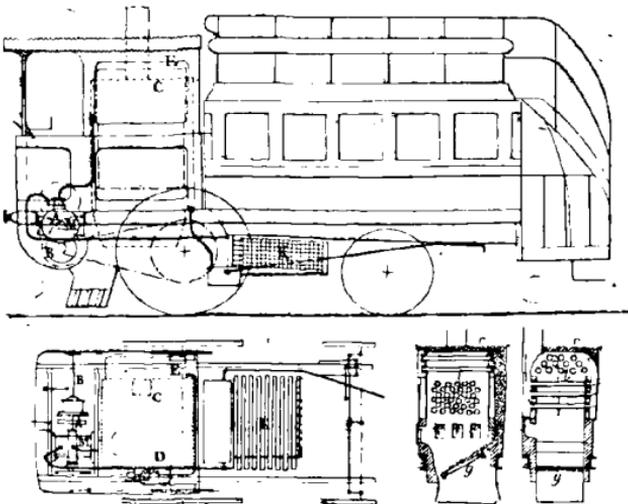


Fig. 44. — Omnibus à vapeur de la Compagnie Générale des Automobiles. — C, chaudière ; M, moteur rotatif ; A, arbre moteur ; B, arbre différentiel ; DE, alimentation ; K, condenseur.

la minute ; sur l'arbre moteur est installé un embrayage à friction qui entraîne un engrenage transmettant le mouvement à un arbre différentiel placé immédiatement au-dessous du moteur ; l'arbre différentiel actionne au moyen de 2 chaînes Galle ; les roues d'avant de 1^m,50 de

diamètre, les roues d'arrière qui sont directrices, ont un mètre de diamètre. La voiture est munie de deux freins, l'un, à friction, agissant sur le moyeu des roues, et l'autre, à main, agissant sur le bandage des roues motrices.

La vapeur d'échappement est condensée par une batterie de tuyaux en cuivre à ailettes en fer, système Grouvelle et Arquembourg, disposés entre les deux essieux sous le châssis. La voiture a une longueur totale de 6^m,60 ; la caisse est analogue aux caisses d'omnibus à 30 places.

Le véhicule construit pour la C^{ie} G^{ale} des Automobiles est un véhicule d'essais ; il est à signaler, cependant, parce qu'il y est fait emploi, pour la première fois, d'un moteur rotatif qui, nous l'avons vu, présente, à côté d'inconvénients, de sérieux avantages par rapport aux autres moteurs appliqués à la locomotion sur routes.

Omnibus de Dion-Bouton (*fig. 45*). — Cet omnibus a satisfait au concours des Poids Lourds, il transportait 16 voyageurs, bien qu'à la rigueur, 18 personnes pouvaient y prendre place. Les bagages sont placés sur le toit de la voiture.

La forme en est élégante, et l'aménagement est des plus confortables ; la suspension notamment, est excellente, et, en l'état actuel, ce véhicule peut faire un service public régulier.

Sur la plate-forme d'avant se trouve la chaudière, ses accessoires et la soute à coke. La

réserve d'eau est placée sous les banquettes de l'intérieur. Le moteur à vapeur se trouve entre les deux essieux sous le plancher du véhicule. Le poids de l'omnibus à vide est de 4290 kilo-

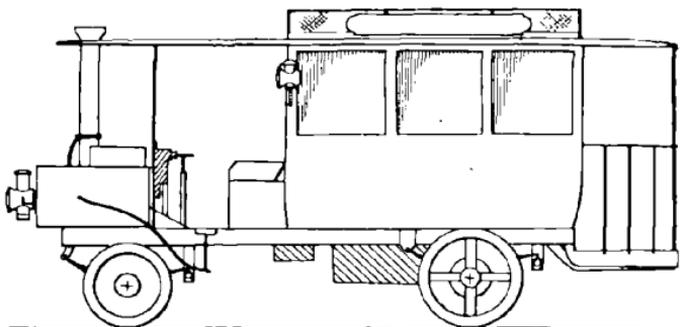


Fig. 45. — Omnibus à vapeur de Dion-Bouton.

grammes, il pèse à pleine charge 6160 kilogrammes.

La distance entre les deux essieux est de 2^m,85 ; le diamètre des roues d'avant est de 0^m,80 et celui des roues d'arrière motrices, de 1^m,20 ; la voie est pour les deux essieux de 1^m,80.

La longueur totale de la voiture est de 6^m,35, et sa largeur 2 mètres ; le plancher est à 0^m,85 au-dessus du sol, mesuré quand l'omnibus est en charge.

Chaudière. — La surface de chauffe est de 5^m2,6 et la surface de grille est de 0^m2,18. Timbre, 14 kilogrammes. Poids en ordre de marche, 480 kilogrammes.

Les appareils accessoires de la chaudière comprennent. Deux pompes alimentaires et un Giffard pour l'injection d'eau dans la chaudière ; un serpentín surchauffeur de vapeur disposé dans le foyer ; un second serpentín sécheur de vapeur d'échappement pour empêcher le panache de vapeur ; un souffleur pour tirage forcé.

Moteur. — Les diamètres des cylindres sont 100 et 190 millimètres, la course de 170 millimètres ; à la vitesse de 400 tours à la minute ; la force est de 25 chevaux.

Transmissions — Comme on l'a montré sur le schéma (fig. 18) les pistons agissent sur deux volants-manivelles calés sur un arbre portant deux engrenages ; ceux-ci correspondent (pour la vitesse de régime du moteur) aux deux vitesses théoriques de 14 et 18 kilomètres à l'heure ; ils transmettent leur mouvement au différentiel qui actionne les roues, par l'intermédiaire de joints à la Cardan. Les roues motrices sont folles sur un manchon fixe qui entoure la fusée, prolongement de l'arbre moteur ; 4 doubles branches métalliques transmettent le mouvement de la fusée à la jante de la roue.

Consommations correspondant à la vitesse et à la charge utile moyenne pendant le concours.

1^{kg},7 de coke par tonne kilométrique utile.

61,2 d'eau par kilogramme de coke brûlé.

101,73 d'eau par tonne kilométrique utile.

Vitesse moyenne : 14^{km},2 à l'heure

Tracteur de Dion-Bouton et Breack. — Ce véhicule a, comme le précédent, satisfait aux épreuves du concours des Poids Lourds ; il se compose d'un avant-train tracteur analogue à ceux qui ont concouru en 1894 et 1895. Ce tracteur remorquait en 1897 un grand breack de course dit « Pauline » destiné au transport de 32 voyageurs, sans bagages.

La voiture remorquée n'a qu'un essieu, de sorte qu'une partie de son poids, reposant sur l'avant-train, contribue à l'adhérence. Le véhicule a ainsi 3 essieux : un essieu directeur, un essieu moteur et un essieu porteur. Le poids à vide est de 6 tonnes et le poids total à pleine charge de 9 820 kilogrammes.

L'empattement des deux essieux du tracteur est de 2^m10, la distance entre la cheville ouvrière et l'essieu porteur est de 4^m,25 ; la longueur totale du véhicule est de 10^m,30.

Même chaudière et même type de machine que l'omnibus des mêmes constructeurs.

Diamètre des cylindres	115 et 195 mm.
Course des pistons	140 mm.
Vitesse par minute.	600 tours.
Force en chevaux	35.

Même système de transmission avec vitesse maxima de 14 kilomètres à l'heure.

Consommations. — Pendant le concours, les consommations ont été les suivantes :

1^k6,42 de coke par tonne kilométrique utile.

51,5 d'eau par kilogramme de coke brûlé.

71,81 d'eau par tonne kilométrique utile.

Vitesse moyenne : 10,7 kilomètres à l'heure.

Breck Le Blant. — Nous avons déjà parlé de ce véhicule dans la partie historique, à propos du concours de 1894, où il a été primé.

Construit en 1892, il a été un peu modifié pour le concours des Poids Lourds de 1897, par l'addition d'une banquette à l'avant et par le renforcement de la toiture destinée à supporter 500 kilogrammes de bagages.

Le poids de la voiture à vide est de 3 500 kilogrammes; elle contient 12 places. Le conducteur est placé à l'avant et le chauffeur tout à fait à l'arrière, derrière le générateur; l'éloignement de ces deux agents est un inconvénient.

Le premier jour du concours, cette voiture a été mise hors service par suite d'un commencement d'incendie et d'un grippement de la machine; elle a dû, par suite, abandonner les épreuves des autres jours.

Au surplus, M. Le Blant construit principalement des tracteurs, et c'est sur un véhicule de ce genre que nous allons exposer les principales caractéristiques du système de ce constructeur.

Tracteur Le Blant (*fig. 46*). — Il s'agit ici d'une véritable locomotive sur route, c'est-à-dire que le véhicule est exclusivement moteur et non porteur. Au point de vue de l'adhérence, cette disposition peut être fâcheuse dans certains cas ; elle peut ne pas présenter d'inconvénients quand il s'agit de trajets à faibles déclivités, c'est-à-dire ne dépassant pas les rampes maxima de nos routes nationales françaises.

Les tracteurs Le Blant ont une force de 60 chevaux ; la vapeur est fournie par un générateur genre Serpollet à vaporisation rapide. Ce système est autorisé dans les villes, sous le contrôle de l'administration des Mines ; il a l'avantage de ne comporter aucun appareil de sûreté et il est considéré comme inexplosible ; les tubes forment un serpentín à branches parallèles, leur épaisseur va décroissant au fur et à mesure qu'ils s'éloignent du foyer.

Dans certains cas, M. Le Blant ajoute au générateur un réservoir de vapeur qui peut contenir jusqu'à un mètre cube, et qui est destiné à fournir un volant de chaleur disponible dans les grands efforts.

Surface de chauffe	12 m ² .
Pression.	10 kgs.
Diamètre des cylindres	200 millimètres
Course des pistons	220 millimètres
Vitesse à la minute.	180 tours.

Dans la vue schématique que nous donnons du tracteur Le Blant, on a représenté (en plan), par les lettres A, les deux cylindres moteurs qui attaquent directement l'arbre différentiel au moyen de deux manivelles à 90°. La distribution se fait par tiroirs cylindriques et par coulisse

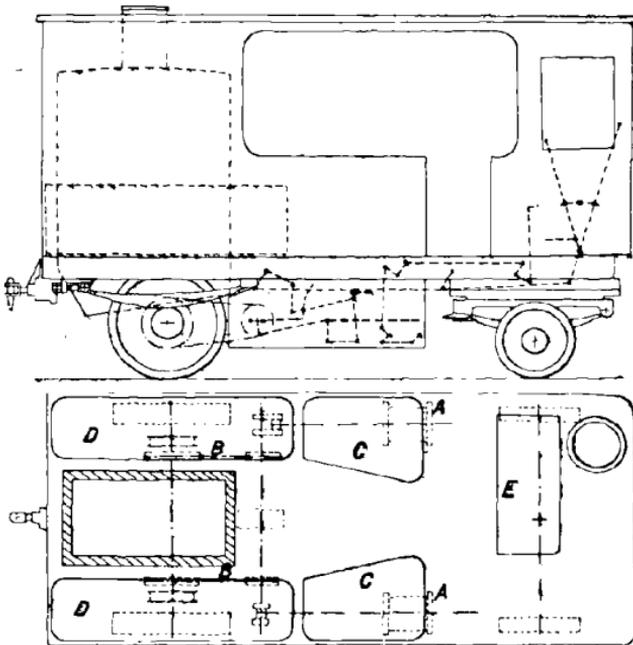


Fig. 46. — Moteur Le Blant.

Walschaert. Cet arbre différentiel transmet son mouvement à l'arbre des roues, au moyen de deux chaînes Galle ; le mécanisme est placé sous la plate-forme, et sur celle-ci, on voit en D les caisses à eau et en C les soutes à combustible.

Le conducteur se place à l'avant en E et a sous la main tous les organes de manœuvre. En marche normale, c'est-à-dire à une vitesse de 18 kilomètres en palier, l'admission maxima de 80 % peut être progressivement diminuée jusqu'à 20 %, et la force développée tombe alors à 25 chevaux ; d'où une notable économie.

Les tracteurs Le Blant ont été mis en service régulier en 1898 sur plusieurs lignes.

Omnibus Scotte. — Cet omnibus a pris part au concours des Poids Lourds de 1897 et y a satisfait aux épreuves, ainsi au surplus, que les deux autres véhicules du même système dont nous parlerons plus loin.

L'omnibus (fig. 47) est destiné au transport de 12 voyageurs avec 360 kilogrammes de bagages sur le toit de la voiture, soit une charge utile de 1 200 kilogrammes.

Sur la plate-forme d'avant sont disposées la chaudière A, la machine M et la soute R à coke, celle-ci présentant une partie en biseau pour permettre au mécanicien de voir la route presque sous les roues d'avant.

Le poids de l'omnibus à vide est de 4 200 kilogrammes, en charge de 6 450 kilogrammes.

L'empattement, c'est-à-dire la distance entre les essieux, est de 2^m,85 ; les diamètres des roues 0^m,77 et 0^m,90. La voie des roues est de 1^m,70 à l'avant et 1^m,75 à l'arrière.

Chaudière. — La surface de chauffe est de $3^{\text{m}^2},24$, et la surface de grille, de $0^{\text{m}^2},13$; elle

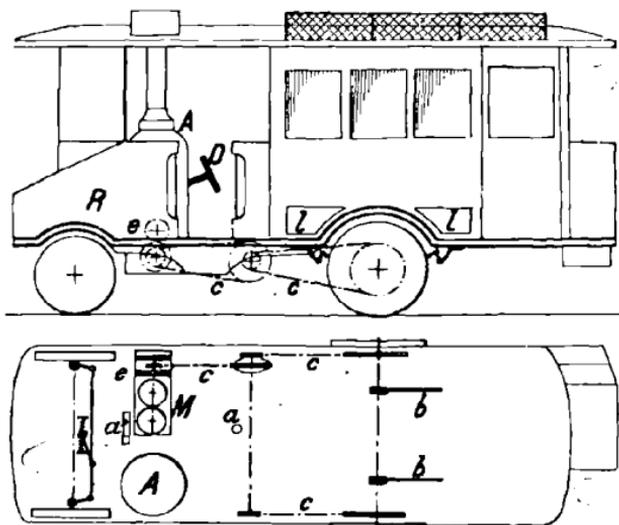


Fig. 47. — Omnibus à vapeur Scotte. — *e*, engrenage de changement de vitesse; *c*, chaînes; *b*, bielles de réglage; *l*, caisses à eau; *a*, pompe alimentaire; *D*, direction.

est timbrée à 12 kilogrammes, son poids en ordre de marche est de 450 kilogrammes.

Les appareils accessoires de la chaudière sont : Une pompe alimentaire ordinaire située près du siège du mécanicien, mise en mouvement par un des arbres moteurs ; pour l'alimentation en station, une minuscule pompe à action directe est placée près de la soute à coke, l'eau d'alimentation, emmagasinée dans des réservoirs placés sous les banquettes, peut être réchauffée au

moyen d'un filet de vapeur. Le tuyau de vapeur d'échappement débouche à la base de la cheminée se mélange au gaz chaud et sort invisible.

Un souffleur sert à activer le tirage. Enfin un appareil dit « fumivore », et consistant en un chapeau réglable, rabat les escarbilles dans une boîte spéciale sur le toit.

Le combustible qui a été brûlé sur les grilles pendant le concours a été du coke ordinaire, produisant environ 6000 calories ; on peut brûler également sans inconvénient du charbon maigre lorsqu'une fumée légère peut être tolérée.

Machine. — C'est une machine pilon à deux cylindres de 110 millimètres de diamètre et de 115 millimètres de course de piston ; la force est de 14 chevaux à la vitesse de 400 tours à la minute.

Le graissage des machines Scottie est extrêmement soigné ; il se fait de la plate-forme d'avant au moyen d'une batterie de graisseurs distributeurs.

Transmissions. — L'arbre du moteur porte deux engrenages de changement de vitesse correspondant aux vitesses théoriques de 7 et 14 kilomètres à l'heure pour la marche de régime du moteur ; ils transmettent le mouvement à un deuxième arbre situé sous la plate-forme qui actionne, par une chaîne unique, l'arbre diffé-

rentiel, lequel est relié par deux chaînes Galle aux roues d'arrière ; des tendeurs spéciaux sont disposés sous la voiture pour le remplacement et le réglage des chaînes.

Ce mode de transmission a le mérite d'être simple et rustique ; il permet une très grande élasticité, mais il doit absorber une force assez considérable ; la chaîne unique qui transmet tout l'effort moteur avec une vitesse relativement grande, est sujette à une usure rapide ;

Consommations correspondant à la vitesse moyenne et sous la charge moyenne du concours :

3^{kg},1 de coke par tonne kilométrique utile.

51,5 d'eau par kilogramme de coke brûlé.

174,05 d'eau par tonne kilométrique utile.

Vitesse moyenne 10^{km},75 à l'heure.

Train à voyageurs Scotte. — Le train Scotte qui a satisfait aux épreuves du concours des Poids Lourds de 1897, se composait d'un omnibus tracteur transportant 13 voyageurs et remorquant un second omnibus de 15 places, avec compartiment spécial pour les messageries.

La charge utile totale pendant le concours a été de 2 500 kilogrammes. Le poids de train à vide est de 5 980 kilogrammes et, en charge, de 9,5 tonnes, le diamètre des roues est respectivement de 0^m,77 et 0^m90.

La chaudière, les accessoires et la machine sont analogues à ceux que nous avons décrits à

propos de l'omnibus. En ce qui concerne les transmissions, la seule différence consiste dans les engrenages de changement de vitesse qui sont calculés pour les vitesses théoriques de 6 kilomètres et 12 kilomètres à l'heure. Les trains Scotte avaient circulé à titre d'essai en divers points de la France, à partir du commencement de juillet 1896, et même en Italie. Par exemple, un essai de 8 jours avait été fait en septembre 1896 entre Saint-Germain-en-Laye et Ecquevilly. En janvier et février 1897, des expériences d'hiver ont eu lieu dans le département de la Meuse, sur des routes avec verglas, avec de la neige en dégel, des routes empierrées et non cylindrées, des routes défoncées avec ornières. D'autres expériences publiques dans les départements de l'Ardèche, de la Drôme, etc., ont donné de bons résultats.

La Société des chaudières et voitures à vapeur, système Scotte, a donc le mérite d'avoir montré aux quatre coins de la France que le problème des omnibus automobiles sur routes pouvait être résolu. C'est à cette société que revient l'honneur d'avoir établi le premier service public régulier.

Depuis le mois de mai 1897, le service du *Pont de Courbevoie à la Mairie de Colombes* fonctionne d'une façon régulière; il est assuré par deux trains en circulation et un troisième en

réserve qui circule le dimanche aux heures d'affluence. Il reste à savoir si cette exploitation est économique et donne des bénéfices.

Les constructeurs nous ont indiqué que les consommations basées sur l'expérience de Courbevoie varient pour la vitesse de 12 kilomètres à l'heure, de 3 à 5 kilogrammes par kilomètre.

La consommation de 5^{kg},2 du début de l'exploitation est tombée à 3^{kg}7,, après quelques semaines de service.

Sous la charge moyenne et à la vitesse moyenne de 10^{km},2 constatée pendant le concours, les consommations ont été de :

1^{kg},96 de coke par tonne kilométrique utile.

4,7 d'eau par kilogramme de coke brûlé.

20,2 d'eau par tonne kilométrique utile.

Omnibus Weidknecht. — Ce véhicule se compose d'un avant-train moteur à vapeur portant tout le mécanisme, et d'une caisse d'omnibus analogue au type de 30 places de la C^{ie} G^{ale} des Omnibus de Paris. Il contient de 12 voyageurs d'intérieur, 4 de plateforme et 18 d'impériale; pas d'emplacement pour les bagages.

La conséquence des dispositions adoptées est la direction au moyen des roues d'arrière, qui doivent être relativement petites, afin de pouvoir tourner sous la caisse de voiture.

Cette disposition présente l'avantage d'une

grande justesse de direction, elle a l'inconvénient, lorsque l'omnibus est arrêté contre un trottoir, de ne pas permettre facilement le démarrage et de plus de nécessiter un châssis à angles rentrants qui a besoin pour la solidité d'être relativement lourd.

La voiture d'essai de M. Weidknecht, qui a été présentée au concours des Poids Lourds de 1897 présentait aussi l'inconvénient, pour les voyageurs d'impériale, d'être exposée à l'action des gaz chauds sortant de la cheminée. Pour y remédier, le constructeur avait couvert son impériale et prolongé sa cheminée, ce qui lui donnait un meilleur tirage. Malheureusement, la porte du parc de remisage de Versailles était trop basse, et force fut à M. Weidknecht d'enlever sa toiture et de rabaisser sa cheminée.

Malgré ce désavantage, l'omnibus a circulé dans des conditions satisfaisantes les trois premiers jours du concours, mais, par suite d'un recul intempestif qui brisa la caisse et faussa le châssis, il fut mis hors service.

La disposition générale et le moteur ont été étudiés spécialement par M. Ch. Bourdon, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, dont la compétence dans ces questions est très connue. Le poids de l'omnibus à vide est de 5 300 kilog., en pleine charge 8200 kilog.

L'empattement était de 2 mètres ; le diamètre

des roues motrices d'avant est de $1^m,60$, celui des roues directrices d'arrière, $1^m,30$, les voies des 2 essieux sont respectivement de $1^m,95$ et $1^m,91$. La longueur totale de la voiture est de 8 mètres et sa largeur de $2^m,20$.

Chaudière. — Le générateur de vapeur est d'un système spécial dont nous avons donné dans la première partie une description générale (*fig. 15*) ; il permet une grande vaporisation sous un faible volume ; il est timbré à 15 kilogrammes, sa surface de grille est de $0^m^2,39$. Par une simple manœuvre de levier, on obtient de la vapeur, soit à l'état de saturation, soit à l'état de surchauffe.

L'alimentation du générateur se fait par une pompe à débit constant ou par un injecteur Sellers. La vapeur d'échappement se surchauffe dans la cheminée et devient invisible.

Moteur. — La machine à vapeur horizontale compound à 3 cylindres, brevetée par M. Ch. Bourdon, a été étudiée spécialement en vue d'une construction et d'un fonctionnement économiques ; nous en avons donné une description et un dessin (*fig. 16 et 17*). Sa puissance est d'environ 20 chevaux effectifs.

Transmissions. — Le moteur placé horizontalement sous la plate-forme d'avant transmet son mouvement à l'arbre différentiel au moyen de deux paires d'engrenages correspondantes aux

deux vitesses théoriques de marche de $7^{\text{km}},5$ et $14^{\text{km}},5$ pour une vitesse de régime du moteur de 300 tours. L'arbre différentiel agit sur la roue au moyen de deux chaînes Galle.

Pendant les trois jours où il a fonctionné, l'omnibus a fourni de bons parcours, Les consommations, d'après les constructeurs, sont pour la vitesse moyenne de 3 à 4 kilogrammes de coke et de 18 à 25 litres d'eau par kilomètre, suivant le profil des trajets à effectuer.

Nous donnons (*fig. 48*) le dessin du nouveau type d'omnibus de *MM. Weidknecht et Cie* ; plusieurs de ces véhicules sont déjà sortis des ateliers de ces constructeurs. Ces véhicules, sans impériale, sont d'un aspect beaucoup plus satisfaisant que le grand omnibus d'essai ; ils n'ont pas d'impériale et le toit est destiné à porter 500 kilogrammes de bagages ; ils présentent 12 places d'intérieur ; à l'arrière, une petite plateforme sert à l'accès et peut contenir 3 à 4 voyageurs. Le poids à vide est 4 800 kilogrammes, à pleine charge, 6 880 kilogrammes. Le poids en charge est réparti également entre les deux essieux, c'est-à-dire que le coefficient d'adhérence est de 50 %.

Le diamètre des roues est respectivement de $1^{\text{m}}40$ pour les roues motrices d'avant et $1^{\text{m}}10$ pour les roues directrices.

La chaudière est du type que nous avons décrit

précédemment. elle a 6 mètres carrés de surface de chauffe et 27 décimètres carrés de surface de grille ; elle est timbrée à 15 kilogrammes.

D'une façon générale, le mécanisme est analogue à celui de l'omnibus de 30 places, avec

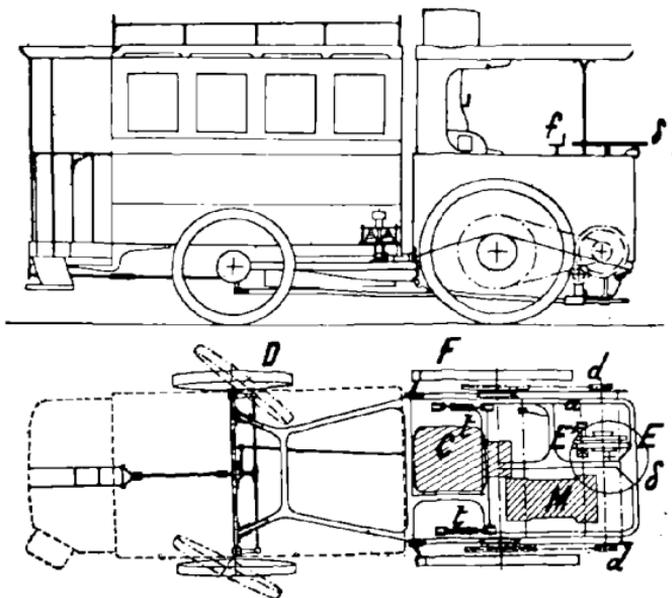


Fig. 48. — Nouvel omnibus à vapeur Weidkrecht. — C, chaudière ; M, moteur ; a, arbre moteur ; EE', engrenages de changement de vitesse ; d, arbre différentiel ; δ, direction ; D, roues directrices.

cette différence, toutefois, que le moteur n'est pas compound ; il comporte deux cylindres égaux dont voici les données :

Diamètre des cylindres	125 millimètres.
Course du piston . .	125 "
Vitesse par minute . .	350 tours.
Force	20 chevaux.

Les engrenages réducteurs de vitesses sont calculés pour donner à la vitesse de régime du moteur les vitesses théoriques à la voiture de 7^{km},5 et 15 kilomètres à l'heure.

D'après les constructeurs, les consommations en coke sont en moyenne de 3^{kg},75 par kilomètre, et de 20 litres d'eau.

B. VÉHICULES A PÉTROLE

Car Ripert de MM. Audibert et Lavirotte de Lyon. — En décembre 1896, apparut le premier véhicule automobile destiné au transport

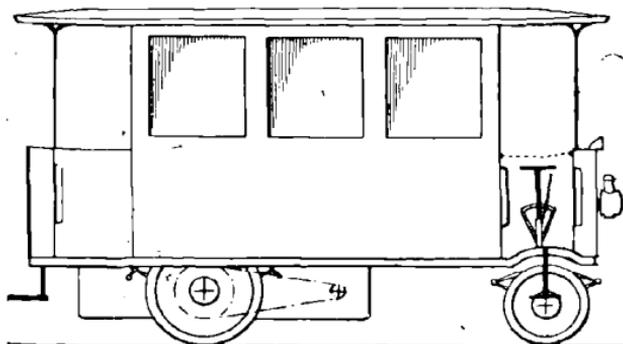


Fig. 49. — Car Ripert Audibert et Lavirotte.

en commun sur routes ; c'était un Car Ripert avec moteur à pétrole, exposé au Salon du Cycle par MM. Audibert et Lavirotte de Lyon.

Ce Car Ripert contient 16 places ; le moteur vertical est placé sur la plate-forme d'avant,

derrière le conducteur. Il comporte deux cylindres accolés avec pistons conjugués, sur une même manivelle ; la distribution se fait par deux soupapes mues par des cames ; allumage électrique, circulation d'eau par une petite pompe autour des cylindres. La transmission du mouvement se fait par courroies de changement de vitesse. L'aspect général de la voiture est celui indiqué au schéma (*fig. 49*).

La maison Audibert et Lavirotte poursuit ses essais d'omnibus automobiles à pétrole, mais on ne pourra juger de la valeur du système, qu'après qu'un type définitif aura été produit et aura circulé d'une façon pratique.

Diligence Cambier. — C'est la maison Th. Cambier et C^{ie} de Lille, qui a été chargée de la construction des diligences automobiles à pétrole qui sont destinées au service public d'Oran à Mostaganem.

La distance entre les deux villes algériennes est de 90 kilomètres, les pentes maxima sont de 66 millimètres ; la route empierrée est bien entretenue ; les diligences automobiles doivent effectuer le trajet en 5 heures et demie, soit à une vitesse de 16 kilomètres et demi en moyenne, ce qui permet de supposer que les rampes doivent être montées au moins à 8 kilomètres à l'heure et les parties en palier parcourues à la vitesse d'au moins 18 kilomètres à l'heure.

Le véhicule (*fig. 50*) présente, comme dans les anciennes diligences, un coupé de 6 places à l'avant, un intérieur de 4 places auquel on accède par l'arrière et une impériale sous bache contenant deux banquettes, soit 6 voyageurs, avec l'emplacement de 500 kilogrammes de bagages. Les roues d'arrière motrices, ont 2^m,60 de diamètre et les roues d'avant directrices 1^m,15 de diamètre.

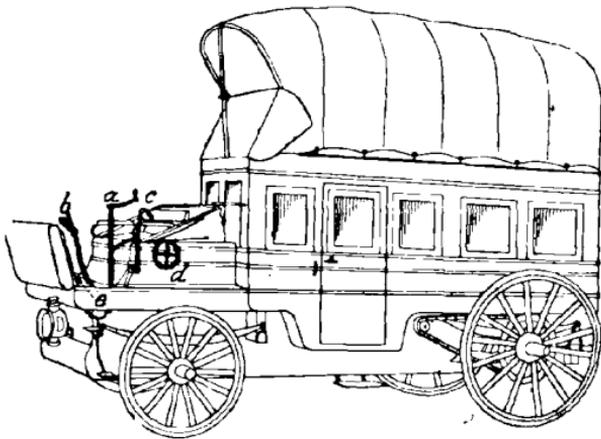


Fig. 50. — Diligence à pétrole Cambier; *a*, direction; *b*, embrayage; *c*, changement de vitesse; *d, e*, freins.

Moteur. — Le moteur horizontal à pétrole à 3 cylindres, d'une force d'environ 30 chevaux, a été décrit en détail dans la première partie.

Il est muni de deux systèmes d'allumage;

l'allumage par tubes incandescents et l'allumage par étincelle électrique, celle-ci servant principalement au moment de la mise en marche. Une circulation d'eau forcée au moyen d'une pompe assure le refroidissement des cylindres et des boîtes à soupapes, l'eau se rafraîchit dans un faisceau tubulaire disposé tout à fait à l'avant de la voiture, devant le conducteur.

Transmission. — Le moteur est disposé à l'avant de la voiture, dans une caisse située entre les roues, sous le siège du cocher. L'arbre moteur transmet son mouvement au moyen d'une couronne dentée en acier, fixée sur la périphérie du volant qui engrène avec un pignon de même métal calé sur l'une des parties d'un embrayage à friction, système Bonnafous. Cet embrayage permet d'isoler le moteur des organes de changement de vitesse, ceux-ci sont composés d'un train de quatre engrenages disposés entre les deux arbres longitudinaux de la voiture. A la vitesse de régime du moteur correspondent les vitesses de 4 kilomètres à l'heure pour les démarrages, 8, 16, et 20 kilomètres à l'heure environ pour la marche courante. Au moyen d'une paire d'engrenages d'angles, le deuxième arbre horizontal actionne l'arbre différentiel, lequel transmet son mouvement aux roues d'arrière par l'intermédiaire de chaînes Galle.

La consommation d'essence à 700^o est d'environ un litre par kilomètre à pleine charge.

Omnibus Panhard et Levassor. — La Société des Anciens Établissements Panhard et Levassor avait engagé, au concours des Poids Lourds de 1897, un très élégant petit omnibus, le seul mû par un moteur à pétrole. Le fini des

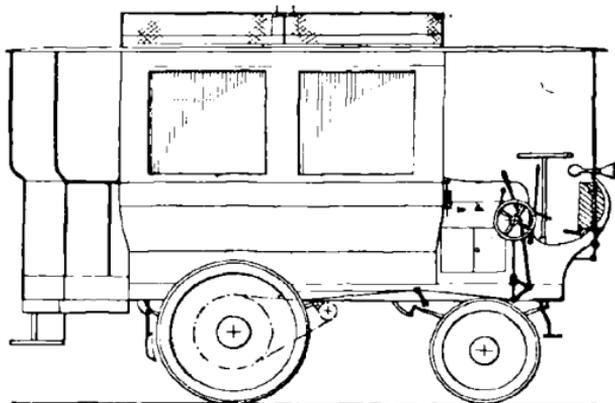


Fig. 51. — Omnibus à pétrole Panhard et Levassor.

détails et l'aspect extérieur étaient tout à fait dignes de l'important établissement de construction automobile qui le présentait. Cet omnibus (fig. 51) peut contenir 10 voyageurs à l'intérieur, deux sur la plate-forme arrière et 2 en avant, à côté du conducteur, soit 14 voyageurs ; les bagages sont placés sur le toit. Au concours, la charge utile a été de 10 voyageurs et bagages, soit 1 000 kilogrammes.

Le moteur vertical est placé sous le siège du

conducteur, et il est accessible de chaque côté de celui-ci par deux portes qui permettent d'en visiter toutes les parties ; contre le garde-crotte d'avant est disposé le réservoir à essence ; l'eau de refroidissement est emmagasinée dans un réservoir en tôle placé sous la voiture.

Le poids de l'omnibus à vide est de 2 095 kilogrammes, en charge 3 400 kilogrammes.

L'empattement des essieux est de 1^m,90, le diamètre des roues d'avant, est de 0^m,80 et celui des roues d'arrière motrices, 1^m,02 ; la voie est pour les deux essieux de 1^m,85.

La voiture mesure 4^m,50 de longueur totale et 2^m,10 de largeur ; le plancher n'est qu'à 0^m,60 du sol lorsque l'omnibus est chargé.

Moteur. — Le moteur du système Phœnix à essence de pétrole, spécial à la maison Panhard et Levassor, est un moteur à 4 cylindres de la force de 12 chevaux. Nous en avons indiqué le fonctionnement dans le chapitre relatif aux moteurs. Voici quelles sont ses principales dimensions :

Diamètre des cylindres	90 millimètres
Course	135 millimètres
Vitesse de régime . . .	750 tours par minute.

Un régulateur à forme centrifuge règle l'action de chacun des cylindres ; à la vitesse de régime, l'explosion ne se produit que dans un seul cylindre, mais aussitôt que la vitesse diminue, par

suite de l'augmentation de la résistance, le deuxième cylindre entre en action, puis le troisième et enfin le quatrième.

Transmission. — La transmission de mouvement du moteur aux roues d'arrière se fait au moyen d'un embrayage à friction qui permet l'indépendance du moteur et du train d'engrenages correspondant aux vitesses 3^{km} 8, 7, 11 et 16 kilomètres à l'heure, et à une marche arrière de 3^{km} ,8 à l'heure : le mouvement est transmis de l'arbre différentiel aux roues, au moyen de deux chaînes Galle avec interposition de deux paires d'engrenages de chaque côté de la voiture. Le mécanisme de direction comprend entre les deux roues d'avant un parallélogramme articulé qui donne toute sécurité.

Les *consommations* de cette voiture correspondantes à la vitesse moyenne de 10^{km} ,2 constatée pendant le concours et sous la charge utile de 1 tonne, ont été de :

0^l,49 par tonne kilométrique utile.

5 litres d'eau par litre d'essence brûlé.

Omnibus Tenting. — Cet omnibus qui contient 18 places, est destiné au service de La Roche-Guyon, Vetheuil et Septeuil, par Mantes. Les poids sont en ordre de marche, de 4750 kilogrammes et, en charge, d'environ 6 tonnes.

Moteur. — Le moteur du système Tenting,

placé à l'avant, est à 4 cylindres inclinés deux par deux, les pistons sont montés sur deux manivelles à 180°.

Diamètre du cylindre.	170 millimètres
Course des piston	220 "
Force	16 chevaux.

Les cylindres peuvent être mis l'un après l'autre en service par l'ouverture du robinet qui admet le mélange explosif ; ils sont légèrement refroidis par une circulation d'eau qui est réglable de façon à obtenir une température convenable des cylindres selon la température extérieure, etc. De cette façon, on obtient un rendement élevé du moteur ; d'après les constructeurs, la consommation ne dépasserait pas 250 grammes d'essence par cheval-heure.

Les deux systèmes d'allumage par incandescence et étincelle électrique sont concurremment employés.

L'échappement se fait dans un cylindre de détente placé sur le toit de la plate-forme d'avant.

Transmission. — Le mouvement est transmis au moyen de plateaux de friction qui permettent la marche avant, la marche-arrière et l'arrêt ; de plus, un train d'engrenages permet d'obtenir 3 vitesses, deux longues bielles calées à 90° relient l'arbre d'avant et l'arbre des roues d'arrière avec interposition d'un réducteur de vitesse.

Autres systèmes. — *MM. Roser et Mazurier* ont expérimenté, en janvier 1898, un omnibus d'un nouveau système. Ce véhicule de 15 places pèse en ordre de marche, 2 500 kilogrammes, et à pleine charge, 3 700 kilogrammes ; il a fonctionné lors de ses essais à une vitesse moyenne de 19 kilomètres à l'heure. Sa vitesse en palier est de 25 kilomètres à l'heure à pleine charge.

Ces constructeurs emploient un moteur mixte à pétrole et à air chaud très intéressant au point de vue mécanique et économique ; la dépense pour un moteur de 5 chevaux n'a pas dépassé 313 grammes d'essence par cheval-heure.

MM. Briest frères, de Nantes, ont construit en mars 1898, un omnibus à pétrole à 10 places avec moteur mono-cylindrique horizontale de 12 chevaux de force. Son poids, en ordre de marche, est de 2 200 kilogrammes, sa vitesse atteint 20 kilomètres à l'heure en palier.

Signalons enfin que *M. Léon Lefèvre* a étudié des omnibus mus par moteurs Pygmée, d'une force de 10 chevaux. Le moteur est placé à l'avant ainsi que les roues motrices ; les roues directrices sont à l'arrière.

C. VÉHICULES ÉLECTRIQUES

Aucun véhicule électrique n'a été présenté au concours des Poids Lourds de 1897 ; on ne peut

donc pas juger ce système comparativement aux systèmes à vapeur et à pétrole qui ont concouru. Nous ne connaissons pas en France, jusqu'à présent, d'omnibus électriques ; il faut aller en Angleterre pour y constater des essais de cette sorte.

Au commencement de 1897, la *London Electric Omnibus Co* a expérimenté un omnibus construit sous la direction de M. R. Ward, de 25 places. Le châssis est porté par quatre roues en bois de 0^m,50 de diamètre ; des coussins pneumatiques sont interposés entre le châssis et la caisse. L'énergie est fournie par une batterie de 70 accumulateurs du système Solas pesant 1 700 kilogrammes. Vitesse : 13^{km},4 à l'heure.

En 1897, un autre omnibus électrique a été construit par la *Electric Motive Power Co* de Londres, sous la direction de M. Clubbe. Ce véhicule, destiné au transport de 26 voyageurs tant à l'intérieur qu'à l'impériale (*fig. 52*), pèse 2 300 kilogrammes en ordre de marche.

La vitesse varie de 2 à 16 kilomètres à l'heure ; la première de ces vitesses réservée pour les démarrages en rampes est obtenue au moyen d'un engrenage spécial embrayable à volonté. La batterie d'accumulateurs de 52 éléments du type Estein, ne pèse que 762 kilogrammes, elle est divisée en quatre groupes pouvant se déplacer et être changés très rapidement ; la suspension

de la batterie est telle qu'il n'y a jamais de projection ni de renversement des liquides.

Des expériences qui ont été faites pendant plusieurs mois avec très grand soin dans les environs de Londres, il est résulté que la dépense d'électricité serait en moyenne de 0^r,20 par kilomètre pour un parcours présentant peu de montées, mais la capacité des accumulateurs ne permet qu'un trajet de 15 à 20 kilomètres sans recharge.

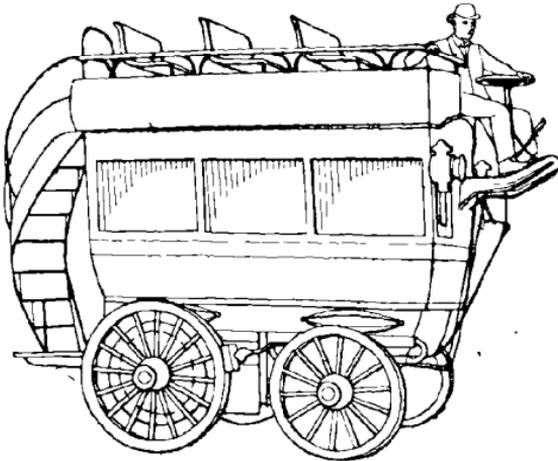


Fig. 52. — Omnibus électrique de Londres.

Citons enfin l'omnibus électrique construit par la *Kuhlstein Wagenbau Gesellschaft*, commandé par la Nouvelle Compagnie des Omnibus de Berlin. Ce véhicule emprunte son énergie à des accumulateurs Correns, mais ses essais n'ont pas encore eu lieu, à notre connaissance.

CHAPITRE III

—

VÉHICULES POUR LE TRANSPORT DES MARCHANDISES

Les systèmes qui ont été appliqués jusqu'ici pour les véhicules à marchandises, sont, pour la plupart, analogues à ceux que nous avons déjà décrits pour les voitures ordinaires ou les voitures omnibus. Nous n'insisterons que sur ceux qui méritent une mention particulière.

Il y a trois catégories distinctes de véhicules automobiles destinés au transport des marchandises :

1° Ceux qui sont des tracteurs simples, véritables locomotives, ne différant, quand il s'agit de traîner des voitures ou des fourgons, que par le facteur vitesse ; dans ces voitures, l'adhérence est indépendante de la charge trainée.

Le tracteur Le Blant que nous avons décrit est le type de cette première catégorie, nous n'y reviendrons donc pas ici.

2° Les véhicules mixtes, c'est-à-dire les tracteurs-porteurs, dans lesquels une partie de la charge est placée sur l'automobile et contribue

ainsi à l'adhérence, le reste de la charge étant trainé sur des fourgons.

Le tracteur Scotte, analogue au tracteur-voyageurs, du même système, est le type de la deuxième catégorie; nous dirons quelques mots du train à marchandises Scotte qui a pris part au concours des Poids Lourds de 1897.

Le tracteur de Dion-Bouton, que nous avons décrit dans le chapitre précédent, s'applique également aux véhicules à marchandises et peut rentrer dans la deuxième catégorie, bien qu'il n'utilise pour l'adhérence qu'une partie de la charge, le reste de celle-ci se trouvant supportée par un essieu porteur; à vrai dire, le tracteur de Dion-Bouton est un véhicule mixte entre la première et la deuxième catégorie.

3° Les véhicules essentiellement porteurs qui se présentent en général sous l'aspect de camions ou de voitures de livraison, mais qui au point de vue mécanique, réalisent la même solution du problème; ce sont des véhicules automobiles au sens absolu du mot.

I. TRACTEUR SCOTTE

Un train à marchandises, système Scotte, a pris part au concours des Poids Lourds de 1897 et a satisfait pleinement aux épreuves (*fig. 53*).

Il se composait d'un camion-tracteur remorquant un camion ordinaire ; dans la pratique, selon le profil, le volume et le poids de la charge,

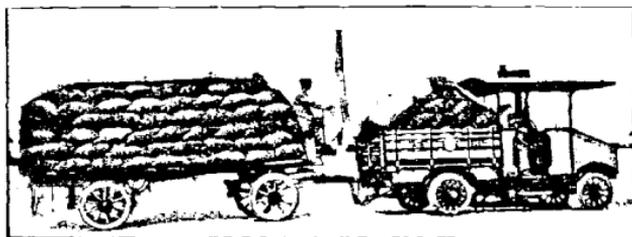


Fig. 53. — Train de marchandises Scott.

on peut faire remorquer un ou plusieurs chariots ; le poids transporté peut s'élever jusqu'à environ 7 tonnes.

Pendant le concours, la charge utile du tracteur était de 2,5 tonnes environ, celle du camion a été en moyenne de 1 700 kilogrammes.

Le poids du tracteur à vide est de 4 360 kilogrammes, le poids du train de 11,750 tonnes. Le diamètre des roues du tracteur est respectivement de 0^m,75 et 0^m,80 ; les voies 1^m,60 et 1^m,75 ; la longueur totale du train est de :

$$4^{\text{m}},65 + 4^{\text{m}},70 = 9^{\text{m}},35.$$

La hauteur de la plate-forme de chargement au-dessus du sol, est de 1^m,15, la largeur maxima des véhicules est de 1^m,75.

En ce qui concerne les dispositions mécaniques,

elles sont les mêmes que pour le train à voyageurs, sauf que les engrenages sont calculées pour les vitesses théoriques de 5 et 10 kilomètres à l'heure, correspondant à la vitesse de régime du moteur.

Les consommations ont été à la vitesse moyenne de 6^{km},7 constatée pendant le concours, de 1^{kg},43 de coke par tonne-kilométrique utile, et 3^{kg},5 d'eau par kilogramme de coke brûlé, soit 7^{kg},86 d'eau par tonne-kilométrique utile.

II. CAMIONS AUTOMOBILES

Parmi les camions automobiles, il convient de citer tout d'abord celui qui a été si remarqué au concours des Poids Lourds pour sa marche remarquablement régulière et économique.

Camion de Diétrich. — MM. de Diétrich et C^{ie} de Lunéville, ont présenté, au concours des Poids Lourds, un petit camion automobile à pétrole, système A. Bollée (*fig.* 54).

La charge utile a été de 1 200 kilogramme pendant le concours, mais elle pourrait être portée à 1 500 kilogrammes sur un parcours plus facile que les itinéraires imposés aux concurrents.

Le camion présente un large siège à l'avant sous lequel sont logés 70 litres d'eau, 31 litres

d'essence et 5 litres d'huile de graissage; le moteur est placé à l'avant et les transmissions de mouvement à l'arrière. Les roues d'avant sont directrices et celles d'arrière motrices.

Le poids à vide est de 1 130 kilogrammes, en charge de 2 500 kilogrammes.

L'empattement est de 2 mètres. Le diamètre

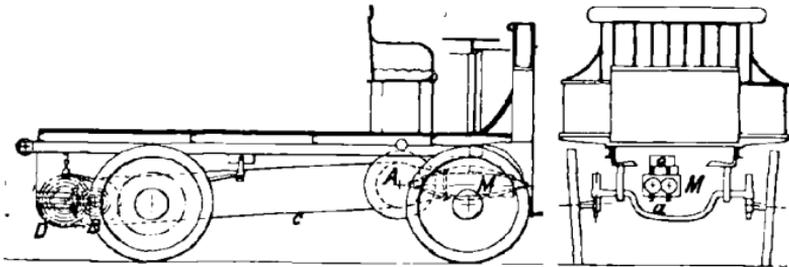
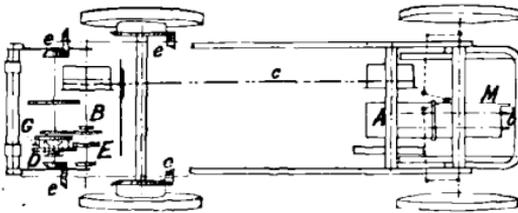


Fig. 54.

Camion de Diétrich.

A, arbre de moteur; B, arbre des changements de vitesse; c, courroie; D, arbre différentiel; Ee, engrenages; M, moteur.



des roues est de $0^m,78$; la voie des essieux est de $1^m,20$.

La longueur de la voiture est $3^m,30$, sa largeur $1^m,50$ et la hauteur de la plate-forme de chargement au-dessus du sol est de $0^m,88$.

Le moteur à essence est du système Amédée Bollée du Mans, sa force est de $6^{chx},5$; il comprend 2 cylindres horizontaux de 95 millimètres

de diamètre et 160 millimètres de course, vitesse de 660 tours à la minute.

Le mélange d'air et d'essence se fait dans un carburateur automatique situé à l'avant ; allumage par tubes incandescents.

Une bache d'eau sert au refroidissement des cylindres ; l'eau descend simplement au moteur et s'y vaporise, pas de circulation, pas de pompe. L'arbre moteur transmet son mouvement à un arbre situé vers l'essieu d'arrière au moyen d'une longue courroie en caoutchouc de 4^m,30 de longueur ; sa vitesse est de 10 mètres à la minute et l'effort de traction de 48 kilogrammes.

Un train de roues d'engrenages permet les vitesses de 4, 7, 12 et 16 kilomètres à l'heure et la marche arrière de 4 kilomètres ; l'arbre différentiel actionne chacune des roues d'arrière au moyen d'arbres longitudinaux munis de joints à la cardan et de 2 paires de pignons d'angle ; ce système permet l'emploi de roues carrossées. Le mécanisme est protégé des poussières ou de la boue par des couvre-organes qu'on peut déplacer pour la visite.

La consommation a été, pendant le concours, à la vitesse moyenne de 8^{km},5 à l'heure, de 0^l,235 d'essence et de 2^l,1 d'eau par tonne kilométrique utile.

Camion Gandon. — M. Gandon avait fait inscrire au concours des Poids Lourds de 1897,

un camion à vapeur destiné à transporter une charge utile de 4 tonnes, mais cette voiture n'a pu être prête à temps et sa construction est restée à la période des essais.

La voiture d'expérience se compose d'un camion ordinaire sous le siège duquel est placé un moteur à quatre cylindres, système Nègre. Le générateur de vapeur sous la plate-forme vers l'arrière, est chauffé aux huiles lourdes, au moyen de plusieurs injecteurs pour régler la vaporisation.

Les quatre roues du camion sont motrices, l'arbre du moteur transmet par engrenages 4 vitesses différentes à un arbre intermédiaire; celui-ci commande deux arbres différentiels qui actionnent l'une des roues d'avant, l'autre les roues d'arrière, de sorte que la transmission ne comporte pas moins de six chaînes Galle.

Tombereau Thornycroft. — Le tombereau ou wagon à poussières, destiné au service de la voirie de la ville de Chiswick (Angleterre) est du système Thornycroft; il se compose d'une plate-forme fixe à l'avant du véhicule, sur laquelle sont installés le générateur et les organes de mouvement, et d'une caisse basculante de 6 mètres cubes de capacité; le moteur et les transmissions situés dans cette caisse, sont très facilement accessibles lorsque la caisse est mise à la position de bascule.

Sa charge utile transportée est de 4 tonnes au maximum, le véhicule pèse 3 tonnes à vide ; la longueur est de 4^m,50, la distance entre les essieux de 2^m,13.

Le générateur de vapeur est une chaudière à tubes d'eau Thornycroft, timbrée à 12 kilogrammes, avec réglage d'air sous le cendrier pour faire varier la vaporisation. La machine est horizontale, elle comporte deux cylindres Compound avec manivelles calées à 180°.

Diamètres des cylindres. 75 et 150 millimètres.
 Course du piston 75 millimètres.
 Vitesse de régime. 400 tours par minute.

La vapeur d'échappement est condensée dans une batterie de tubes en cuivre disposée sur le toit de la plateforme d'avant. La dépense de combustible est, d'après l'*Engineering*, de 100 kilogrammes de charbon par journée de marche de 10 heures.

III. VOITURES DE LIVRAISON

Nous adopterons, pour cette étude, l'ordre déjà indiqué ci-dessus, c'est-à-dire que nous examinerons successivement les véhicules à vapeur, ceux à pétrole, et enfin les voitures électriques.

A. Voitures à vapeur. — En Angleterre, la Société Royale d'Agriculture a organisé, en 1897,

un concours de voitures pour le transport des marchandises (*Motor Van Competition*). La voiture que nous allons décrire, construite par la *Lancashire steam Motor Carriage Co* de Leyland (Angleterre), a été la seule qui ait été présentée à ce concours.

Elle comprend une chaudière verticale tubulaire avec foyer en cuivre utilisant un combustible liquide, la paraffine, au moyen d'un injecteur à air comprimé. Un condenseur tubulaire en bronze empêche tout panache de vapeur et permet d'alimenter le générateur avec de l'eau chaude.

Voici les principaux chiffres caractéristiques de cette petite voiture :

Poids en charge.	1 830 kilogrammes
Vitesse moyenne à l'heure	10 kilomètres.
Surface de chauffe de la chaudière	4 ^m 2,6
Timbre	14 kilogrammes
Diamètres des cylindres	57 et 108 millimètres.
Course des pistons.	102 millimètres.
Vitesse par minute.	450 tours.
Diamètre des roues motrices	1 ^m ,20.

Le moteur à vapeur Compound est vertical ; chacun des cylindres peut fonctionner en pleine admission au moment où un effort supplémentaire est nécessaire ; la transmission du mouvement se fait par engrenages correspondant aux trois vitesses théoriques de 4^{km} 4, 8 kilomètres et 12^{km},8 à l'heure. L'administration des Postes

d'Angleterre (Royal Mail) emploie un fourgon automobile avec moteur de 20 chevaux pour le transport des sacs de dépêches entre Londres et Redhill depuis décembre 1897.

B. Voitures à pétrole. — La plupart des constructeurs de voitures à pétrole annoncent qu'ils construisent des voitures de livraison de leurs systèmes, mais la quantité de ces voitures qu'on voit circuler est relativement restreinte, et les commerçants qui les emploient ont adopté ce mode de traction plutôt à titre de réclame qu'en raison de l'économie qu'ils espèrent en tirer. Cependant les grands magasins parisiens, notamment le Louvre, la Belle-Jardinière, le Printemps, ont procédé à des essais pour se rendre compte dans quelle mesure la voiture de livraison mécanique peut remplacer la voiture à traction animale.

Le service technique des grands magasins du Louvre, dont la compétence en ces matières est des plus grande, a procédé à des constatations sur deux voitures d'essai construites par les établissements Panhard et Levassor et la société Peugeot, qui ont été mises en service régulier.

La voiture Panhard et Levassor est un grand fourgon qui a fait le service de la banlieue entre Paris et Versailles. Ce service est très dur, en raison des distances et des montées, ainsi que

des nombreux arrêts (une centaine par jour environ). La voiture Peugeot, au contraire, a été essayée pour le service de livraison dans Paris.

Nous avons réuni dans le tableau ci-après les principaux renseignements sur ces deux voitures :

Désignation	Voitures	
	Panhard et Lévaissor	Peugeot
Poids de la voiture à vide . . . kgs	1 900	900
Force du moteur chx	6,5	3,5
Vitesse maxima . . . km à l'heure	14	16 à 18
Charge utile kgs	600	500
Nombre de jours de service sur 306.	240	257
Proportion des jours d'arrêt . . .	1	1
	5	6
Service par jour	50 km	8 à 9 ^h
Dépenses journalières :		
Essence	10 à 11 ^{fr}	5 à 6 ^{fr}
Réparation, entretien, fournitures.	23 à 24 ^{fr}	12 à 13 ^{fr}
Conduite et intérêt de l'argent. . .	10 ^{fr}	10 ^{fr}
Totales	44 ^{fr}	28 ^{fr} ,4
Essence par kilomètre-voiture. . .	0 ^{fr} ,198	—
Essence par voiture-heure	—	3 ^{fr} ,10

Les réparations journalières ont atteint un chiffre élevé, bien qu'elles n'aient été nécessitées que par l'usure à peu près normale des pièces

qui fatiguent beaucoup. Cependant d'une façon générale, ces essais ont été assez satisfaisants; ils ont montré que la conduite des voitures de livraison pouvait se faire sans accidents importants par les anciens cochers.

Les Magasins de Louvre continuent leurs essais avec plusieurs autres voitures destinées à porter une charge utile de 1 000 kilogrammes.

Les grands Magasins du Printemps ont également, depuis le commencement de 1896, procédé à des essais sur des voitures de livraison automobiles. Ils s'agissait de savoir si les voitures mécaniques réaliseraient une notable économie sur les voitures à chevaux. Celles-ci, destinées à porter 500 kilogrammes et traînées par deux chevaux, reviennent en moyenne à 37 francs par journée de marche.

Voici quels sont les résultats officiels des essais d'un an qui ont eu lieu au cours de 1896 sur une voiture à pétrole de la C^{ie} Anglo-Française :

Nombre de jours de marche effective	215
Nombre d'heures (1)	1 446
Dépense d'essence par jour	6 ^{fr} ,2
Fournitures diverses	0,9
Entretien et réparations	7,8
Salaires du conducteur	8,6
Dépense totale journalière	<u>23^{fr},5</u>

(1) Soit une moyenne de 6 à 7 heures de marche par jour.

Cette voiture était faite pour porter 500 kilogrammes de charge utile, c'est-à-dire qu'elle était comparable, à la voiture à deux chevaux du Printemps et à la Peugeot du Louvre, dont nous avons parlé plus haut ; son moteur avait une force d'environ 5 chevaux.

Le chiffre indiqué plus haut des dépenses d'entretien et réparations comprend, des modifications qui ont dû être faites pour répondre aux exigences du service des Mines ; modifications ayant nécessité une dépense d'environ 1 000^{fr.}

Si on fait les calculs en tenant compte des modifications, on voit que le prix moyen de la journée de marche ressort à 19^{fr.},50 ; le prix moyen de la voiture-heure correspondant aux chiffres ci-dessus est de 3^{fr.},50 et 3 francs.

Observons qu'en 1896, la voiture était neuve, et que, dans les années suivantes, le chiffre des réparations pourra être plus élevé ; notons également que le nombre de journées de marche et des heures de service a été inférieur à celui que nous avons indiqué pour le Louvre, c'est-à-dire que la marche a été moins intensive et l'essai un peu moins rigoureux par conséquent.

Quoi qu'il en soit, ces essais, effectués sous des contrôles quasi-officiels, montrent que la voiture de livraison à pétrole procure une notable économie sur la traction animale.

Pour le Louvre, la voiture de livraison de

banlieue arrivait à faire un service qui aurait, dans certains cas, nécessité deux voitures à deux chevaux, d'où une très grande économie.

Pour le Printemps, le même service était fait avec une voiture à deux chevaux coûtant 37 francs par jour, et une voiture automobile revenant, au maximum, à une vingtaine de francs par jour.

Il serait impossible de faire une description de chaque système appliqué aux voitures de livraison. En outre des trois constructeurs déjà nommés, on peut citer la Maison Parisienne, MM. Cambier, Audibert et Lavirotte, Léon Lefèvre, etc., qui ont construit des voitures destinées à la livraison des marchandises dans les villes et leurs banlieues.

Toutes ces voitures diffèrent peu au point de vue mécanique des voitures ordinaires des mêmes constructeurs ; on pourra donc se reporter à la description technique que nous avons faite plus haut dans le Chap. III.

Nous allons cependant entrer dans quelques détails à propos des voitures de livraison construites par la C^{ie} Anglo-Française.

Une de ces voitures avait été engagée au concours des Poids Lourds, mais n'y a pas pris part. Elle est munie de perfectionnements qu'a apportés dernièrement cette compagnie dans la construction de ses véhicules automobiles, au

sujet desquels nous avons précédemment renvoyé le lecteur au présent chapitre.

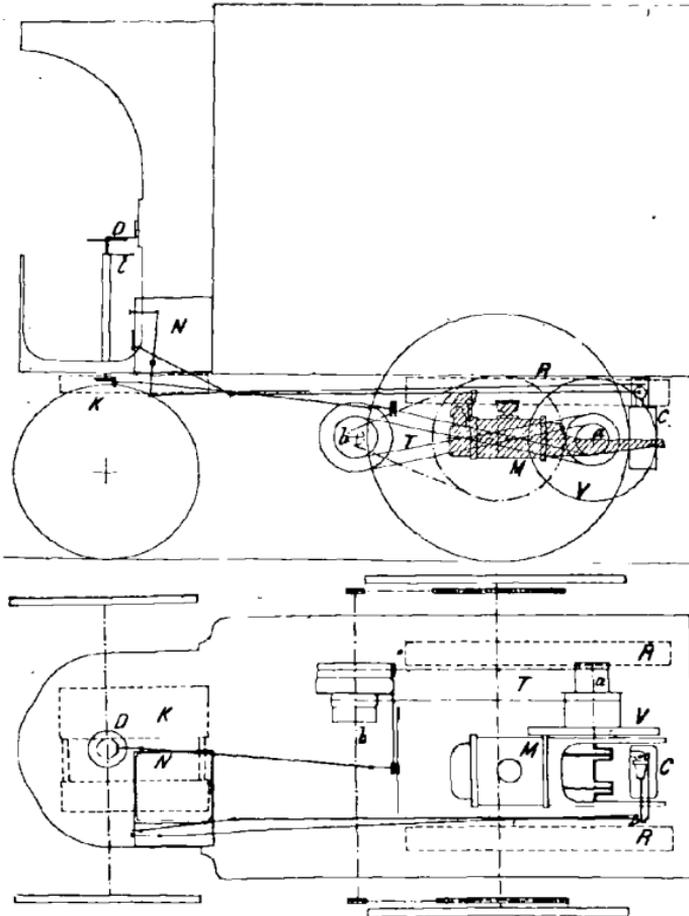


Fig. 55. — Automobiles de livraison de la Compagnie Anglo-Française.

Voiture de livraison de la C^{ie} Anglo-Française (fig. 55). — Cette voiture, destinée

au transport d'une charge utile d'une tonne, à l'aspect d'une grande voiture ordinaire de livraison ; à l'avant se trouve, protégé par une rotonde vitrée, le siège du conducteur et du livreur avec les organes de commande ; sous ce siège est disposé le réservoir contenant 120 litres d'essence, c'est-à-dire qu'il est suffisant pour 130 kilomètres de marche sans réapprovisionnement. Tout le mécanisme est logé sous la caisse de la voiture. Le poids de la voiture est de 2 110 kilogrammes à vide ; en charge, il est de 3 400 kilogrammes. Le diamètre des roues d'avant est de 1 mètre et celui des roues motrices de 1^m,40. La longueur totale de la voiture est de 3^m,70, la hauteur de la plate-forme au-dessus du sol de 1^m,05.

Moteur. — Le moteur M, à essence, est à deux cylindres accouplés avec manivelles calées au même angle, sa force est de 10 chevaux effectifs ; son carburateur C est placé entre les deux flasques du moteur tout à fait à l'arrière, le débit de l'essence et l'introduction de l'air sont réglés depuis la plate-forme d'avant ; l'allumage se fait électriquement.

Diamètre des cylindres.	150 millimètres
Course des pistons.	180 millimètres
Vitesse de régime.	500 tours
Force effective	10,5 chevaux.

L'eau de refroidissement des cylindres est

emmagasinée dans deux réservoirs R placés à droite et à gauche du mécanisme, une pompe rotative envoie l'eau dans le réfrigérant tubulaire K placé à l'avant et assure la bonne circulation.

Transmissions. — L'arbre moteur *a* transmet son mouvement à l'arbre différentiel *b*, au moyen de deux courroies correspondant aux deux vitesses théoriques de 6 et 18 kilomètres à l'heure pour la vitesse de régime du moteur ; l'arbre différentiel agit sur les roues au moyen de deux chaînes Galle.

Manœuvres. — Sur la plate-forme d'avant se trouve le levier de direction, la manette de changement de vitesse, les divers organes de réglage du moteur et de commande des freins.

Les changements de vitesse, c'est-à-dire l'embrayage et le débrayage des courroies, s'obtenaient autrefois au moyen de deux manettes qu'il était nécessaire de manœuvrer successivement sous peine d'avaries ; dans le nouveau système de la C^{ie} Anglo-Française une seule manette suffit. Cette manette agit sur un manchon concentrique à la tige de direction et elle communique par tiges articulées aux deux secteurs dentés ; quand elle est tournée d'un côté, le secteur correspondant agit sur l'une des courroies, et quand elle est tournée de l'autre côté il agit sur la deuxième courroie ; de la

sorte, le conducteur est forcé de débrayer automatiquement l'une des courroies avant d'embrayer l'autre.

Consommations. — Cette voiture a procédé à des essais de réception qui ont porté sur un parcours total d'environ 1 500 kilomètres ; les chiffres officiels de consommation ont été les suivants :

0^l, 400 d'essence par tonne kilométrique.

2^l, 5 d'eau par litre d'essence.

1 litre d'essence par tonne kilométrique.

Systèmes étrangers. — Aux États-Unis, les grands magasins *Ch. A. Stevens* de Chicago emploient depuis plusieurs mois les automobiles pour leurs services de livraison.

En Angleterre, la *C^{ie} des moteurs Daimler* construit avec ce moteur des voitures de livraison qui fonctionnent normalement.

C. Voitures Électriques. — *MM. Morris et Salom* de Philadelphie, dont nous avons cité les noms déjà à propos des voitures ordinaires, ont construit une des premières voitures de livraison électriques. Leur électrobat (*fig.* 56) et un petit fourgon à marchandises dans lequel les roues d'avant R sont motrices, actionnées chacune séparément par un moteur M et une paire d'engrenages intérieurs E ; les roues d'arrière R' sont directrices. Les accumulateurs A sont disposés

dans un coffre spécial sous la plate-forme des marchandises.

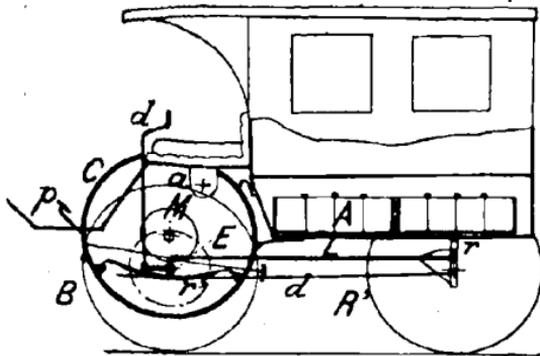


Fig. 56. — Voiture de livraison électrique Morris et Salom.

En France, MM. Ch. Mildé et Mondos ont construit une grande voiture de livraison (fig. 57) qui fait le service de leur maison dans Paris. Le poids à vide est de 2 360 kilogrammes et en charge de 4 tonnes ; le diamètre des roues d'avant est de 0,75 celui des roues d'arrière motrices 1^m,20 ; la voiture a 3^m,10 de longueur sur 1^m,95 de largeur.

Les dispositions mécaniques et électriques sont analogues à celles que nous avons indiquées (fig. 41) à propos des voitures légères des mêmes constructeurs. Les accumulateurs sont logés en A dans un faux plancher sous la capacité destinée aux marchandises, le moteur M transmet son mouvement par 2 paires d'engrenages E à l'arbre qui porte le pignon de la chaîne Galle unique

qui actionne l'essieu d'arrière, celui-ci porte le différentiel.

La consommation moyenne est d'environ 3 hectowatts par heure avec une vitesse moyenne

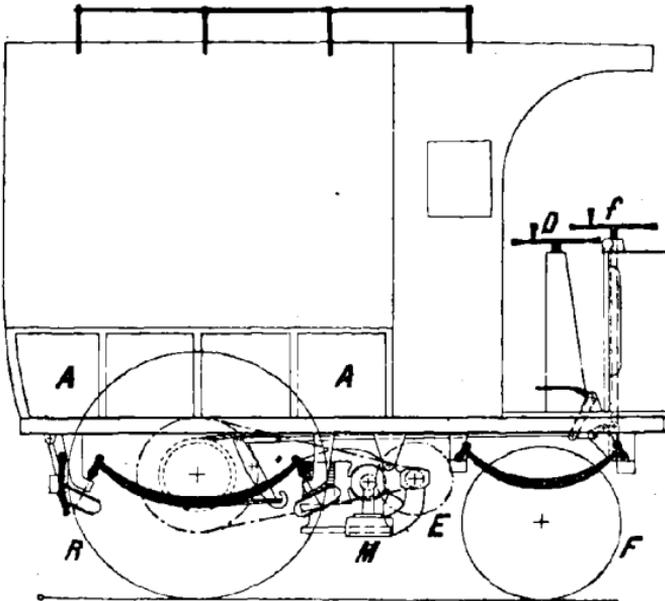


Fig. 57. — Automobile de livraison électrique Mildé et Mondos.

de 11 kilomètres ; l'approvisionnement est suffisant pour un parcours de 50 kilomètres.

En Angleterre, l'administration des Postes (Royal Mail) emploie un fourgon électrique avec moteur de 3^{chx},5. La batterie d'accumulateurs Faure de 40 éléments pèse 650 kilogrammes ; elle a une capacité de 172 ampères-heure au régime de décharge de 30 ampères.

CONCLUSIONS

Les adversaires de l'automobile, partisans du moteur à avoine, suivant l'expression consacrée, ont essayé de faire des comparaisons entre les voitures animales et les automobiles.

Pour le transport des voyageurs, on a mis notamment en parallèle un omnibus à vapeur portant environ 2 tonnes, avec un omnibus à 2 chevaux de Paris, et l'on a fait remarquer qu'à vitesse égale, le rapport de la force en chevaux au poids transporté était d'un cheval-vapeur par 100 kilogrammes (et même moins en certains cas) tandis que la C^{ie} Générale des Omnibus de Paris comptait un cheval vivant pour 700 kilogrammes de poids utile, ce chiffre étant le résultat de longues années d'expériences.

Pour le transport des marchandises, on a objecté que la proportion est de 170 à 300 kilogrammes transportés par un cheval-vapeur, tandis qu'à Paris, certaines voitures à 2 roues à un cheval portent jusqu'à 3 tonnes, et que sur les grandes routes, un cheval traîne facilement

1 200 kilogrammes à la vitesse de 5 à 6 kilomètres à l'heure. On en conclut que la traction automobile ne peut être économique comparativement à la traction animale.

Il y a là une cause d'erreurs sur laquelle il faut appeler l'attention. On ne doit pas, en effet, comparer le cheval-vapeur au cheval vivant, car en certains moments, par exemple dans un coup de collier, ce dernier développe plus de 75 kilogrammètres, la question de force du moteur automobile ne doit donc pas intervenir et il ne faut pas se figurer, comme on a trop souvent tendance à le faire, qu'une automobile munie d'un moteur de 4 chevaux sera comparable à un mail-coach !

La comparaison ne doit se faire que sur le prix de revient qui, en résumé, est le seul point de vue vraiment pratique à considérer, à la condition, toutefois, de comparer des véhicules très analogues au point de vue des principales caractéristiques : poids, vitesses, etc. Des chiffres basés sur des observations longues et précises n'ont pas été obtenus jusqu'à présent, du moins pour les petites voitures, car la plupart de ceux qui ont été donnés sont basés, ou sur des hypothèses, ou bien sur des expériences passagères faites dans des cas particuliers.

Il n'en est pas tout à fait de même des voitures lourdes, car le concours de 1897 a montré que

le prix de revient du transport de la tonne par véhicules à charge entière, basés sur des parcours très difficiles, ne dépassait pas 0^r,23 à la vitesse de 7 kilomètres, tandis que le prix du roulage atteint 0^r,30 et 0^r,35, à la vitesse de 4 kilomètres à l'heure (1).

Il est aujourd'hui constant que le prix de revient de la traction proprement dite est incontestablement moins élevé avec la machine, malgré le prix des combustibles, qu'avec l'animal tracteur; mais il faut observer que ces deux chiffres de consommation journalière ne sont pas absolument comparables, parce que la nourriture du cheval n'est pas entièrement employée à la traction proprement dite, mais également à l'entretien du moteur animé.

Il y a une question sur laquelle on n'a pas encore de renseignement très complets : c'est la question des réparations et des dépenses d'entretien par rapport à la journée de marche. Cette détermination est un des points les plus importants de l'automobilisme et on l'a négligé souvent jusqu'ici, à tort selon nous.

Les prix de revient comparatifs que nous avons donnés dans le chapitre relatif aux voitures de livraison, sont à ce sujet des plus ins-

(1) *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, 19 novembre 1897.

tructifs, ils montrent que les voitures automobiles véritablement pratiques, seront celles qui, par leur mécanisme simplifié, par la bonne appropriation de leurs organes de construction, ne nécessiteront que des réparations d'entretien excessivement réduites, c'est-à-dire dont le montant pourra être comparé aux dépenses d'entretien inhérentes à la traction animale.

Le moment n'est pas éloigné où les constructeurs d'automobiles laissant la fabrication des voitures de courses à des industriels spéciaux comparables à l'éleveur du cheval de course, s'attacheront à établir des voitures pour lesquelles les réparations et les usures normales seront peu importantes et pourront, en tout cas, être effectuées avec facilité par le premier bon mécanicien venu.

Voici ce qu'écrivait, en décembre 1897, un éminent ingénieur qui est des plus compétents pour juger de la question des automobiles au point de vue pratique :

« L'emploi des automobiles permet de constater une économie de 30 % tant sur le capital à immobiliser en véhicules que sur la dépense journalière par voiture, sans tenir compte de l'accélération du transport...

« Cette économie ne sera nette que lorsqu'on aura organisé l'entretien et les grosses réparations mécaniques dans des conditions normales, c'est-à-dire lorsqu'on aura des constructeurs moins débordés de commandes, plus sûrs d'eux-mêmes et n'ajoutant pas des retards anormaux à leur intervention à travers

l'exploitation industrielle sérieuse et intense qui, poursuivie toute l'année, a des exigences que ne révèlent ni les voitures d'amateurs, ni les courses d'essais ».

La conclusion de notre travail sur les automobiles sur routes consistera simplement à indiquer les avantages et les inconvénients des divers modes de traction, en recherchant dans quels cas chacun de ces modes peut trouver sa meilleure application pratique.

Il résulte des considérations développées au cours du présent ouvrage, que les *moteurs à vapeur* nécessitent un générateur qui est généralement lourd, afin d'être suffisamment puissant; c'est la question de poids et aussi l'emploi d'un combustible malpropre et encombrant, qui sont les deux principaux inconvénients de ce mode de traction. On a dit que le dégagement des gaz brûlés et de la vapeur dans l'atmosphère vicié celui-ci, que la *conduite mécanique* était difficile, que les moteurs résistent mal aux trépidations de la route; ce sont des affirmations que la pratique, en somme, n'a pas justifiées complètement, et, en tous cas, il est facile de réduire au *minimum* ces petits inconvénients. A côté de ceux-ci, on doit reconnaître que les voitures à vapeur permettent des efforts variables, c'est-à-dire qu'on peut obtenir une vitesse presque constante sur des routes accidentées, la dépense de combustible se réglant

exactement sur la puissance qui est nécessaire, d'où un bon rendement économique.

Le moteur à vapeur est surtout fait pour les voitures destinées aux transports en commun, car les inconvénients sont réduits pour celles-ci dans une large mesure et les avantages y apparaissent très nettement; les véhicules qui ont été présentés au concours des Poids Lourds ont montré que les solutions adoptées par les constructeurs suppriment le panache de vapeur, la projection des escarbilles, la chaleur incommodante, etc., tous inconvénients qui faisaient écarter l'emploi des moteurs à vapeur, et que ces solutions réduisent les autres inconvénients à une moyenne acceptable.

Le véhicule tracteur à vapeur utilisant pour l'adhérence une partie de la charge utile, semble être tout indiqué lorsqu'il s'agit de transports lourds dont la vitesse peut être réduite dans une assez large proportion.

Nous avons vu que le *pétrole* ne permet pas, comme la vapeur, de régler la vitesse du moteur sur la puissance à produire; on ne peut diminuer cette vitesse qu'au détriment du rendement, et c'est ce qui a forcé d'adopter les mécanismes souvent compliqués des changements de vitesse. De plus, le moteur à pétrole nécessite une soigneuse attention dans sa conduite, et le prix de revient de la traction est assez élevé,

tant à cause du coût de l'essence que parce que la dépense varie peu, quelle que soit la force à dépenser. Quand la suspension de la caisse n'est pas bien faite, on constate des trépidations gênantes qui proviennent de la grande vitesse du moteur à explosions ; enfin, la mauvaise odeur qui se dégage souvent des moteurs à pétrole peut être évitée par une construction bien étudiée et une conduite parfaite.

Les avantages du moteur à pétrole ont été souvent mis en lumière : la mise en route peut être faite presque instantanément, pas de combustible encombrant et malpropre, mais de l'essence qui s'emmagasine bien et dont le renouvellement est facile ; le poids mort des voitures à pétrole est beaucoup moindre que celui des véhicules à vapeur et il en résulte un entretien de la carrosserie plus facile et moins coûteux.

La voiture à pétrole est la voiture inter-urbaine, elle est apte à transporter ses voyageurs rapidement d'une ville à l'autre, c'est la vraie voiture du tourisme, pour laquelle on demande de la vitesse, de la légèreté et un ravitaillement facile, même au détriment de l'économie ; c'est ce qui fait que, pour les voitures lourdes, le pétrole ne devra être appliqué qu'à des véhicules de luxe, tels que des omnibus d'hôtel ou des mail-coachs de promenade, et que son emploi ne semble indiqué pour les véhicules à

marchandises, que lorsque la charge utile en dépasse pas 1 500 kilogrammes.

Il ne nous reste qu'un mot à dire sur les *Voitures électriques* : celles-ci présentent de grands avantages : la traction en est douce, régulière, silencieuse et ne dégage aucune odeur, mais jusqu'ici elle n'est pas appliquée plus souvent, parce que l'accumulateur est lourd, encombrant et de capacité très réduite par rapport à son poids. En l'état actuel de la question, il est difficile de prévoir encore le moment où la sphère d'action des voitures électriques pourra s'étendre au-delà d'un trajet de 60 à 100 kilomètres ; c'est ce qui fait que la voiture électrique doit être urbaine, c'est-à-dire destinée au transport dans les villes ou aux alentours des villes.

C'est probablement la voiture électrique qui permettra de réaliser pratiquement le fiacre automobile dont en France on parle depuis si longtemps, sans en avoir pour ainsi dire jusqu'ici jamais vu.

En ce qui concerne les voitures lourdes, la force électrique peut s'appliquer à la propulsion des omnibus, bien que les essais tentés dans cette voie, en Angleterre, n'aient pas fait ressortir de grands avantages pour ce mode de traction.

En terminant, qu'il nous soit permis de citer les paroles d'un des premiers apôtres de l'Automobilisme, M. Pierre Giffard :

« Le problème de la locomotion automobile comporte trois termes, tous trois intéressants pour la société moderne :

La renaissance des routes de notre belle France.

L'économie dans la locomotion.

La fin du cheval, animal coûteux et inintelligent ».

BIBLIOGRAPHIE

- Revue automobiles : *La France automobile*; *La Locomotion automobile*; *Le Chauffeur*. Paris. — *The Autocar*, Londres. — *The Horselessage*, New-York.
- HANCOCK. — *Steam Carriages on Common Roads*, 1838.
- G. DUMONT. — *L'automobilisme*. Revue Encyclopédique, décembre 1896.
- D. FARMAN. — *Les automobiles*, 1896, Fritsch, éditeur.
- L. LOCKERT. — *Traité des véhicules automobiles sur routes : Voitures à vapeur*, 1896. *Voitures à pétrole*, 1896. *Voitures électriques et suppléments*, 1897.
- P. et Y. GUEDON. — *Manuel pratique du conducteur d'automobiles*, 1897, Fritsch, éditeur.
- M. FARMAN. — *Manuel de conducteur chauffeur d'automobiles à pétrole*, 1897. Bernard Tignol, éditeur.
- Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, 1879-1882. (LECORDIER). — 1894. (G. COLLIN). — 1896. (A. MICHELIN). — 1897. (L. PÉRISSE). — *Rapport de la Commission des Poids Lourds*. — (CH. JEANTAUD). — Lettre de M. Honoré.
- Annales des Ponts et Chaussées*, 1896, 1897. Essais des voitures à vapeur sur routes. (KUSS et CHARBONNEL).
- Revue mensuelle du Touring-Club de France*, 1897.

- Les Poids Lourds, (Comte de CHASSELOUP LAUBAT).
Chroniques, (G. PIERRON), etc
Revue des transports parisiens, 1897.
Portefeuille des machines, 1898. Moteur mixte Roser
Mazurier. (J. LOUBAT). — Omnibus automobile à
vapeur Weidknecht. (SEGUELA).
F. CROZET. — *Étude sur les moteurs à pétrole équi-*
librés. Lyon, 1897.
Comte H. DE LA VALETTE. — *Le carnet du chauffeur*,
Paris, 1896.
H. DE GRAFFIGNY. — *Manuel pratique du constructeur*
et du conducteur de cycles et d'automobiles, Paris,
1897.
Encyclopédie des aide mémoire : Études expérimentales de la machine à vapeur (2 vol.), DWELSHAU-
VES-DERY. — Les machines thermiques, A. WITZ. —
Moteurs à gaz et à pétrole (2^e édition), P. VERMAND. —
Les accumulateurs électriques, F. LOPPÉ. —
Électro-moteurs, G. DEMONT, etc.
-

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS. HISTORIQUE	Pages 5
------------------------------------	------------

PREMIÈRE PARTIE

DESCRIPTION DES MÉCANISMES DES VOITURES

CHAP. I. Moteurs	41
CHAP. II. Transmissions et accessoires.	94

DEUXIÈME PARTIE

DESCRIPTION DES VÉHICULES

CHAP. I. Voitures de tourisme ou de prome- nade	109
CHAP. II. Véhicules pour le transport en commun des voyageurs	145
CHAP. III. Véhicules pour le transport des mar- chandises	176
CONCLUSIONS.	196
BIBLIOGRAPHIE	205

ST-AMAND. CHER. — IMPRIMERIE BUSSIÈRE FRÈRES

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

DIRIGÉE PAR M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

Collection de 250 volumes petit in-8 (30 à 40 volumes publiés par an)

CHAQUE VOLUME SE VEND SÉPARÉMENT : BROCHÉ, 2 FR. 50; CARTONNÉ, 3 FR.

Ouvrages parus

Section de l'Ingénieur

- PICOU. — Distribution de l'électricité. (2 vol.).
- A. GOUILLY. — Air comprimé ou raréfié. — Géométrie descriptive (3 vol.).
- DWELSHAUVERS-DERY. — Machine à vapeur. — I. Etude expérimentale calorimétrique. — II. Etude expérimentale dynamique.
- A. MADAMET. — Tiroirs et distributeurs de vapeur. — Détente variable de la vapeur. — Epures de régulation.
- M. DE LA SOURCE. — Analyse des vins.
- ALHEILIG. — I. Travail des bois. — II. Corderie. — III. Construction et résistance des machines à vapeur.
- AIMÉ WITZ. — I. Thermodynamique. — II. Les moteurs thermiques.
- LUNDET. — La bière.
- TH. SCHESSING fils. — Chimie agricole.
- SAUVAGE. — Moteurs à vapeur.
- LE CHATELIER. — Le grison.
- DUBOUBOT. — Appareils d'essai des moteurs à vapeur.
- CRONEAU. — I. Canon, torpilles et cuirasse. — II. Construction du navire.
- H. GAUTIER. — Essais d'or et d'argent.
- LECOMTE. — Les textiles végétaux.
- DE LAUNAY. — I. Les gîtes métallifères. — II. Production métallifère.
- BERTIN. — Etat de la marine de guerre.
- FERDINAND-JEAN. — L'industrie des peaux et des cuirs.
- BERTHELOT. — Calorimétrie chimique.
- DE VIARIS. — L'art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes.
- GUILLEAUME. — Unités et étalons.
- WIDMANN. — Principes de la machine à vapeur.
- MINEL (P.). — Électricité industrielle. (2 vol.). — Électricité appliquée à la marine. — Regularisation des moteurs des machines électriques.
- HÉBERT. — Boissons falsifiées.
- NAUIN. — Fabrication des vernis.
- SINIAGLIA. — Accidents de chaudières.
- GUENZ. — Décoration de la porcelaine au feu de moufle.
- VERMAND. — Moteurs à gaz et à pétrole.
- MEYER (Ernest). — L'utilité publique et la propriété privée.
- WALLON. — Objectifs photographiques.
- BLOCH. — Eau sous pression.

Section du Biologiste

- FAISANS. — Maladies des organes respiratoires.
- MAGNAN et SÉRÉPUS. — I. La délire chronique. — II. La paralysie générale.
- ATVARD. — I. Séméiologie génitale. — II. Menstruation et fécondation.
- G. WEISS. — Electro-physiologie.
- BAZY. — Maladies des voies urinaires. (2 vol.).
- TROUSSEAU. — Hygiène de l'œil.
- FERRÉ. — Epilepsie.
- LAVERAN. — Paludisme.
- POLIN et LABIT. — Aliments suspects.
- BERGONIE. — Physique du physiologiste et de l'étudiant en médecine.
- MEGNIN. — I. Les acariens parasites. — II. La faune des cadavres.
- DEMELIN. — Anatomie obstétricale.
- CUÉNOT. — I. Les moyens de défense dans la série animale. — II. L'influence du milieu sur les animaux.
- A. OLIVIER. — L'accouchement normal.
- BERGÉ. — Guide de l'étudiant à l'hôpital.
- CHARRIN. — I. Les poisons de l'urine. — II. Poisons du tube digestif. — III. Poisons des tissus.
- ROGER. — Physiologie normale et pathologique du foie.
- BROCC et JACQUET. — Précis élémentaire de dermatologie (5 vol.).
- HANOT. — De l'endocardite aiguë.
- WEILL-MANTOU. — Guide du médecin d'assurances sur la vie.
- LANGLOIS. — Le lait.
- DE BRUN. — Maladies des pays chauds. (2 vol.).
- BROCA. — Tumeurs blanches des membres chez l'enfant.
- DE CAZAL et CATRIN. — Médecine légale militaire.
- LAPPERSONNH (DE). — Maladies des paupières et des membranes externes de l'œil.
- KÖHLER. — Applications de la photographie aux Sciences naturelles.
- BRAUREGARD. — Le microscope.
- LESAGR. — Le choléra.
- LANNELONGUE. — La tuberculose chirurgicale.
- CORNEVIN. — Production du lait.
- J. CHATIN. — Anatomie comparée (4 v.).

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

Ouvrages parus

Section de l'Ingénieur

DE MARCHENA. — Machines frigorifiques (2 vol.).
 PRUD'HOMME. — Teinture et impression.
 SOREL. — I. La rectification de l'alcool. — II. La distillation.
 DE BILLY. — Fabrication de la fonte.
 HENNEBERT (C¹). — I. La fortification. — II. Les torpilles sèches. — III. Bouches à feu. — IV. Attaque des places. — V. Travaux de campagne. — VI. Communications militaires.
 CASPARI. — Chronomètres de marine.
 LOUIS JACQUET. — La fabrication des eaux-de-vie.
 DUBREUIL et CRONAU. — Appareils accessoires des chaudières à vapeur.
 C. BOURLET. — Bicycles et bicyclettes.
 H. LÉAUTÉ et A. BÉRARD. — Transmissions par câbles métalliques.
 DE LA BAUME PLUVINEL. — La théorie des procédés photographiques.
 HATT. — Les marées.
 H. LAURENT. — I. Théorie des jeux de hasard. — II. Assurances sur la vie. — III. Opérations financières.
 C^t VALLIER. — Balistique (2 vol.). — Projectiles. Fusées. Cuirasses (2 vol.).
 LELOUTRE. — Le fonctionnement des machines à vapeur.
 DARIÉS. — Cubature des terrasses.
 SIDERSKY. — I. Polarisation et saccharimétrie. — II. Constantes physiques.
 NIEWGLOWSKI. — Applications scientifiques de la photographie.
 ROCQUES (X.). — Alcools et eaux-de-vie.
 MOESSARD. — Topographie.
 BOURSALUT. — Calcul du temps de pose.
 SEGUELA. — Les tramways.
 LEFEVRE (J.). — I. La Spectroscopie. — II. La Spectrométrie. — III. L'éclairage électrique. — IV. Éclairage aux gaz, aux huiles, aux acides gras.
 BARILLOT (E.). — Distillation des bois.
 MOISSAN et OUVREARD. — Le nickel.
 URBAIN. — Les succédanés du chiffon en papeterie.
 LOPPÉ. — I. Accumulateurs électriques. — II. Transformateurs de tension.
 ARIÉS. — I. Chaleur et énergie. — II. Thermodynamique.
 FARRY. — Piles électriques.
 HENRIET. — Les gaz de l'atmosphère.
 DUMONT. — Electromoteurs.
 MINET (A.). — I. L'Electro-metallurgie. — II. Les fours électriques. — III. L'électro-chimie.
 DEFOUR. — Tracé d'un chemin de fer.
 MIRON (F.). — Les huiles minérales.
 BERNIQUEL. — Armeement portatif.

Section du Biologiste

CASTEX. — Hygiène de la voix.
 MERKLEN. — Maladies du cœur.
 G. ROCHÉ. — Les grandes pêches maritimes modernes de la France.
 OLLIER. — I. Résections sous-périosteuses. — II. Résections des grandes articulations.
 LETULLE. — Pus et suppuration.
 CRITZMAN. — Le cancer.
 ARMAND GAUTIER. — La chimie de la cellule vivante.
 SÉGLAS. — Le délire des négations.
 STANISLAS MEUNIER. — Les météorites.
 GREHANT. — Les gaz du sang.
 NOCARD. — Les tuberculoses animales et la tuberculose humaine.
 MOUSSOUS. — Maladies congénitales du cœur.
 BERTHAULT. — Les prairies (2 vol.).
 TROUSSART. — Parasites des habitations humaines.
 LAMY. — Syphilis des centres nerveux.
 RECLUS. — La cocaïne en chirurgie.
 THOULET. — Océanographie pratique.
 HOUDAILLE. — Météorologie agricole.
 VICTOR MEUNIER. — Sélection et perfectionnement animal.
 HENOCQUE. — Spectroscopie biol.
 GALIPPE et BARRE. — Le pain (2 v.).
 LE DANTEC. — I. La matière vivante. — II. La Bactériologie charbonneuse. — III. La Forme spécifique.
 L'HOTE. — Analyse des engrais.
 LARBALETRIER. — Les tourteaux. — Résidus industriels employés comme engrais (2 vol.).
 LE DANTEC et BÉRARD. — Les sporozoaires.
 DEMMLER. — Soins aux malades.
 DALLEMAGNE. — Études sur la criminalité (3 vol.).
 BRAULT. — Des artérites (2 vol.).
 RAVAZ. — Reconstitution du vignoble.
 KILERS. — L'Ergotisme.
 BONNIER. — L'Oreille (5 vol.).
 DESMOULINS. — Conservation des produits et denrées agricoles.
 LOVERDO. — Le ver à soie.
 DUBREUILH et BEILLE. — Les parasites animaux de la peau humaine.
 KATSER. — Les levures.
 COLLET. — Troubles auditifs des maladies nerveuses.
 LUTER. — Essences forestières.
 MONOD. — L'Appendicite.
 HALLEMAGNE. — La Volonté (3 vol.).
 DELOBELLE et COLETTE. — La Vaccine.