CHAPITRE II

L'Automobile

MOTEUR — CARBURATEUR — MOTEUR SANS SOUPAPES — RÉGULATEUR — EMBRAYAGE CHANGEMENT DE VITESSES — TRANSMISSION : CARDAN, CHAÎNES — FREINS — DIRECTION SUSPENSION — ROUES — TRACTEURS — PANNES DE L'AUTOMOBILE — EMPLOI DES GAZOGÈNES SUR LES AUTOMOBILES — AUTOMOBILES A ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

292. ENSEMBLE DU CHASSIS. BUT DES DIFFERENTS ORGANES. CADRE. — Nous allons commencer par examiner quels sont les organes essentiels qui composent une automobile, leur but et les qualités qu'ils doivent remplir pour décrire ensuite les différentes solutions adoptées par les constructeurs.

Moteur. — Le moteur, organe essentiel de l'automobile, crée le mouvement que les autres organes sont chargés de transmettre aux roues.

Les qualités demandées au moteur sont :

1° Une consommation de carburant et de lubrifiant aussi réduite que possible ;

2° Un faible poids et un petit encombrement ;

3° La souplesse qui doit permettre au moteur d'entraîner la voiture à des allures très différentes ;

4° Le silence.

Embrayage. — Situé entre le moteur et la boîte de vitesse, l'embrayage est destiné à réunir ou séparer ces deux organes, à la volonté du conducteur qui le manœuvre en général avec le pied à l'aide d'une pédale. L'embrayage ne doit pas accoupler brusquement le moteur à la boîte de vitesse de façon à éviter tout choc qui fatiguerait le mécanisme ; il doit être progressif.

Boîte de vitesses. — Le moteur, si souple soit-il, n'a un bon rendement qu'entre certaines limites, et son maximum de puissance a lieu pour un nombre de tours déterminé. Afin de pouvoir utiliser constamment ce maximum de puissance, il faut avoir un organe démultiplicateur du mouvement qui permette, quand la voiture a une rampe à monter, de faire tourner le moteur à sa vitesse de meilleur rendement bien que les roues tournent à une vitesse plus faible. C'est le rôle de la boîte de changement de vitesses. Il faudrait donc que cet organe permette toutes les vitesses à la voiture, depuis l'arrêt, tout en laissant le moteur tourner à un nombre de tours déterminé et toujours le même. Le plus souvent, il ne permet que trois ou quatre vitesses différentes ; pour passer d'une vitesse à une autre, on compte alors sur la souplesse du moteur et de l'embrayage.

Pont arrière et différentiel. — L'arbre moteur tourne généralement autour d'un axe parallèle à l'axe longitudinal de la voiture ; pour transmettre le mouvement aux deux roues arrière, il faut commander au moyen d'engrenages d'angle les deux arbres des roues. Deux sortes de transmission sont aujourd'hui employées: la transmission par chaîne et la transmission par cardan.

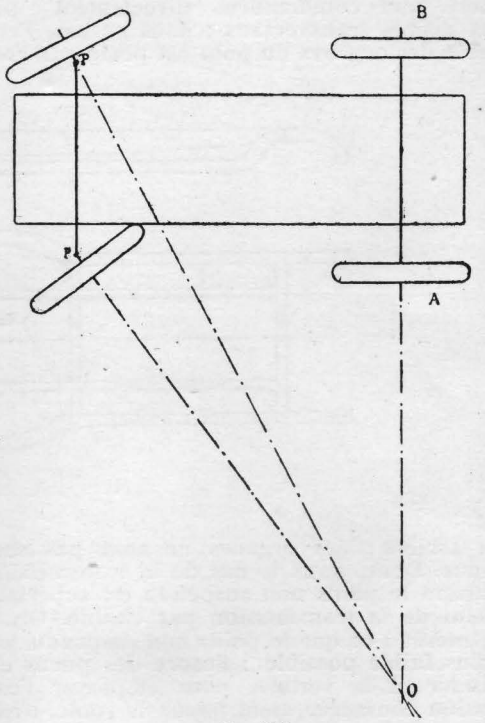


Fig. 1178

Quel que soit le mode de transmission adopté, il est nécessaire de munir le pont arrière d'un différentiel. Quand la voiture prend un virage (fig. 1178), il faut, pour qu'aucune des roues ne patine sur le sol, qu'elles tournent toutes autour d'un même point, o par exemple ; on voit sur la figure que la roue arrière A, intérieure au virage, décrit un cercle de rayon r plus petit que la roue extérieure B qui doit rouler sur le cercle de rayon R. Il faudra donc que dans le virage la roue B parcoure un chemin plus grand que la

roue A, d'où l'impossibilité de réunir par un même arbre les roues A et B ; le différentiel, disposé entre les arbres de commande des deux roues arrière est l'organe qui permet à celles-ci de tourner dans les virages à des vitesses différentes, sans patiner, et tout en conservant ces deux roues motrices.

La solution qui consiste à ne commander qu'une roue et à laisser l'autre folle sur l'essieu a été employée quelquefois dans les petites voiturettes; mais pour des voitures de poids moyen, une seule roue motrice donne sur le sol une adhérence insuffisante.

Dans la transmission par chaînes, les roues arrières sont portées par un essieu et commandées chacune par une chaîne. Dans ce cas, tous les organes du pont arrière: pignons d'angle, différentiel, arbres de commandes des roues et pignons de chaîne, sont directement réunis au châssis et ne reçoivent les chocs dus aux irrégularités de la route qu'amortis par les ressorts de suspension disposés entre l'essieu arrière et le châssis; on dit alors que ces organes sont *suspendus*. Les roues et l'essieu arrière, au contraire, n'ayant que les pneus comme amortisseurs de chocs sont des organes non suspendus.

Dans la transmission par cardan, les roues arrière sont commandées directement par deux arbres transversaux ; dans ce cas, l'ensemble des organes du pont est porté par l'essieu arrière ; ces organes ne sont pas suspendus. Donc, dans le cas de la transmission à cardan le poids non suspendu est supérieur à celui de la transmission par chaîne. Or, il y a intérêt à ce que le poids non suspendu soit le plus faible possible : l'usure des pneus est moindre et la voiture, pour employer l'expression consacrée, tient mieux la route, c'est-à-dire obéit mieux à la direction car, par suite de la faible inertie du pont arrière, les roues arrière quittent plus difficilement le sol.

Par contre la transmission par chaîne a l'inconvénient d'être très bruyante : c'est ce qui tend à la faire abandonner de plus en plus aujourd'hui. Les considérations précédentes montrent que la qualité essentielle d'un pont arrière, quel que soit le mode de transmission adopté, chaîne ou cardan, est la légèreté.

Direction. — L'ensemble des organes qui permettent au conducteur de diriger sa voiture doit être conçu de façon à donner toutes les garanties de sécurité. En outre, une bonne direction doit être très douce, c'est-à-dire n'exiger de la part du conducteur, qui est souvent obligé de la manier d'une seule main, qu'un effort minime. Presque toujours les voitures automobiles se dirigent en faisant tourner les roues avant autour de pivots verticaux situés aux deux extrémités de l'essieu avant, cet essieu restant fixe par rapport au reste de la voiture. Pour faire un virage parfait il faut que les deux roues avant qui sont folles sur leurs fusées, tournent autour d'un même point qui sera le centre de la rotation ; à cette condition seulement, il n'y aura pas glissement des pneus sur le sol. La figure 1178 montre que dans un virage, les axes des deux roues avant devant converger au centre de rotation o, ces deux roues ne doivent pas être parallèles.

Freins. — Toute voiture automobile doit être munie de deux systèmes de freins indépendants : l'un commandé par le pied, l'autre par la main. De même que l'embrayage qui sert à lancer la voiture, les freins dont le but est de l'arrêter, doivent agir progressivement: un frein trop brutal, loin d'augmenter la sécurité, est très dangereux par suite des dérapages qu'il occasionne : il provoque en outre une usure très rapide des pneus.

Nous allons maintenant examiner successivement en détail les différents organes dont nous venons de voir l'utilité.

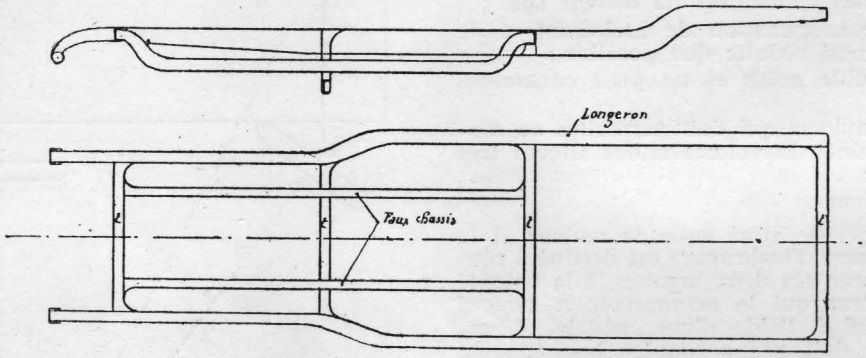


Fig. 1179

Cadre. — Tous les organes que nous venons d'examiner sont fixés sur une armature qui est supportée par les ressorts et sur laquelle s'appuie la carrosserie. Ce cadre est en général en tôle emboutie et quelquefois, dans les camions, en fers profilés et assemblés.

Quand le cadre est fait en tôle emboutie, il a généralement la forme d'un fer à U à âme verticale ; il se compose de deux longerons ayant la forme d'un solide d'égale résistance réunis par un certain nombre de traverses t ayant des formes appropriées (fig. 1179). L'ensemble du cadre est rétréci à l'avant pour permettre le braquage des roues avant dans les virages, et surélevé à l'arrière pour laisser au-dessous une hauteur suffisante aux battements du pont arrière dans les cahots. Le cadre comporte quelquefois deux faux longerons ou faux-châssis sur lesquels sont fixés le moteur et la boîte de vitesses. Ce dispositif a pour but de diminuer les déplacements relatifs de ces deux organes dans les dénivel-

lations des roues et dans les fléchissements inévitables du cadre. Les différentes parties du cadre : longerons, traverses, faux-châssis sont assemblées par des rivets.

lequel la disposition des organes est celle le plus généralement employée, puis nous examinerons plus en détail les différentes parties du moteur (fig. 1180 à 1182).

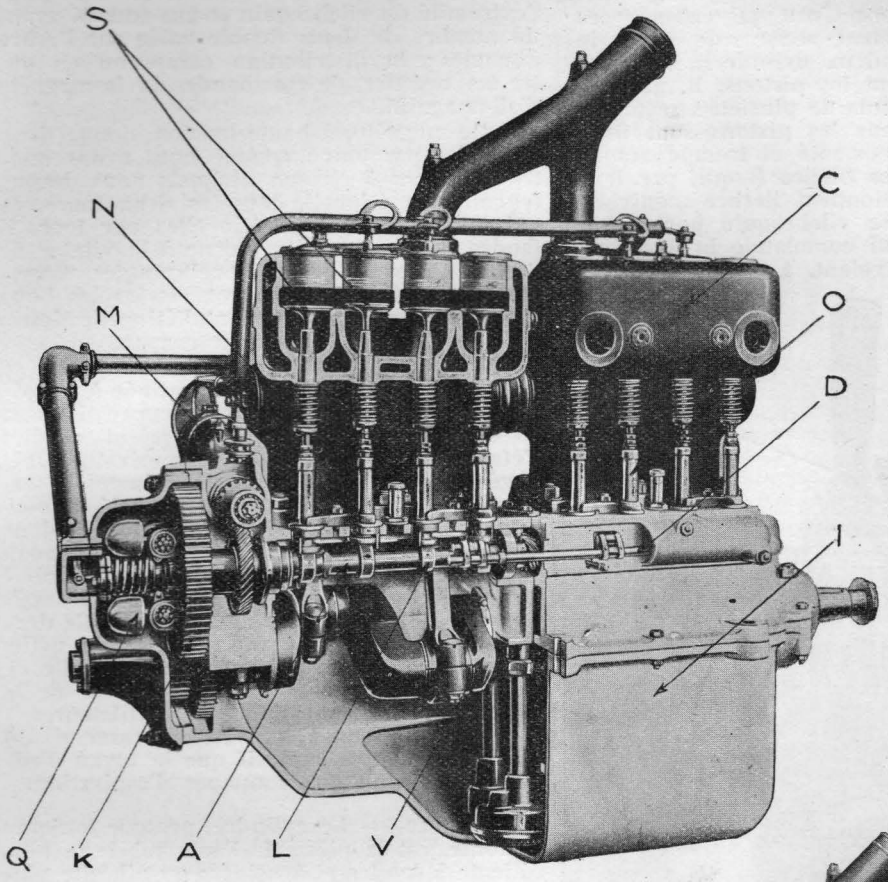


Fig. 1180

Coupe du moteur montrant les soupapes, l'arbre à cames, le régulateur, le décompresseur et le vilebrequin (Renault)

A Arbre à cames
C Cylindre
D Décompresseur
I Carter
K Roue de commande de l'arbre à cames
L Came
M Magnéto
O Guides des taquets
Q Leviers à boules
S Soupapes
V Vilebrequin

293. MOTEUR. — Le principe du moteur d'automobile est le même que celui des moteurs fixes à explosion, déjà exposé dans les moteurs à gaz: nous n'y reviendrons pas. Il peut être à deux temps ou à quatre temps. On fait des moteurs à 1, 2, 4, 6, 8 et 12 cylindres, le plus souvent verticaux et quelquefois séparés en deux groupes inclinés symétriquement par rapport à la verticale: on dit alors que les cylindres sont disposés en V. En général, le moteur se compose d'un carter en aluminium qui, par un certain nombre de paliers, supporte le vilebrequin et contient les organes de distribution et de graissage; il supporte les cylindres en fonte qui sont soit d'une seule pièce, soit séparés ou par groupes; sur les cylindres viennent s'attacher toutes les tuyauteries: admission des gaz, échappement, arrivée et sortie d'eau de refroidissement.

Nous allons décrire un moteur d'automobile à 4 cylindres, dans

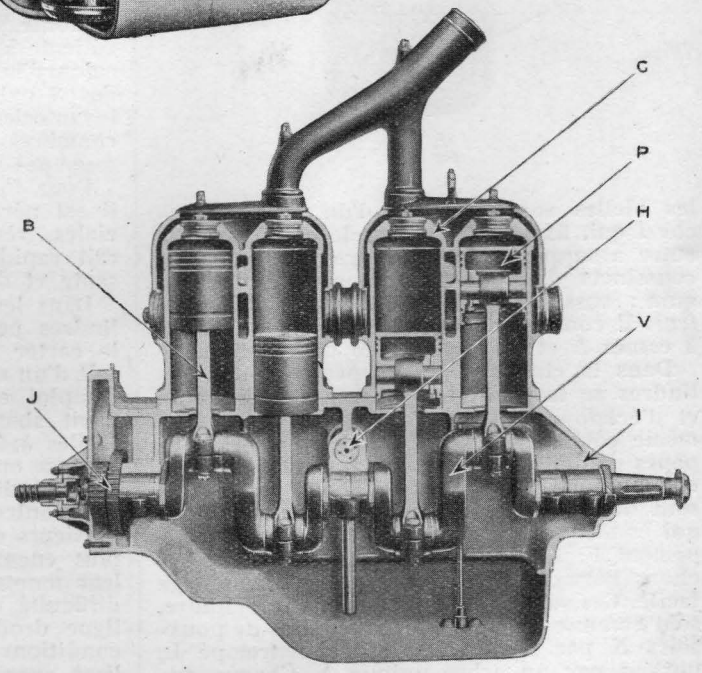


Fig. 1181

Coupe longitudinale du moteur par l'axe des cylindres (Renault)

B Bielles
C Cylindre
H Crépine
I Carter
J Pignon de commande de distributio
P Piston
V Vilebrequin

Ce moteur est à quatre temps qui sont, comme nous l'avons vu dans les moteurs à explosion: l'aspiration, la compression, l'explosion et l'échappement. Les quatre cylindres C sont en fonte, venus par groupes de deux. La chambre d'eau qui entoure ces cylindres est également venue de fonderie avec le groupe de deux cylindres. Dans les cylindres se meuvent les pistons, P, généralement en fonte, munis de plusieurs segments en fonte douce. Dans les pistons sont fixés des axes en acier cémenté et trempé autour desquels oscillent les bielles B qui, par leur autre extrémité, actionnent l'arbre manivelle ou vilebrequin V. Le vilebrequin porte d'un côté le pignon J qui commande la distribution, de l'autre le volant. Le vilebrequin et

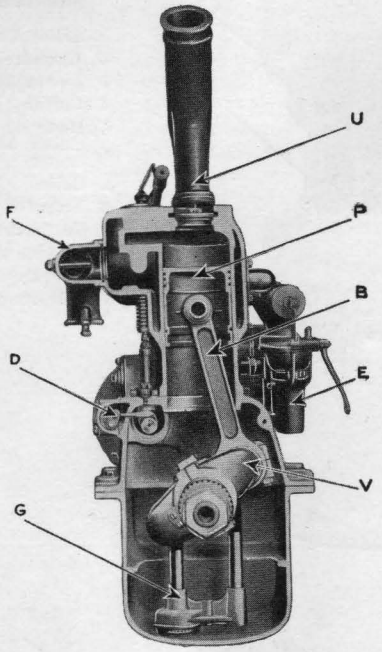


Fig 1182

les bielles sont entourés d'un carter étanche I qui, fixé lui-même sur le cadre, sert en outre à supporter les cylindres ainsi que les coussinets dans lesquels tourne le vilebrequin ; aussi l'appelle-t-on souvent *bâti moteur*. Il contient et supporte également l'arbre à cames A et les organes de distribution.

Dans la chambre de compression des cylindres se trouvent les soupapes d'admission et d'échappement S qui sont disposées d'un même côté du cylindre. Au-dessous des soupapes d'admission se trouve une chambre qui communique avec le carburateur, et au-dessous des soupapes d'échappement un conduit qui emmène les gaz brûlés au tuyau d'échappement F. Au-dessus des soupapes des bouchons permettent leur montage et démontage facile. Ces soupapes, guidées dans le cylindre, sont commandées par l'intermédiaire de poussoirs N par des cames en acier trempé L, portées par un arbre unique A. Chaque cylindre ayant deux soupapes, l'arbre à cames portera en tout huit cames pour la commande de ces soupapes. A l'avant du moteur et enfermée dans le carter se trouve la distribution : de même que dans les moteurs à gaz à quatre temps, l'arbre à cames doit tourner à la demi-vitesse de l'arbre moteur. Il est commandé par un train d'engrenages comprenant un pignon J, directement calé sur l'extrémité du vilebrequin et une roue K ayant un nombre de dents double calée sur l'arbre à cames ; la distribution comprend en outre les organes de commande de la magnéto d'allumage M.

Cette magnéto, à haute tension, donne deux étincelles par tour ; comme nous avons quatre cylindres à chacun desquels nous devons fournir une étincelle tous les deux tours, ce qui fait en tout deux étincelles par tour, il faudra que la magnéto tourne à la vitesse de l'arbre moteur. Sur les bouchons des soupapes d'aspiration se trouvent vissées les bougies d'allumage qui donnent l'étincelle destinée à enflammer le mélange gazeux.

Autour des cylindres et des soupapes se trouve une circulation d'eau destinée à refroidir les parois qui, par les compressions et les explosions répétées, atteindraient, si elles n'étaient pas refroidies une température très élevée et enflammeraient spontanément le mélange gazeux; ce phénomène appelé *auto-allumage*, se produit, d'ailleurs, quelquefois dans les moteurs à refroidissement par l'air ou à forte compression. L'eau arrive par la tubulure inférieure et sort par la tubulure supérieure U pour se rendre au radiateur. Ce dernier, composé d'un grand nombre de petits tubes parcourus par l'eau, refroidit celle-ci, grâce au courant d'air dû à la vitesse de la voiture et à l'aspiration du ventilateur.

Un carburateur E pulvérise l'essence et forme le mélange explosif que le tuyau d'admission conduit aux soupapes d'aspiration.

Cylindres. — Le cylindre, presque toujours en fonte, est la pièce de l'automobile la plus délicate à fondre et à usiner; on n'hésite plus aujourd'hui à fondre des 6 cylindres et même des 8 cylindres monobloc avec toutes leurs tuyauteries d'aspiration, d'échappement, leurs chambres d'eau, les sièges et les guides de soupapes et de poussoirs.

Pour fondre des pièces aussi compliquées, il est nécessaire d'employer des fontes spéciales, très fluides ; trop douce la fonte s'userait rapidement ; trop dure, elle serait cassante et difficile à usiner.

Dans les moteurs polycylindriques, les cylindres peuvent être fondus et disposés sur le carter soit séparément, soit par groupes, soit d'un seul bloc. Les cylindres séparés dont l'emploi est aujourd'hui presque complètement abandonné, ont l'avantage d'être plus faciles à fondre ; de plus, dans le cas d'une rupture ou d'un accident, il suffit de remplacer le cylindre avarié et non tout le groupe. Par contre, ils ont de graves inconvénients : plusieurs cylindres séparés sont plus lourds et plus encombrants qu'un groupe monobloc ; leur montage est très délicat par suite de la difficulté d'obtenir que leurs axes soient en ligne droite et surtout bien parallèles. Ces conditions sont beaucoup plus faciles à réaliser avec un monobloc ; les cylindres convenablement usinés conserveront toujours leur parallélisme.

Dans le cas de cylindres séparés, ceux-ci n'étant pas rigides par eux-mêmes, il est né-

cessaire de les fixer sur un carter beaucoup plus fort et par conséquent plus lourd que dans le cas de cylindres monobloc. De plus, il faut amener l'eau et les gaz séparément à chaque cylindre et faire également autant de sorties que de cylindres, d'où une tuyauterie extérieure plus importante, ce qui n'a pas grand inconvénient au point de vue rendement du moteur, mais fait paraître celui-ci plus compliqué et rend son entretien plus difficile.

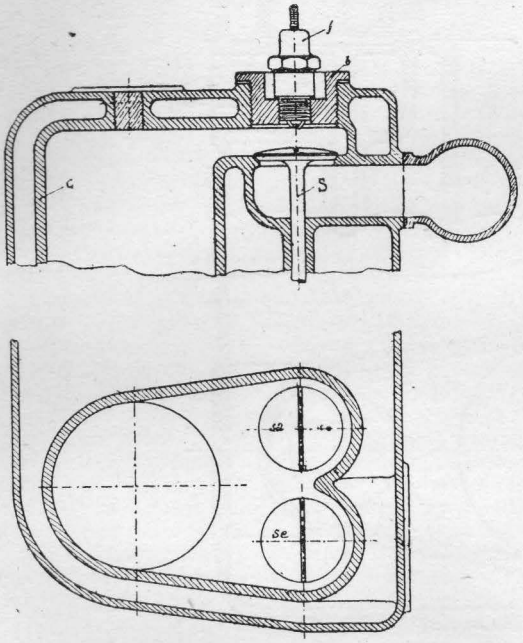


Fig. 1183

L'espace qui reste libre dans le fond du cylindre quand le piston est à l'extrémité supérieure de sa course et dans lequel le piston pousse les gaz pour les comprimer, s'appelle la *chambre de compression*. La forme de cette chambre est très variable. La partie formant la paroi supérieure de la chambre de compression est quelquefois rapportée; mais il y a là un joint qui, devant supporter la pression de compression et surtout d'explosion, est difficile à faire étanche.

La chambre de compression contient les soupapes d'admission et d'échappement ainsi que les bougies d'allumage ; les positions de ces organes diffèrent beaucoup suivant les constructeurs. Le plus généralement, on dispose les soupapes verticalement côte à côte d'un même côté du cylindre (fig 1183 et 1184), disposition qui a l'avantage de simplifier leur commande ; dans ce cas, pour permettre le montage et la visite facile des soupapes, on met soit un bouchon vissé au-dessus de chacune d'elles, soit un seul bouchon de plus grand diamètre pour les deux soupapes. Quelquefois aussi, les soupapes sont verticales et placées symétriquement de part et d'autre du cylindre (fig. 1185). Cette disposition permet de donner aux soupapes un diamètre plus grand, mais nécessite deux arbres à cames. Dans certains moteurs, on dispose les soupapes l'une au-dessus de l'autre ; cette disposition, souvent employée autrefois avec les soupapes d'aspiration automatiques (c'était alors la soupape supérieure) est employée aujourd'hui afin de pouvoir donner aux soupapes un très grand diamètre sans augmenter le volume de la chambre de compression, deux conditions qui sont nécessaires pour avoir un moteur à fort rendement ; dans ce cas, on commande la soupape inférieure directement par un poussoir, tandis que la soupape supérieure est commandée par un culbuteur. Certains constructeurs donnent quelquefois à la chambre de compression une forme hémisphérique et placent les deux soupapes symétriquement inclinées dans cette calotte ; elles sont alors commandées à l'aide de culbuteurs (fig. 1186), soit par deux arbres à cames renfermés dans le carter, soit par un arbre à cames unique placé au-dessus et dans l'axe des cylindres.

Aujourd'hui, sauf dans les moteurs de motocyclettes ou de très petites voiturettes, le refroidissement se fait par eau. Dans le refroidissement par courant d'air, toute la surface extérieure des cylindres est garnie d'ailettes horizontales de façon à augmenter la surface refroidie ; de plus, pour avoir un refroidis-

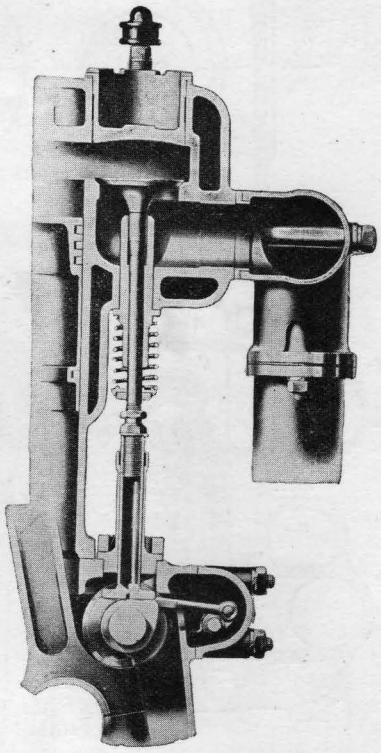


Fig. 1184
Coupe par une soupape d'échappement

sement suffisant, il faut que les cylindres soient directement frappés par le courant d'air dû à la vitesse ce qui est le cas pour les motocyclettes ; ce refroidissement devient insuffisant quand le moteur est enfermé sous un capot.

Quand le cylindre est refroidi par eau, la paroi limitant extérieurement la chambre d'eau est le plus généralement venue de fon-

derie. Quelquefois, cependant, pour alléger, elle est rapportée ; on la fait alors en tôle de cuivre légèrement ondulée pour permettre la dilatation. La circulation d'eau autour des cylindres se fait, soit verticalement avec entrée d'eau par le bas et sortie par la partie

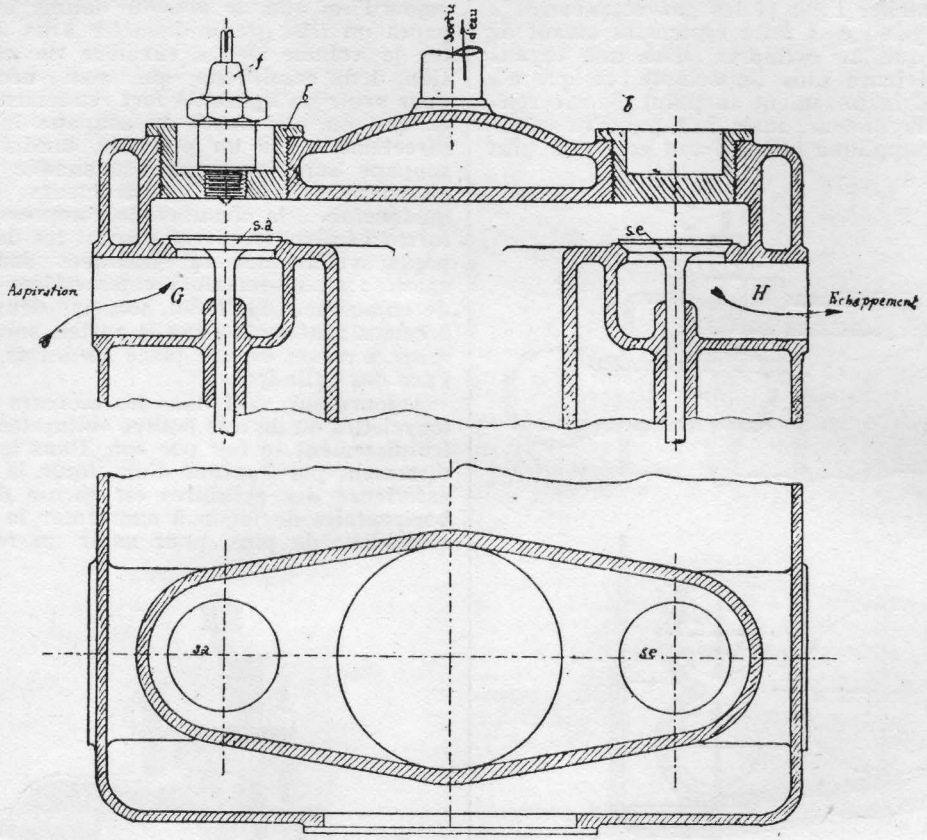


Fig. 1185

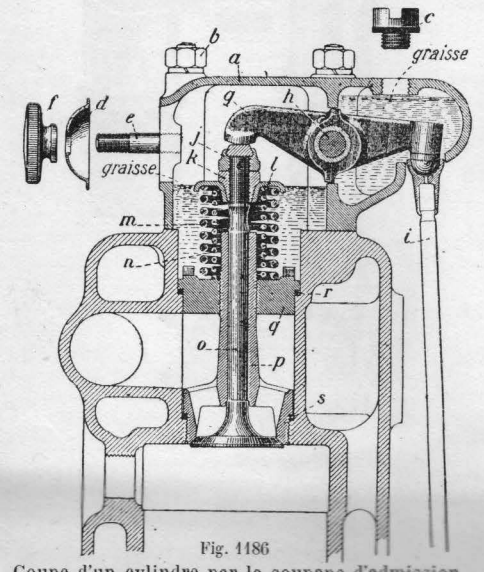


Fig. 1186

Coupe d'un cylindre par la soupape d'admission

a Couvercle de culbuteurs
b Écrou de goujon de fixation du couvercle de culbuteur
c Bouchon de graissage
d Plaque d'obturation servant au graissage
e Goujon de fixation de la plaque d'obturation
f Bouton moleté
g Culbuteur
h Axe de culbuteur
i Tringle de commande
j Grain de soupape
k Écrou de blocage du grain
l Cuvette
m Ressort enveloppant
n Ressort enveloppe
o Soupape d'admission
p Siège de soupape
q Bouchon de soupape
r Joint du bouchon de soupape
s Joint du siège de soupape

supérieure de la chambre d'eau (fig. 1187), soit horizontalement avec entrée et sortie d'eau du côté du radiateur : ce dernier mode de circulation réduit à son minimum la tuyauterie d'eau (fig. 1188).

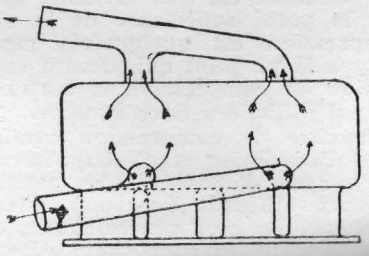


Fig. 1187

Piston. — Les pistons se font généralement en fonte. Comme le piston est moins refroidi que la paroi entourée d'eau du cylindre, il faut lui permettre une libre dilatation ; pour cela on laisse entre le piston et son cylindre un léger jeu variant de quelques centièmes à quelques dixièmes de millimètre. Le piston est muni de segments S en fonte douce dont le nombre varie de deux à six par piston (fig. 1189). Le joint de ces segments est soit en sifflet, soit à baïonnette (fig. 1190); les seg-

ments sont quelquefois arrêtés pour éviter qu'ils ne tournent et que les joints venant se placer sur une même génératrice du piston n'occasionnent des fuites.

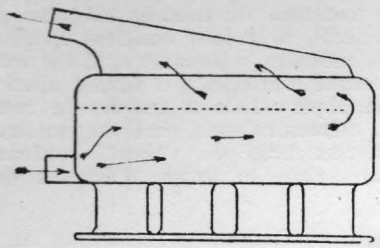


Fig. 1188

Le piston porte son axe a autour duquel oscille la bielle. Cet axe doit être fixe dans le piston ; pour cela on l'emmanche serré dans son alésage et on le fixe au moyen d'une vis v. On n'emploie presque exclusivement que de l'acier cémenté et trempé pour faire les axes de piston; ces axes sont troués pour les alléger.

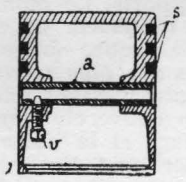


Fig. 1189

Le piston servant de guide à la bielle, il faut lui donner une longueur suffisante et ménager des rainures de graissage pour éviter son grippement dans le cylindre. Le fond du

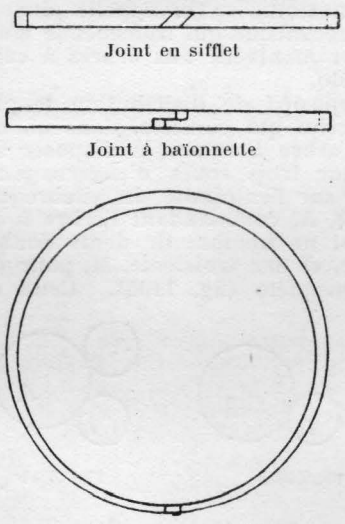


Fig. 1190

piston est en général plan; mais on le fait quelquefois concave ou convexe pour augmenter ou diminuer le volume de la chambre de compression. Le piston étant une pièce soumise à un mouvement alternatif très rapide, il y a intérêt à le faire le plus léger possible ; c'est pour cette raison qu'on le fait quelquefois en acier embouti, ce qui permet de diminuer très notablement les épaisseurs ou en aluminium ; c'est pour la même raison qu'on perce parfois des trous dans la partie inférieure des pistons.

La partie cylindrique du piston doit toujours être rectifiée et présenter au frottement sur le cylindre une surface très polie.

Bielle. — La bielle se compose de trois parties (fig. 1191):

1° Le pied de bielle p qui oscille autour de l'axe de piston et qui est généralement garni d'une bague en bronze pour améliorer le frottement sur l'axe ;

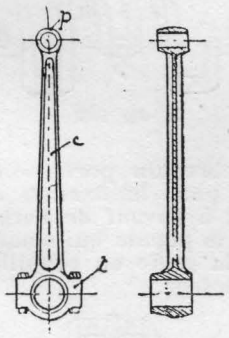


Fig. 1191

2° Le corps c qui doit être suffisamment rigide pour résister aux efforts dus à l'explosion et surtout aux forces d'inertie résultant du mouvement alternatif très rapide de la bielle et du piston ;

3° La tête de bielle t qui tourne autour du maneton du vilebrequin et porte un coussinet en bronze ou en antifriction; afin de permettre son montage sur le vilebrequin la tête de bielle et son coussinet sont en deux parties réunies par de solides boulons. La bielle se fait presque toujours en acier matricé ; le corps a une section circulaire ou, le plus souvent, en I. De même que le piston, la bielle étant soumise à des mouvements alternatifs, doit être aussi légère que possible.

Arbre-manivelle. — L'arbre manivelle est une des pièces les plus importantes de la voiture ; on le fait soit en acier demi-dur de très bonne qualité soit en aciers spéciaux à grande résistance. Il se compose de trois parties principales :

1° Les portées p qui tournent dans les coussinets fixes du carter et soutiennent tout l'ensemble des pièces en mouvement ;

2° Les manetons m autour desquels tournent les têtes de bielles ;

3° Les bras qui réunissent entre eux les portées et les manetons.

Les portées et les manetons doivent être rectifiés et présenter au frottement une surface très lisse et rigoureusement cylindrique. Le vilebrequin étant soumis à un très grand travail, il y a intérêt à le soutenir par le plus grand nombre de paliers fixes possibles ; mais, par contre, plus il y a de paliers et plus le

moteur et le vilebrequin seront longs; néanmoins, nombreux sont les constructeurs qui, aujourd'hui, mettent une portée entre tous les manetons (fig. 1192). Très souvent aussi on dispose deux manetons de suite sans palier

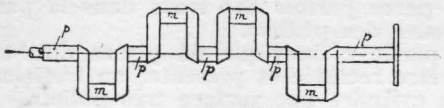


Fig 1192
Vilebrequin à 5 portées

intermédiaire (fig. 1193) et quelquefois, surtout dans les petits moteurs quatre cylindres, on supporte le vilebrequin à ses deux extrémités seulement (fig. 1194). L'extrémité ar-

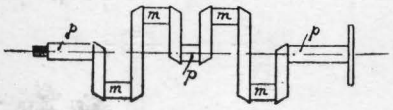


Fig 1193

rière du vilebrequin porte soit un plateau, soit un cône pour la fixation du volant; le plus souvent, à l'avant de l'arbre manivelle, sont clavetés le pignon qui commande la distribution et la griffe ou goupille de mise en marche du moteur.

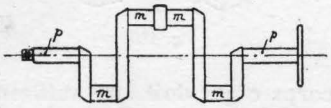


Fig. 1194

Le vilebrequin doit être parfaitement équilibré, c'est-à-dire que, posé par ses deux extrémités sur deux couteaux, il doit pouvoir garder une position quelconque autour de son axe de rotation ; cette condition est essentielle si on veut obtenir un moteur qui ne vibre pas aux vitesses élevées. Dans les deux et les quatre cylindres les manetons sont calés à 180° entre eux; dans les six cylindres, ils sont à 120°. Quelquefois, au lieu de soutenir le vilebrequin par des paliers lisses, on le supporte par des roulements à billes ; les coussinets de tête de bielle peuvent également être remplacés par des roulements.

Volant. — Le plus généralement, le volant du moteur est en fonte ; il est porté par le vilebrequin en porte-à-faux sur le palier arrière. Quelquefois, comme dans le moteur « Motobloc », il est placé au milieu du vilebrequin à l'intérieur du carter. Le volant doit être de grand diamètre et suffisamment lourd pour obtenir une bonne régularité. La régularité donnée par le volant est surtout sensible quand, la voiture étant arrêtée, le moteur tourne au *ralenti* ; on a intérêt alors à obtenir une vitesse de rotation aussi réduite que possible ; le nombre de tours auquel il pourra tourner sans s'arrêter sera d'autant plus faible que le volant aura une inertie plus grande. Seuls, l'encombrement et le poids limitent cette inertie. Il est bien évident que plus un moteur aura de cylindres, c'est-à-dire plus il donnera d'explosions par tour, plus on pourra diminuer l'inertie et le poids du volant tout en obtenant la même régularité. Comme le vilebrequin, et pour les mêmes raisons, le volant doit être parfaitement équilibré et tourner rigoureusement autour de son centre, condition d'autant plus essentielle que la vitesse de rotation du moteur est plus grande.

En général, le volant contient l'embrayage. Dans les moteurs « Renault », il est extérieurement muni d'ailettes ; il forme ainsi ventilateur et aspire l'air à travers le radiateur. Pour les mêmes raisons, certains constructeurs donnent aux bras du volant, soutenant la jante extérieure, la forme d'ailettes de ventilateur.

Carters. — Comme nous l'avons vu, le carter ou bâti-moteur sert à envelopper et à soutenir les différents organes. Il supporte les paliers de l'arbre-moteur, l'arbre à cames, les cylindres, la distribution et les organes de graissage du moteur. On le fait le plus généralement en aluminium pour obtenir le maximum de légèreté et plus rarement en fonte. Il doit être suffisamment rigide pour maintenir toujours en ligne droite les paliers du vilebrequin, malgré les efforts dus aux explosions et les déformations ou dénivellations de ses supports. Le montage des différents organes à l'intérieur du carter : pistons, bielles, arbre-manivelle, oblige à le faire en plusieurs parties ; le plus souvent, il présente un joint horizontal passant par l'axe de l'arbre moteur ; un couvercle rapporté à l'avant permet le montage et la visite de la distribution. Le carter peut être réuni au châssis de plusieurs façons : il possède parfois quatre bras venus de fonderie qui reposent directement sur les longerons ; il peut aussi être boulonné sur un faux-châssis ; quelques constructeurs réunissent le bâti-moteur au châssis par trois points seulement, mode de fixation qui ne fatigue pas le carter moteur dans les déformations du châssis.

Distribution. — On appelle ainsi l'ensemble du mécanisme qui transmet le mouvement de l'arbre-manivelle aux arbres à cames et à la magnéto.

Le dispositif de distribution le plus simple est celui qui consiste, dans un moteur à un seul arbre à cames, à disposer à l'avant du moteur trois roues d'engrenage : l'une, V, calée sur l'extrémité du vilebrequin ; une deuxième, A, commandant l'arbre à cames et possédant un nombre de dents double de la première, et une troisième, M, pour commander la magnéto (fig. 1195). Cette dernière,

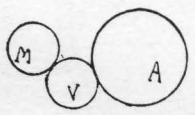


Fig. 1195 a

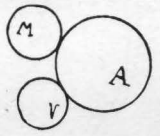


Fig. 1195 b

dans le cas d'un moteur à 1, 2 ou 4 cylindres, aura un nombre de dents égal à celui du pignon du vilebrequin; pour un moteur à 6 cylindres, la magnéto devra fournir 3 étincelles par tour du moteur; il faudra pour cela la faire tourner à trois fois la demi-vitesse du moteur, c'est-à-dire que le pignon de commande de la magnéto devra avoir un nombre

de dents égal aux deux tiers du nombre de dents du pignon du vilebrequin. Dans les moteurs à 8 cylindres, on met généralement deux magnétos tournant à la vitesse du moteur.

Dans le cas de moteurs à deux arbres à cames symétriques, on emploie généralement comme distribution le dispositif représenté par la figure 1196 ; le pignon de magnéto M est commandé par l'une des roues d'arbre à cames.

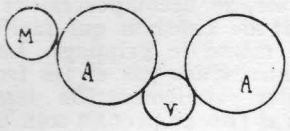


Fig. 1196

Dans les moteurs à un seul arbre à cames, lorsque l'axe de la magnéto ne peut être disposé à côté de l'arbre moteur, on a recours à un pignon intermédiaire I (fig. 1197), pour transmettre le mouvement au pignon de magnéto M.

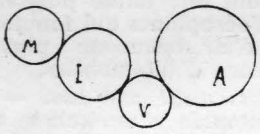


Fig. 1197

Les trois dispositifs précédents supposent l'axe de la magnéto parallèle à l'axe moteur. Certains constructeurs disposent la magnéto à l'avant du moteur, son axe étant perpendiculaire à l'axe moteur ; dans ce cas, la commande de l'arbre à cames se fait par engrenages droits, comme précédemment, et la commande de la magnéto par engrenages hélicoïdaux avec denture inclinée à 45°, le pignon de commande étant calé, soit sur le vilebrequin, soit le plus souvent sur l'arbre à cames (fig. 1198). Ce dernier dispositif, bien

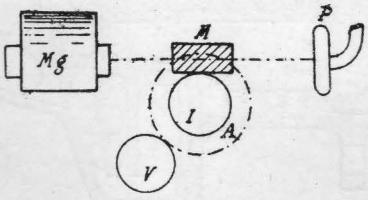


Fig. 1198

que nécessitant un pignon de plus que la distribution par engrenages droits, a l'avantage de rendre la magnéto très accessible et d'employer des engrenages hélicoïdaux, généralement plus silencieux que les engrenages droits. Quand la magnéto est disposée comme nous venons de l'indiquer, transversalement à l'avant du moteur, on commande la pompe à eau P par le même arbre que la magnéto Mg.

Le bruit étant un inconvénient difficile à éviter avec des engrenages droits tournant à grande vitesse, on emploie beaucoup, depuis quelques années, comme organe de distribution, une chaîne spéciale appelée *chaîne silencieuse*, dont les maillons ont la forme indiquée fig. 1124, Tome I. Le seul inconvénient de la chaîne est de s'allonger à l'usage, ce qui nécessite un mode de tension quelconque. On peut se servir pour commander l'arbre à cames et la magnéto, d'une seule chaîne entourant les trois pignons (fig. 1199). Dans ce cas, on monte un des pignons, généralement celui de la magnéto M dans un coussinet excentré pour la tension de la chaîne. Ce dispositif donne sur le pignon du vilebrequin V un arc d'enroulement de la chaîne assez faible. C'est pour éviter cet inconvénient que l'on emploie quelquefois deux chaî-

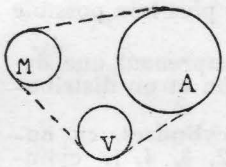


Fig. 1199

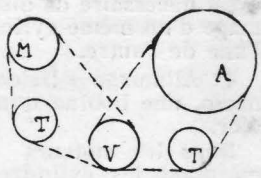


Fig. 1200

nes distinctes (fig. 1200), l'une commandant l'arbre à cames, l'autre la magnéto ; comme, dans ce cas, il serait difficile de monter l'arbre à cames sur excentrique, on dispose généralement sur l'un des brins de la chaîne, un troisième pignon T monté sur coussinet excentré pour la tension de la chaîne.

Certains constructeurs combinent la chaîne avec les engrenages ; en particulier les Etablissements Panhard et Levassor commandent l'arbre à cames par chaîne silencieuse et la magnéto par engrenages hélicoïdaux.

Réglage. — Etant donné la grande vitesse de rotation des moteurs, on n'obtiendrait pas un bon rendement si on faisait ouvrir et fermer les soupapes exactement aux points morts, car il faut tenir compte de l'inertie des gaz qui, à ces vitesses, est loin d'être négligeable. Généralement, on ouvre la soupape d'aspiration un peu après le point mort haut et on la ferme de 20 à 40° après le passage du piston au point mort bas, tandis que la soupape d'échappement est ouverte de 30 à 50° avant le point mort bas et fermée soit au point mort haut, soit quelques degrés après ce point mort, mais presque toujours avant l'ouverture de la soupape d'aspiration ou plus rarement en même temps. En outre, pour tenir compte du temps que mettront les gaz à s'enflammer complètement, on produit toujours l'étincelle d'allumage avec une certaine avance, c'est-à-dire avant le passage du piston au point mort haut à la fin de la compression : c'est ce que l'on appelle l'*avance à l'allumage*, qui peut être soit fixe et toujours la même sur le même moteur, soit variable au gré du conducteur qui doit l'augmenter quand le moteur tourne plus vite, soit automatique. Le réglage des moteurs est très variable suivant les constructeurs et la vitesse de régime du moteur.

Allumage. — La description des procédés d'allumage ayant été faite dans notre Encyclopédie d'Electricité, bornons-nous à énumérer ici les différents modes d'allumage généralement adoptés:

1° Allumage simple, par magnéto à haute tension, donnant une étincelle par cylindre; il peut être à avance fixe, variable ou automatique ;

2° Double allumage, dans lequel l'étincelle est produite, soit par une magnéto, soit par des accumulateurs, le changement se faisant à l'aide d'un interrupteur manœuvré par le conducteur. Cet allumage peut être également à avance fixe ou variable ;

3° Allumage jumelé consistant à faire jaillir, à l'aide de deux bougies deux étincelles par cylindre ; ce mode d'allumage, augmentant la vitesse d'explosion des gaz, augmente le rendement du moteur ; aussi est-il généralement employé dans les moteurs de course ; il est nécessaire de disposer les bougies d'allumage d'un même cylindre le plus loin possible l'une de l'autre.

4° Allumage « Delco » comprenant une dynamo, une bobine d'induction et un distributeur.

Dans les moteurs à 4 cylindres, en numérotant les cylindres 1, 2, 3, 4, le cylindre n° 1 étant le premier vers l'avant, l'ordre d'allumage de ces cylindres est généralement 1, 3, 4, 2.

Dans les moteurs à 6 cylindres, l'ordre d'allumage est : 1, 5, 3, 6, 2, 4.

Graissage. — Le mode de graissage le plus simple est le graissage dit par barbottage : on met au fond du carter une certaine quantité d'huile dans laquelle viennent frapper les têtes des bielles : l'huile est ainsi projetée de tous côtés et graisse les pistons, pieds de bielles, tête de bielles et paliers du vilebrequin ; il suffit, pour assurer ce graissage de maintenir le niveau de l'huile à une hauteur suffisante ; pour cela, il faut envoyer constamment dans le carter une certaine quantité d'huile pour remplacer l'huile brûlée, usée ou perdue. L'inconvénient de ce mode de graissage, dont le fonctionnement est satisfaisant, est de consommer trop de lubrifiant.

Dans le graissage sous pression, une pompe prend l'huile dans un réservoir, généralement situé à la partie inférieure du carter moteur, pour la refouler sous une certaine pression dans des conduites qui la dirigent sur tous les paliers du vilebrequin et les têtes des bielles. L'huile est amenée jusqu'aux têtes de bielles par des conduites percées dans l'intérieur des bras, des portées et des manetons du vilebrequin ; l'huile en excès est envoyée par le mouvement des bielles sur les cylindres et sur les pieds de bielles, puis elle retombe dans le carter où la pompe la reprend après lui avoir fait traverser un filtre. Un manomètre placé sous les yeux du conducteur indique par sa pression si la pompe fonctionne normalement.

On emploie souvent un mode de graissage combiné des deux précédents : des augets sont disposés au-dessous de chaque bielle et une pompe, puisant l'huile à la partie inférieure du carter, les alimente constamment ; par une sorte de petite pelle située à la partie inférieure de la tête de bielle, l'huile est amenée sur le maneton du vilebrequin et projetée dans le cylindre et sur le pied de bielle ; le graissage des paliers est alors assuré soit par pompe, soit par des godets recueillant l'huile envoyée par les bielles. L'huile en excès retombe au fond du carter d'où elle est de nouveau puisée par la pompe. Dans le moteur sans soupapes « *Knight* » où ce mode de graissage est employé, les augets des bielles sont mobiles et réunis mécaniquement à l'accélérateur qui les surélève légèrement quand on accélère, de façon à augmenter le graissage quand on demande un plus grand travail au moteur.

Refroidissement. — Pour obtenir un bon graissage des moteurs, il est nécessaire que les organes à lubrifier ne dépassent pas la température de décomposition des huiles ; si l'on dépassait cette température, les huiles, au lieu de graisser, se décomposeraient en laissant un dépôt de charbon qui faciliterait et provoquerait même le grippage. Les explosions consécutives des gaz et les frottements feraient monter rapidement la température des cylindres si l'on ne prenait soin de les refroidir.

1° *Refroidissement par l'air.* — En général, ce mode de refroidissement, qui consiste simplement à placer dans un courant d'air les cylindres munis d'ailettes extérieures pour augmenter leur surface de refroidissement, est insuffisant dans les moteurs d'automobile. On emploie presque exclusivement le refroidissement par l'air dans les motocyclettes dont les moteurs ont une faible puissance et dans les moteurs d'aéroplanes qui fonctionnent dans un courant d'air beaucoup plus énergique que les moteurs d'automobiles.

2° *Refroidissement par eau.* — Les cylindres sont entourés d'une chemise à l'intérieur de laquelle circule un courant d'eau qui maintient les parois des cylindres à une température constamment inférieure à 100°. L'eau s'échauffe au contact des cylindres ; elle passe ensuite dans un radiateur où elle se refroidit pour revenir ensuite autour des cylindres.

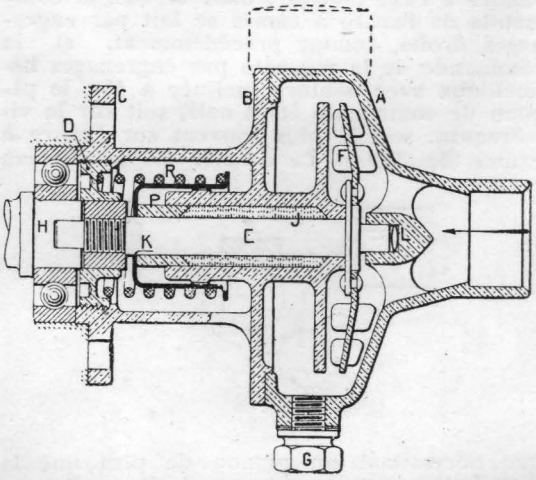


Fig. 1201

A Corps de pompe
B Couvercle du corps de pompe
C Fixation de la pompe sur le carter
D Écrou du ressort
E Arbre de pompe
F Roue à ailettes
G Bouchon de vidange
H Arbre de commande de pompe
J Garniture de spyro
K Butée de ressort
L Grain de butée
P Presse-étoupe
R Ressort de presse-etoupe

Un radiateur se compose essentiellement de deux collecteurs d'eau réunis par une série de tubes lisses ou munis d'ailettes qui sont refroidis par l'air extérieur : à l'intérieur de ces tubes circule l'eau. Le mouvement de l'eau peut y être provoqué soit par une pompe, soit

par thermo-siphon. Dans la circulation par pompe, les collecteurs et les tubes peuvent occuper une position relative quelconque, et les tubes peuvent être soit verticaux, soit horizontaux ; dans la circulation par thermo-siphon, il est nécessaire, au contraire, que les tubes soient verticaux, réunissant le réservoir d'eau supérieur du radiateur qui reçoit l'eau chaude venant des cylindres au réservoir inférieur d'où l'eau refroidie se rend dans les chemises des cylindres. Les pompes employées pour les circulations d'eau sont des pompes centrifuges; nous donnons (fig. 1201) la coupe de la pompe centrifuge « Panhard et Levassor » dont le fonctionnement s'explique immédiatement. La circulation par thermo-siphon nécessite des tubulures de diamètre beaucoup plus grand que la circulation par pompe, de façon à réduire au minimum les pertes de charge. Quand la voiture est arrêtée ou marche lentement, le courant d'air à travers le radiateur serait insuffisant pour refroidir l'eau; aussi place-t-on derrière le radiateur un ventilateur commandé généralement par l'arbre manivelle à l'aide d'une courroie. Dans les voitures « Renault », c'est le volant qui, muni extérieurement d'ailettes, joue le rôle du ventilateur.

294. CARBURATEUR. — Généralités. — Les combustibles, ou carburants, les plus employés dans les moteurs d'automobiles sont l'essence et le benzol. Ces deux produits sont des carbures d'hydrogène.

L'essence est obtenue par la distillation des pétroles bruts ; sa densité est de 0,680 à 0,720; elle atteint même, parfois, 0,750.

Le benzol provient de la distillation de la houille ; sa densité est, en moyenne, de 0,900.

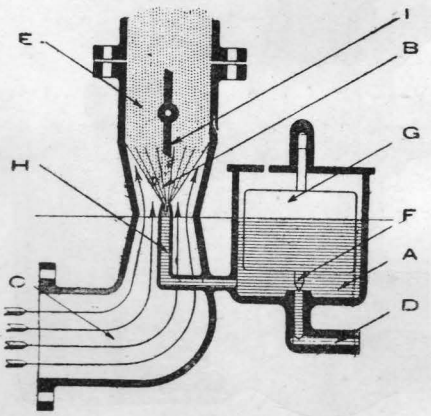


Fig. 1202
Carburateur théorique

A Cuve à niveau constant
B Chambre de carburation
C Tube d'arrivée d'air
D Tube d'arrivée d'essence
E Tube de sortie du mélange gazeux
F Pointeau
G Flotteur
H Gicleur
I Papillon

Pour obtenir la combustion de ces carburants dans les cylindres, il faut, d'une part, les mélanger à de l'air et, d'autre part, les pulvériser très finement de façon à rendre plus intime et plus homogène leur mélange avec cet air. L'appareil qui réalise les deux condition énoncées ci-dessus est le carburateur.

L'air carburé formé dans le carburateur est aspiré dans le cylindre par le déplacement du piston pendant le temps d'aspiration.

Un carburateur se compose en principe (fig. 1202) :

1° D'une cuve à niveau constant *A* ;

2° D'un ou plusieurs gicleurs *H* ,

3° D'une chambre de carburation *B* ;

4° D'un obturateur *I*.

1° La cuve à niveau constant reçoit l'essence du réservoir d'essence, soit par la gravité, soit par pression, soit par dépression. (Nous examinerons plus loin ces trois modes d'alimentation.)

Dans cette cuve, le niveau de l'essence doit toujours être maintenu à la même hauteur ; ce résultat est obtenu à l'aide d'un flotteur G, qui, lorsque le niveau de l'essence monte dans la cuve, ferme automatiquement l'arrivée d'essence à l'aide d'un pointeau F. Celui-ci est commandé par le flotteur, soit à l'aide de deux contrepoids à bascule, comme dans le carburateur Zénith (fig. 1204) soit directement comme dans le carburateur Solex (fig. 1205).

2°) Le gicleur H est un ajutage dans lequel arrive l'essence qui provient de la cuve à niveau constant. L'extrémité du gicleur est disposée dans la chambre de carburation. Certains carburateurs ont plusieurs gicleurs ;

3°) La chambre de carburation où s'effectue le mélange d'air et d'essence communique d'une part avec l'air libre, d'autre part avec le moteur. L'essence est amenée dans la chambre de carburation par le ou les gicleurs ;

4° L'obturateur placé entre la chambre de carburation et le moteur sert à limiter la quantité de mélange admise dans les cylindres et par conséquent, la puissance du moteur. L'obturateur, commandé simultanément par la pédale d'accélérateur et par la manette des gaz, est formé soit par un boisseau (carburateur Solex), soit par un papillon (carburateur Zénith).

Un carburateur qui se composerait simplement des parties essentielles décrites ci-dessus aurait le grave inconvénient de fournir un mélange dont la composition serait très loin d'être constante aux différentes allures du moteur. Ce mélange serait plus riche en essence aux grandes vitesses.

Pour obtenir un mélange de composition toujours constante, les carburateurs sont munis d'un dispositif différent suivant les marques.

Carburateur à soupape d'air additionnel. — Une soupape située entre la chambre de carburation et l'obturateur permet l'adjonction au mélange d'une quantité d'air d'autant plus grande que la vitesse du moteur augmente ; cette soupape peut être soit commandée par le conducteur, soit automatique ; elle est alors munie d'un ressort et s'ouvre d'autant plus que la dépression est plus forte dans le tube d'aspiration, c'est-à-dire que le moteur tourne plus vite.

Malgré sa simplicité, ce genre de carburateur est complètement abandonné aujourd'hui, parce que, d'une part, il ne donne pas un mélange de composition suffisamment constante et, d'autre part, il est sujet à de fréquents déréglages.

Carburateur Zénith (fig. 1203 et 1204). — Dans ce carburateur, l'alimentation en essence se fait à l'aide de deux gicleurs : l'un G puise son essence directement dans la cuve à niveau constant F et l'autre H, reçoit également de l'essence de la cuve F ; mais cette essence est d'abord débitée par un petit orifice calibré I appelé « compensateur » dans

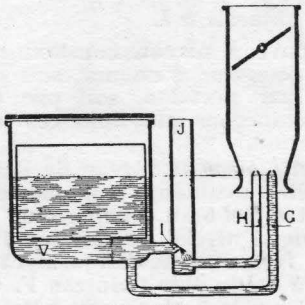


Fig. 1203
Schéma du carburateur Zénith

un puits J ouvert à l'air libre par sa partie supérieure ; c'est par le puits J que le gicleur H est alimenté. La quantité d'essence qui arrive au puits J est constante par unité de temps.

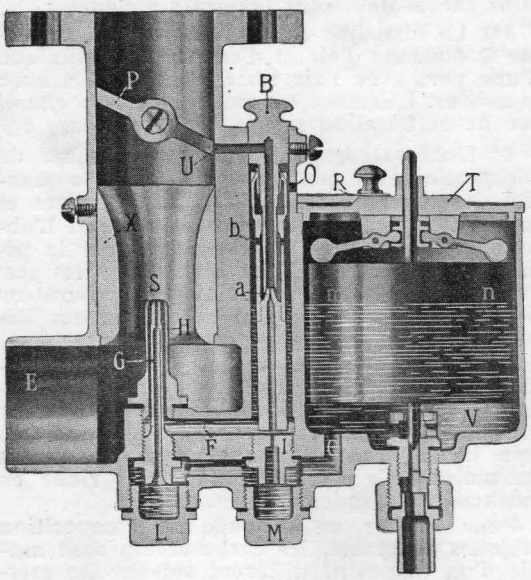


Fig. 1204
Coupe du carburateur Zénith

a Gicleur au ralenti
b Entrée d'air pour le ralenti
B Bouchon du ralenti
C Conduite de l'essence au gicleur principal G
E Entrée de l'air
G Gicleur principal
H Gicleur secondaire
I Compensateur
L Bouchon du gicleur
M Bouchon du compenseur
m n Niveau constant de l'essence
O Entrée d'air pour le ralenti
P Papillon
R Ressort de fixation du couvercle
S Section rétrécie du diffuseur
T Couvercle de la cuve
U Arrivée du mélange pour le ralenti
V Cuve à niveau constant
X Diffuseur

Comment agissent ces deux gicleurs pour fournir le mélange constant d'air et d'essence ? Nous avons vu qu'un gicleur seul débouchant dans le tuyau d'aspiration fournissait un mélange beaucoup plus riche en essence aux grandes vitesses et plus pauvre aux faibles allures ; ainsi se comporte le gicleur G. Le compensateur I et par conséquent le gicleur H fournit une quantité d'essence constante par unité de temps, ce qui revient à dire que ce gicleur fournit, par cylindrée du moteur, d'autant moins d'essence que le moteur tourne plus vite.

Le gicleur H corrige donc le gicleur G et l'ensemble de ces deux gicleurs fournit à toutes les allures du moteur un mélange à peu près constant.

Dans la construction du carburateur Zénith (fig. 1204), les deux gicleurs G et H sont concentriques. Une bague X, appelée « diffuseur » étrangle en S, au niveau supérieur des gicleurs, la section de passage de l'air aspiré par le tube E. Le réglage de la quantité d'air carburé admis dans le moteur s'obtient à l'aide du papillon P que le conducteur ouvre ou ferme à volonté à l'aide de la pédale d'accélérateur.

Ainsi que dans presque tous les carburateurs actuels, le mélange carburé nécessaire à l'alimentation du moteur tournant au ralenti (c'est-à-dire la voiture arrêtée) est fourni par un gicleur spécial A sur lequel agit, par le tube U, la dépression du moteur lorsque le papillon est presque complètement fermé.

Le réglage du carburateur Zénith consiste à déterminer:

1° Le diamètre du trou du gicleur principal G ;

2° Le diamètre du trou du compensateur I ;

3° Le diamètre intérieur du diffuseur X.

C'est par un choix convenable de ces trois pièces que l'on arrive au réglage optimum du moteur.

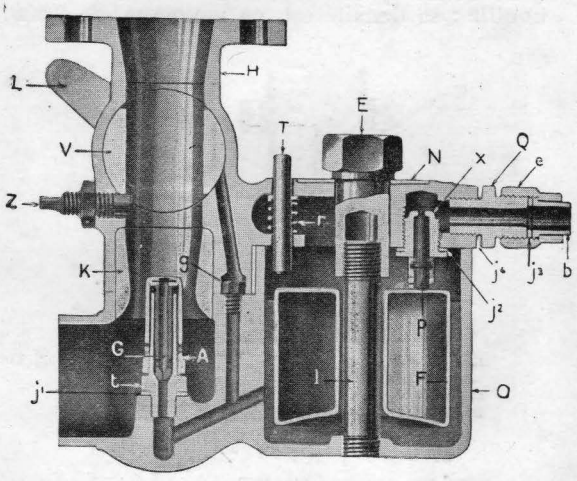


Fig. 1205
Carburateur Solex

Carburateur Solex (fig. 1205). — Le gicleur principal G (fig. 1206), dont l'orifice calibré O placé à sa partie inférieure se trouve au-dessous du niveau constant d'essence, possède, sur ses parois, deux trous A.

Aussitôt après le départ, la quantité d'essence contenue dans l'espace annulaire limité par le gicleur G et par le porte-gicleur t est absorbée par le moteur en facilitant d'ailleurs son départ ; puis le moteur aspire dans le gicleur G l'essence qui traverse l'orifice O

et l'air qui arrive par les trous a, l'admission de cet air a pour résultat de freiner l'aspiration de l'essence en diminuant la dépression sur l'orifice O.

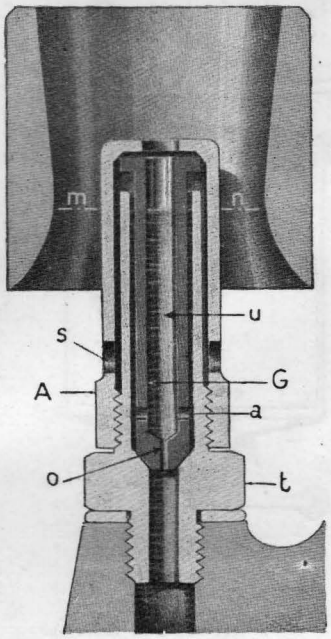


Fig. 1206

La vanne de réglage des gaz carburés est formée par un robinet à boisseau V dont l'ouverture et la fermeture sont limitées par la vis réglable Z. Un gicleur spécial g alimente seul le moteur au ralenti par le trou y, la fig. 1207 montre la position du boisseau dans la marche au ralenti.

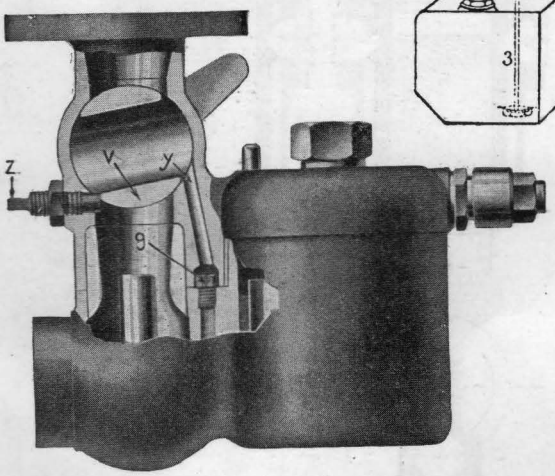


Fig. 1207

L'arrivée d'essence au carburateur se fait par le tube b fixé à la partie supérieure de la cuve à niveau constant ; le pointeau P qui ferme cette arrivée d'essence est commandé directement par le flotteur sans aucun mouvement de bascule comme dans le carburateur Zénith. On voit immédiatement que le réglage de ce carburateur s'opère en déterminant :

1° Le diamètre du trou O du gicleur principal G ;
2° Le diamètre des trous d'air a ;
3° Le diamètre intérieur de la buse K.

Alimentation du carburateur. — L'essence contenue dans le réservoir à essence doit alimenter constamment la cuve à niveau constant du carburateur. Cette alimentation est obtenue par trois procédés :

1° Par pesanteur ;
2° Par pression ;
3° Par aspiration.

1° *Alimentation par la pesanteur.* — Il suffit dans ce cas que le niveau inférieur du réservoir à essence soit constamment au-dessus du niveau de la cuve du carburateur, même dans les plus fortes déclivités que la voiture peut avoir à franchir.

Le réservoir est alors soit placé sous le siège du conducteur, soit fixé sur la planche située derrière le moteur.

2° *Alimentation par pression.* — Lorsque le réservoir à essence est placé plus bas que le carburateur, ce qui est le cas lorsqu'il est fixé à l'arrière de la voiture, il faut que l'essence monte jusqu'à la cuve du carburateur ; on emploie alors soit la pression, soit l'aspiration. Dans le dispositif par pression (fig. 1208), une pompe à air, mue par le moteur, comprime l'air à la partie supérieure du réser-

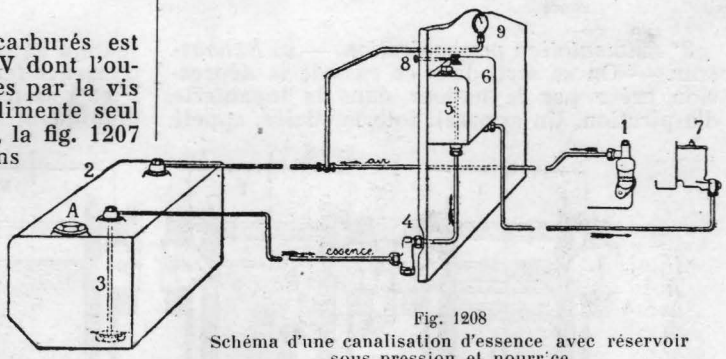


Fig. 1208
Schéma d'une canalisation d'essence avec réservoir sous pression et nourrice

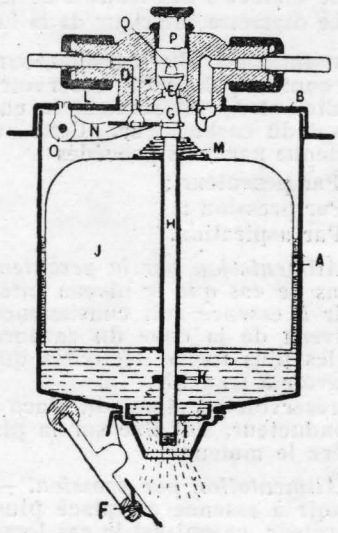
1	Pompe à air	6	Réservoir intermédiaire
2	Réservoir principal	7	Carburateur
3	Tuyau de départ	8	Pointeau d'entrée d'air
4	Filtre	9	Manomètre
5	Tuyau d'arrivée d'essence au reservoir intermédiaire	A	Bouchon de remplissage

voir d'essence 2 hermétiquement clos. Sous l'effet de cette pression, l'essence est refoulée dans le tuyau 3 qui alimente le carburateur. Pour le départ, le moteur ne pouvant fournir la pression nécessaire, une pompe à main, placée à portée du conducteur, permet de comprimer l'air dans le réservoir à essence. Un autre dispositif permettant de supprimer cette pompe à main et représenté par la figure 1208, consiste à intercaler entre le réservoir principal 2 et le carburateur, un petit réservoir intermédiaire 6 plus haut que la cuve à niveau constant.

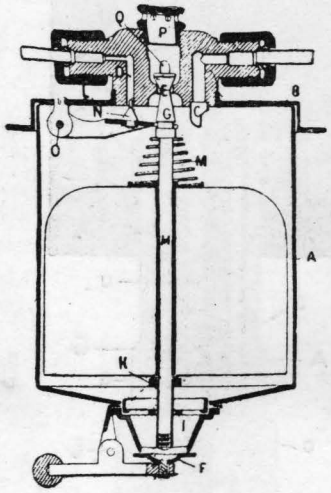
Ce réservoir, appelé « *nourrice* » se remplit automatiquement pendant la marche et sert à alimenter le moteur pour le départ, jusqu'à ce que la pression fournie par la pompe

à air soit suffisante pour faire monter l'essence jusqu'à la nourrice. Un manomètre, placé devant le conducteur, indique la pression d'air dans le réservoir à essence.

Cet appareil est placé à l'intérieur d'une nourrice, en général de faible capacité. Il se compose d'une cuve A à l'intérieur de laquelle se trouve un flotteur J ; cette cuve présente à sa partie inférieure l'orifice de départ d'essence fermé par une soupape à contrepoids F et à sa partie supérieure trois orifices communiquant respectivement :



Echappement



Aspiration

Fig. 1209 et 1210 — Coupe de l'exhausteur Weymann

A Cuve
B Couvercle
C Arrivée d'essence
D Prise de vide
E Prise d'air
F Soupape d'évacuation d'essence
G Pointeau d'air
H Tige d'air
I Guide de tige
J Flotteur (en liège)
K Butée inférieure
M Ressort conique
N Levier
O Axe de levier
P Arrivée d'air extérieur
Q Tube d'air communiquant avec la nourrice

3° *Alimentation par aspiration.* — *a*) *Exhausteur.* — On se sert, dans ce cas, de la dépression créée par le moteur dans la tuyauterie d'aspiration. Un appareil intermédiaire, appelé «*exhausteur*» disposé entre le réservoir à essence et le carburateur à un niveau plus élevé que ce dernier, aspire l'essence par intermittence. Nous allons décrire le fonctionnement de l'exhausteur Weymann (fig. 1209 et 1210).

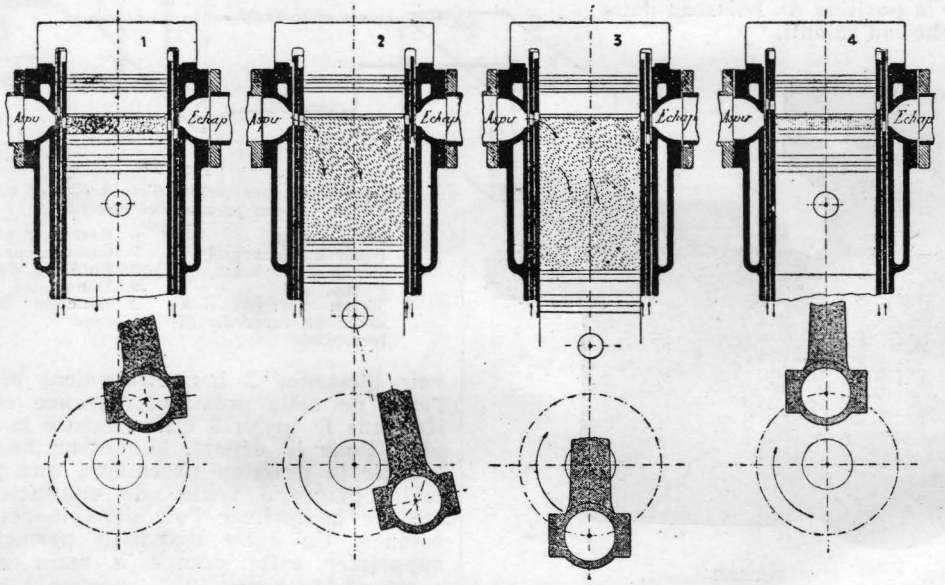


Fig. 1211 — Positions successives des lumières de distribution

l'un D avec le tuyau d'aspiration du moteur ;

le deuxième E avec l'air extérieur ;

le troisième C avec le réservoir d'essence principal.

Le fonctionnement de cet appareil comprend deux périodes :

Période d'aspiration : la cuve A étant vide d'essence, le flotteur J repose sur la butée K solidaire de la tige H ; le pointeau G ouvre le tube D et permet ainsi l'aspiration de l'air contenu dans la cuve ; par suite de cette dépression, l'essence du réservoir est aspirée et arrive par la tubulure C.

Période d'échappement. Le niveau de l'essence en montant dans la cuve A entraîne le flotteur J qui, à un certain niveau et par l'intermédiaire du ressort M décolle brusquement le pointeau G et par le pointeau N ferme le tube D. La pression atmosphérique s'établit dans la cuve A et l'essence qui y est contenue s'écoule dans la nourrice ; le flotteur en s'abaissant de nouveau ferme E, ouvre D et le cycle recommence.

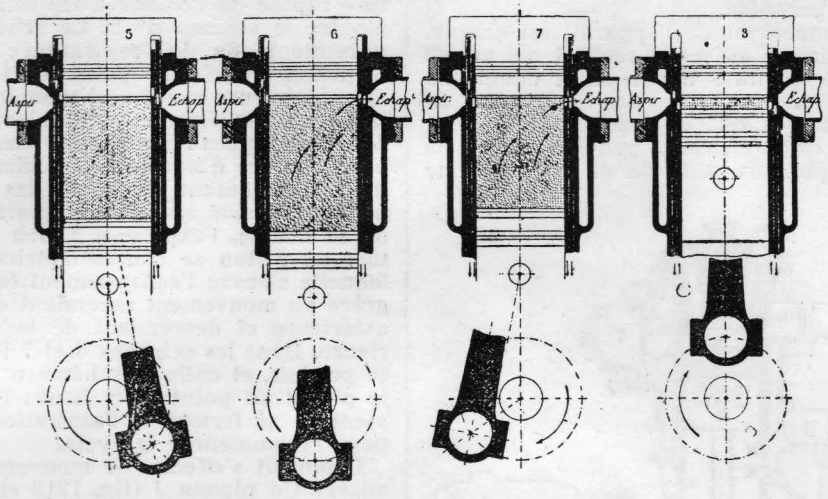


Fig. 1212 — Positions successives des lumières de distribution

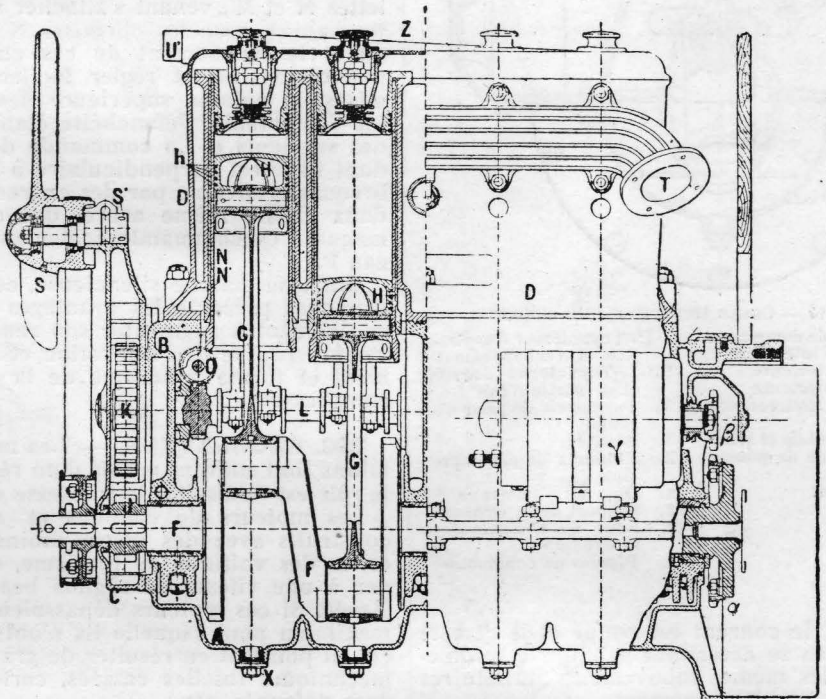


Fig. 1213 — Coupe longitudinale du moteur 16 HP. sans soupapes, Panhard et Levassor

A Carter inférieur ou cuvette
B Carter supérieur
C Carter de chaîne
D Cylindre
E Culasse
e Segments de culasse
F Vilebrequin
G Bielle
H Piston
h Segments de piston
J Pignon de chaîne
K Roue de chaîne
L Arbre à excentriques
M Biellette de commande de chemise

b) Pulsateur électrique. — Il a l'avantage d'être simple et peu encombrant. C'est une pompe aspirante et refoulante magnétique fonc-

tionnant sur le courant de la batterie, elle est placée sur la tuyauterie d'essence entre le réservoir et le carburateur. Le débit horaire de cet appareil est d'environ 45 litres. Si la consommation momentanée du moteur était trop forte pour un pulsateur, on peut en mettre deux ou trois en parallèle.

Le fonctionnement de l'appareil est simple. Un électro-aimant attire un soufflet qui aspire une certaine quantité d'essence et comprime un ressort antagoniste. Les contacts en tungstène sont établis de façon que l'action magnétique reste efficace pendant toute la période d'aspiration. A la fin de cette période

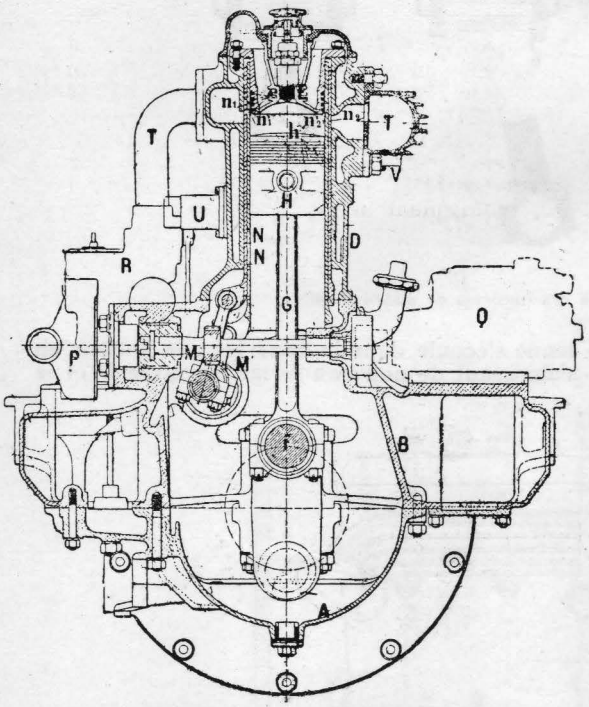


Fig. 1214 — Coupe transversale du moteur

M, M' Biellette de commande de chemise intérieure
N, Chemise extérieure
N', Chemise intérieure
n^1, n^2, n'^1, n'^2 Lumières des chemises
O, Roue hélicoïdale et arbre de commande de pompe et magnéto
P, Pompe à eau
Q, Magnéto
R, Carburateur
S, Ventilateur
T T', Tuyauteries d'aspiration et d'échappement
U U', Tuyauteries d'arrivée et de sortie d'eau
V, Tuyauterie de prise d'air chaud
Y, Bougies
Z, Robinets de décompression
x, Dynamo d'éclairage
B, Support de la dynamo
y, Roue de commande de la dynamo
d, Pignon de commande

d'aspiration, le courant est coupé et le ressort antagoniste en se détendant produit le refoulement. Puis les mêmes mouvements pulsatoires se reproduisent identiquement.

295. MOTEUR SANS SOUPAPES. — Il existe aujourd'hui un grand nombre de moteurs sans soupapes. Bornons-nous à décrire ici l'un d'eux : le moteur sans soupapes Panhard et Levassor. Les soupapes sont remplacées par deux chemises mobiles situées entre le piston et le cylindre et qui viennent découvrir les orifices d'admission et d'échappement. Pour en comprendre le fonctionnement, examinons les figures 1211 et 1212, le schéma n° 1 représente la position des chemises du piston et du vilebrequin au commencement du temps d'aspiration : pendant que la chemise extérieure descend, la chemise intérieure monte, ces deux mouvements déterminant l'ouverture rapide de l'orifice d'aspiration comme le montre le schéma n° 2. Le schéma n° 3 représente la fin de l'aspiration ; pendant que le piston franchit le point mort bas, la chemise intérieure continue à monter pendant que la chemise extérieure termine son mouvement descendant pour remonter également, obstruant ainsi l'orifice d'aspiration, pendant que le piston en remontant comprime les gaz (schéma n° 4). Le piston arrivant à la partie supérieure de sa course, l'explosion a lieu et fait effectuer au piston sa course motrice à la fin de laquelle s'ouvre l'échappement (schéma n° 5), grâce au mouvement ascendant de la chemise extérieure et descendant de la chemise intérieure. Dans les schémas 6 et 7 l'échappement se produit, et enfin le schéma n° 8 représente le piston au point mort haut : l'échappement vient de se fermer et l'aspiration va s'ouvrir pour recommencer le cycle.

Comment s'effectue le mouvement des chemises? Un pignon J (fig. 1213 et 1214) calé à l'extrémité du vilebrequin, commande par une chaîne la roue K, qui a un nombre de dents double de celui du pignon J. Cette roue K est calée par l'arbre à excentriques L. Ce sont ces excentriques qui, par l'intermédiaire des biellettes M et M', venant s'attacher sur des oreilles venues avec les chemises N et N', provoquent le mouvement de ces chemises. Pour pouvoir visiter et régler facilement les chemises, la culasse supérieure des cylindres E est démontable, l'étanchéité étant assurée par des segments e. La commande de la magnéto, dont l'axe est perpendiculaire à celui du vilebrequin, s'effectue par des engrenages hélicoïdaux O. Le même arbre, qui commande la magnéto Q, commande également la pompe à eau P.

Outre sa marche silencieuse, ce moteur sans soupapes présente les avantages suivants, qui contribuent à augmenter son rendement : ouverture rapide de l'aspiration et de l'échappement et forme sphérique de la chambre de compression.

296. REGULATEUR. — Les moteurs de camions sont souvent munis d'un régulateur dont le rôle est de limiter leur vitesse de rotation.

Les moteurs de camions et de tracteurs, construits avec des pièces moins légères que celles des voitures de tourisme, doivent tourner à une vitesse de régime beaucoup moins élevée. Si ces moteurs dépassaient une vitesse maximum pour laquelle ils n'ont pas été conçus, il pourrait en résulter de graves accidents mécaniques (bielles cassées, carters et cylindres défoncés, etc.).

En principe, le régulateur se compose de deux contrepoids fixés sur une pièce animée d'un mouvement de rotation et qui, par un système de leviers et de renvois, commandent un papillon placé dans la tubulure d'aspiration entre le carburateur et le moteur.

Lorsque la vitesse de rotation augmente, les contrepoids, en s'écartant sous l'action de la force centrifuge, ferment le papillon, diminuant ainsi la quantité de mélange carburé

admis dans le moteur et par conséquent sa puissance et sa vitesse. Dans le régulateur Renault, représenté en Q sur la figure 1180, les contrepoids sont fixés sur la roue dentée de commande d'arbre à cames; un ressort contrarie l'effet de la force centrifuge et lorsque celle-ci diminue, ramène les contrepoids vers leur position de repos.

297. EMBRAYAGE. — Il existe un grand nombre de systèmes d'embrayage; nous nous bornerons à décrire les plus employés aujourd'hui.

Embrayage à cône. — La figure 1215 représente l'embrayage à cône Chenard et Walker. Le volant du moteur, fixé à l'extrémité de l'arbre manivelle, présente, sur sa face arrière, une surface conique à faible inclinaison (partie femelle). Contre cette surface peut venir s'appliquer une portion de cône (partie mâle) solidaire de l'arbre qui pénètre dans la boîte de changement de vitesse.

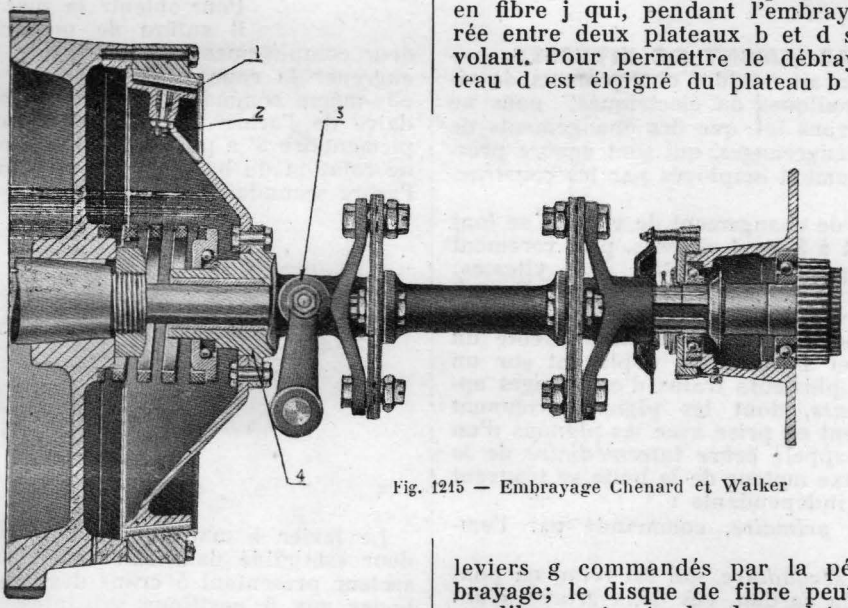


Fig. 1215 — Embrayage Chenard et Walker

Le cône mâle est garni de cuir sur la partie qui vient en contact avec le cône femelle. Normalement, un ressort à spirales maintient le cône mâle (4) appliqué sur le cône femelle; les deux cônes sont alors solidaires et tournent ensemble : la voiture est embrayée. Pour débrayer, le conducteur, en appuyant sur la pédale de débrayage, pousse, par l'intermédiaire de deux galets (3), le cône mâle vers la gauche, en comprimant le ressort à spirales; les deux cônes, ainsi séparés, peuvent avoir une vitesse relative différente.

L'élasticité seule du cuir interposé entre les deux parties coniques ne suffit pas à donner à l'embrayage une progressivité suffisante. Pour l'obtenir, un certain nombre de taquets (1), placés sous le cuir et poussés par de petits ressorts à spirales, font faire au cuir de légères saillies qui, au moment de l'embrayage viennent les premiers frotter contre le cône femelle avant que toute la surface du cône en cuir soit en contact. Etant données les brusques variations de vitesse auxquelles est soumis le cône mâle, il est indispensable que cette pièce, toujours d'assez grand diamètre, ait une inertie aussi faible que possible; pour atteindre ce but, elle est construite en aluminium ou en tôle et autant que possible évidée.

L'embrayage qui vient d'être décrit, dont la pointe du cône est dirigée vers l'arrière de la voiture, est appelé « embrayage à cône inverse ». Lorsque la pointe du cône est dirigée vers l'avant du véhicule, l'embrayage est dit « à cône direct »; il faut alors, pour débrayer, tirer le cône vers l'arrière.

Embrayage à plateau. — Ce système d'embrayage peut être à plateau unique, comme dans les voitures Panhard et Levassor (fig. 1224), ou à plateaux multiples, comme dans la 15 HP Lorraine-Dietrich.

Dans l'embrayage Panhard et Levassor, un disque en tôle h, fixé sur l'arbre de la boîte de changement de vitesse porte une couronne en fibre j qui, pendant l'embrayage, est serrée entre deux plateaux b et d solidaires du volant. Pour permettre le débrayage, le plateau d est éloigné du plateau b à l'aide des leviers g commandés par la pédale de débrayage; le disque de fibre peut alors tourner librement entre les deux plateaux; au contraire, lorsque la pédale d'embrayage n'agit plus, le disque d, poussé par les ressorts f, comprime la couronne de fibre et l'entraîne.

Embrayage à disques (fig. 1216).—Un manchon extérieur M, solidaire du volant V, porte intérieurement un certain nombre de cannelures; un deuxième manchon intérieur M', pouvant coulisser sur un arbre carré a, entraînant l'arbre primaire de la boîte, porte des cannelures extérieures; entre ces deux manchons sont disposés un certain nombre de disques d en tôle d'acier : les disques de rang pair, par exemple, seront découpés suivant le profil 1 indiqué par la fig. 1216 et seront par conséquent toujours entraînés par le manchon extérieur; les disques de rang impair, présentant le profil 2, seront au contraire entraînés par le manchon intérieur. Lorsque, par la pression du ressort R, les disques seront comprimés, par le frottement ainsi provoqué, les disques pairs entraîne-

ront les disques impairs, c'est-à-dire que le moteur entraînera l'arbre primaire de la boîte des vitesses. Pour bien fonctionner, les embrayages à disques doivent toujours être garnis d'huile fluide.

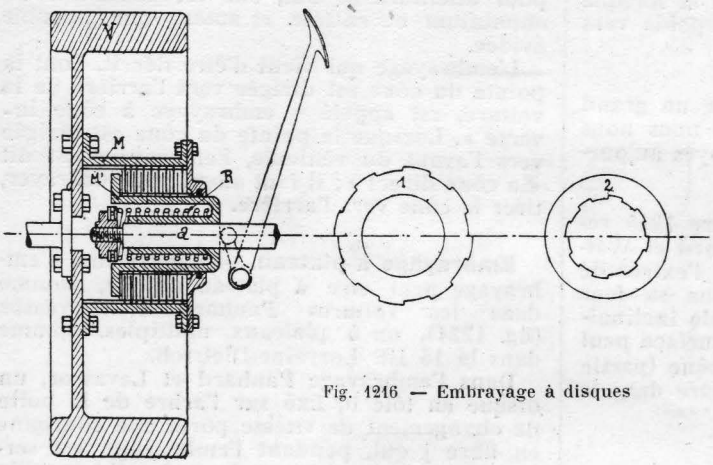


Fig. 1216 — Embrayage à disques

298. CHANGEMENT DE VITESSES. — Bien que l'on ait fait des changements de vitesses hydrauliques ou électriques, nous ne nous occuperons ici que des changements de vitesses par engrenages, qui sont encore presque exclusivement employés par les constructeurs.

Les boîtes de changement de vitesses se font généralement à 3 ou 4 vitesses, plus rarement et pour les petites voiturettes, à 2 vitesses; elles comprennent toujours une marche arrière. Le changement de vitesse et de marche se commande par un levier situé à côté du conducteur et s'obtient en déplaçant sur un arbre un ou plusieurs trains d'engrenages appelés *baladeurs,* dont les pignons viennent successivement en prise avec les pignons d'un autre arbre appelé *arbre intermédiaire* de la boîte. Sur l'axe moteur de la boîte se trouvent deux arbres indépendants :

1° *l'arbre primaire,* commandé par l'embrayage;

2° *l'arbre secondaire,* qui est réuni au pont arrière par la cardan, ces deux arbres ayant le même axe de rotation, mais étant indépendants au point de vue vitesses de rotation. Les baladeurs peuvent être portés, soit par l'arbre primaire, soit par l'arbre secondaire.

Pour faciliter le passage d'une vitesse à une autre, les constructeurs arrondissent l'extrémité des dents des engrenages qui doivent venir en prise : c'est ce que l'on appelle donner de *l'entrée* aux dents.

Décrivons quelques changements de vitesses parmi les principaux systèmes employés.

1° Changement de vitesses à 3 vitesses par un seul train baladeur (fig. 1217). — L'arbre primaire 1, réuni à l'embrayage, porte le pignon 4, constamment en prise avec la roue 4', solidaire de l'arbre intermédiaire 3; l'ensemble de ces deux pignons constitue le *renvoi de mouvement.* L'arbre secondaire 2 porte le baladeur, et est entraîné par lui au moyen de 4 cannelures. Quand le baladeur occupe la position indiquée par la figure, la boîte est en première vitesse, le mouvement renvoyé par les pignons 4 et 4' à l'arbre intermédiaire est transmis par les pignons 7 et 7' à l'arbre secondaire. En poussant le baladeur vers la gauche, la roue 7 quitte le pignon 7', puis un peu plus loin le pignon 6 vient engrener avec la roue 6': nous sommes alors en deuxième vitesse ; continuant le mouvement du baladeur vers la gauche, l'engrenage 6 abandonne le pignon 6', puis les dents 5', taillées à l'intérieur de la roue 6, viennent s'emboîter dans les dents correspondantes 5, solidaires du pignon 4, réalisant ainsi la troisième vitesse ; cette troisième vitesse est encore appelée ***prise directe,*** parce que le mouvement se transmet de l'arbre primaire à l'arbre secondaire sans l'intermédiaire d'aucun renvoi. Quand le baladeur est en prise directe, l'arbre primaire 1 et l'arbre secondaire 2 tournent à la même vitesse et tout se passe comme s'ils étaient d'une seule pièce. Pour obtenir la marche arrière, il suffira de pousser le baladeur complètement vers la droite, de façon à engrener la roue 7 avec la roue 8', qui est elle-même commandée par le pignon 8, solidaire de l'arbre intermédiaire; la roue supplémentaire 8' a pour effet de changer le sens de rotation du baladeur et par conséquent de l'arbre secondaire.

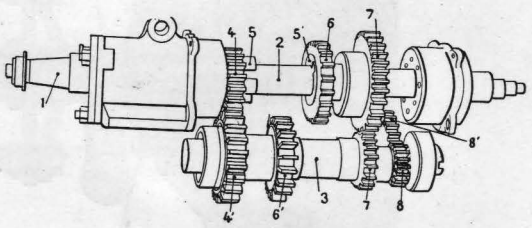


Fig. 1217

Le levier à main qui commande le baladeur est guidé dans son mouvement par un secteur présentant 5 crans destinés à fixer le levier aux 5 positions suivantes, d'avant en arrière : marche arrière, point mort, première vitesse, deuxième vitesse, troisième vitesse.

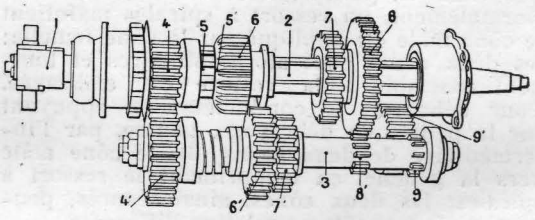


Fig. 1218

2° Boîte à 4 vitesses et 2 baladeurs (fig. 1218). — Le renvoi de mouvement s'opère par les pignons 4 et 4'. L'arbre secondaire 2 porte deux baladeurs: celui de droite donne la première vitesse quand les engre-

nages 8 et 8' sont en prise, et la deuxième vitesse par les engrenages 7 et 7'; celui de gauche porte le pignon de troisième vitesse 6 venant engrener avec 6' et les dents de prise directe 5. La marche arrière s'obtient par

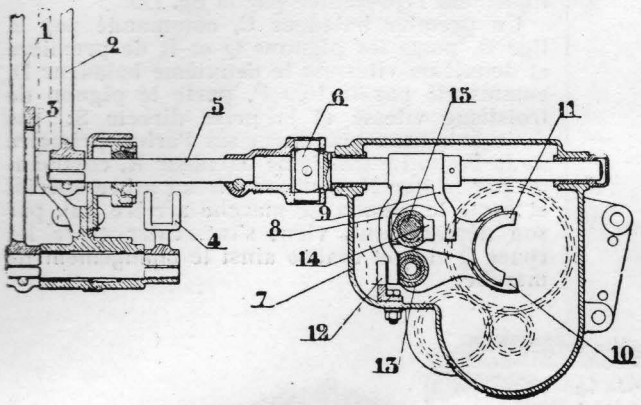


Fig. 1219 — Dispositif de commande des fourchettes de baladage du changement de vitesse

1 Levier à main de frein
2 Levier à main des vitesses
3 Secteur de frein
4 Levier de commande de frein
5 Axe du levier à main des vitesses
6 Axe du levier double de commande des fourchettes
7 Bâti de l'appareil
Levier de commande de la fourchette de 2e, 1re vitesses et marche arrière
9 Levier de commande de la fourchette de 3e vitesse et prise directe
10 Fourchette de commande de 2e, 1re et marche arrière
11 Fourchette de commande de 3e vitesse et prise directe
12 Equerre de guidage du levier de commande des :
13 Clabotage d'entraînement de la fourchette de 2e, 1re vitesses et marche arrière
14 Clabotage d'entraînement de la fourchette de 3e vitesse et prise directe
15 Axe de commande de la palette de frein sur l'appareil

l'engrènement du pignon 8, complètement poussé vers la droite, avec le pignon intermédiaire 9', qui est lui-même constamment en prise avec le pignon 9. Chacun des deux baladeurs est respectivement commandé par

gitudinal, peut encore se déplacer latéralement, entraînant dans ce mouvement les deux leviers 8 et 9 : quand le levier 2 est poussé vers la droite (position représentée sur la figure), le levier 8 vient se placer dans une

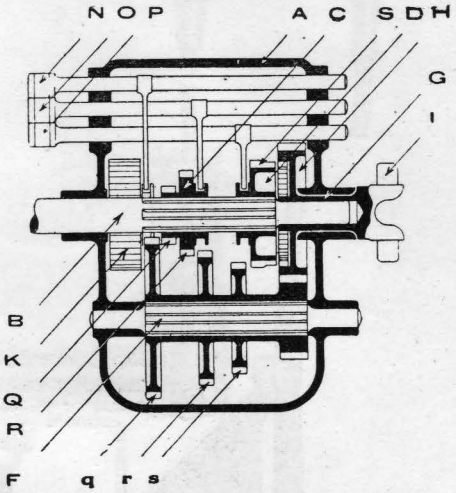


Fig. 1220 — Schéma de la boîte de vitesse Renault

A Carter
B Arbre primaire
C Baladeur des 1re et 2e vitesses
D Baladeur des 3e et 4e vitesses
F Arbre intermediaire
G Arbre secondaire
H Roue réceptrice du train en prise
I Té de cardan
K Pignon de marche arrière
N Axe de commande de marche arrière
O Axe de commande des 1re et 2e vitesses
P Axe de commande des 3e et 4e vitesses
Q Pignon de 1re vitesse
q Roue de 1re vitesse
R Pignon de 2e vitesse
r Roue de 2e vitesse
S Pignon de 3e vitesse et prise directe
s Roue de 3e vitesse

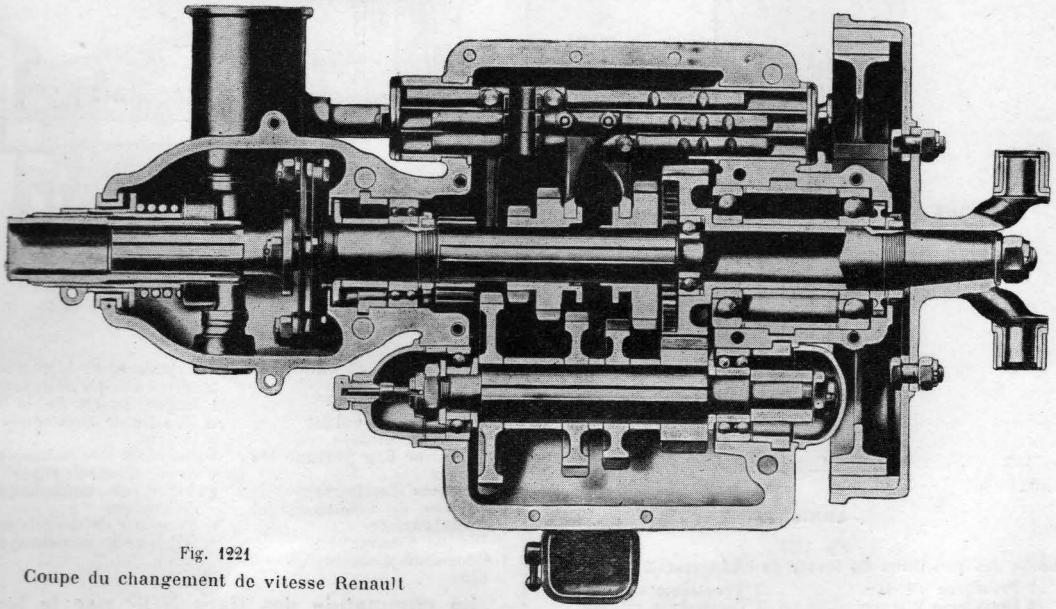


Fig. 1221
Coupe du changement de vitesse Renault

une fourchette. La commande (fig. 1219) s'opère par le levier à main de changement de vitesse 2, qui, outre son dépacement lon-

encoche de la fourchette 10, qui commande le baladeur de première et deuxième vitesses et marche arrière; le levier 2 étant poussé vers

la gauche de la figure, le levier 8 échappe l'encoche de la fourchette 10, qu'il ne commande donc plus pendant que le levier 9 se place dans l'encoche de la fourchette 11 de commande du baladeur de troisième et quatrième vitesses. Chaque fourchette possède un dispositif d'arrêt destiné à l'immobiliser dans chacune des positions qu'elle peut occuper.

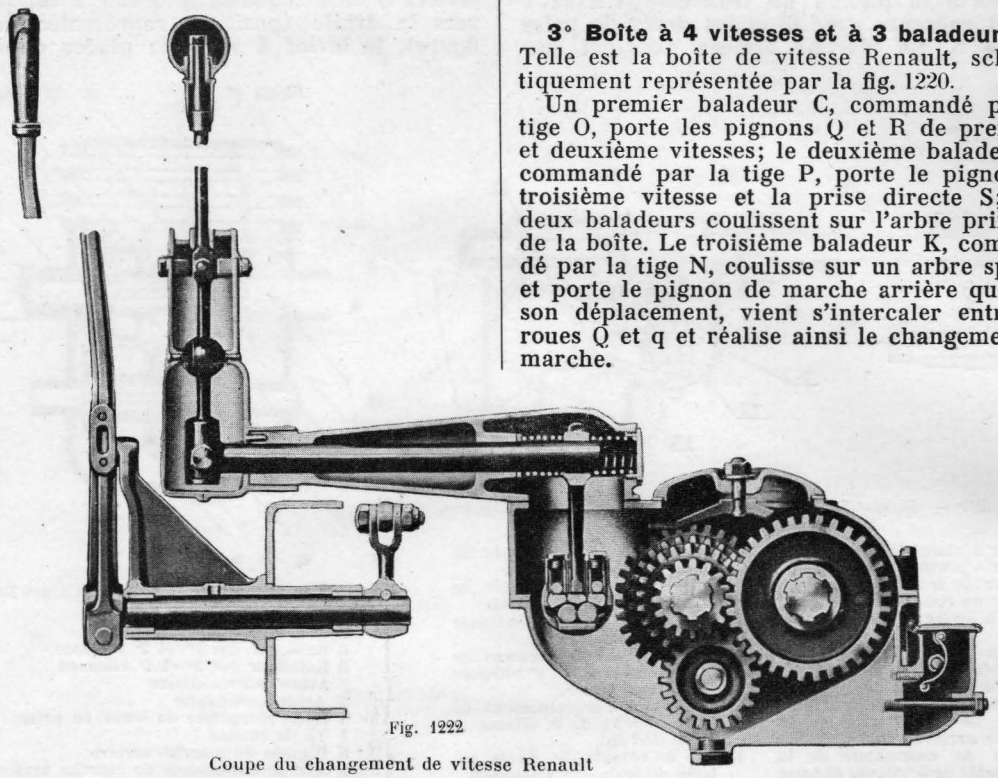


Fig. 1222

Coupe du changement de vitesse Renault

3° Boîte à 4 vitesses et à 3 baladeurs. — Telle est la boîte de vitesse Renault, schématiquement représentée par la fig. 1220.

Un premier baladeur C, commandé par la tige O, porte les pignons Q et R de première et deuxième vitesses; le deuxième baladeur D, commandé par la tige P, porte le pignon de troisième vitesse et la prise directe S; ces deux baladeurs coulissent sur l'arbre primaire de la boîte. Le troisième baladeur K, commandé par la tige N, coulisse sur un arbre spécial et porte le pignon de marche arrière qui, par son déplacement, vient s'intercaler entre les roues Q et q et réalise ainsi le changement de marche.

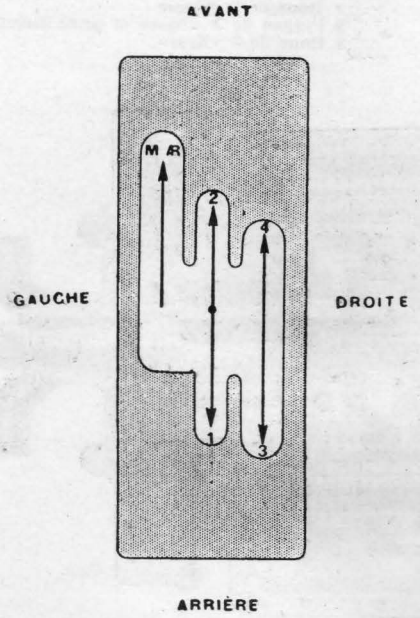


Fig. 1223

Schéma des positions du levier de changement de vitesse

1 Première vitesse — 3 Troisième vitesse
2 Deuxième vitesse — 4 Quatrième vitesse
MAR Marche arrière

La fig. 1221 représente la coupe réelle de la boîte, dans laquelle on retrouve tous les organes figurant sur la coupe schématique.

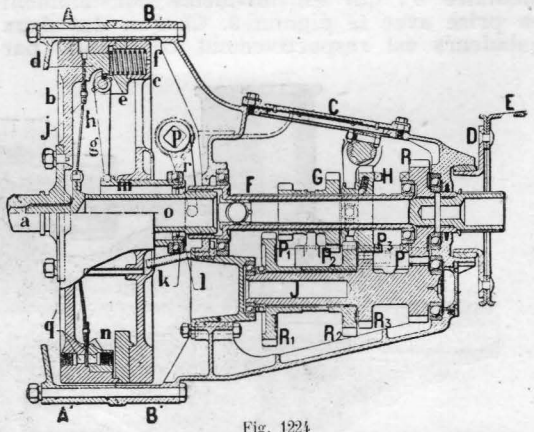


Fig. 1224

Embrayage et boîte de vitesse Panhard et Levassor

a Vilebrequin
b Volant du moteur
c Couvercle du volant
d Couronne mobile
e Couronne fixe portant les leviers
f Ressorts d'embrayage
g Leviers de commande et de débrayage
h Disque d'embrayage
i Couronne d'embrayage en fibre
k Butée à billes de débrayage
l Bague d'arrêt de la butée
m Douille de commande des leviers
n Ressorts des poussoirs
o Arbre d'entraînement
p Arbre de commande de débrayage
q Poussoir de décollage
r Fourchette de débrayage

La commande des tiges NOP par le levier à main est située près du conducteur; elle est représentée par la fig. 1222.

Ce levier est guidé dans ses déplacements par une « grille » représentée par la fig. 1223.

4° Changement de vitesses à 4 vitesses et 3 baladeurs Panhard et Levassor (fig. 1224 et 1225). — L'arbre primaire porte deux baladeurs : les engrenages P et R constituent le renvoi; P_1 et R_1, en prise, donnent la première vitesse; P_2 et R_2, la deuxième; P_3 et R_3 la troisième, et enfin la prise directe. La marche arrière constituant le troisième baladeur s'obtient par l'interposition du train d'engrenages T entre les pignons de première vitesse. La commande des vitesses s'opère de la façon suivante (fig. 1226): le levier à main A est oscillant autour du point fixe G; dans son mouvement d'oscillation latéral, il peut venir se mettre en prise avec l'un des deux leviers H ou H', dont le premier commande, par l'intermédiaire d'un tube transversal J et d'un

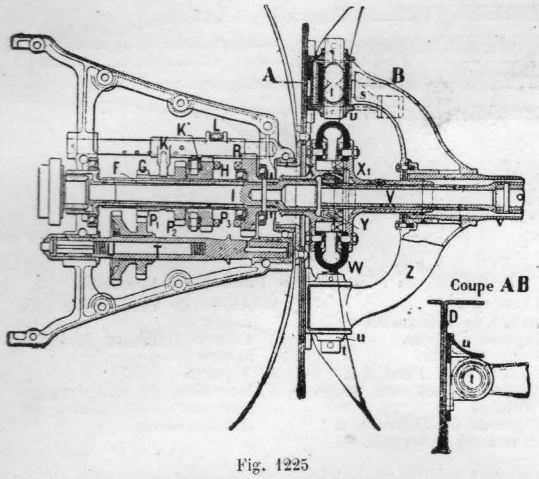


Fig. 1225

A A' Carters supérieur et inférieur du moteur
B B' Carters supérieur et inférieur du changement de vitesses
C C' Regards
D Supports arrière du changement de vitesses
E Traverse double formant support du changement de vitesses
F Arbre primaire
G Train baladeur double portant les pignons des 1re et 2e vitesses
H Train baladeur à griffes
I Arbre portant la roue de transmission
J Arbre secondaire
K Fourchette de commande du train baladeur de 1re et 2e vitesses
K' Fourchette de commande du train baladeur des 3e et 4e vitesses
L Levier de 1re et 2e vitesses
P Pignon de transmission
P_1 P_2 P_3 Pignons de 1re, 2e et 3e vitesses
R Roue de transmission
R_1 R_2 R_3 Roues de 1re, 2e et 3e vitesses
S Fourchette de marche A R
T Arbre de marche A R
U Ressort de marche A R
V Arbre de transmission du pont A R
X X Manchons de transmission
Y Douille de centrage
Z Fourche de poussée
s Douille élastique
t Axe de la fourche
u Support de fourche
v Cône de poussée

deuxième levier L, la fourchette K du baladeur de première et deuxième vitesses et dont le deuxième H', claveté sur le tube J', concentrique au tube J, commande par un autre levier la fourchette K' du baladeur de troisième et quatrième vitesses.

299. TRANSMISSIONS. — L'ensemble des transmissions qui réunissent la boîte de changement de vitesses aux roues arrière s'appelle *pont arrière*. Cette transmission peut être à chaîne ou à cardan.

Cardan. — Examinons d'abord la transmission à cardan : elle comprend généralement un ou deux joints de cardan, un arbre longitudinal réunissant la boîte à l'essieu arrière, un jeu d'engrenages coniques destiné à transmettre le mouvement aux arbres de commande des roues motrices par l'intermédiaire d'un différentiel, enfin les moyeux arrière et les roues. D'autre part, le pont arrière doit transmettre au châssis l'effort de propulsion provoqué par la rotation des roues et résister au *couple de renversement* du pont : ce couple est créé par la réaction de la couronne dentée sur son pignon; il tend à faire tourner le pont arrière autour de l'axe des roues, dans le sens contraire à la rotation des roues, quand le moteur provoque l'avancement de la voiture, et dans l'autre sens quand on freine.

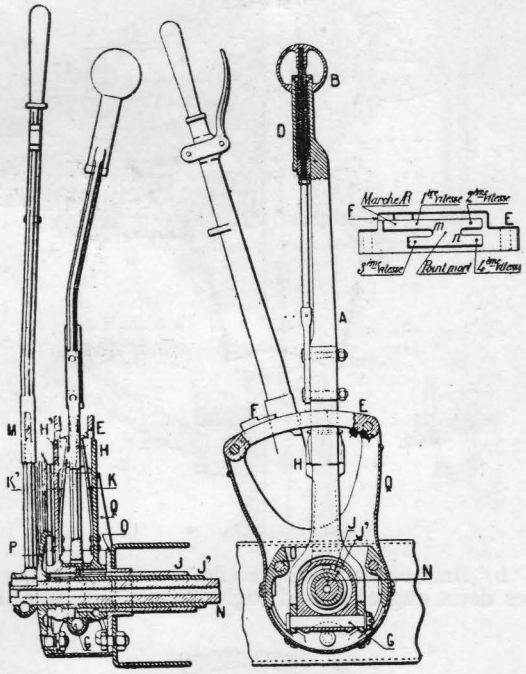


Fig. 1226 — Commande des leviers à main

A Levier à main de commande de changement de vitesses
B Boule de manœuvre. Un cliquet tiré par la boule en marche arrière permet le dégagement du renflement F au secteur
D Ressort de rappel du cliquet
E Secteur de changement de vitesses
G Axe d'articulation du levier de changement de vitesses
H Levier d'encliquetage de 1re, 2e vitesses et marche arrière
H' Levier d'encliquetage de 3e et 4e vitesses
J Arbre de commande de 1re, 2e vitesses et marche arrière
J' Arbre de commande des 3e et 4e vitesses
K K' Ressorts de verrouillage des leviers d'encliquetage
M Secteur de commande des freins
N Arbre de commande de frein
O Support porte-secteur
P Porte-secteur
Q Protecteur

Pont arrière Panhard et Levassor. — Ce pont se compose :

1° De tubes ou cônes extérieurs formant carter et dont le rôle est de transmettre les efforts de poussée, de résister au couple de renversement et de supporter les ressorts.

2° Des organes de transmission contenus dans les tubes précédents, et qui ont pour mission de transmettre aux roues les mouvements de rotation.

L'ensemble formé par les carters extérieurs, se composant du cône longitudinal, du carter de pont et des cônes transversaux, est rigide dans son ensemble; il est articulé à l'arrière de la boîte de vitesse autour des axes t (fig. 1225).

Les organes intérieurs se composent :

a) De l'arbre de transmission longitudinal V (fig. 1225), qui est réuni à l'arbre secondaire de la boîte de vitesses par un joint souple W appelé « Flector ».

c) Du différentiel. Nous avons vu précédemment le rôle de cet organe. Il se compose de quatre petits pignons coniques F appelés satellites, qui peuvent tourner autour de quatre axes fixés dans le boîtier du différentiel; ces quatre pignons engrènent avec deux autres pignons coniques G appelés planétaires, et qui sont solidaires chacun de l'un des arbres transversaux H. La fig. 1229 représente un différentiel Renault, montrant les positions relatives des différents pignons.

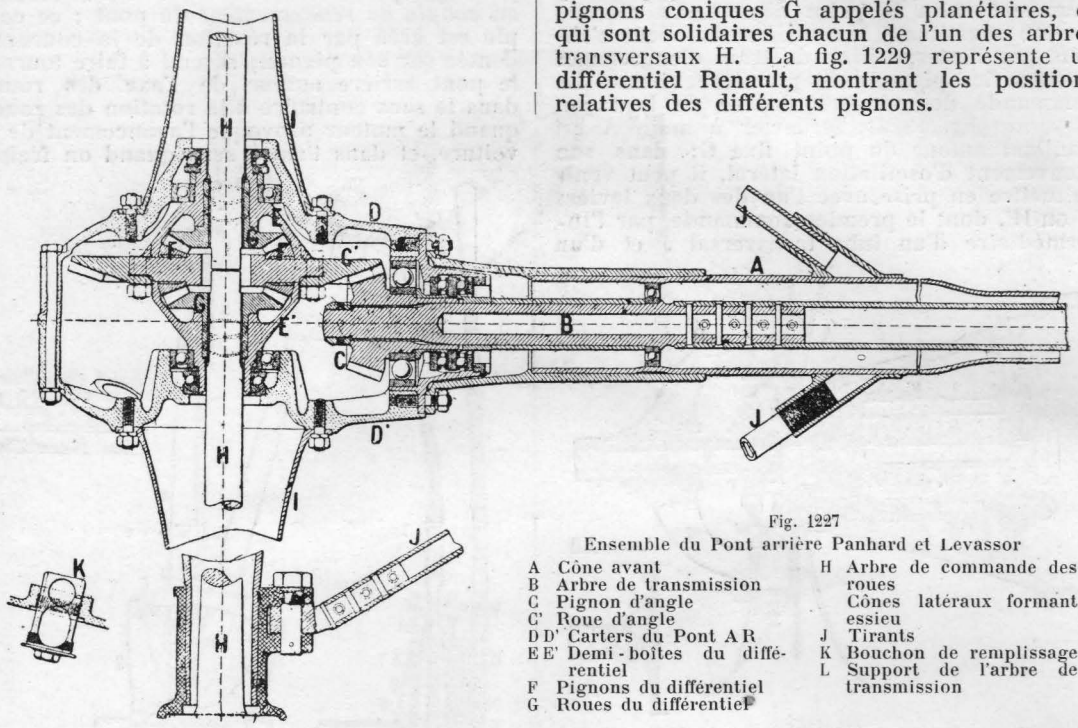


Fig. 1227
Ensemble du Pont arrière Panhard et Levassor

A Cône avant
B Arbre de transmission
C Pignon d'angle
C' Roue d'angle
D D' Carters du Pont A R
E E' Demi-boîtes du différentiel
F Pignons du différentiel
G Roues du différentiel
H Arbre de commande des roues
Cônes latéraux formant essieu
J Tirants
K Bouchon de remplissage
L Support de l'arbre de transmission

b) Du couple conique (fig. 1227) formé par les deux engrenages d'angles C et C', le pignon C étant fixé rigidement à l'extrémité B de l'arbre longitudinal. Sur la couronne dentée C' est boulonné le boîtier EE1 du différentiel.

d) Des deux arbres transversaux H, à l'extrémité R desquels (fig. 1227) sont fixées les roues Y.

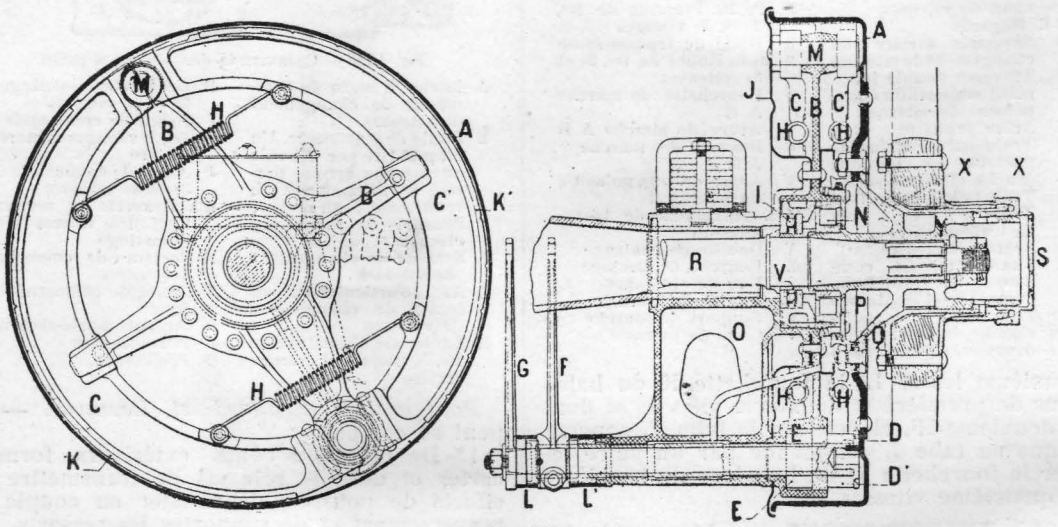


Fig. 1228

A Tambour de frein
B Support de mâchoires
C C' Mâchoires de frein
D, D', E, E' Cames
F Levier de commande (frein au pied)
G Levier de commande (frein à main)
H Ressort de rappel des mâchoires
I Butée à billes
J Disque de fermeture
K Segments de frein
L L' Protecteurs de commande
M Axe d'articulation des mâchoires
N Roulement à rouleaux
O Support de ressort et de frein
P Bouchon de retenue
Q Pare-huile
R Arbre de différentiel
S Chapeau de roue
X X' Cônes de centrage de la roue
Y Moyeu de roue

Dans le pont arrière décrit ci-dessus, les arbres transversaux, commandés par les pignons planétaires, portent directement les

roues; dans ce cas, la démultiplication du couple conique doit être assez grande (elle est généralement comprise entre 1/3 et 1/4. Certains constructeurs ont intercalé entre le différentiel et les roues un démultiplicateur intermédiaire.

et 1233), l'ensemble du différentiel est supporté par le châssis du véhicule, faisant ainsi partie des organes suspendus.

Dans ce cas, les roues sont commandées par des arbres transversaux à cardan à chacune de leur extrémité.

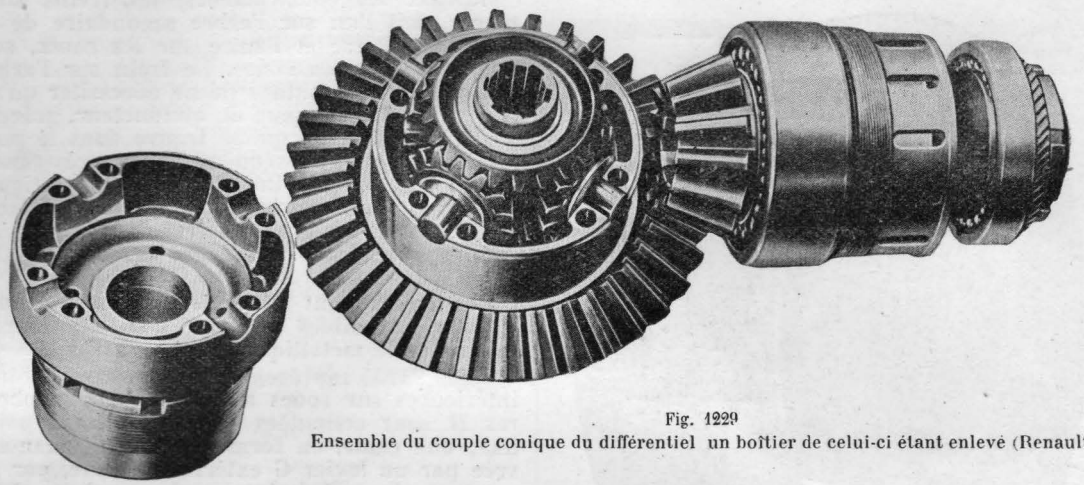


Fig. 1229
Ensemble du couple conique du différentiel un boîtier de celui-ci étant enlevé (Renault)

Pont arrière Chenard et Walker. — Dans le pont Chenard et Walker (fig. 1230), cette démultiplication est disposée dans le moyeu des roues arrière.

L'essieu porteur, à l'extrémité duquel se trouvent les fusées des roues, est plein; les arbres moteurs, placés parallèlement à côté de cet essieu, sont terminés d'un côté par les planétaires du différentiel, et de l'autre par des pignons droits qui engrènent avec des engrenages intérieurs solidaires des moyeux des roues.

Transmission par vis hélicoïdale. — La transmission du mouvement entre l'arbre longitudinal et le différentiel peut se faire soit

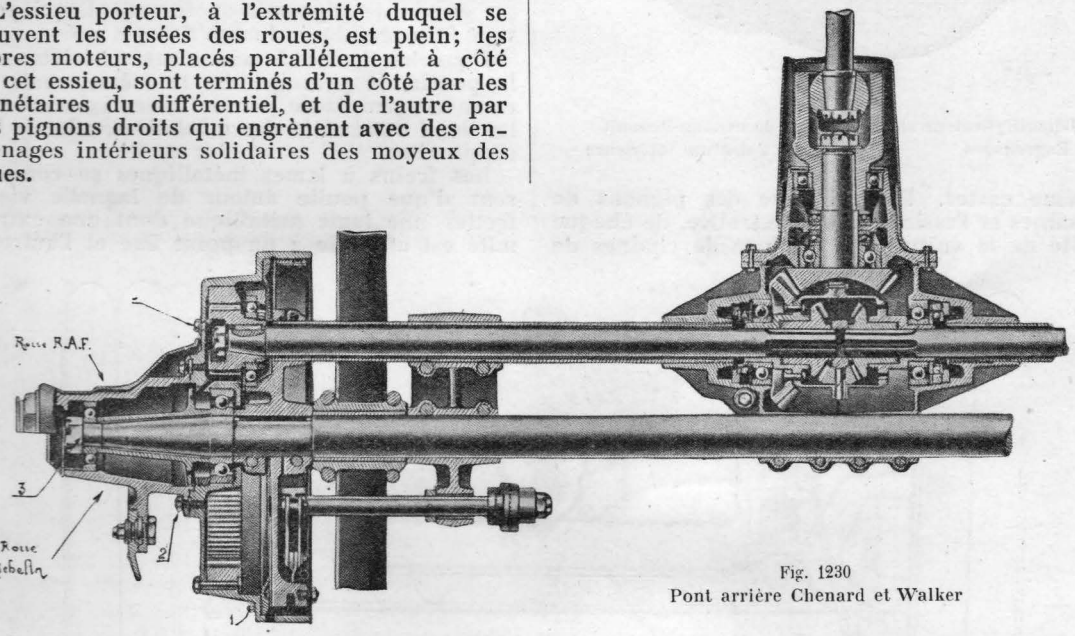


Fig. 1230
Pont arrière Chenard et Walker

Pont arrière des camions Renault (fig. 1231). — Dans les camions Renault, la démultiplication est obtenue dans les moyeux des roues arrière par trois pignons intermédiaires recevant le mouvement d'un pignon situé à l'extrémité de l'arbre transversal et le transmettant à une couronne à denture intérieure solidaire de la roue.

Pont arrière des tracteurs Latil. Dans les ponts arrière que nous venons d'examiner, l'ensemble du différentiel est supporté par l'essieu arrière; il fait donc partie des organes non suspendus. Dans certains types de véhicules, le tracteur Latil, par exemple (fig. 1232

par engrenages coniques, comme dans les ponts que nous venons d'examiner, soit comme le représente la fig. 1234, par vis hélicoïdale; les pignons d'angle sont alors remplacés par un pignon et une roue à axes perpendiculaires et à denture spéciale.

Transmission par chaînes. — Nous ne dirons que quelques mots sur la transmission par chaînes, de moins en moins employée aujourd'hui sur les voitures. Comme la transmission par cardan, la transmission par chaînes comprend un renvoi de mouvement par pignons d'angles et différentiel à deux arbres transversaux portant à leur extrémité les pi-

gnons de chaînes. L'essieu arrière, venu de forge avec ses fusées, porte les roues sur lesquelles sont fixées les roues de chaîne. Le différentiel étant, comme la boîte de vitesses, fixé au châssis, on peut les réunir d'une façon rigide et on les enferme généralement dans le

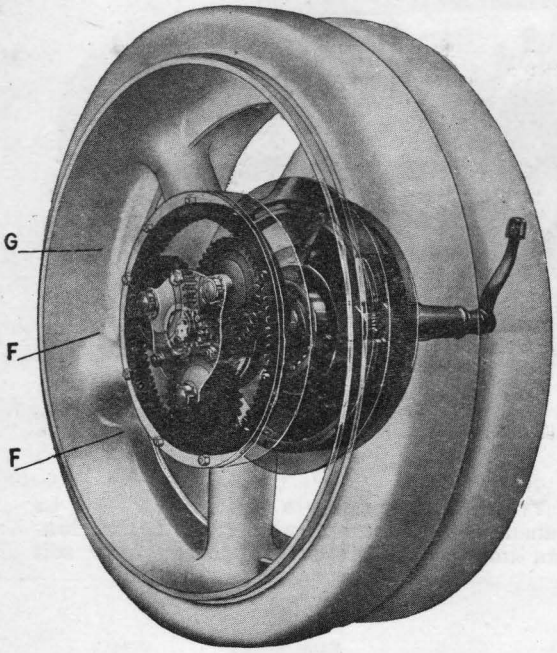


Fig. 1231
Démultiplicateur et roue arrière de camion Renault
F Engrenages G Couronne à denture intérieure

même carter. Entre l'arbre des pignons de chaînes et l'essieu arrière se trouve, de chaque côté de la voiture, un tendeur de chaînes de longueur facilement réglable, destiné à éloigner l'essieu arrière pour tendre les chaînes quand celles-ci s'allongent.

300. FREINS. — Toute voiture automobile doit être munie de deux freins au minimum, complètement indépendants: l'un est commandé par un levier à main situé à côté du conducteur, l'autre est manœuvré par le pied à l'aide d'une pédale.

Suivant les constructeurs, les freins sont placés, soit l'un sur l'arbre secondaire de la boîte de vitesse et l'autre sur les roues, soit tous deux sur les roues. Le frein sur l'arbre secondaire a l'avantage de ne nécessiter qu'un faible effort de la part du conducteur, grâce à la démultiplication qui se trouve dans le pont arrière, et par conséquent d'être très énergique; mais il a l'inconvénient de fatiguer tous les organes situés entre la poulie du frein et les roues arrière, qui reçoivent, par les freinages et les démarrages successifs, des chocs en sens inverse.

Les freins sont généralement, soit à mâchoires extensibles intérieures ou extérieures, soit à bande métallique.

La fig. 1235 représente un frein à mâchoires intérieures sur roues arrière : deux mâchoires H sont articulées chacune en un point fixe; une came, en forme de palette, manœuvrée par un levier G extérieur, écarte, par sa rotation, les mâchoires, qui viennent alors frotter contre la poulie du frein fixée sur les rais de la roue. Les mâchoires sont ramenées à leur position primitive par un ressort J. En général, la partie frottante des mâchoires est garnie de segments en ferrodo I, qui peuvent être remplacés lorsqu'ils sont usés.

Dans les freins à mâchoires extérieures à la poulie, le principe est le même, mais la came est remplacée par un levier agissant sur les deux extrémités des mâchoires, afin de les rapprocher.

Les freins à lames métalliques se composent d'une poulie autour de laquelle vient frotter une lame métallique dont une extrémité est attachée à un point fixe et l'autre à un levier qui a pour but de tendre la lame et de la serrer contre la poulie; comme les mâchoires dans le cas précédent, la lame est

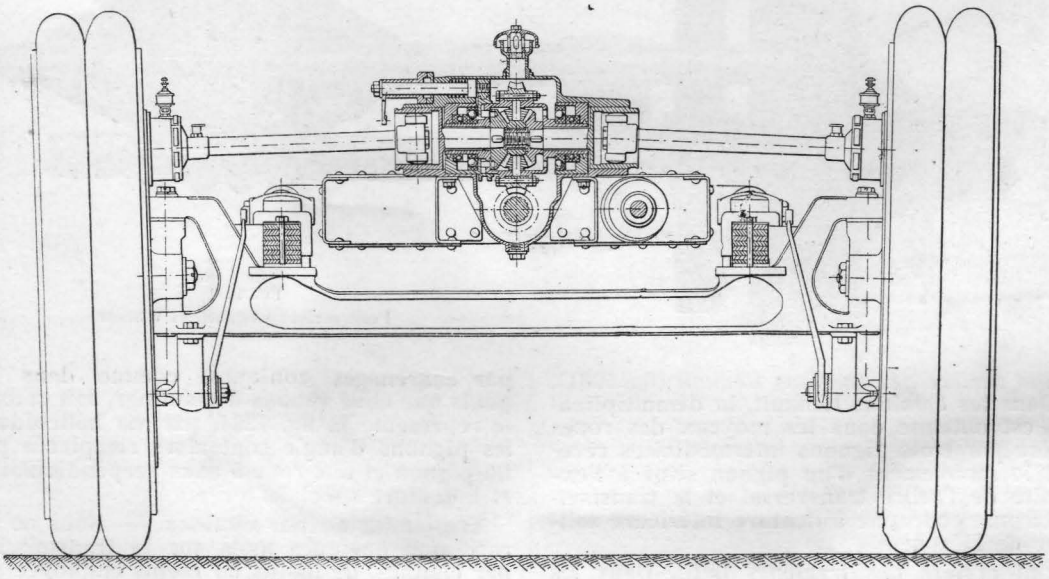


Fig. 1232 — Pont arrière du tracteur Latil

garnie de sabots rapportés. En général, le point fixe de la lame et le point fixe du levier de commande sont les mêmes.

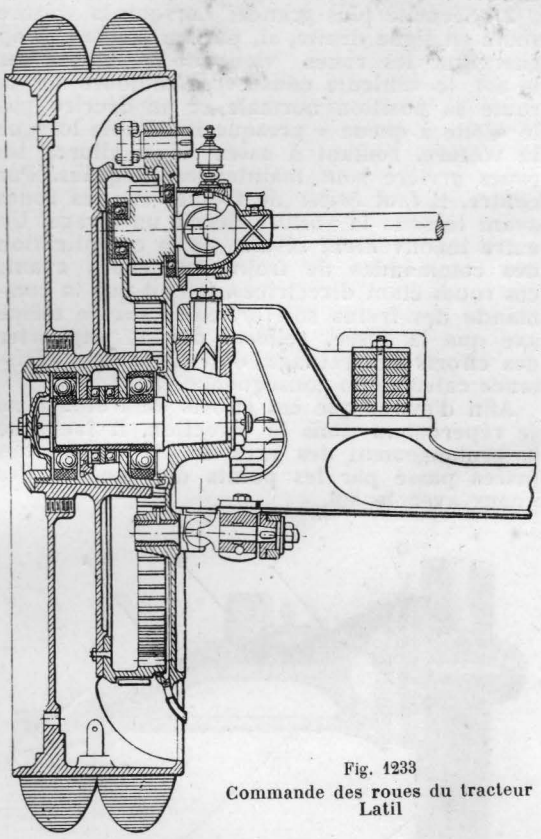


Fig. 1233
Commande des roues du tracteur Latil

une même poulie O (fig. 1236) et côte à côte, deux paires de mâchoires H' et H" extensibles, ayant le même point fixe K et commandées par

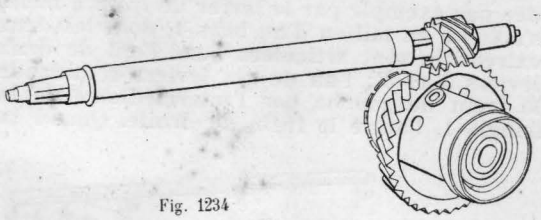


Fig. 1234

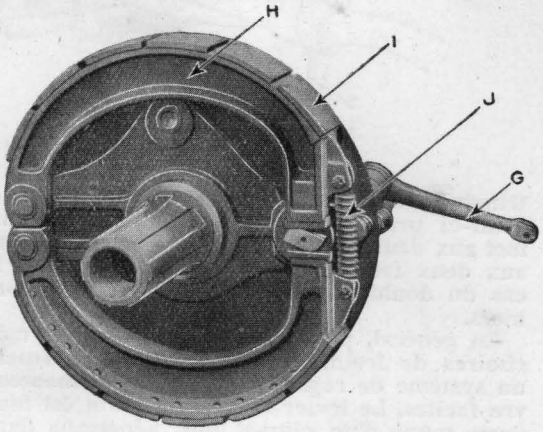


Fig. 1235 — Frein sur roue Renault

G Levier d'attaque du frein
H Mâchoires
I Segments rapportés
J Ressort de rappel

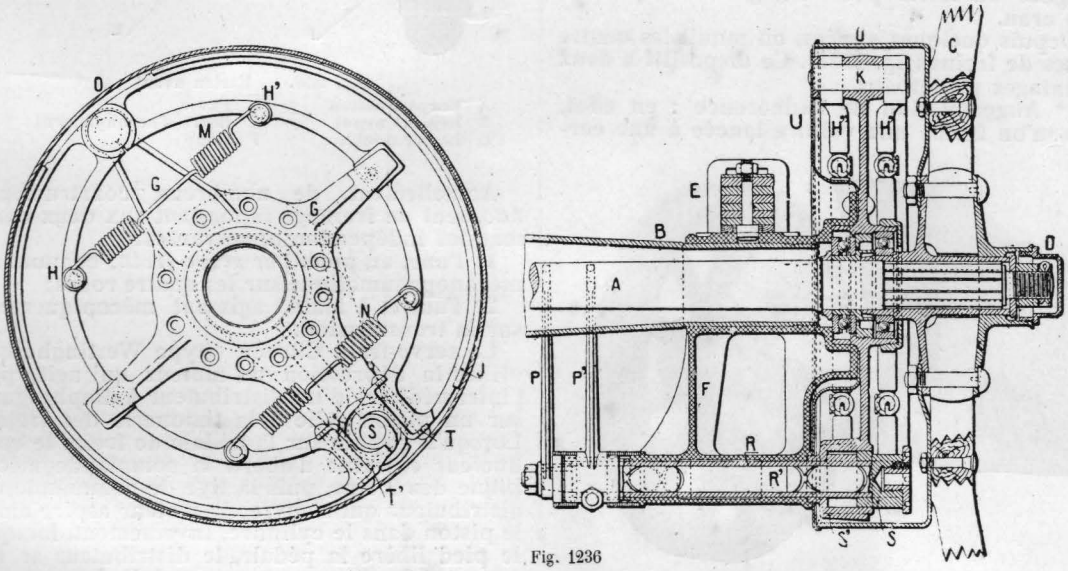


Fig. 1236
Ensemble des freins *(Panhard et Levassor)*

A Arbre du différentiel
B Tube du pont A R
C Roue A R
D Chapeau de roue
E Ressort de suspension
F Support de ressort et de frein
G Support des mâchoires
H H' H" Mâchoires de frein
J Segments des mâchoires
K Axe des mâchoires
M Ressort supérieur de rappel des mâchoires
N Ressort inférieur de rappel des mâchoires
U Disque de fermeture
O Tambour de frein
P Levier de commande (frein à main)
P' Levier de commande (frein à pied)
R Arbre porte-leviers (frein au pied)
R' Arbre porte-leviers (frein à main)
S S' Cames
T T' Garnitures de mâchoires

Dans le cas de double frein sur les roues arrière, certains constructeurs montent sur deux cames S et S', à tiges concentriques R et R'.

La commande des freins arrière doit être telle que les deux freins serrent également; pour cela, on emploie un dispositif appelé *palonnier* (fig. 1237) : la tringle 5, commandée par exemple par le levier de frein à main, s'attache au milieu d'un bras 4, dont les deux extrémités sont articulées dans l'œil de deux leviers 3 et 3'; l'un de ces leviers commande le frein de gauche par l'intermédiaire de la tringle 1, l'autre le frein de droite. Quand la

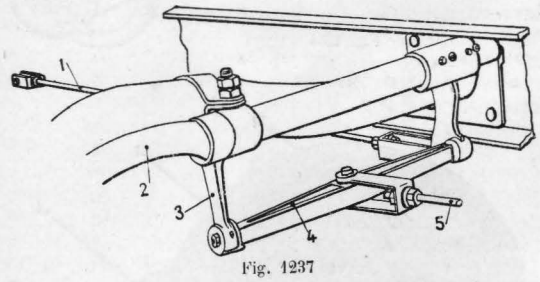


Fig. 1237

tringle 5 tire sur le levier compensateur 4, celui-ci prend une position telle qu'il transmet aux deux leviers 3 et 3', et par conséquent aux deux freins, deux efforts égaux. Dans le cas du double frein, on dispose deux palonniers.

En général, pour rattraper l'usure des mâchoires de frein, les constructeurs prévoient un système de réglage, d'accès et de manœuvre faciles. Le levier de frein à main est toujours muni d'un cliquet qui, pénétrant dans les crans d'un secteur, peut fixer le levier de frein dans une position quelconque; pour desserrer le frein, le conducteur doit agir sur une manette ou sur un bouton situé sur la poignée du levier pour dégager le cliquet de son cran.

Depuis quelques années, on munit les quatre roues de freins (fig. 1238). Ce dispositif a deux avantages principaux :

1° Augmentation de l'adhérence : en effet, lorsqu'on freine une voiture lancée à une cer-

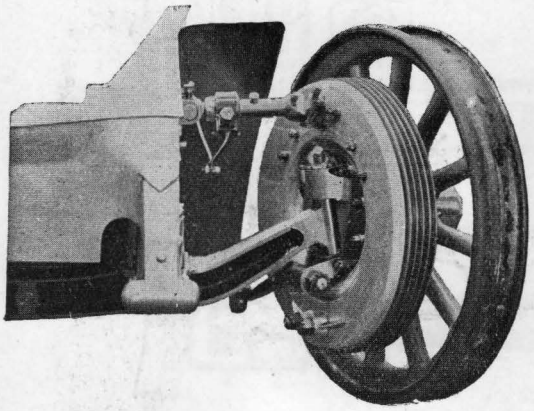


Fig. 1238 — Frein avant Renault

taine allure, l'inertie a pour résultat d'augmenter le poids supporté par le train avant, tandis que le poids sur le train arrière diminue d'autant; ce déplacement de l'effort est créé par le couple de renversement dont nous avons déjà parlé, et peut se constater par une compression des ressorts avant. Par conséquent, l'adhérence des roues avant augmente avec la puissance du freinage, condition excellente pour en obtenir le maximum d'efficacité.

2° Sécurité plus grande. Lorsque la voiture roule en ligne droite, si, par un freinage trop énergique les roues viennent à patiner sur le sol, le véhicule conservera toujours sur la route sa position normale et ne décrira pas le « tête à queue » presque inévitable lorsque la voiture, roulant à assez vive allure, les roues arrière sont maintenues bloquées. Par contre, il faut éviter de freiner sur les roues avant lorsque la voiture décrit un virage. Un autre inconvénient résulte de la complication des commandes de freins sur roues avant; ces roues étant directrices, il faut que la commande des freins soit articulée sur le même axe que la fusée, celle-ci devant supporter des efforts de freinage, doit avoir une résistance calculée en conséquence.

Afin d'éviter que ces efforts de freinage ne se répercutent dans la direction, il faut que le prolongement des axes de pivotement des fusées passe par les points de contact des pneus avec le sol.

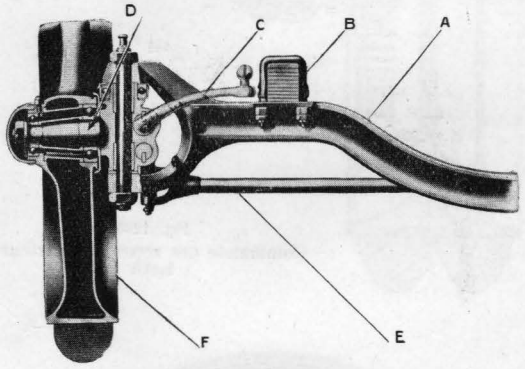


Fig. 1239. — Essieu avant

A	Corps d'essieu	D	Fusée
B	Ressort avant	E	Barre d'accouplement
C	Levier double	F	Roue

Actuellement, de nombreux constructeurs adoptent un freinage répondant aux deux commandes indépendantes suivantes:

1° l'une, au pied, par *servo-frein:* commande mécanopneumatique sur les quatre roues;

2° l'autre, à main, agissant mécaniquement sur la transmission.

Le servo-frein Citroën (type Westinghouse) utilise la dépression du moteur qui agit, par l'intermédiaire d'un distributeur à diaphragme, sur un piston relié à la timonerie des freins. Lorsqu'il appuie sur la pédale de frein, le conducteur entraîne d'abord la commande mécanique des freins, puis la tige de commande du distributeur qui s'ouvre: le moteur aspire alors le piston dans le cylindre. Inversement, lorsque le pied libère la pédale, le distributeur se referme et le desserrage se produit, la pression atmosphérique se rétablissant dans le cylindre. On voit que le but du servo-frein est de permettre l'action complète des freins et sans effort pour le conducteur.

301. DIRECTION. — Comme nous l'avons déjà vu, les roues avant sont directrices et peuvent tourner autour de deux axes verticaux appelés pivots, situés aux deux extrémités de

l'essieu avant. La figure 1239 nous montre une coupe d'un moyeu avant de camion Renault. L'ensemble d'une direction se compose des organes suivants (fig. 1240) : volant de direction A (fig. 1241) qui, elle, commande le levier d'attaque de la fusée d'essieu C et fait ainsi mouvoir la roue droite.

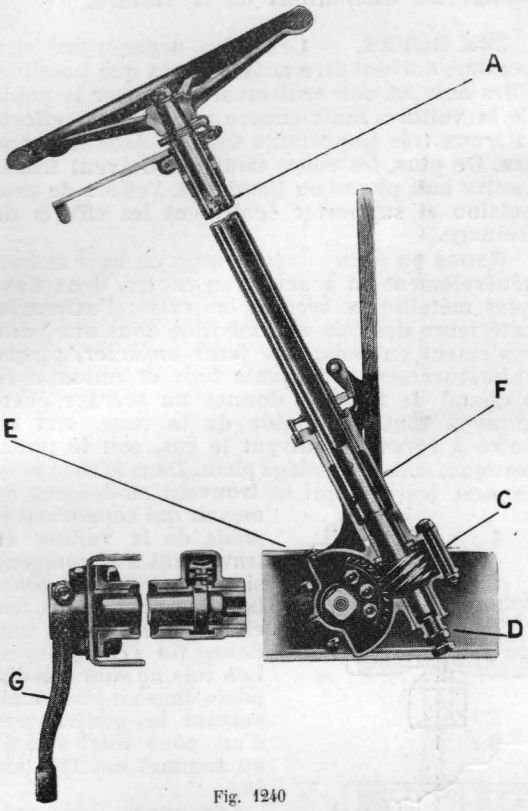


Fig. 1240

Direction, coupe en élévation *(Renault)*

A Tube de commande de direction — C Vis sans fin
B Volant de direction — D Vis de serrage
F Carter — E Secteur denté
G Levier de commande de direction

La roue gauche est accouplée à celle de droite par une bielle d'accouplement E, qui s'articule, au moyen de deux axes verticaux, sur deux leviers D solidaires des deux fusées des deux roues. Nous avons vu que, dans un virage, les deux roues avant doivent tourner autour d'un même point: on arrive sensiblement à ce résultat en réalisant, avec les leviers et la bielle d'accouplement, la condition suivante : les deux lignes qui joignent les axes des pivots d'essieu aux axes des bielles d'accouplement doivent, en plan, se rencontrer sur l'essieu arrière. Les angles maximum dont peuvent tourner les roues dans un sens et dans l'autre par rapport à leur position en ligne droite s'appellent les *angles de braquage*, et le rayon du cercle minimum que peut décrire la roue extérieure de la voiture s'appelle *rayon de braquage*. Il y a intérêt à avoir un rayon de braquage le plus faible possible pour faciliter le maniement de la voiture; il faut pour cela augmenter le plus possible les angles de braquage.

Deux dispositifs sont généralement adoptés pour la démultiplication de la commande de direction :

1° *Vis sans fin et secteur* (fig. 1240). Une vis sans fin C, solidaire du tube de direction portant le volant engrène avec un secteur denté E, sur l'axe duquel est claveté le levier de commande de direction G.

2° *Vis et écrou*. Sur une vis solidaire du tube de direction et qui peut tourner sans avancer, se meut l'écrou qui, ne pouvant pas tourner, doit coulisser en entraînant la manivelle; celle-ci fait tourner l'axe sur lequel est fixé rigidement le levier de commande.

L'essieu avant, pouvant osciller par rapport au châssis, il ne faut pas réunir rigidement, par la bielle de commande de direction, le levier de la fusée au levier de commande porté

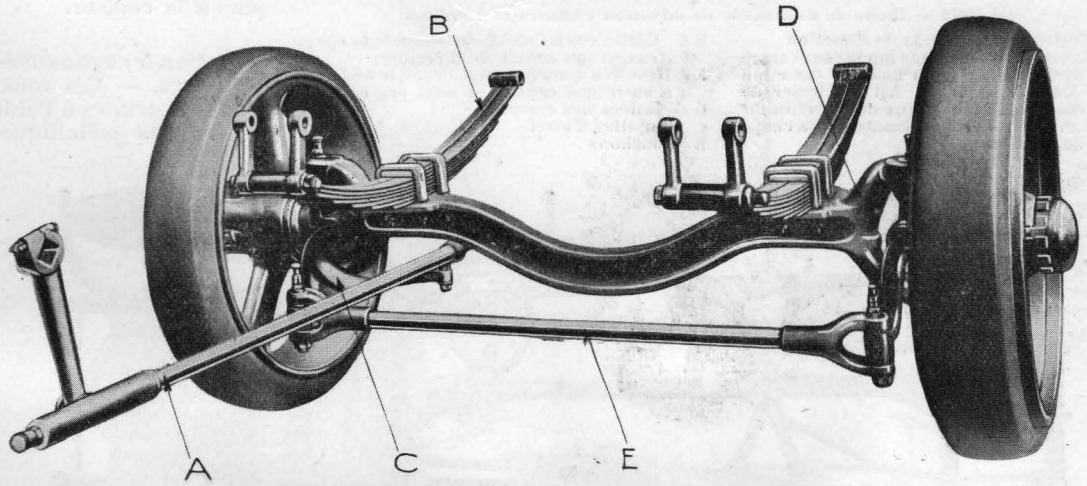


Fig. 1241

tion B, tube de direction A, qui porte le volant à une de ses extrémités et à l'autre une vis sans fin C; les engrenages démultiplicateurs C et E, enfermés dans un carter F, font mouvoir le levier de commande de direction G, lequel attaque la bielle de commande de par le châssis; on doit munir la bielle de commande, articulée généralement sur rotule, de ressorts amortisseurs qui absorbent les chocs dus aux inégalités de la route (fig. 1242).

La direction porte souvent des organes auxiliaires: manette de commande des gaz, ma-

nette d'avance à l'allumage, contact pour arrêter le moteur, etc.

302. SUSPENSION. — La suspension comprend les organes qui, intercalés entre les essieux et le châssis servent à amortir les chocs dus aux dénivellations de la route. D'une bonne suspension dépend d'une part le confort des voyageurs et d'autre part la conservation de tout le mécanisme de la voiture et de sa carrosserie.

Jusqu'à ce jour, presque toutes les suspensions sont constituées par des ressorts à lames d'acier; leur forme et leur disposition sont infiniment variables suivant les constructeurs. On peut néanmoins les classer en :

a) Ressorts latéraux placés près des longerons du châssis ou au-dessous de ceux-ci ; ils ont en général une forme semi-elliptique.

b) Ressorts transversaux, placés dans un plan parallèle aux essieux.

c) Ressorts cantilevers, employés pour les essieux arrière ; dans le type cantilevers, une extrémité du ressort est réunie à l'essieu arrière, l'autre extrémité, ainsi que le point de fixation intermédiaire, étant fixés au châssis. Ces ressorts peuvent être soit parallèles aux longerons du châssis, soit obliques. (Fig. 1243.)

Souvent aux ressorts de suspension sont ajoutés des amortisseurs dont les types sont très nombreux; ils ont surtout pour but de limiter les oscillations de la voiture.

303. ROUES. — Les roues, organes non suspendus, doivent être aussi légères que possible. Elles doivent non seulement supporter le poids de la voiture, mais encore résister aux efforts latéraux très importants surtout dans les virages. De plus, les roues motrices doivent transmettre aux pneus ou bandages, l'effort de propulsion et supporter également les efforts de freinage.

Roues en bois. — Les roues en bois se font généralement en acacia : au centre, deux flasques métalliques serrent les rais : l'extrémité extérieure des rais est emboitée dans une jante également en bois; une jante en acier, placée extérieurement à la jante bois et emmanchée à chaud de façon à donner un serrage énergique à tout l'ensemble de la roue, sert en outre à recevoir, suivant le cas, soit le pneumatique, soit le bandage plein. Dans la roue bois, ce sont les rais qui se trouvent au-dessous du moyeu qui supportent le poids de la voiture en travaillant à la compression. Pour que les roues bois résistent mieux aux efforts latéraux, on leur donne du « carrossage ». Les rais ne sont pas disposés dans un plan, mais suivant les génératrices d'un cône dont l'angle au sommet est très obtus.

Les roues bois présentent quelquefois l'inconvénient de prendre du jeu, surtout lorsqu'elles sont exposées alternativement à l'humidité puis à la chaleur.

Roues à rayons métalliques. — Ces roues sont construites à l'aide de rayons métalliques

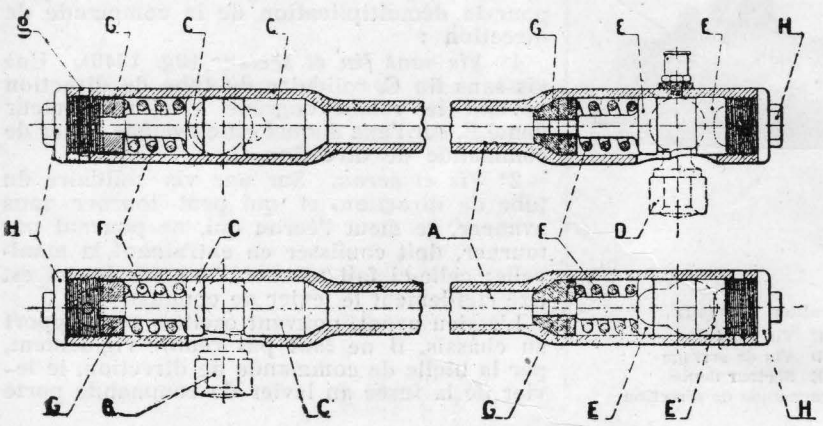


Fig. 1242 — Bielle de commande de direction Panhard et Levassor

A Bielle de commande de direction
B Levier de commande monté sur l'arbre porte-secteur de la boîte de direction
C C' Mâchoires AV et AR du levier de commande (ou grains de direction)
D Levier de direction monté sur la chape de l'essieu
E E Mâchoires AV et AR du levier de la chape d'essieu (ou grains de direction)
F F Ressorts amortisseurs. (Vérifier de temps à autre que ceux-ci ne sont pas cassés)
G G' Butées des ressorts
g Goupilles d'arrêt
H Bouchons

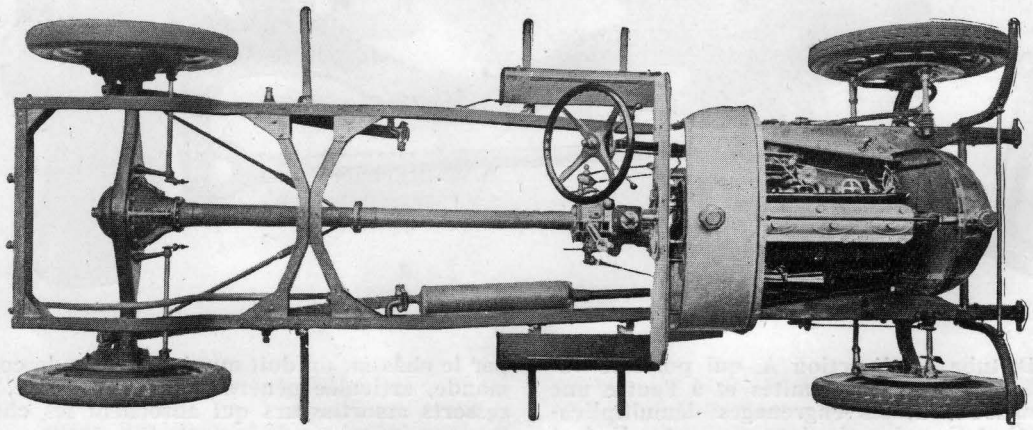


Fig. 1243 — Châssis Lorraine Dietrich (Vue en plan)

tendus entre le moyeu et la jante en acier. Dans ces roues ce sont les rayons situés au-dessus du moyeu qui travaillent à la traction pour supporter le poids de la voiture. Pour que ces roues résistent aux efforts latéraux, il faut les munir d'un moyeu très long de façon à donner aux rayons une obliquité assez grande; cette nécessité rend les roues en fil de fer plus encombrantes que les roues en bois, elles offrent en outre l'inconvénient d'être d'un entretien plus coûteux, leur lavage étant plus long que celui des roues en bois. Par contre, l'humidité et la chaleur n'ont aucune action sur elle.

Roues à disque d'acier. — Elles se composent d'un disque légèrement conique en tôle d'acier emboutie et supportant la jante métallique. Ces roues très en vogue aujourd'hui, ont l'avantage de la simplicité, du peu d'encombrement et sont faciles à entretenir. Elles sont presque toujours fixées sur le moyeu de la roue par 4 à 8 écrous. Leur démontage et leur remontage rapides permettent de les classer parmi les roues amovibles dont nous parlerons plus loin.

Roues en acier embouti. — Ces roues ont l'aspect extérieur des roues en bois dont elles ont tous les avantages, quoique un peu plus lourdes.

roues, la plus essentielle est d'offrir une sécurité absolue.

Pneumatiques et bandages. — Aujourd'hui, même sur les véhicules destinés à porter de très lourdes charges, les bandages en fer sont complètement bannis; leur adhérence est en effet insuffisante. Toutes les roues sont

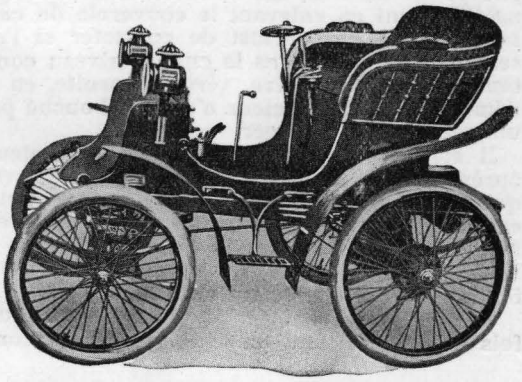


Fig. 1244 — Type ancien de voiture à 2 places

munies sur leur pourtour d'un système élastique: pneumatique ou caoutchouc.

Le pneumatique est le seul employé sur les voitures de tourisme et les camionnettes ;

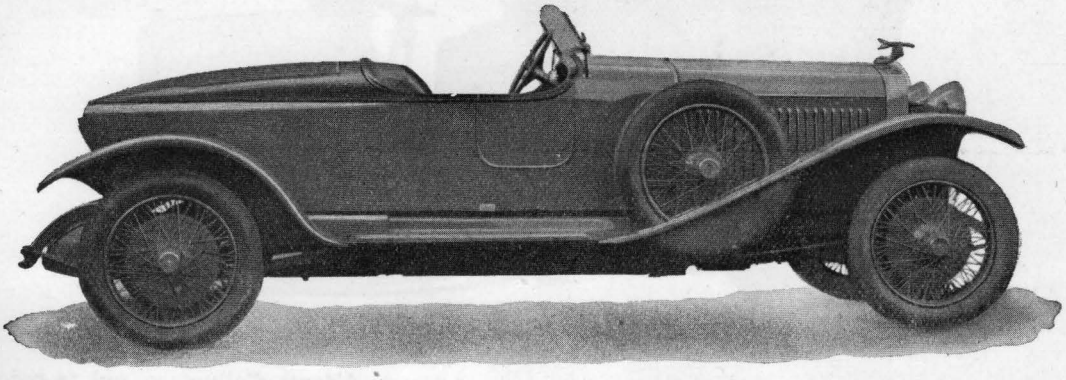


Fig. 1245 — La voiture 2 places «Hispano Suiza»

Roues en acier coulé. — Elles sont exclusivement employées sur les camions ou tracteurs et tendent à remplacer presque complètement les roues bois sur ces véhicules; elles offrent en effet, beaucoup plus de solidité et sont d'une durée illimitée. La figure 1239 représente une roue avant en acier coulé.

Roues amovibles. — Les roues destinées à recevoir des pneumatiques peuvent être soit fixes, soit amovibles. La roue amovible est celle qui pouvant se remplacer très rapidement sur la route, évite au conducteur, en cas de crevaison, le démontage et le remontage d'un pneumatique, opération toujours longue et fastidieuse ; aussi toutes les voitures modernes sont-elles munies de roues amovibles, soit en bois, soit en fil de fer, soit à voile.

Les systèmes de roues amovibles sont multiples ; parmi les qualités demandées à ces

il tend à remplacer le bandage sur les véhicules de poids lourds.

304. TRACTEURS (fig. 1246). — Dans les véhicules que nous venons d'examiner, les roues arrière seules sont motrices et les roues avant directrices.

Lorsque le véhicule est destiné à tirer une charge importante, il prend le nom de tracteur. Pour qu'un tracteur offre le plus grand effort de traction possible, il est indispensable qu'il utilise la totalité de son adhérence sur le sol : ce but est atteint en rendant les quatre roues motrices. Le tracteur est alors dit « *à adhérence totale* ». De plus, afin de rendre les manœuvres plus faciles, la presque totalité des tracteurs lourds ont leurs quatre roues directrices ce qui leur permet de tourner dans un espace très restreint, tels sont les tracteurs Latil, Panhard et Levassor, Renault.

305. PANNES DE L'AUTOMOBILE. — LEURS CAUSES ET LEUR RECHERCHE. — 1° Le moteur s'arrête: Ce phénomène peut provenir, soit d'un arrêt dans l'alimentation d'essence, soit d'un arrêt de l'allumage.

Dans le premier cas, le moteur ne s'arrête qu'après avoir eu plusieurs retours au carburateur, signe caractéristique d'un mélange trop pauvre en essence. La vérification se fait immédiatement en enlevant le couvercle du carburateur, ce qui permet de constater si l'essence arrive bien dans la cuve à niveau constant. Dans l'affirmative, vérifier ensuite, en le démontant, que le gicleur n'est pas bouché par un petit corps étranger.

Il arrive souvent que l'arrêt du moteur, après des retours au carburateur, est provoqué par la présence d'eau dans l'essence. Cette eau, qui ne se mélange pas à l'essence, est facilement visible dans le fond de la cuve à niveau constant; après avoir enlevé le flotteur, il faut l'éponger avec un chiffon.

Si cet inconvénient se produit plusieurs fois de suite, il faut en conclure que le fond du réservoir à essence contient une assez grande quantité d'eau; il faut alors vidanger le réservoir d'essence et séparer par densité l'eau de l'essence avant de remettre celle-ci dans le réservoir.

Pour prévenir cet inconvénient, on se sert pour verser l'essence dans le réservoir, d'un entonnoir spécial appelé « entonnoir séparateur d'eau », qui retient celle-ci; un autre moyen, également très pratique, consiste, en versant l'essence dans le réservoir, à la filtrer à travers une peau de chamois que l'eau ne peut pas traverser.

Dans le cas où l'essence n'arrive pas dans la cuve à niveau constant, bien que le réservoir à essence ne soit pas vide, il faut vérifier, s'il s'agit d'une alimentation par pression, que celle-ci existe toujours (voir le manomètre); s'il s'agit d'un exhausteur, qu'il contient toujours une certaine quantité d'essence, et enfin, si tous les appareils fonctionnent normalement, que le tuyau d'alimentation du carburateur en essence n'est pas bouché.

Lorsque le moteur s'est arrêté sans produire de retours au carburateur, il faut, en premier lieu, incriminer l'allumage. Pour le constater, dévisser une ou plusieurs bougies, que l'on pose sur les cylindres de façon que leur douille métallique soit à la masse et, en les laissant réunies à leur fil respectif, faire tourner le moteur à la main et regarder si les étincelles jaillissent entre les électrodes des bougies. Si aucune étincelle n'est produite, il peut arriver que le fil de masse de la magnéto soit dénudé, et étant en contact avec une partie métallique, mette le courant primaire en court-circuit et supprime ainsi tout allumage. Pour supprimer cet inconvénient possible, détacher le fil de masse de la magnéto et essayer à nouveau de mettre le moteur en marche.

Les autres pannes dues à la magnéto proprement dite ont été examinées dans le chapitre consacré à l'allumage des moteurs.

2° Marche irrégulière du moteur. — Cette marche irrégulière est caractérisée soit par des ratés ou défauts d'allumage, qui se reconnaissent à des irrégularités dans le rythme du moteur, soit par des explosions au carburateur, soit par des explosions dans le pot d'échappement.

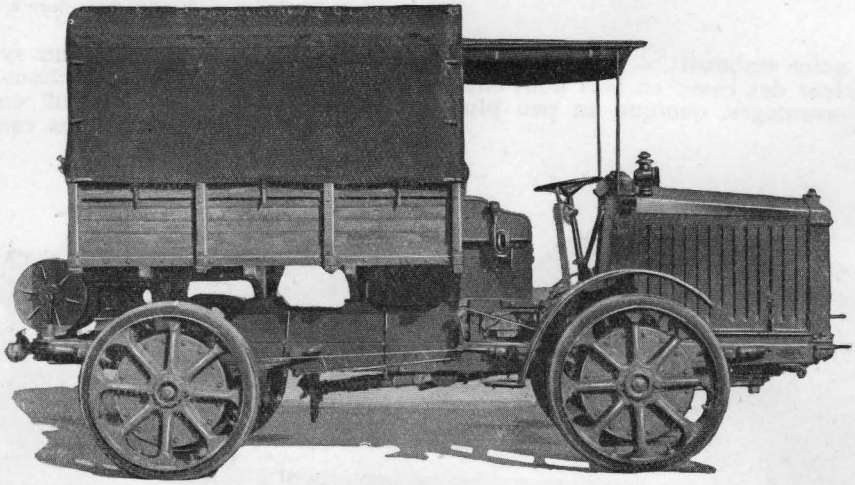


Fig. 1246 — Tracteur Latil

a) *Ratés.* — S'ils se produisent toujours au même cylindre, il y a un manque d'allumage à ce cylindre, dû soit à une mauvaise bougie (électrodes trop écartées ou soudées entre elles) soit à un court-circuit sur le fil secondaire alimentant la bougie.

Lorsque les ratés se produisent d'une manière irrégulière, vérifier la magnéto.

b) *Explosions au carburateur.* — Nous avons vu qu'elles étaient généralement produites par un manque d'essence. Effectuer les vérifications décrites ci-dessus dans le cas de l'arrêt du moteur. S'assurer en outre que le filtre d'essence n'est pas encrassé. Il peut également se produire une aspiration d'air par la tuyauterie d'aspiration : vérifier les joints de cette tuyauterie.

Les explosions au carburateur peuvent également être provoquées par une soupape qui

ferme mal (ressort de rappel cassé, le changer; ou soupape usée : la roder, ou soupape cassée, la changer).

Auto-allumages. — Il arrive parfois, après quelques instants de marche du moteur à pleine allure, que des retours au carburateur se produisent de plus en plus fréquents; après un arrêt de quelques minutes, la marche du moteur reprend normalement, pour donner lieu, au bout de peu de temps, à de nouveaux retours.

Ces phénomènes sont la caractéristique des autos-allumages.

Ceux-ci consistent dans un allumage du mélange gazeux à l'intérieur du cylindre avant le moment normal où il devrait se produire. Ils sont dus à une ou plusieurs bougies dont les électrodes restent incandescentes et enflamment le mélange à un moment quelconque de la compression ou pendant l'aspiration; il faut alors changer la bougie qui produit ces auto-allumages; elle se reconnaît généralement à sa teinte bleue caractéristique d'un échauffement anormal.

Les auto-allumages peuvent également être produits dans les moteurs dont les chambres de compression sont encrassées par des dépôts charbonneux; ceux-ci présentent des points en ignition et enflamment le mélange gazeux; il faut alors faire procéder à un nettoyage des chambres de compression.

c) *Explosions dans le pot d'échappement.* — Ces explosions sont presque toujours la caractéristique d'un mélange carburé trop riche en essence. Cet excès d'essence peut également être constaté par la production, à la sortie du tuyau d'échappement, d'une fumée noire ayant une odeur âcre.

Cet inconvénient est dû à un mauvais fonctionnement du niveau constant provenant :

Soit d'un flotteur percé; s'en assurer en le secouant et en écoutant s'il ne contient pas d'essence; s'il est percé, le changer.

Soit du pointeau, qui ferme mal par suite de la présence d'un corps étranger sur son siège ou par suite de son usure : le roder.

306. TRACTION AVANT. — Ces dernières années on a étudié et mis au point le problème de la traction avant qui consiste à rendre les roues avant motrices tout en étant directrices. Tout se passe, dans ces conditions, comme si la voiture était tirée au lieu d'être poussée.

En partant de l'arrière de la voiture vers l'avant on trouve dans l'ordre suivant: le moteur, l'embrayage, la boîte de vitesses et le différentiel. L'arbre secondaire de la boîte de vitesses porte à son extrémité un pignon engrenant avec la couronne dentée du différentiel: on a donc, par cette disposition, éliminé le système de transmission par cardan universellement employé et qui donne lieu souvent à des vibrations désagréables.

Les roues avant étant directrices et motrices la transmission de l'effort se fait par l'intermédiaire d'un joint universel double qui permet de tourner plus court qu'avec une voiture ordinaire: on arrive à un angle de braquage voisin de 45°.

306 bis. EMPLOI DES GAZOGENES SUR LES AUTOMOBILES. — A la suite de récentes recherches, on est arrivé à alimenter les moteurs d'automobiles par du gaz provenant d'un gazogène, placé sur la voiture. Le problème présentait de sérieuses difficultés en raison du poids et de l'encombrement des appareils nécessaires: générateur, dépoussiéreurs, épurateurs, mélangeur, qu'il a donc fallu étudier pour ce but particulier.

Le combustible choisi de préférence est le charbon de bois qui n'occasionne pas de dépôt de mâchefer, comme le ferait le coke. Les générateurs produisent: soit du *gaz pauvre* (1/8 d'oxyde de carbone, azote, un peu de méthane, un peu d'hydrogène), soit du *gaz mixte,* c'est-à-dire du gaz pauvre et du gaz à l'eau, plus riche en hydrogène que le gaz pauvre seul, et dont le pouvoir calorifique est sensiblement plus grand. Le charbon de bois est allumé au moyen d'un chiffon imbibé d'essence.

En principe, le gaz passe dans une chambre où il se détend et se refroidit, puis il barbote dans l'eau ou dans un mélange de pétrole et d'huile; enfin, il est épuré dans un récipient contenant des rondelles ou copeaux métalliques.

On a reconnu l'intérêt de conserver, en outre du système à gazogène, le carburateur à essence, et d'utiliser ce dernier à la mise en route et pour l'ascension des côtes très dures, car la marche au gaz entraîne une perte de puissance de 20 à 30%. Pendant le temps nécessaire pour obtenir une bonne teneur du gaz — un quart d'heure environ — la voiture fonctionne à essence et le moteur fait tirage sur le générateur; après cette mise en route, on peut passer à l'alimentation au gaz.

Parmi les réalisations actuelles nous pouvons citer: sur les camions et tracteurs automobiles, le gazogène de la Société du Matériel agricole et industriel de Vierzon qui utilise un mélange de ¼ de charbon de bois avec ¾ de bois bien sec; les gazogènes Autogaz et Etia qui donnent du gaz mixte, le gaz pauvre du générateur étant enrichi en hydrogène par décomposition de la vapeur d'eau injectée avec l'air d'aspiration; le générateur dû au chimiste alsacien IMBERT qui présente le très grand intérêt d'un poids et d'un encombrement réduits, et qui a été mis en application par la Société des Automobiles Berliet, aussi bien sur ses véhicules lourds que sur les voitures légères de tourisme où le gazogène est installé à l'arrière dans une poupe épousant les formes fuyantes de la carrosserie.

Il n'est pas douteux que l'utilisation du charbon de bois offre une sérieuse économie sur celle de l'essence, en raison du prix élevé de ce carburant.

306 ter. AUTOMOBILES A ACCUMULATEURS ELECTRIQUES. — Avant de terminer ce chapitre relatif à l'Automobile, nous attirons l'attention sur les véhicules à accumulateurs électriques qui ont pris un très grand développement, du moins pour les voiturettes de livraison, les camionnettes et les camions.

Nous sommes en présence de deux écoles. Certains constructeurs utilisent un châssis spécial et équipent le moteur électrique en vue d'obtenir toute la souplesse exigée par les automobiles. D'autres mettent à profit les perfectionnements de la construction des voitures

avec moteur à essence pour adopter le châssis de ces véhicules avec ses organes principaux: pont arrière, changement de vitesse, embrayage; dans ce cas, au moteur à essence est substitué simplement le moteur électrique solidaire de la boîte de vitesse.

Nous donnons ci-après les principales caractéristiques des voitures de 300 à 500 kg. de charge utile construites par M. Krieger, doyen des constructeurs de véhicules électriques, et qui sont à équipement purement électrique (1re école). La batterie d'accumulateurs a une capacité variant de 205 à 215 ampères-heure sous 85 à 75 volts. Le moteur dont la puissance est de 5,6 chevaux est à l'arrière et attaque le différentiel par pignon d'angle. Le moteur est à excitation compound: l'enroulement shunt est pris sur la batterie et comporte un rhéostat manœuvré par pédale, qui sert au réglage de la vitesse. Quand la pédale est poussée à fond, le circuit de l'excitation dérivée est coupé, et la dynamo fonctionne en moteur série avec son maximum de vitesse; on peut faire varier celle-ci de 650 à 2600 tours par minute. Une manette placée sur le volant de direction permet de décaler les balais, afin d'obtenir le changement de marche.

Parmi les véhicules de la deuxième école, citons par exemple les camions de la maison Berliet, de 5 tonnes de charge utile, équipés avec batterie de 220 ampères-heure sous la tension moyenne de 72 volts. Le châssis est le même que celui du camion à essence avec pont arrière et changement de vitesse à deux rapports de vitesse sans embrayage. Le moteur d'une puissance de 20 chevaux est compound et à deux induits; il est commandé par un combinateur donnant 5 vitesses en marche avant et une vitesse en marche arrière.

Les batteries d'accumulateurs des véhicules électriques peuvent être au plomb ou au fer-nickel. Elles sont placées en partie sous le capot, en partie le long du châssis. Nous signalons que les premières épreuves du concours de véhicules électriques organisé à l'Office National des Recherches et Inventions à Bellevue, par l'Union des Syndicats de l'Electricité, ont eu lieu du 28 Septembre au 9 Octobre 1923: des essais contrôlés ont été effectués sur des véhicules classés en cinq catégories suivant leurs charges utiles, qui variaient de 0 à 500, 1500, 3000, 5000 kilos et au-dessus.

Le développement des véhicules électriques est subordonné à la réalisation pratique de la charge des accumulateurs; dans les grandes villes et leur banlieue, ce problème n'offrant pas de grosse difficulté, nous pensons que là, leur emploi doit arriver à se généraliser très vite.