ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE ET C[illegible]CIALE

COURS D'AUTOMOBILES

LA VOITURE RENAULT

PAR

M. Louis DURAND
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PARIS
LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
Léon EYROLLES, Éditeur
3, Rue Thénard

Tous droits réservés.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PREMIER. — **Généralités**

§ 1er. *Historique et classification.* Pages

Historique 1
Réalisation 2
Définition 3
Classification 5
Catégories diverses 6

§ 2. *Différents organes d'une voiture.*

Choix du moteur 8
Châssis 9
Carrosserie 13

CHAPITRE II. — **Principe de fonctionnement et classification des moteurs**

§ 1er. *Moteurs thermiques.*

Source d'énergie 14
Principe du moteur 15
Comparaison des types de moteurs 18

§ 2. *Dénomination des moteurs.*

Dénomination 19
Différents types de moteurs 20
Choix du type de moteur 24

CHAPITRE III. — **Description et fonctionnement des moteurs à explosion**

§ 1er. *Moteur à explosion à 4 temps.*

Organes moteurs fixes 26
— — mobiles 28
— de distribution 32

§ 2. *Fonctionnement du cycle à 4 temps.*

Cycle théorique 33
Diagramme 36
Cycle réel 37
Application 39

CHAPITRE IV. — **Etablissement et essais d'un moteur**

§ 1er. *Définitions.*

Chaleur 43
Mouvement 44
Principe de l'équivalence 44
Variation des gaz 44
Taux de compression 45

§ 2. *Etablissement d'un moteur.*

Formule de prédétermination 46
Vitesse moyenne 46
Formule fiscale 47
Calculs des éléments 48

§ 3. *Essais d'un moteur.*

Mesure de la puissance directe 50
— du couple 51
Frein de Prony 52
Dynamo-dynamomètre 53
Frein Froude 53
Courbes caractéristiques 54

CHAPITRE V. — **Organes moteurs fixes. — Cylindre. — Carter**

§ 1er. *Cylindres.*

Conditions d'établissement 57
Vérification de l'espace mort 59
Culasse rapportée 59
Cylindre 61
Logement des soupapes et conduits 63
Circulation d'eau 65
Fixation des cylindres 65
Entretien 66

§ 2. *Carter.*

Carter supérieur 67
— inférieur 70

CHAPITRE VI. — **Organes moteurs mobiles**

§ 1er. *Piston. Axe. Segments.*

Piston 72
Influence du poids 74
Effet de la poussée latérale 75
Axe du piston 75
Segments 75

§ 2. *Bielle.*

Description 76
Efforts de la bielle 77
Réparation 78

§ 3. *Vilebrequin.*

Description 78
Graissage 81
Equilibrage 83

§ 4. *Volant.*

Description 86
Travail du volant 87

CHAPITRE VII. — **Organes de distribution**

§ 1er. *Soupapes.*

Description 90
Guide de soupape 91
Ressort 91
Dimension et commande 92
Jeu de dilatation 94

§ 2. *Arbre à cames.*

Description 95
Commande 96
Calage des cames 98
Rodage des soupapes 101

CHAPITRE VIII. — **Combustibles et carburation**

§ 1er. *Combustibles.*

Pétrole 102
Essence 103
Benzol 104
Alcool 105
Gaz pauvre 106

§ 2. *Carburation.*

Mélange 106
Réchauffage 107

CHAPITRE IX. — **Carburateurs et accessoires**

§ 1er. *Carburateur.*

Principe 108
Fonctionnement 109
Carburateur à entrée d'air automatique 110
Applications 112
Carburateur à gicleur noyé 114
Causes de mauvais fonctionnement 116
Réglage et entretien 118

§ 2. *Accessoires.*

Tuyauterie 120
Réservoir 120
Pompe à essence 121

§ 3. *Commandes de carburateur.*

Commande d'air 124
— de gaz 125
Régulateur de vitesse 127

§ 4. *Gazogènes.*

Générateur 127
Epurateur 128
Mélangeur 128
Mise en route 129
Entretien 130

CHAPITRE X. — **Allumage**

§ 1er. *Allumage par accus.*

Principe 131
Accus 132
Rupteur 132
Avance à l'allumage 134
Bobine 135
Condensateur. Distributeur 136
Bougie 138
Interrupteur 139
Schéma des connexions 139
Entretien 142

§ 2. *Allumage par magnéto.*

Magnéto basse tension 142
Dispositif à haute tension 144
Entretien 147
Comparaisons des deux allumages 147

CHAPITRE XI. — **Refroidissement**

§ 1er. *Refroidissement.*

Conditions d'établissement 149
Thermo-siphon 150
Circulation par pompe 151
Circulation d'air 153
Emplacement du radiateur 155
Réglage du refroidissement 156

§ 2. *Appareils de refroidissement.*

Radiateur 156
Entretien 158
Thermostat 160
Pompes 161

CHAPITRE XII. — **Graissage**

§ 1er. *Graissage.*

Nécessité du graissage 163
Choix du lubrifiant 164
Huile minérale 164
— végétale 165
Graisse consistante 166
Organes à graisser 166
Dispositif de graissage des moteurs 166

§ 2. *Appareils de graissage.*

Réservoir 168
Pompe à huile 168
Radiateur à huile 171

CHAPITRE XIII. — **Emploi de la force motrice**

§ 1er. *Résistance à l'avancement.*

Résistance due au mécanisme 174
— au roulement 175
— à la déclivité du sol 175
— à l'air 175

§ 2. *Adhérence.*
Coefficient de frottement de glissement 177
Augmentation de l'adhérence 180

CHAPITRE XIV. — **Embrayage**

§ 1er. *Embrayage à cône.*
Description 181
Fonctionnement 182
Entretien et réglage 182

§ 2. *Embrayage à disque unique.*
Description 184
Fonctionnement 185
Application 185
Entretien et réglage 186

§ 3. *Embrayage à disques multiples.*
Description 188
Fonctionnement 190
Application 190

CHAPITRE XV. — **Changement de vitesse**

§ 1er. *Description et fonctionnement.*
Rôle du changement de vitesse 191
Principe du changement de vitesse 193
Prise directe Renault 195
Vitesses intermédiaires et marche arrière 196
Manœuvre du changement de vitesse 197

§ 2. *Applications.*
Changement de vitesse Monastella 198
— Reinastella 200
— de tracteur 203
Commande de mécanisme annexe 204

CHAPITRE XVI. — **Différentiel et pont arrière**

§ 1er. *Démultiplication.*
Rôle de démultiplication 205
Voiture de tourisme 205

§ 2. *Différentiel.*
Rôle et principe du différentiel 207
Blocage du différentiel 210

§ 3. *Essieu arrière.*
Description 212

CHAPITRE XVII. — **Essieu avant et direction**

§ 1er. *Essieu avant.*
Son rôle 213
Description 213

§ 2. *Direction.*
Qualités 215
Principe 215
Direction 217
Application Monasix 218
— tracteur agricole 219
Commandes de direction 220
Pincement. Carrossage. Chasse 222

CHAPITRE XVIII. — **Freins**

§ 1er. *Généralités.*
Freinage 224
Qualités d'un frein 226
Efforts de freinage 227

§ 2. *Différents types de freins.*
Freins à segments 228
Frein à lame 232

§ 3. *Servo-frein.*
Principe 234
Description et fonctionnement 235

§ 4. *Commande des freins.*
Description 237
Commande 241
Entretien 243

CHAPITRE XIX. — **Roues et bandages**

§ 1er. *Roues.*
Qualités 244
Roues disque 245
Moyeu 245
Roues jumelées 246
Roues en acier coulé 246
Roues de tracteur 248

§ 2. *Bandages.*

Enveloppe 250
Chambre à air 250
Choix d'un pneumatique 250
Entretien des pneus 253

CHAPITRE XX. — **Châssis et suspension**

§ 1er. *Châssis.*

Qualités 255
Description 255
Garniture 256

§ 2. *Suspension.*

Description 258
Ressorts 260

§ 3. *Amortisseurs.*

Rôle et qualités 260
Amortisseur à friction 261
— à huile 262

CHAPITRE XXI. — **Eclairage et démarrage**

§ 1er. *Eclairage.*

Emploi des feux 264
Principe de l'éclairage 265
Dynamo 265
Accumulateurs 266
Entretien et charge 268
Conjoncteur-disjoncteur 269

§ 2. *Démarrage.*

Moteur électrique 270
Dynastart 272
Entretien 272
Schéma d'installation 275

ANNEXE

Code de la Route 277
Barème de l'impôt 303
Signalisation officielle des routes 304

IMP. L'UNION TYPOGRAPHIQUE
VILLENEUVE-SAINT-GEORGES

ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

COURS D'AUTOMOBILES

LA VOITURE RENAULT

PAR

M. Louis DURAND
Ingénieur des Arts et Manufactures

PARIS
LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
Léon EYROLLES, Éditeur
3, Rue Thénard

Tous droits réservés

COURS D'AUTOMOBILES

LA VOITURE RENAULT

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS

§ 1er. *Historique et Classification.* — Historique. Définition. Classification.

§ 2. *Différents organes d'une voiture.* — Choix du moteur. Avantages du moteur à explosion. Châssis. Carrosserie.

§ 1er. — Historique et Classification

HISTORIQUE. — Dès qu'il fut possible de transformer la chaleur en mouvement, une des premières applications fut la substitution de la traction mécanique à la traction animale.

Le premier essai connu est dû à un Français, l'ingénieur militaire Cugnot, qui, en 1769, présenta une sorte de tracteur. Le véhicule marcha, mais se démolit aussitôt et les essais furent interrompus sans lendemain immédiat. Ce chariot à vapeur fut toutefois conservé et est actuellement au musée des Arts et Métiers de Paris.

Puis, il fallut attendre plus de 50 ans, pour trouver des essais analogues qui eurent lieu en Angleterre.

Cependant les moyens dont disposaient les constructeurs étaient trop insuffisants pour provoquer l'essor d'une industrie nouvelle. Les recherches n'en continuèrent pas moins et l'invention de la voiture mécanique est due au Français Lenoir, qui, en 1863, pilota à Joinville une voiture munie d'un moteur à gaz.

Presqu'à la même époque, l'Autrichien Marcus, avec un moteur à pétrole, circula, en 1864, à Vienne. Les conséquences furent

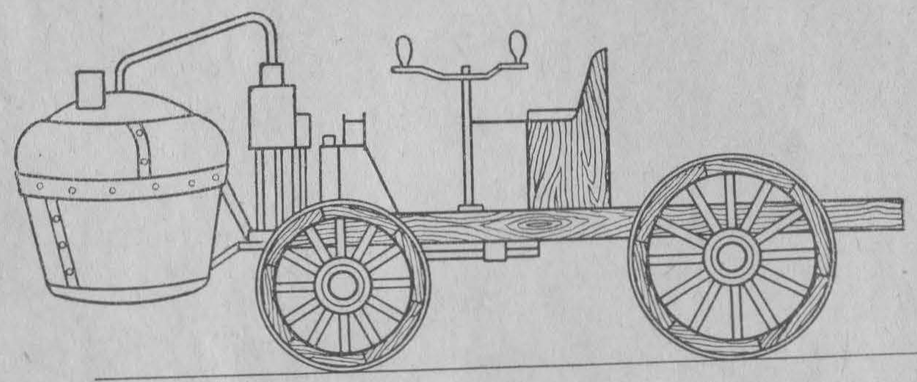


Fig. 1. — Chariot à vapeur Cugnot (1769).

peu heureuses pour l'inventeur, car la police le mit au cachot, son bolide répandant la terreur.

En Amérique, il se passa un fait curieux. Selden prit un brevet en 1879, qui ne lui fut accordé que 16 ans plus tard, en sorte que toute l'Amérique devint tributaire de Selden, et cependant la voiture ne fut jamais exécutée que sur le papier.

Réalisation. — Il faut attendre 1883 pour trouver les débuts de la réalisation actuelle de l'automobile.

A cette époque Delamare-Desbouteville et Malandain construisirent à Rouen un moteur à explosion deux cylindres, d'une puissance de 8 CV fonctionnant à la gazoline. Ils en équipèrent un vieux break de chasse et la voiture circula sur la route très accidentée de Montaigne-le-Bourg à Cailly.

La *première voiture Renault* sortit en 1897; elle est exposée aux

Usines de Boulogne dans le petit atelier qui servit à la construire (fig. 2).

Actuellement un bloc de 100 hectares d'ateliers entourent ce berceau d'une des plus grandes usines d'automobiles d'Europe. A ce noyau viennent s'ajouter les usines de Clichy, de Saint-Denis,

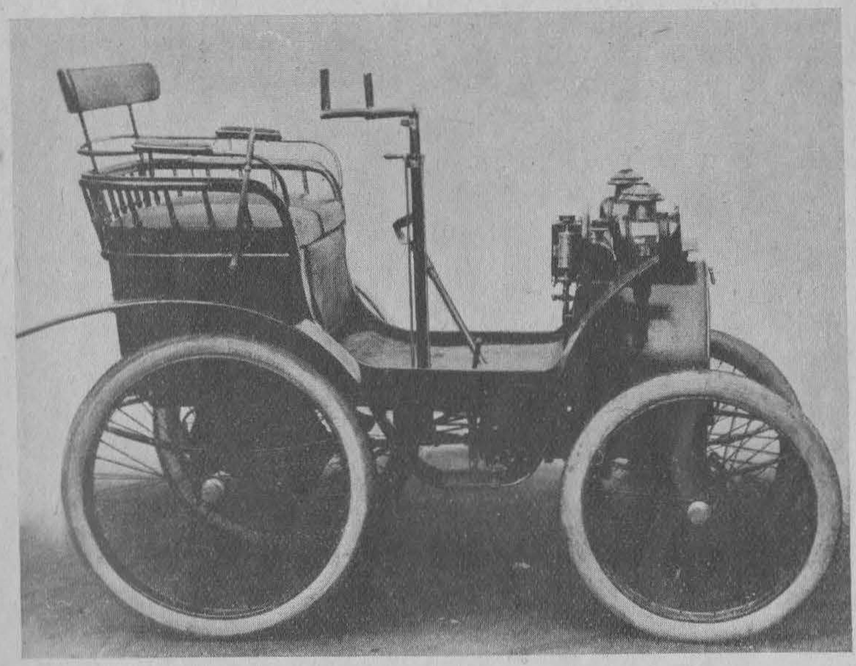


Fig. 2. — Voiture Renault (1897).

du Mans, de Saint-Michel-de-Maurienne; au total plus de 300 hectares de terrains et d'ateliers occupent un effectif dépassant 32.000 hommes.

Définition. — Une voiture automobile ou plus simplement une automobile est un organisme bien défini; c'est une véritable usine de force motrice employant toute son énergie pour se déplacer.

En outre, l'automobile assure sa propre direction et peut se

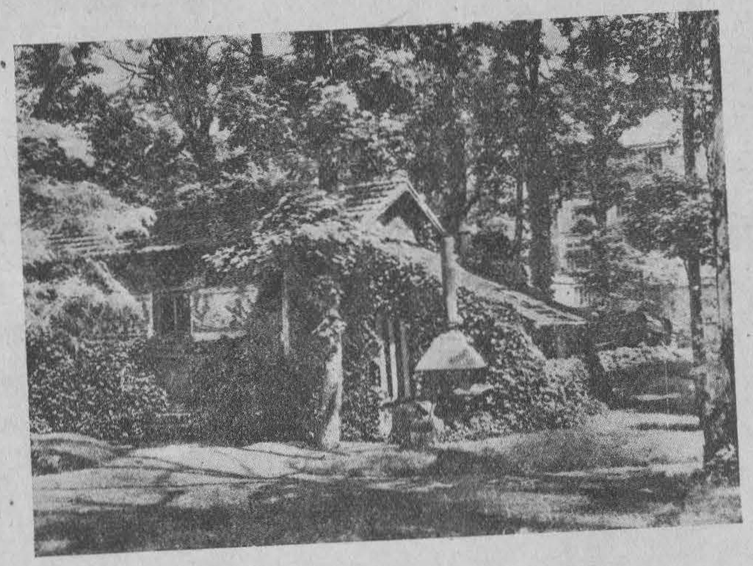


Fig. 3. — Le premier atelier (1897).

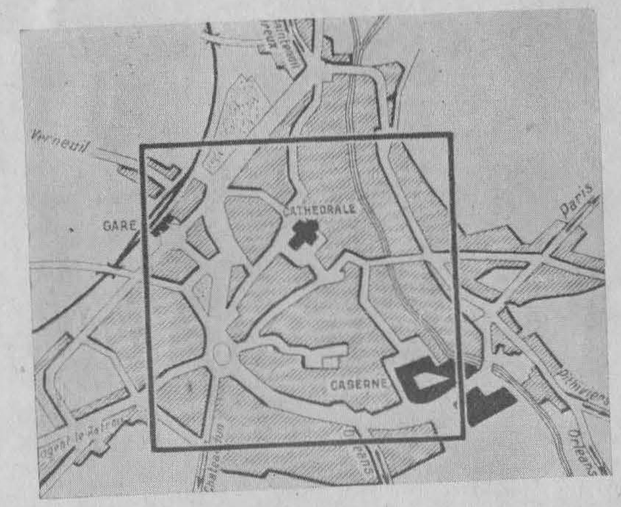


Fig. 4. — Superficie des usines Renault comparée à celle de la ville de Chartres (1930).

mouvoir dans tous les sens à la volonté du conducteur, sans être tenue de suivre un chemin rigoureusement obligatoire.

Classification. — On distingue trois catégories de véhicules assez nettement séparées; les *voitures dites de tourisme*, les *camionnettes* et *les poids lourds*.

Voitures de tourisme. — La voiture de tourisme ne transporte guère plus de 7 personnes et des bagages légers. La charge utile

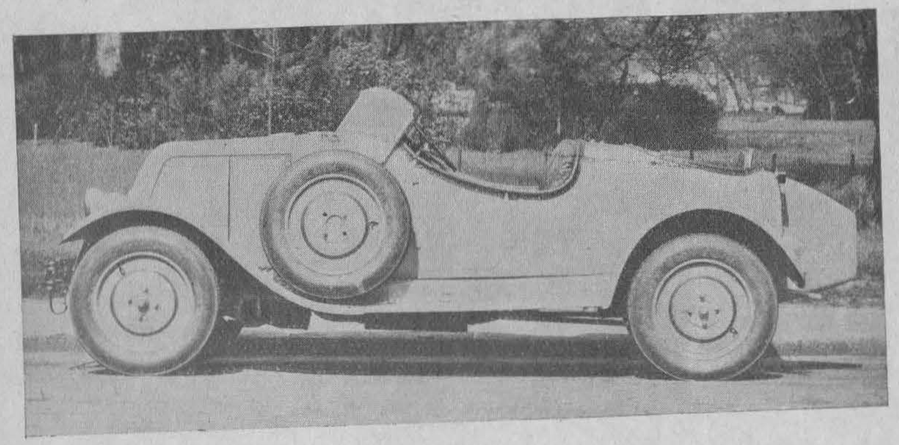


Fig. 5. — Torpedo 6 CV.

transportée dépasse rarement 500 kilos, la vitesse moyenne horaire se tient généralement entre 40 et 60 kilomètres à l'heure avec des maxima de 80 à 90; la Reinastella peut même atteindre des moyennes plus élevées et une vitesse maximum de 120.

La caractéristique de ce type de voiture réside surtout dans le fait que la charge utile transportée n'atteint pas la moitié du poids de la voiture.

Camionnette. — La camionnette est nettement la voiture utilitaire; sa charge utile varie de 800 à 1.800 kilos, voyageurs ou marchandises, et atteint parfois le poids du véhicule, tandis que la moyenne baisse sensiblement.

Poids lourds. — Le poids lourd porte de 2 à 5 tonnes et même exceptionnellement plus. La vitesse diminue, elle tend cependant à se rapprocher de celle des véhicules de tourisme les moins rapides. La charge utile dépasse parfois le poids du véhicule.

Catégories diverses. — Les catégories précédentes ne sont que théoriques, car toutes les gammes de voiture existent, répondant à un besoin bien déterminé.

Entre les voitures de tourisme et les camionnettes se placent

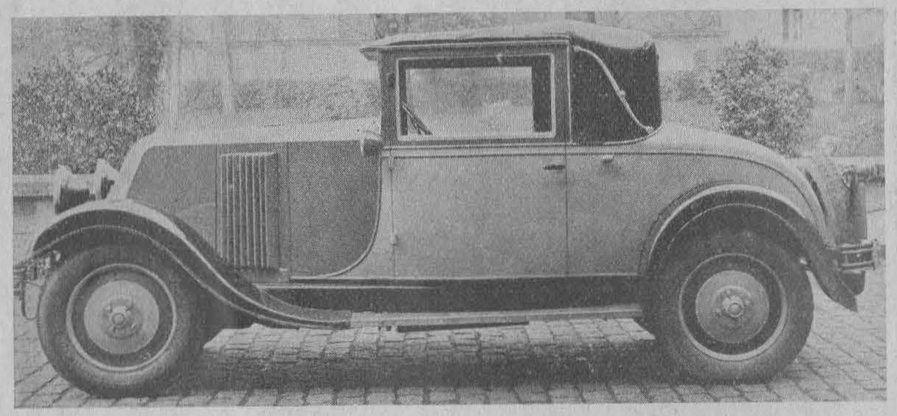


Fig. 6. — Cabriolet Renault 8 CV.

des voitures utilitaires tenant des unes la vitesse et de l'autre la carrosserie de l'emploi.

Entre les camionnettes et les poids lourds, les usines Renault construisent des camions légers destinés aux services rapides atteignant une vitesse moyenne de 60 kilomètres avec un maximum de 100 kilomètres (Calais-Paris-Côte d'Azur).

Certains poids lourds ne portent aucune charge, mais servent à en tirer d'autres; ils prennent le nom de tracteur et le véhicule tiré une remorque.

Une partie toutefois de la charge est reportée sur le tracteur pour augmenter son adhérence et sa puissance de freinage.

Fig. 7. — La Reinastella.

Parfois les poids lourds sont munis d'un mécanisme annexe facilitant le chargement ou le déchargement (bennes basculantes).

Certains tracteurs destinés aux usages agricoles possèdent des roues spéciales, munies de cornières, servant à augmenter l'adhérence au sol.

Dans le même ordre d'idées, les usines Renault ont construit des voitures à 6 roues et des véhicules munis de chenilles (tanks).

§ 2. — Différents organes d'une voiture

Choix du moteur. — Pour produire la force motrice, les premiers constructeurs se sont naturellement servis des moteurs

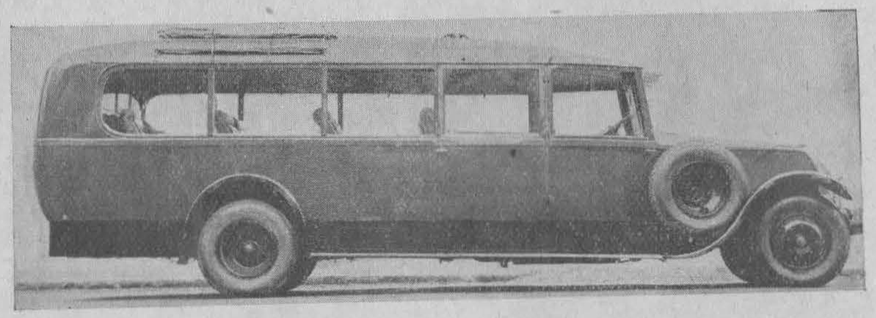


Fig. 8. — Autocar Renault (Calais-Paris-Nice).

existant à leur époque, en les appropriant à leur nouvelle destination, principalement en les allégeant.

A priori aucun type ne s'imposait spécialement et il y eut au début des moteurs à vapeur, des moteurs électriques et des moteurs à explosion.

Les deux premiers furent éliminés très rapidement; ils étaient lourds et encombrants et se prêtaient difficilement aux exigences de l'automobile. Aussi les efforts des constructeurs se reportèrent-ils sur le moteur à explosion, plus perfectible.

Avantage des moteurs a explosion. — La construction de ces moteurs a été poussée à un très grand degré de perfectionnement; ils sont bien établis et leur durée est suffisante sans soins excessifs.

Leur mise en marche est facile et leur entretien très réduit.

Le combustible employé, ayant une très grande puissance calorifique, occupe une place réduite.

A puissance égale, ce sont de beaucoup les plus légers. Leur rendement thermique est supérieur à celui des machines à vapeur et le prix de revient du cheval-heure est très acceptable.

Fig. 9. — Camion 5 tonnes.

Enfin le moteur à explosion est si universellement connu que les chances de pannes sont très réduites.

Chassis. — Le mot châssis a, en automobile, deux significations bien distinctes. C'est d'abord le cadre sur lequel se fixe tout le mécanisme et la carrosserie; puis, par extension, l'appellation châssis s'est appliquée à l'ensemble de toute la partie mécanique.

Le châssis comprend :

1° L'ensemble moteur (moteur et accessoires);

2° La transmission du mouvement (embrayage, changement de vitesse, différentiel);

3° Le train porteur (essieux, roues, bandages);
4° Les freins;
5° La direction;
6° Le cadre et sa suspension;
7° La partie électrique (éclairage et mise en marche);
8° Les accessoires.

1° L'ensemble moteur est l'usine de force motrice créant le mouvement. Il comprend le moteur proprement dit et les accessoires nécessaires à son fonctionnement destinés à la carburation, au refroidissement, à l'allumage et au graissage.

C'est de beaucoup la partie la plus importante et la plus délicate d'une automobile.

2° La transmission du mouvement comprend :

a) L'embrayage permettant d'isoler le moteur du reste du mécanisme;

b) Le changement de vitesse servant à adapter la vitesse de la voiture aux variations de l'effort résistant (démarrage, côtes) tout en laissant au moteur sa pleine puissance;

c) Le différentiel qui permet de transmettre aux roues motrices le mouvement en leur laissant l'indépendance de leur propre effort individuel;

d) Les arbres de transmission servent à relier entre eux tous ces organes. Ils sont plus ou moins articulés ou élastiques, laissant à chaque organe son indépendance.

3° Le train porteur, ou ensemble des organes en contact avec le sol, se compose des roues munies de bandages et des essieux supportant tout le poids de la voiture. Les roues servent en outre à la propulsion et à la direction.

4° Les freins assurent le contrôle de la vitesse; sans eux la conduite de la voiture serait impossible. Ce sont des organes très importants et actuellement les quatre roues en sont munies. Sur certains types de voiture où l'effort de manœuvre serait trop grand, on emprunte au mouvement une partie de la puissance du moteur au moyen d'un mécanisme appelé servo-frein.

5° La direction permet au conducteur de diriger à sa volonté

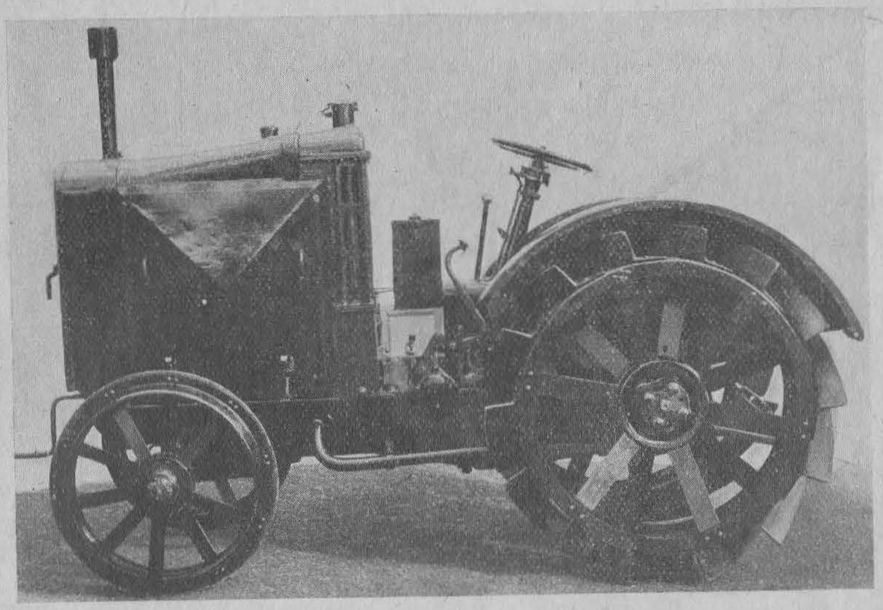


Fig. 10. — Tracteur agricole.

Fig. 11. — Tracteur à chenille.

les évolutions de la voiture et constitue de ce fait, au même titre que les freins, un organe de sécurité.

6° Le châssis, ou cadre d'acier muni de traverses assurant sa résistance, sert de support à tout le mécanisme et à la carrosserie.

Il est relié aux roues par un dispositif de suspension élastique

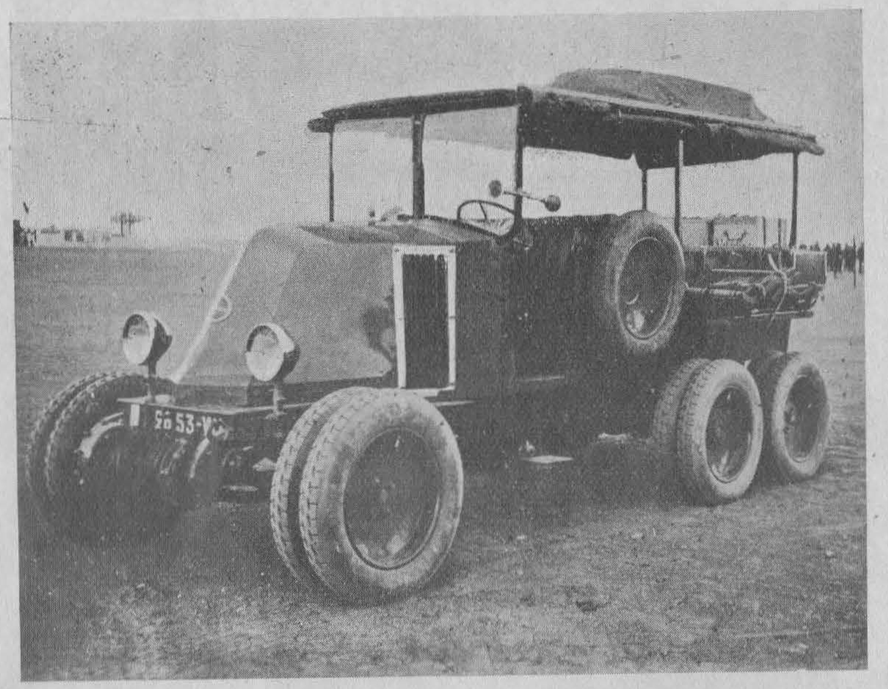


Fig. 12. — Voiture à 6 roues. Type « Traversée du Sahara ».

permettant d'atténuer les dénivellations du sol vis-à-vis des occupants de la voiture, tout autant que du mécanisme.

7° L'ensemble électrique de la voiture comprend :

a) Les organes d'éclairage, organes de sécurité dont le rôle se résume en « voir et être vu »;

b) Les organes de démarrage permettant au conducteur de mettre en route le moteur rapidement sans efforts et sans avoir à quitter son poste.

8° Les accessoires, organes supplémentaires qui ne sont pas indispensables, mais qui augmentent la sécurité, comme les avertisseurs et les essuie-glaces, ou qui permettent de contrôler la marche (indicateurs divers).

Carrosserie. — La carrosserie comprend la caisse placée sur le châssis, caisse présentant des formes diverses suivant l'usage auquel le véhicule est destiné.

Les figures ci-contre donnent les types les plus répandus,

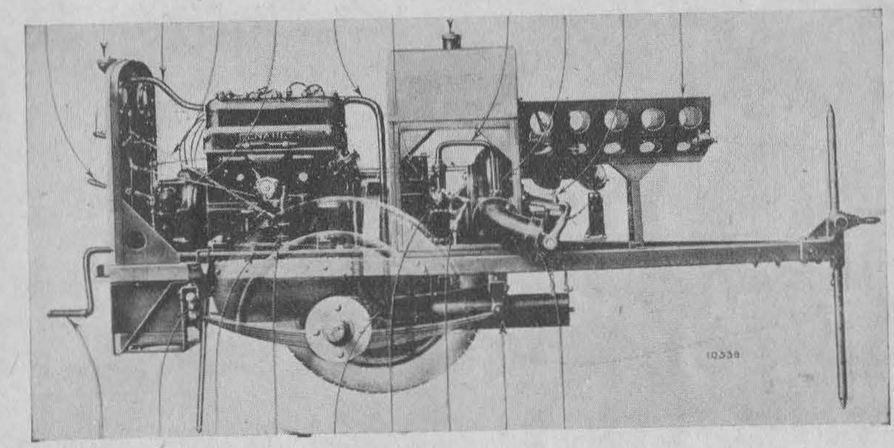


Fig. 13. — Pompe à incendie Renault.

depuis la confortable Reinastella jusqu'au rustique tracteur agricole dont la carrosserie se réduit au seul siège du conducteur.

Au début de l'automobile, la carrosserie, était une industrie indépendante de la construction du châssis; actuellement les deux constructions marchent de pair et sont étroitement liées l'une à l'autre.

Une carrosserie moderne est formée d'éléments interchangeables et démontables, L'emploi de la tôle emboutie a permis d'obtenir une plus grande légèreté, une économie importante de main-d'œuvre et une meilleure finition de la voiture.

La carrosserie automobile est devenue une industrie mécanique au même titre que les différents organes constituant le châssis.

CHAPITRE II

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET CLASSIFICATION DES MOTEURS

§ 1er. *Moteurs thermiques.* — Sources d'énergie. Principe du moteur thermique. Comparaison entre les moteurs thermiques.

§ 2. *Définitions diverses et classification.* — Définitions. Dénomination des moteurs. Différents types. Choix du type de moteur.

§ 1er. — Moteurs thermiques

Sources d'énergie. — Un moteur est un organe mécanique permettant de donner le mouvement aux machines les plus diverses.

Mais un moteur n'a pas de mouvement propre, c'est un organe inerte qui resterait indéfiniment au repos, si on ne lui communiquait à lui-même le mouvement au moyen d'une énergie qui, elle, existe dans certains corps.

Cette énergie est dite latente ou potentielle quand elle est au repos.

Les sources d'énergie sont assez nombreuses (activité animale, vent, chute d'eau, chaleur, etc.). Elles ne se prêtent pas en général à produire directement un mouvement utilisable, c'est là le rôle du moteur.

De toutes ces énergies, la seule employée en automobile est la chaleur provenant de la combustion de certains corps, comme la houille, le bois, les huiles de pétrole, l'alcool.

Pour actionner la voiture nous avons à la base un produit contenant principalement du carbone qui, pour brûler, a besoin d'une certaine quantité d'air ou mieux d'oxygène; l'ensemble forme le *mélange détonant.*

Pour aboutir à faire tourner les roues, en partant de la chaleur dégagée par la combustion, il faut toute une série d'intermédiaires dont le premier est le moteur.

Principe du moteur. — Le moteur transformant la chaleur en mouvement prend le nom de *moteur thermique.* Il y en a deux

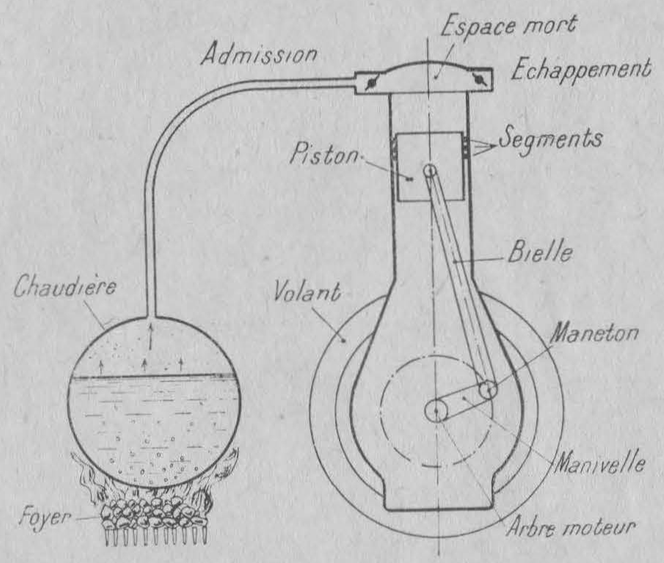


Fig. 14. — Moteur à vapeur à combustion externe.

grandes classes, les uns à combustion externe, les autres à combustion interne; ces derniers sont dits à explosion, lorsque la combustion est instantanée.

Description (fig. 14 et 15). — Un moteur thermique se compose essentiellement d'un *cylindre* muni de deux fonds, dont l'un est fixe et l'autre mobile prend le nom de *piston.*

Le piston est animé d'un mouvement de va-et-vient rectiligne;

comme ce mouvement est difficilement utilisable, on le transforme en mouvement circulaire continu au moyen d'une bielle et d'un arbre. Ce dernier prend le nom d'*arbre moteur* et affecte la forme d'un *vilebrequin.*

La bielle repose par son *pied* sur un axe solidaire du piston et par sa *tête* dans le coude du vilebrequin.

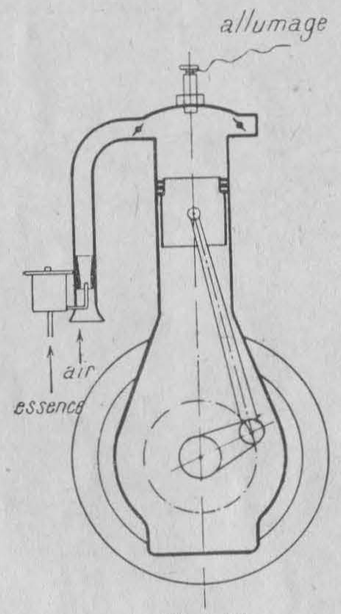


Fig. 15.
Moteur à combustion interne.

Le fond du cylindre est muni d'ouvertures fermées au moyen de *soupapes* permettant, par leur levée opportune, de mettre en communication l'intérieur du cylindre avec l'extérieur.

Généralement une masse de fonte circulaire est fixée au vilebrequin et prend le nom de *volant.*

Fonctionnement. — 1° *Moteur à combustion externe.* — Dans ce type de moteur, la chaleur est obtenue par la combustion, par exemple, de charbon dans un foyer et est utilisée à produire de la vapeur sous pression dans une chaudière.

Supposons le moteur en mouvement et au moment où le piston est en haut de sa course au *point mort haut;* ouvrons une des soupapes dite d'admission reliée à la chaudière. La pression agira sur le piston qui subira une impulsion en rapport avec la valeur de la pression.

Le piston sera lancé vers le bas du cylindre et entraînera dans son mouvement la bielle et le vilebrequin ainsi que le volant. Arrivé au point mort bas, l'arbre moteur tend à remonter le piston; pour éviter la contre-pression qui le repousserait, le mécanisme de distribution ferme la soupape d'admission et ouvre celle d'échappement.

Le volant qui est lancé continue son mouvement et ramène le

piston au point mort haut pour recevoir une nouvelle impulsion.

2° *Moteur à combustion interne.* — Celui-ci est le type des moteurs d'automobiles; en principe, il est constitué comme le moteur précédent, mais son fonctionnement est différent.

Lorsque le piston part du point mort haut, la soupape d'admis-

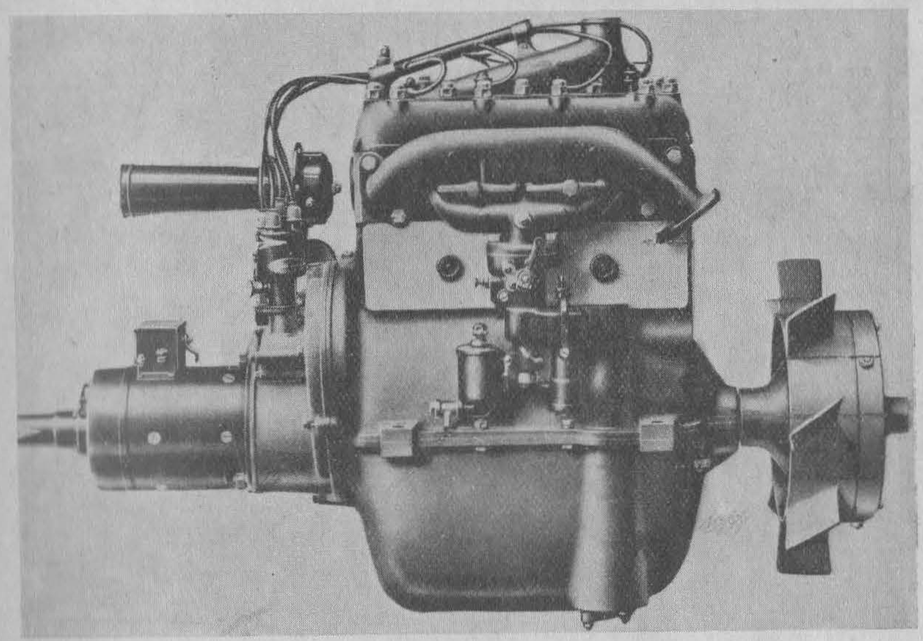


Fig. 16. — Moteur 4 cylindres 10 CV 75-120.

sion s'ouvre toujours, mais au lieu qu'une pression vienne le pousser, son mouvement de descente crée un vide partiel et il aspire un mélange détonant préparé dans un carburateur.

Puis lorsque l'aspiration a duré une certaine partie de la course, la soupape d'admission se referme et le *mélange est allumé* électriquement.

La quantité de chaleur dégagée est alors suffisante pour dilater la masse gazeuse au-dessus du piston et lui donner une certaine impulsion.

Le fonctionnement continue comme dans le cas précédent; le piston en remontant expulse les gaz brûlés, l'échappement se ferme au point mort haut, l'admission s'ouvre, etc.

Tels furent les premiers moteurs à combustion interne; actuellement le fonctionnement est différent et nécessite, comme nous le verrons ultérieurement, une compression préalable.

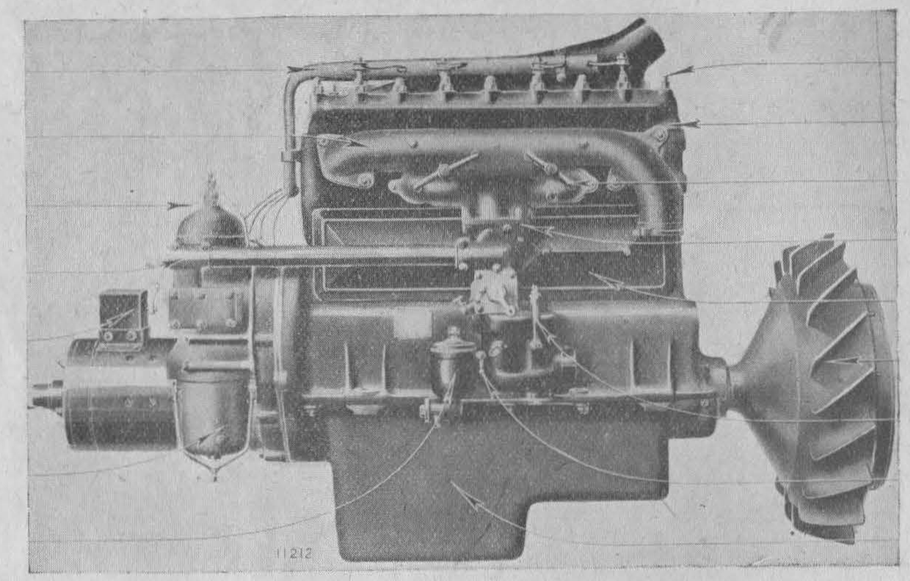


Fig. 17. — Moteur 4 cylindres 20 CV 100-120 (camion).

Comparaison des deux types de moteur. — La différence de principe de fonctionnement entre les deux moteurs est très nette. Dans le premier, la pression se forme en dehors du moteur; dans le second elle se forme dans le cylindre lui-même et est employée à l'état naissant.

Il faudra par suite donner un mouvement préalable au moteur à explosion pour le faire fonctionner.

Dans le moteur à vapeur, il y aura des pertes de chaleur par le foyer, la chaudière, la tuyauterie et les parois du moteur. Pour

les empêcher, il faudra entourer les tuyauteries de calorifuge et réchauffer le cylindre, ce qui évitera les condensations.

Dans le moteur à combustion interne toutes ces pertes sont évitées. Il faudra au contraire refroidir le cylindre, la température de combustion (1.800°) ne permettant pas le graissage et risquant d'allumer les gaz prématurément (auto-allumage).

Finalement, les pertes sont moins grandes dans le moteur à combustion interne et le rendement est plus élevé (près de 20 p. 100).

§ 2. — Dénomination des moteurs

L'appellation des moteurs en automobile est très spéciale et ne concorde pas avec celles données dans l'industrie, où, en général la puissance exprimée en chevaux-vapeur (en abrégé CV) correspond sensiblement à la puissance maximum du moteur, la puissance d'emploi étant légèrement inférieure.

En automobile, la puissance d'emploi représente toutes les puissances, depuis le ralenti jusqu'au maximum qui souvent est exceptionnellement atteint.

En France, la puissance nominale des moteurs d'automobile est le plus souvent celle correspondant à la taxation forfaitaire de l'impôt ou s'en rapproche plus ou moins.

Un moteur dit de 10 CV paye en général pour 10 CV et sa puissance réelle peut atteindre 30 ou 40 CV suivant le nombre de tours auquel l'assujettissent les constructeurs.

La dénomination fiscale ne correspondant pas exactement à une réalité technique, il faut toujours s'en référer au nombre de cylindres, à l'alésage et à la course.

Ainsi, on dit un moteur 10 CV 75-120 4 cylindres; 75-120 voulant dire 75 mm. d'alésage et 120 mm. de course (l'alésage s'exprimant toujours avant la course).

Certains constructeurs préfèrent indiquer la cylindrée totale de leur moteur, mais sans indication du nombre des cylindres, le moteur étant supposé à 4 temps.

La cylindrée est le volume déplacé par les pistons pendant l'aspiration; c'est le produit de la surface d'un piston par son déplacement et par le nombre des pistons :

$$V = \frac{\pi d^2}{4} l N.$$

L'alésage est le diamètre intérieur du cylindre d, la course ou déplacement du piston étant l, et N le nombre des cylindres.

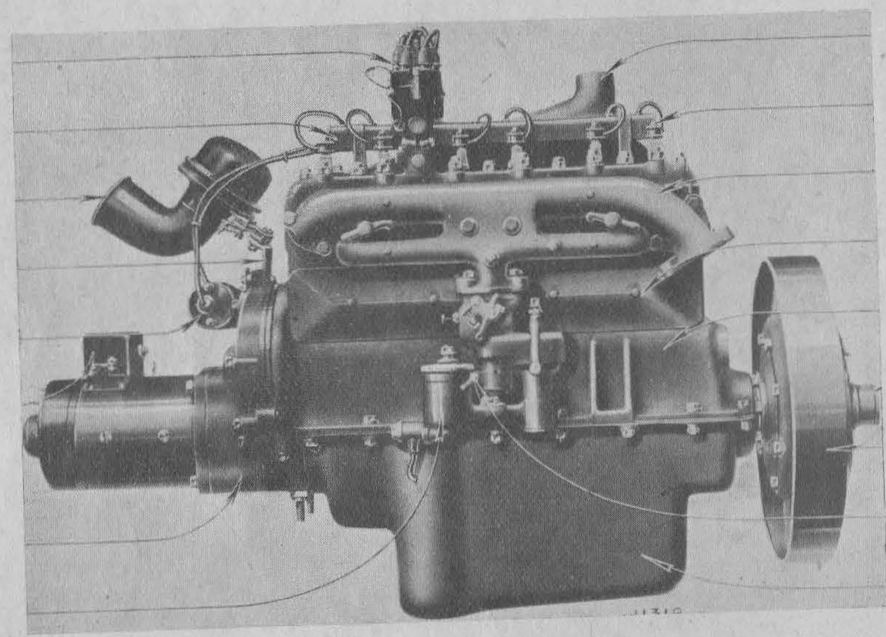


Fig. 18. — Moteur 6 cylindres 58-93 8 CV. Monasix et Monastella.

Différents types de moteur. — Les moteurs se différencient par le nombre de leurs cylindres et par leur disposition.

Tous les moteurs d'automobile sont actuellement à 4 temps, c'est-à-dire qu'il faut quatre courses du piston pour une explosion.

La tendance a toujours été d'augmenter le nombre des cylindres; le même arbre moteur servant à plusieurs.

L'intérêt de la multiplicité des cylindres est très grand. Prenons, par exemple, comme terme de comparaison, un moteur 4 cylindres de 75-120 de 2 litres de cylindrée totale tournant à 3.000 tours par minute.

Sa puissance nominale est de 10 CV et réelle de 30 à 40 CV, la pression sur chaque centimètre carré du piston étant d'environ 30 kilos au moment de l'explosion, les efforts de poussée sur

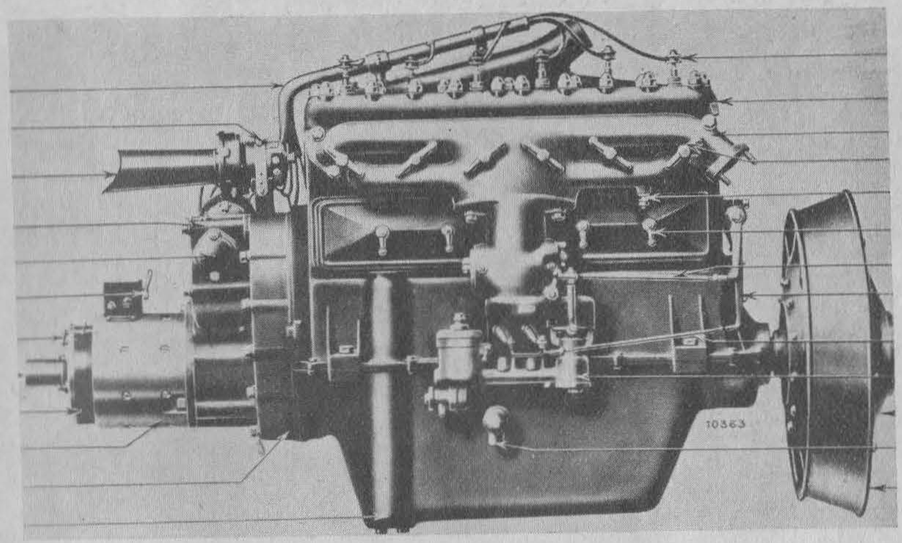


Fig. 19. — Moteur 15 CV 6 cylindres 75-120. Vivasix.

chacun d'eux seront de 1.300 kilos se succédant à 1/100e de seconde.

Le moteur monocylindrique de même puissance réelle devrait avoir environ 120 mm. d'alésage et donnerait des efforts de 3.400 kilos à 1/25e de seconde.

Le 6 cylindres de même puissance aurait environ 65 mm. d'alésage et des efforts de 1.000 kilos à 1/150e de seconde.

L'alésage d'un 8 cylindres serait de 52 mm. avec des efforts de 650 kilos à 1/200e de seconde.

Il apparaît de suite que plus le nombre de cylindres est grand,

plus faible est l'effort sur chaque piston et moindre est l'intervalle de deux efforts, d'où plus grande régularité.

Il apparaît également que le diamètre de l'alésage se réduit et, qu'en multipliant excessivement le nombre de cylindres, on risque d'avoir des pièces mécaniques disproportionnées; il y a donc lieu de se tenir dans une juste moyenne.

Moteur monocylindrique. — Ce type très répandu aux débuts de l'automobile est bon marché d'établissement, mais donne des trépidations désagréables dont l'effet se répercute sur le mécanisme; il y a une explosion tous les deux tours.

Ce type de moteur est actuellement réservé aux motocyclettes, ou aux moteurs industriels (Renault).

Moteur à 2 cylindres. — Les alésages se réduisent, l'effort moteur se répartit mieux avec deux explosions pour deux tours.

Ce moteur a été tiré à de nombreux exemplaires par les usines Renault et a équipé tous les taxis de Paris pendant de longues années.

Actuellement son emploi convient aux motocyclettes et aux moteurs fixes.

Moteur à 4 cylindres. — C'est le type du moteur classique qui est toujours employé; il donne deux explosions par tour.

Il est bien équilibré et son prix de revient est intéressant.

Moteur à 6 cylindres. — Ce moteur, à certains points de vue, est nettement différent d'un 4 cylindres auquel il ne suffit pas d'ajouter 2 cylindres. Son établissement a donné lieu à quelques tâtonnements et il a fallu des études et des essais prolongés pour arriver aux résultats actuels.

Depuis 1908 les usines Renault construisent des 6 cylindres et leur mise au point est définitive depuis de longues années.

Ce type de moteur est très agréable sur une voiture, l'effort moteur, sans être constant, est cependant tel que dès qu'un des cylindres va cesser son effort un autre a déjà commencé le sien.

Moteur à 8 cylindres. — Le moteur à 8 cylindres convient dès

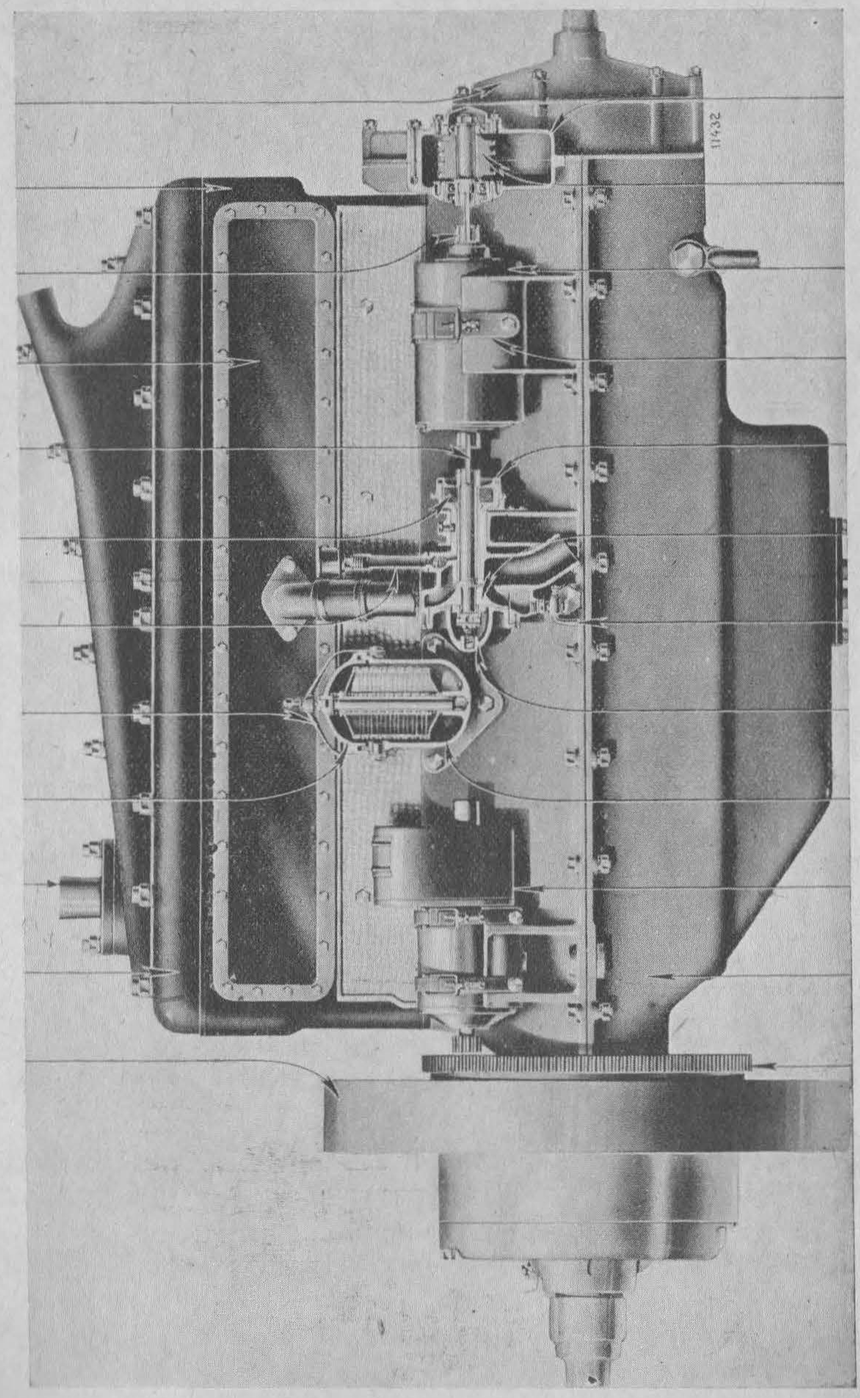


FIG. 20. — Moteur 8 cylindres 90-140. Reinastella.

que les alésages commencent à augmenter pour obtenir plus de puissance.

En automobile, les 8 cylindres sont le plus souvent en ligne; en aviation, afin de gagner du poids, ils sont en V.

Le prix de revient augmente très sensiblement; ce sont des moteurs de voitures de luxe.

Moteur à 12 cylindres. — Dans ces moteurs la discontinuité de l'effort devient insensible; très employés en aviation, il permettent des puissances de 600 CV et au delà. La plupart des moteurs construits par Renault sont de ce type.

CHOIX DU TYPE DE MOTEUR. — Le choix du type de moteur doit dépendre essentiellement de son utilisation et les besoins de l'automobile représentent tout une gamme de moteurs que nous trouvons aux usines Renault.

Voiture de tourisme. — Nous trouvons actuellement des 4, des 6 et des 8 cylindres.

a) *En 4 cylindres :* La 10 CV 75-120, d'une cylindrée totale de 2 litres (2,18).

b) *En 6 cylindres :* La 8 CV de 58-93, cylindrée totale 1,5 l. (1,47), *Monasix et Monastella;* la 15 CV de 75-120, cylindrée totale 3 litres (3,18), *Vivasix* et *Vivastella.*

c) *En 8 cylindres :* La 24 CV 75-120, cylindrée totale 4 litres (4,48), *Nervastella;* la 32 CV 90-140, cylindrée totale 7 litres (7,12), *Reinastella.*

Camionnette. — Si la voiture de tourisme est essentiellement destinée aux personnes et le poids lourds aux marchandises, la camionnette tient des deux et s'équipe en 4 et 6 cylindres avec toute la gamme des moteurs.

Poids lourds. — Leur utilisation doit être particulièrement économique et un moteur à 4 cylindres est tout indiqué.

Nous trouvons un seul type de moteur 20 CV 100-120, de 3,77 l. de cylindrée, pour équiper la gamme des camions 3-5-7 tonnes.

Ces camions peuvent marcher soit à l'essence, soit au gaz pauvre.

Tracteur agricole. — Ce type de véhicule un peu spécial s'équipe soit avec le moteur 10 CV 75-120, lorsque le tracteur

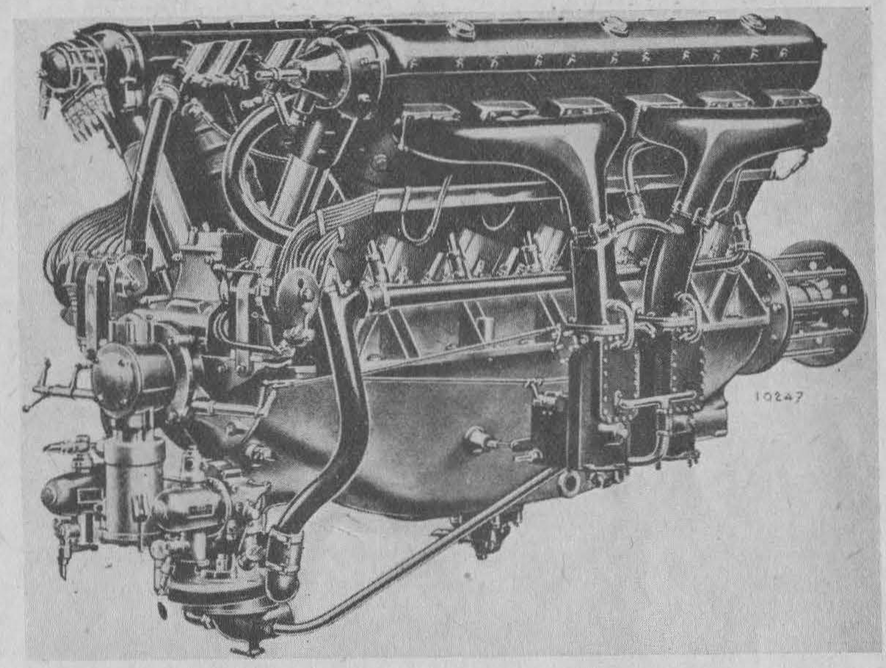


FIG. 21. — Moteur d'aviation 12 cylindres 600 CV Renault.

est à roues, soit avec le moteur 20 CV 100-160, 4 cylindres, lorsque le tracteur est à chenilles.

Dans ces véhicules la vitesse est très réduite, 6 à 8 kilomètres à l'heure, mais l'effort de traction peut atteindre 4.000 kilos permettant de remorquer 50 tonnes.

CHAPITRE III

DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DES MOTEURS A EXPLOSION

---

§ 1er. *Moteur à 4 temps.* — Organes moteurs fixes. Organes moteurs mobiles. Organes de distribution. Services annexes.

§ 2. *Fonctionnement du cycle à 4 temps.* — Cycle théorique. Diagramme. Cycle réel. Applications.

---

§ 1er. — Moteur à explosion à 4 temps

Les différents organes composant le moteur proprement dit peuvent se diviser en trois catégories :

a) Les organes moteurs fixes;

b) Les organes moteurs mobiles;

c) Les organes de distribution et d'allumage.

ORGANES MOTEURS FIXES (fig. 22). — Ces organes se composent essentiellement d'un cylindre fixé sur un carter C.

Cylindre. — Il est constitué par un tube cylindrique 1, muni d'un fond 2 à sa partie supérieure. Ce cylindre est usiné sur toute sa longueur pour servir de glissière et de guide au piston; son diamètre intérieur est l'alésage.

L'espace restant entre le piston au bout de sa course ascendante (point mort haut) et le cylindre, est appelé *espace mort e.*

Le fond présente différentes dispositions suivant l'emplacement des soupapes. Dans le schéma ci-contre, qui est celui des anciens moteurs, il est muni d'ouvertures 3 et 4 permettant à l'intérieur du cylindre d'être en communication avec l'atmosphère. L'une sert

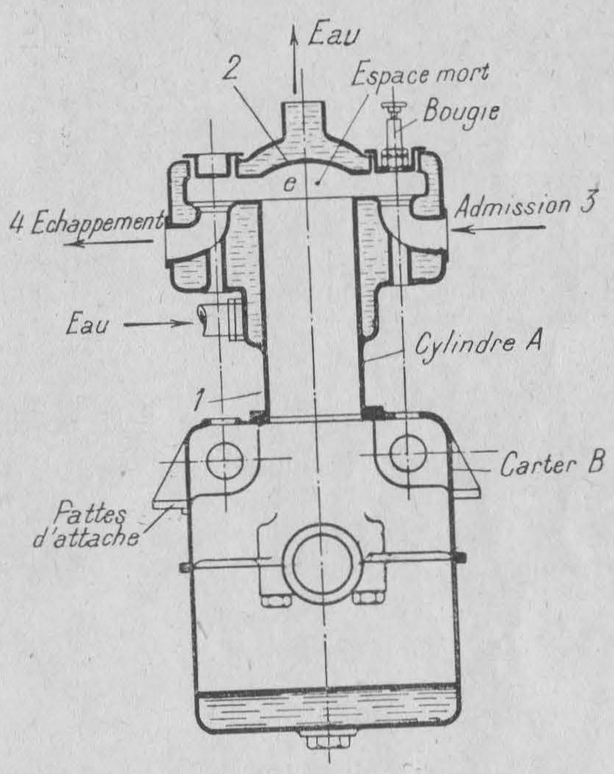


FIG. 22. — Organes moteur fixes cylindre et carter.

à l'admission du mélange gazeux, l'autre à l'échappement des gaz brûlés.

Pour l'allumage, une ouverture est placée dans le fond, généralement au-dessus de l'admission.

Le refroidissement du cylindre est assuré par une enveloppe dans laquelle circule de l'eau. Cette enveloppe est remplacée par des ailettes dans les moteurs à refroidissement par l'air (motocyclette, aviation).

Carter. — Le carter constitue le bâti du moteur et sert à le fixer sur le châssis au moyen de pattes d'attache et de boulons.

Le carter est généralement en deux pièces, le carter supérieur et le carter inférieur.

Le premier supporte le cylindre et s'attache au châssis; souvent, comme dans les moteurs Renault de série, cylindre et carter sont venus de fonderie d'un seul bloc.

Le carter inférieur n'est en général qu'un couvercle facilement démontable pour pouvoir vérifier les différents organes internes du moteur sans qu'il soit besoin de les démonter.

Le cylindre et le carter supérieur étant fixes servent de support à tous les organes mobiles ou non du moteur.

Organes moteurs mobiles (fig. 23). — *Piston, bielle, vilebrequin, volant.* — Le piston est le fond mobile du cylindre; pour assurer son étanchéité, on le munit de *segments.*

Ceux-ci sont des anneaux élastiques plaquant contre les parois du cylindre. Ils sont logés dans les rainures creusées dans la partie supérieure du piston.

Le piston est traversé par un axe cylindrique lui permettant de transmettre à la bielle l'effort de poussée qu'il reçoit.

Bielle. — La bielle relie le piston et l'arbre moteur et transmet l'effort de l'un à l'autre.

Le *pied de bielle* repose sur l'axe du piston; il peut osciller autour de lui et est muni d'une bague en bronze.

La *tête de bielle* repose sur le maneton du vilebrequin au moyen d'un coussinet de bronze ou d'une garniture de métal antifriction ou régule.

Le *corps* de bielle est la partie reliant le pied et la tête.

Vilebrequin ou *arbre moteur.* — Il est animé d'un mouvement circulaire et, supportant tous les efforts d'explosion, est constitué en acier très résistant.

Le vilebrequin possède autant de coudes qu'il y a de cylindres. Ces coudes sont disposés les uns par rapport aux autres de façon à répartir régulièrement les efforts successifs de chaque explosion.

Le maneton reçoit la tête de bielle et est relié à l'arbre central au moyen de bras appelés *manivelles.*

Le vilebrequin repose dans le carter au moyen de paliers garnis de *métal anti-friction.*

L'extrémité du vilebrequin tournée vers l'avant de la voiture

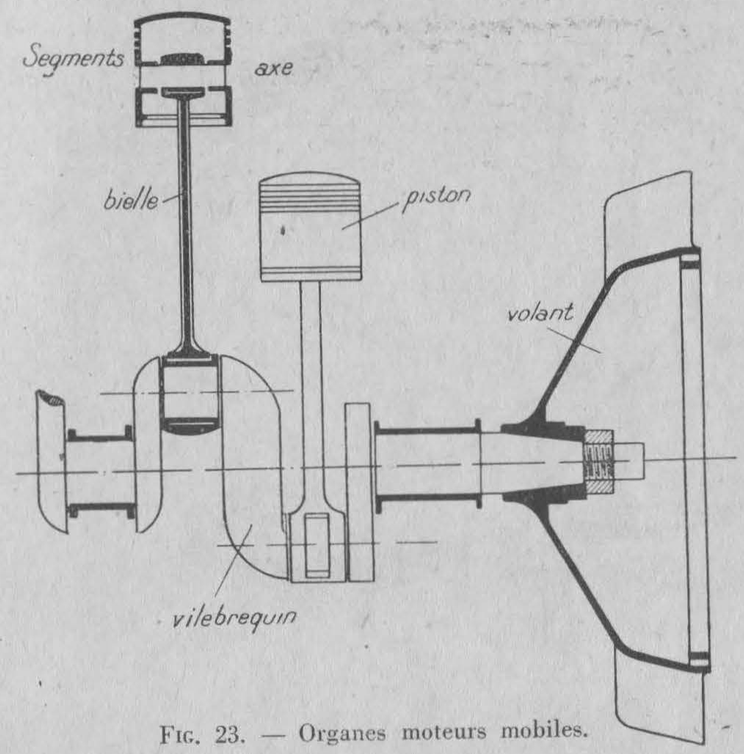


Fig. 23. — Organes moteurs mobiles.

reçoit un moyen d'entraînement pour la mise en route, clavette, manchon à griffes, et très généralement une roue d'engrenage (pignon) qui commandera toute la distribution.

L'extrémité arrière du vilebrequin transmet le mouvement et reçoit le volant.

Volant. — C'est un anneau de fonte dont le poids est calculé pour entretenir le mouvement et le régulariser.

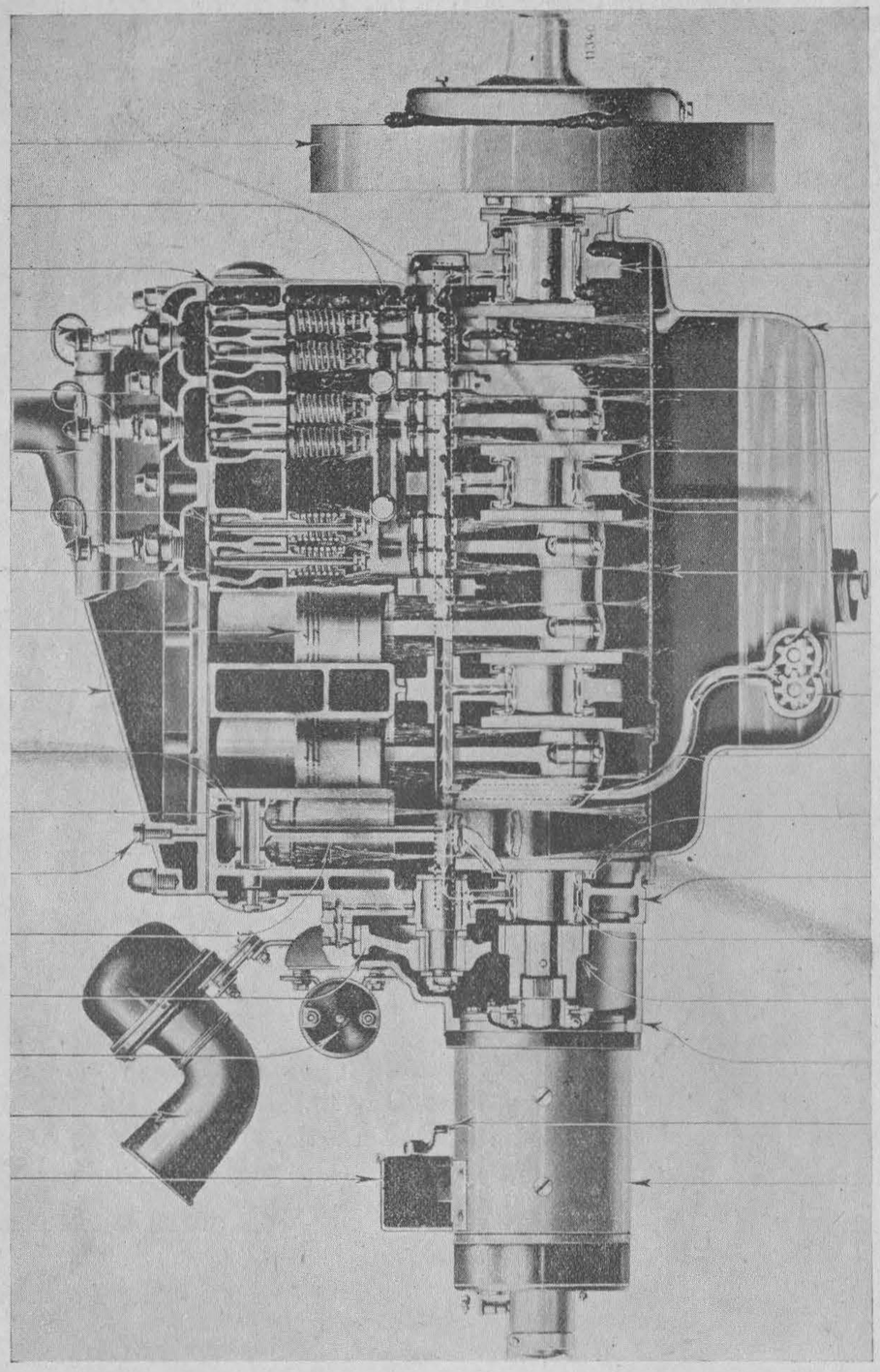


Fig. 24. — Coupe longitudinale moteur 8 CV 6 cylindres. Monasix.

Cet anneau est relié au vilebrequin par une plaque circulaire appelée *voile*.

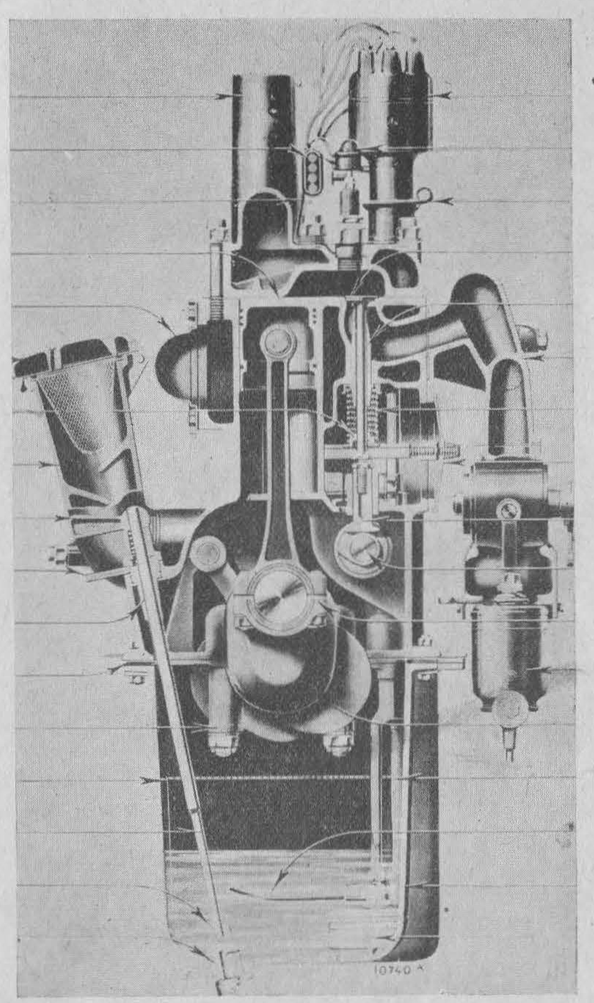


Fig. 25. — Moteur 8 CV 6 cylindres.
Monasix (coupe transversale).

En général le volant constitue par une de ses faces une partie de l'embrayage.

Dans les voitures Renault, le volant sert également au refroidissement en tant que ventilateur et reçoit à sa périphérie des ailettes.

Organes de distribution (fig. 26). — *Arbres à cames, soupapes.* — Ces organes constituent l'ensemble du dispositif permettant au moment opportun l'ouverture et la fermeture des soupapes.

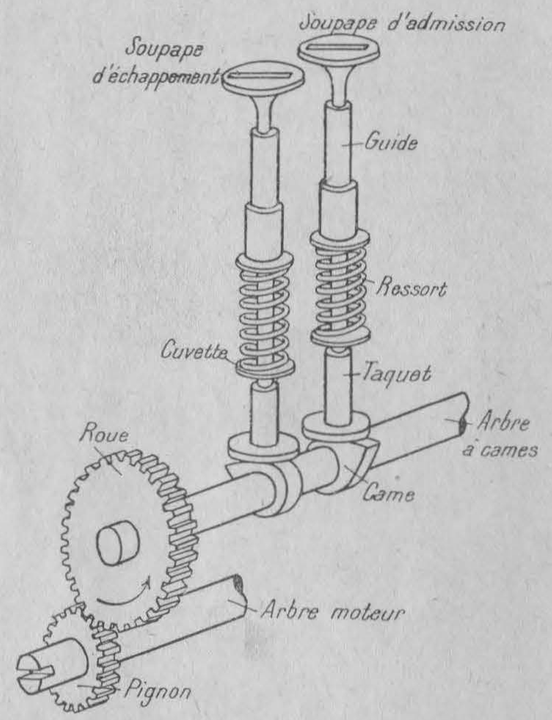


Fig. 26. — Organes de distribution.

Arbre à cames. — Il y en a un ou deux; dans le premier cas, il est commun à l'admission et à l'échappement; dans le second cas, exceptionnel, chacun a le sien.

L'arbre à cames est une tige d'acier cylindrique munie de bossages appelées *cames*. Il y en a autant que de soupapes et, en tournant, les cames soulèvent puis referment les soupapes.

Il faut qu'elles soient réparties judicieusement pour correspondre aux coudes du vilebrequin; à cet effet, une des extrémités de l'arbre est pourvue d'une roue d'engrenage commandée par le pignon du vilebrequin.

Soupapes ou clapets. — Ce sont des pièces en acier, composées d'une tête et d'une tige. La tête, très aplatie, obture l'ouverture correspondante pratiquée dans le fond du cylindre. La tige sert à la manœuvrer par le moyen d'un poussoir ou taquet. Celui-ci transmet l'action des cames, tandis que l'action d'un ressort rappelle la soupape à la position de fermeture.

Allumage. — L'allumage est constitué par une pointe isolée électriquement d'où jaillit une étincelle à haute tension. Cette pièce a reçu le nom de *bougie*.

L'allumage se règle par une série d'organes spéciaux que nous verrons au chapitre « *Allumage* ».

Services annexes. — La marche du moteur nécessite tout un ensemble de services annexes :

1° Le carburateur prépare le mélange détonant et débite ce qu'il faut d'air et de carburant;

2° L'allumage provoque au moment opportun l'inflammation du mélange gazeux;

3° Le graissage facilite le glissement des pièces les unes sur les autres et atténue les pertes de puissance par frottement;

4° Le refroidissement sert à abaisser la température des cylindres qui deviendrait rapidement excessive.

§ 2. — Fonctionnement du cycle à 4 temps

Cycle théorique. — *Définitions.* — On appelle *cycle*, l'ensemble des évolutions par lesquelles passe la masse gazeuse au-dessus du piston. Chacune de ces évolutions constitue une *phase* ou *période* du cycle.

Le cycle est fermé lorsque, partant d'un état déterminé, la masse gazeuse revient au même état.

Le *temps* est la division du cycle en course de piston, soit montée, soit descente.

Fonctionnement (fig. 27). — Le cycle d'un moteur est un cycle fermé; il part de l'état atmosphérique et y revient après sa dernière évolution. Le cycle d'un moteur à 4 temps nécessite 4 courses du piston; deux descentes et deux montées, par suite deux tours du vilebrequin.

Ces temps se succèdent dans l'ordre suivant :

1er temps : aspiration. — Supposons le moteur en mouvement, et prenons le piston au haut de sa course au point mort haut, les soupapes étant fermées.

Le volant, dans sa lancée, entraîne le piston; il se produit un vide au-dessus de lui ou dépression.

A ce moment, une des cames soulève la soupape d'admission, l'air est aspiré à travers le carburateur entraînant une certaine quantité d'essence. Le cylindre se remplit d'un mélange carburé jusqu'à ce que le piston n'aspire plus, ce qui arrive lorsqu'il atteint le point mort bas.

A ce moment la came referme la soupape d'admission, sans quoi le piston en remontant refoulerait le mélange. Le volume aspiré est alors égal à celui du déplacement du piston, c'est la cylindrée. Généralement, elle est évaluée en litres et pour la calculer, il faut évaluer la course et l'alésage en décimètres.

2e temps : compression. — Entraîné par le volant, le piston remonte et, les soupapes étant fermées, comprime le mélange au-dessus de lui jusqu'au point mort haut. Tout le mélange se trouve alors contenu dans l'espace mort.

3e temps : explosion, détente. — Dès que le piston atteint le point mort haut le dispositif d'allumage provoque l'éclatement d'une étincelle et le mélange, en brûlant instantanément, explose; la pression monte à 30 kilos environ par centimètre carré.

Sous cette pression, le piston est chassé vers le bas, entraînant

cette fois le volant et lui communiquant l'impulsion nécessaire à l'entretien du mouvement.

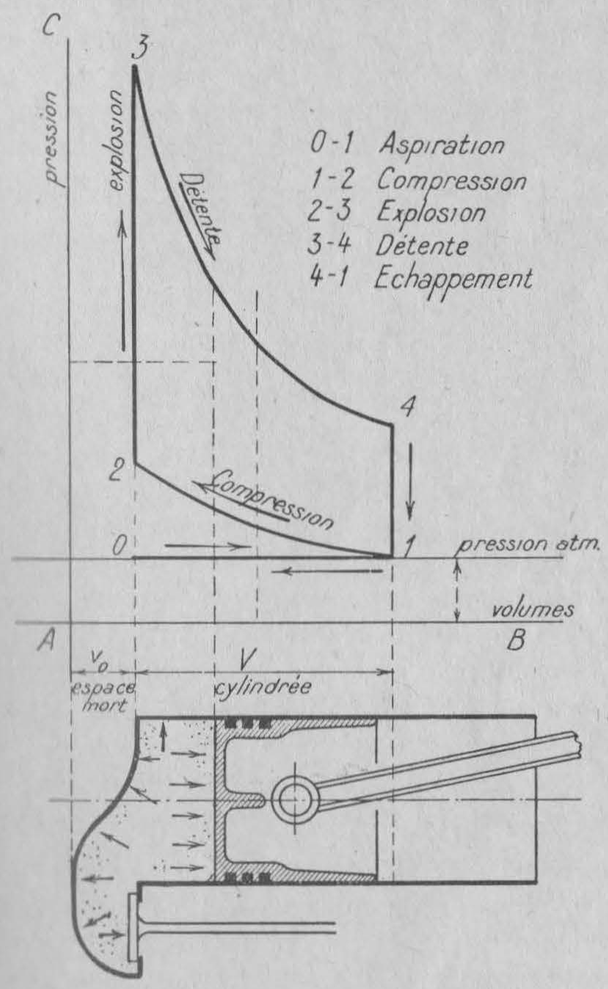


Fig. 27. — Cycle théorique d'un moteur à 4 temps.

Les gaz se détendent poussant toujours le piston vers le point mort bas; c'est la *course motrice du cycle.*

4e temps : échappement. — Le piston arrivant au point mort

bas, une deuxième came ouvre la soupape d'échappement et la pression intérieure tombe brusquement.

Le piston, entraîné par le volant, remonte, balayant ce qui reste de gaz dans le cylindre à l'exception du volume de l'espace mort.

La soupape d'échappement se ferme, le piston redescend et un nouveau cycle recommence.

Remarques. — 1° L'énergie contenue dans les gaz au moment de l'explosion correspond à la différence des températures entre celle d'explosion (environ 1.900°) et celle de l'air atmosphérique pratiquement négligeable.

Pour utiliser toute cette énergie, il faudrait que la température des gaz d'échappement soit celle de l'atmosphère. Cela n'est pas, les gaz sont évacués à environ 900° et la moitié de l'énergie qu'ils contenaient est rejetée.

Cette perte inhérente à la constitution du moteur est d'environ 50 p. 100; ce sera le rendement du cycle théorique.

2° L'ensemble des évolutions de ce cycle, dit de Beau de Rochas, du nom de son inventeur, nécessite deux tours du vilebrequin, tandis que les soupapes ne s'ouvrent qu'une fois. Un tour de l'arbre à cames suffit par suite pour les manœuvrer, et les roues de distribution seront dans le rapport de 1 à 2; le diamètre du pignon du vilebrequin sera la moitié de celui de l'arbre à cames.

Diagramme (fig. 27). — Afin de matérialiser toutes ces évolutions, on trace un diagramme qui est l'image fidèle du cycle.

Sur la ligne horizontale AB, on porte à partir du point A les différents volumes occupés par la masse gazeuse au-dessus du piston. Parallèlement à la ligne verticale AC, on porte les pressions corespondantes et on obtient ainsi la figure 27.

1er temps : aspiration. La pression est la pression atmosphérique; la ligne d'aspiration est de 0 en 1.

2e temps : compression. La pression remonte de 1 en 2 où l'allumage se produit.

3e temps : explosion, détente. La pression est montée de 2 en 3 sans variation de volume, puis la détente motrice se fait de 3 en 4.

4e temps : échappement. La pression tombe de 4 en 1 au moment de l'ouverture de l'échappement, puis le balayage s'opère de 1 à 0 en revenant au point de départ.

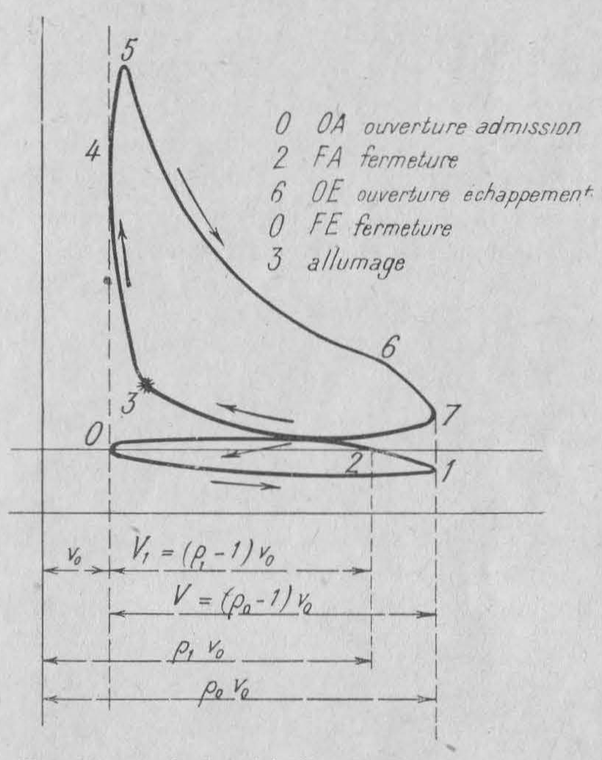


Fig. 28. — Cycle réel d'un moteur à 4 temps.

Cycle réel (fig. 28). — Le cycle théorique suppose que toutes les évolutions s'accomplissent d'une façon idéale, infiniment lentement et sans aucune perte de pression, ni échauffement des parois.

La réalité est légèrement différente; les phases ne coïncident plus avec les temps, il y a chevauchement. Il faut de plus tenir

compte que, si la rapidité avec laquelle s'effectue un temps (1/100e de seconde) ne favorise pas les pertes de température, elle est nuisible aux mouvements des gaz, aussi légers soient-ils. Ceux-ci, éminemment élastiques, s'étirent ou se compriment facilement en suivant avec du retard les mouvements du piston.

1er temps : aspiration. Au lieu d'une ligne droite idéale nous aurons une ligne d'autant plus incurvée que la vitesse du piston sera plus grande de 0 en 1.

Lorsque le piston sera au point mort bas, la dépression au-dessus de lui sera encore sensible et il faudra pour l'atténuer que le piston remonte d'une certaine quantité de 1 en 2.

Le point 2 est le retard à la fermeture de l'admission et l'aspiration chevauche sur le deuxième temps.

2e temps : compression, allumage, explosion. Après le point 2 la compression s'effectue comme précédemment. L'allumage, qui était supposé instantané, dure en réalité un certain temps évalué à 1/2000e de seconde et il y a intérêt à provoquer l'allumage avant le point mort haut; c'est l'avance à l'allumage au point 3. La ligne représentant l'explosion sera donc 3-4-5, le maximum ayant lieu près du point mort haut.

3e temps : détente. Elle s'effectue comme précédemment de 5 en 6. Ce point est l'avance à l'ouverture de l'échappement reconnue nécessaire aux essais pour éviter une contre-pression à la remontée du piston.

4e temps : échappement. Celui-ci s'effectue de 7 en 0 légèrement au-dessus de la pression atmosphérique prévue dans le cycle théorique.

Remarque. — Les points *2* fermeture de l'admission (FA), *3* avance à l'allumage, *6* ouverture de l'échappement (OE) constituent le réglage essentiel du moteur, réglage qu'il faut toujours vérifier soigneusement en cas de démontage de l'arbre à cames ou de l'allumage.

Les points de fermeture de l'échappement sont plus secondaires

et ont lieu dans le voisinage du point mort haut et chevauchent parfois.

Différences entre les deux cycles. — Les différences entre les deux cycles proviennent surtout du manque de remplissage du cylindre et des pertes de chaleur par les parois. Cependant les calculs et les raisonnements se font toujours sur le cycle théorique dont les courbes peuvent se construire à l'avance, tandis que le cycle réel ne peut s'obtenir qu'expérimentalement aux essais.

Connaissant le cycle théorique, on peut en déduire les résultats obtenus dans la réalité en estimant que le cycle réel perd de 10 à 20 p. 100 de puissance.

Applications. — La figure 29 représente les réglages du moteur 6 cylindres de la Monasix et la figure 30 le réglage du moteur de camion 20 CV. Dans la partie supérieure des figures, les réglages sont indiqués suivant les positions du piston au début et à la fin de chaque phase. Il est en effet très commode d'avoir ces données pour vérifier les réglages au moyen d'une tige reposant sur le piston.

Les figures inférieures indiquent les angles correspondant du vilebrequin par rapport au point mort haut de l'aspiration.

Ce tracé est celui du bureau d'études et sert à relever ou à calculer les cotes précédentes.

Le premier tracé porte le nom de réglage linéaire et le second de réglage angulaire; ils sont donnés dans les notices d'entretien.

Le premier moteur tourne à environ 3.000 tours et le second à 1.300. Dans le moteur lent, les gaz suivent mieux les mouvements du piston, le cycle réel se rapproche du cycle théorique, les ouvertures et les fermetures des soupapes peuvent se faire plus près des points morts.

C'est d'ailleurs ce qu'indiquent les réglages; l'angle total d'admission pour la Monasix est de 275° et seulement de 219° pour le moteur de camion, car il n'est pas nécessaire de laisser la soupape si longtemps ouverte.

Par contre les échappements durent sensiblement le même

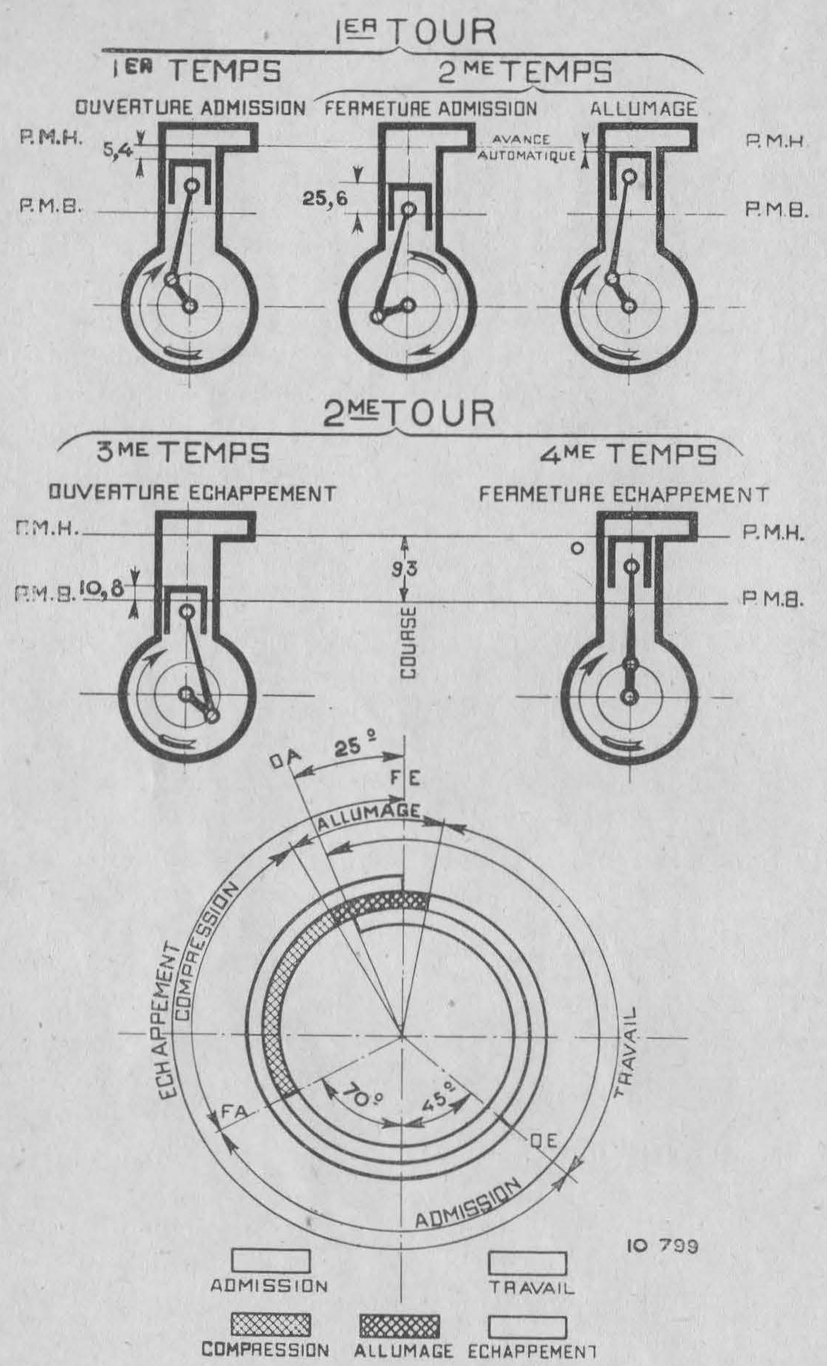


FIG. 29. — Réglages linéaires et angulaires du moteur 58-93 (Monasix).

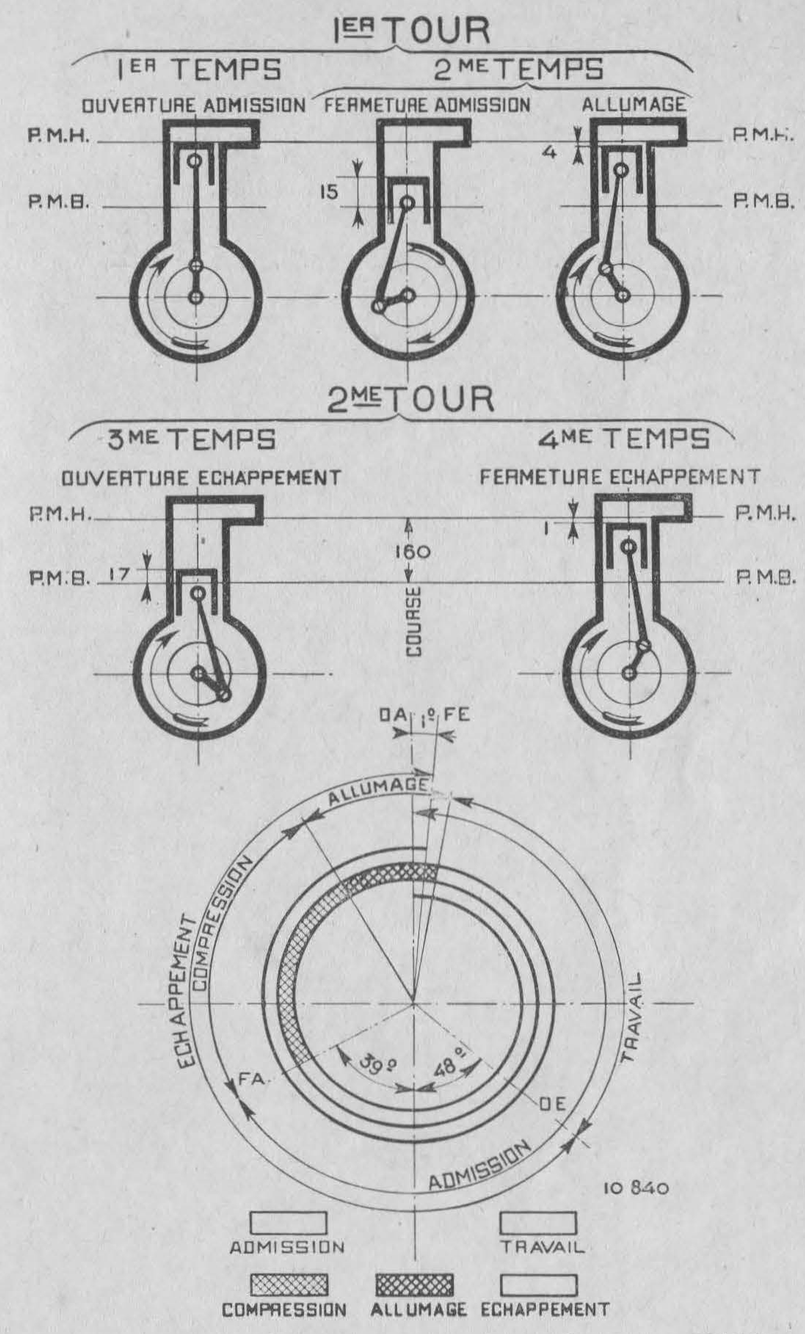


FIG. 30. — Réglages linéaires et angulaires du moteur 100-160 (Camion 20 CV).

temps (225° et 229°); ceci tient à ce qu'au moment de l'ouverture de l'échappement, la pression est très grande (5 kilos) et que l'échappement des gaz dépend beaucoup plus de cette pression que de la vitesse du piston.

Ces réglages sont naturellement obtenus au banc d'essais avec toute une série d'arbres à cames.

CHAPITRE IV

ÉTABLISSEMENT ET ESSAIS D'UN MOTEUR

---

§ 1er. *Définitions.* — Chaleur. Mouvement. Principe de l'équivalence. Taux de compression. Application.

§ 2. *Etablissement d'un moteur.* — Formule de prédétermination. Vitesse moyenne. Formule fiscale. Calculs des éléments d'un moteur.

§ 3. *Essais d'un moteur.* — Mesure de la puissance directe. Mesure du couple moteur. Frein de Prony. Dynamo-dynamomètre. Frein Froude. Courbes caractéristiques.

---

§ 1er. — Définitions

Dans les moteurs thermiques, la chaleur se transforme en mouvement; cette transformation s'opère suivant certaines lois dont l'ensemble forme la Thermodynamique et dont l'étude très complexe serait ici hors de propos.

Il faut toutefois, pour fixer les idées, rappeler et définir certaines expressions et certains termes dont l'usage est courant.

CHALEUR. — La chaleur représente l'énergie thermique contenue dans un corps.

Calorie. — La chaleur se mesure en prenant une quantité de chaleur connue comme unité; c'est celle qui est nécessaire pour élever de 1° centigrade la température de un kilogramme d'eau. Elle prend le nom de calorie ou grande calorie.

Chaleur spécifique. — Pour élever de 1 degré la température d'un kilogramme d'un corps, il faut lui fournir une certaine quantité de chaleur qu'on évalue en calories et qui représente sa chaleur spécifique.

Température. — Les variations de chaleur d'un corps se mesurent au moyen de ses variations de température.

La température s'évalue en degrés centigrades, mais dans les calculs, au lieu de prendre le zéro habituel qui correspond à la température de la glace fondante, on emploie souvent le zéro absolu valant $-273°$ ($T = t + 273°$).

Pouvoir calorifique. — Un corps en brûlant dégage un certain nombre de calories qui représentent son pouvoir calorifique.

Mouvement. — *Travail.* — L'énergie mécanique d'une force qui se déplace est caractérisée à la fois par l'effort et par son déplacement; le travail est le produit de ces deux quantités et est évalué en kilogrammètres, la force étant évaluée en kilos et son déplacement en mètres.

Puissance. — Le travail est indépendant du temps pendant lequel il s'effectue, tandis que la puissance est le travail dans un temps donné, généralement en une seconde ou en une heure.

L'unité de puissance vaut 75 kilogrammètres par seconde et prend le nom de cheval-vapeur ou cheval.

Principe de l'équivalence. — La chaleur pouvant se transformer en travail, on démontre que cette transformation peut être totale. Une calorie équivaut à 427 kilogrammètres et réciproquement un cheval-heure à 633 calories.

Il faut naturellement que ces transformations se fassent sans pertes aucunes; elles sont théoriques.

Variations des gaz. — L'état d'un gaz est défini par sa pression p, son volume v, et sa température T; ces trois quantités sont liées par la relation classique $pv = RT$, dans laquelle R est une constante pour un gaz donné.

Compression et détente. — Dans le cas d'une compression ou d'une détente, il y a soit absorption, soit production de travail, par suite il y a augmentation ou diminution de la température; la transformation est dite adiabatique et est caractérisée par le fait que le produit $p\gamma v\gamma$ est constant ($\gamma = 1{,}3$).

Aspiration et échappement. — Dans ces deux périodes du cycle, les variations se font à une température constante, la transformation est dite isothermique et c'est le produit pv qui devient constant.

Taux de compression. — Lorsque le piston est au bas de sa course le volume au-dessus de lui est le volume de la cylindrée $V = \frac{\pi d^2 c}{4}$ augmentée de celui de l'espace mort v; lorsqu'il est en haut de sa course, le volume se réduit à celui de l'espace mort v.

Le rapport volumétrique qu'on appelle aussi improprement taux de compression est le rapport de ces deux volumes : $\varrho = \frac{V + v}{v}$. En général le taux de compression est compris pour l'essence entre 4,5 et 5,5.

Application. — Les trois relations précédentes permettent, pour un mélange détonant déterminé, de calculer, d'après le taux de compression, la pression et la température de compression p_2 et t_2 et celles d'explosion p_3 et t_3, ainsi que la pression moyenne p_m qui, supposée constante, agirait pendant toute la course motrice.

ϱ	p_2	t_2	p_3	t_3	p_m
4	6	164	30	1900	7,9
4,5	7	180	35	2000	8,5
5	8	195	40	2070	8,9

§ 2. — Etablissement d'un moteur

Etablir un moteur, c'est partir d'une source d'énergie déterminée et construire le dispositif mécanique approprié donnant un mouvement employable.

Dans le cas particulier de l'automobile, la source d'énergie sera la chaleur contenue dans le combustible : essence, benzol; le dispositif mécanique est connu et vient d'être décrit.

Ce qu'il faut c'est déterminer l'alésage et la course pour obtenir la puissance voulue à un nombre de tours donné.

FORMULE DE PRÉDÉTERMINATION. — La puissance effective utilisable peut s'obtenir en partant du cycle théorique en tenant compte des différentes pertes dues soit aux évolutions de la masse gazeuse, soit au manque de remplissage, soit aux pertes mécaniques, etc.

Toutes ces pertes donnent lieu à un certain nombre de coefficients qu'on peut bloquer ensemble pour un combustible et un type de moteur déterminés.

Finalement la relation simple $CV = Kvn$ permet d'obtenir la puissance en fonction de la cylindrée totale v et du nombre de tours n par minute.

Le coefficient K varie de 0,0063 à 0,0065 pour le maximum de puissance, tandis qu'il est d'environ 0,0075 pour la puissance correspondant au couple maximum.

Dans la pratique, ce coefficient peut être déterminé en se basant sur un moteur déjà établi, à condition d'établir le nouveau moteur sur les mêmes bases.

REMARQUE. — Il existe de nombreuses formules de prédétermination; certaines sont très compliquées et le résultat en est toujours approximatif.

VITESSE MOYENNE. — On appelle ainsi la vitesse du piston, en supposant qu'elle soit constante, alors qu'en réalité cette vitesse est très variable; elle est nulle aux points morts et passe par des

maxima sensiblement à mi-course. La vitesse moyenne s'évalue toujours en mètres par seconde.

Si n est le nombre de tours par minute, c la course en millimètres, on a :

$$v = \frac{c\,n}{30.000} \text{ en mètres par seconde.}$$

Actuellement, dans les voitures de tourisme, la vitesse moyenne est d'environ 10 mètres. Dans certaines voitures de course dont le moteur tourne à 5.000 tours, cette vitesse peut atteindre 18 mètres.

APPLICATIONS. — Dans le moteur de la Monastella tournant à 3.000 tours-minute, la vitesse moyenne est de :

$$v = \frac{93 \times 3.000}{30.000} = 9{,}3 \text{ mètres.}$$

Dans le moteur de camion tournant à 1.300 tours, cette vitesse sera :

$$v = \frac{160 \times 1.300}{30.000} = 6{,}9 \text{ mètres.}$$

FORMULE FISCALE. — C'est la formule du Service des Mines servant à l'établissement de l'impôt :

$$P = KnD^2lW.$$

P, désigne la puissance fiscale;
K = 0,00020, pour les moteurs monocylindriques;
K = 0,00017, — 2 cylindres;
K = 0,00015, — 4 cylindres et au-dessus;
n, est le nombre de cylindres;
D, est l'alésage en *centimètres;*
l, est la course en *centimètres;*
W, nombre de tours par *seconde.*

En général, le Service des Mines reçoit les voitures de tourisme

et les camionnettes pour une vitesse de rotation forfaitaire de 1.800 tours-minute soit W = 30.

Pour les camions, lorsque le poids du véhicule est inférieur à 2.250 kilos et dans certaines conditions d'emploi, le nombre de tours forfaitaire est de 1.500 et W = 25.

Si le poids est supérieur à 2.250 kilos, le nombre de tours forfaitaire est de 1.200 W = 20.

Application. — Puissance fiscale du moteur Monastella 58-93;

$$P = 0{,}00015 \times 6 \times 5{,}8 \times 9{,}3 \times 30 = 8{,}44 \text{ chevaux fiscaux.}$$

Calculs des éléments d'un moteur. — On peut se donner soit la puissance effective, soit la puissance fiscale, soit enfin la cylindrée totale et le nombre des cylindres.

Prenons, par exemple, pour cylindrée totale 1,5 l., celle du moteur Monastella; nous supposons que le moteur marche à l'essence.

La formule simplifiée CV = 0,0063 $v\,n$ donnera pour un nombre de tours-minute de 3.000 :

$$CV = 0{,}0063 \times 1{,}5 \times 3.000 = 28{,}3.$$

Cylindrée partielle. — La cylindrée totale étant de 1,5 la cylindrée partielle sera, pour un moteur à 6 cylindres :

$$\frac{1{,}5}{6} = 0{,}250 \text{ litre.}$$

Alésage et course. — En général la course est comprise entre 1,4 et 1,8 de l'alésage. Prenons 1,6, comme dans la Monastella.

On aura :

$$l = 1{,}6\,d.$$

le volume d'une cylindrée partielle étant de 0,250 l.,

On aura :

$$\frac{\pi d^2}{4} \times 1{,}6\,d = 0{,}250,$$

d'où :

$d^3 = 0{,}200$ et $d = 0{,}584$ décimètres ou 58,4 mm.;

la course sera :

$$l = 1{,}6d = 93{,}4 \text{ mm.};$$

en arrondissant nous prendrons $d = 58$ mm. et $l = 93$ mm.

Ces dimensions étant légèrement inférieures aux chiffres calculés, la cylindrée totale sera de 1,47 au lieu de 1,5 et la puissance tiendra entre 27 et 28 CV.

§ 3. — Essais d'un moteur

Les essais d'un moteur sont de deux sortes :

1° Les essais de fabrication permettant de contrôler que tout est en ordre et que le moteur donne la puissance moyenne de sa série;

2° Les essais spéciaux servant à étudier les différents régimes de marche, les consommations, etc., et à obtenir les renseignements techniques à l'amélioration du moteur et à son utilisation.

Les premiers essais ne sont qu'un cas particulier des seconds, beaucoup plus complets.

Il y a deux façons de mesurer la puissance d'un moteur, soit en la mesurant directement, soit en mesurant le couple moteur.

Mesure de la puissance directe. — Un des procédés les plus simples consiste dans l'emploi d'une dynamo. Celle-ci s'accouple parfaitement bien avec un moteur d'automobile, les régimes de marche étant les mêmes.

Il est facile de les accoupler bout à bout sans autre intermédiaire qu'un manchon d'accouplement destiné à faciliter les montages et à amortir les à-coups.

Pour connaître la puissance, il suffit de mesurer la quantité d'électricité produite (ampères et volts) et de multiplier les uns par les autres.

Pour connaître la puissance absolue, il faut connaître le rendement de la dynamo et faire les corrections nécessaires. Pour des essais comparatifs, il suffit de maintenir le voltage constant et de mesurer le nombre d'ampères.

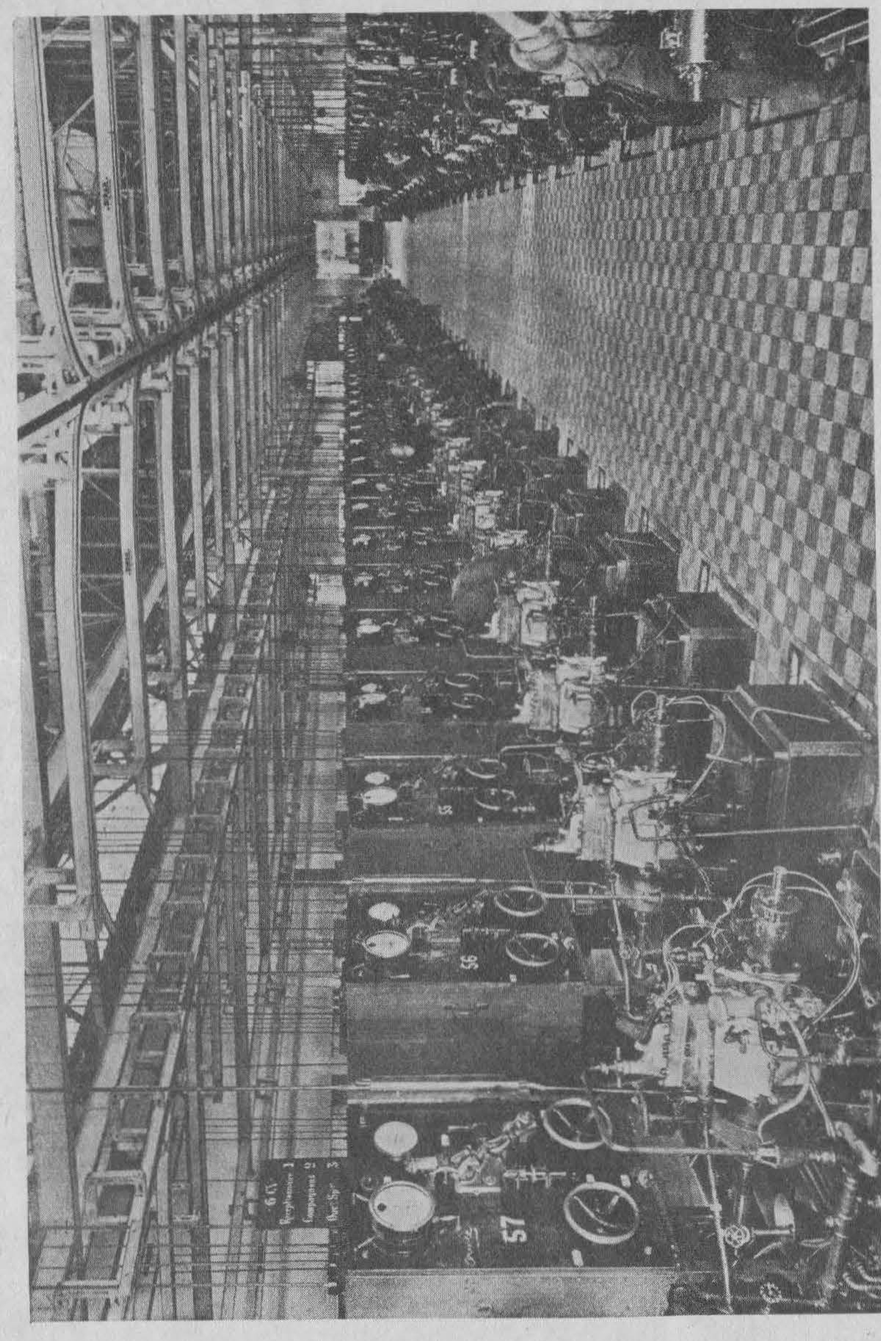


FIG. 31. — Banc d'essai des moteurs d'automobiles.

MESURE DU COUPLE MOTEUR (fig. 32). — La sujétion du dispositif précédent consiste dans la détermination du rendement de la dynamo dont on préfère s'affranchir en mesurant le couple moteur.

Couple. — Le principe du levier est connu; les efforts sont inversement proportionnels aux bras, c'est-à-dire que le produit de l'effort par la longueur du bras correspondant est constant. $Rf = rF$, si R est double de r, F sera double de f.

Il n'est pas nécessaire pour cela que les bras de levier soient dans le prolongement l'un de l'autre, ni qu'ils soient dans le même plan, il suffit qu'ils soient reliés entre eux par un arbre rigide; c'est le cas du vilebrequin.

Le produit de l'effort par le bras de levier est appelé couple : $C = Rf = rF$.

Lorsque les bras de levier tournent autour du point fixe, le chemin parcouru en une seconde est $\frac{2\pi Rn}{60}$ n étant le nombre de tours-minute et le travail sera : $\frac{2\pi Rnf}{60}$, la puissance sera :

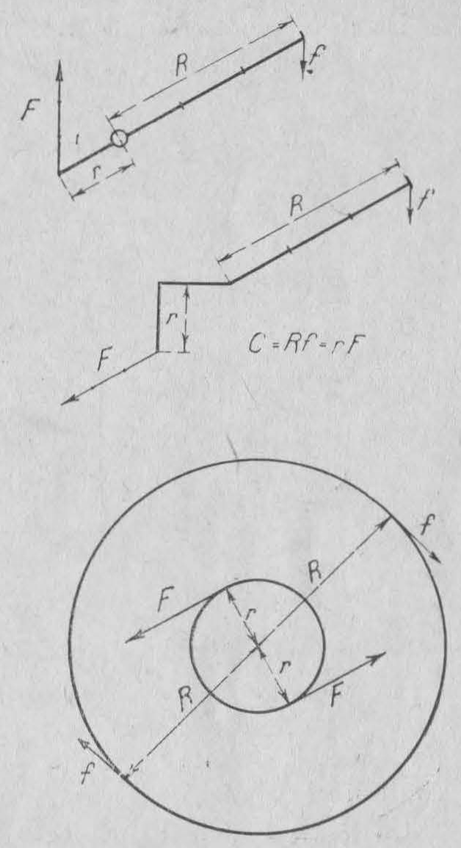


FIG. 32. — Couple moteur.

$$Cv = \frac{2\pi Rnf}{60 \times 75} = \frac{2\pi Cn}{60 \times 75}.$$

Pour mesurer un couple, on utilise le principe du frein de Prony.

Frein de Prony (fig. 33). — Le frein de Prony se compose d'une poulie A montée sur l'arbre moteur, poulie qui peut être le volant lui-même.

De deux sabots de bois B-B, montés sur deux barres horizontales C-C, et enserrant la poulie au moyen de vis de réglage D,

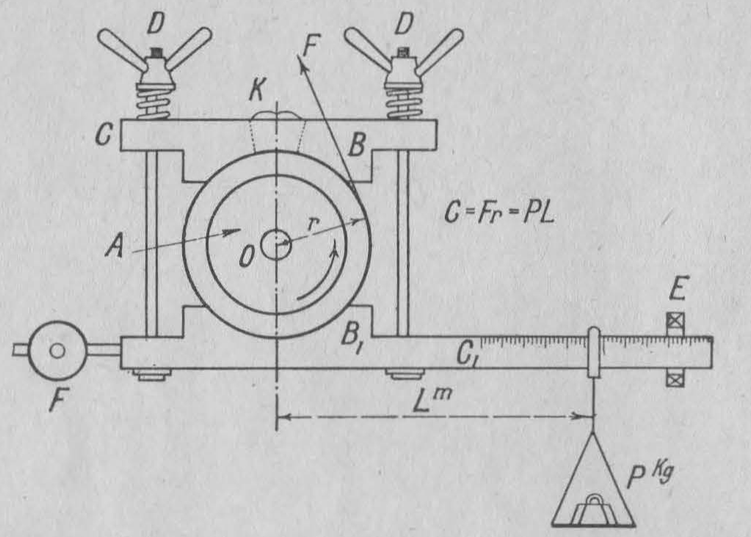


Fig. 33. — Frein de Prony.

un taquet E permet de limiter les oscillations et un contrepoids équilibre le système.

Un poids P peut se déplacer le long du prolongement de la barre C.

Fonctionnement. — Lorsque la poulie tourne et qu'on serre les vis, le frottement des sabots tend à entraîner tout l'ensemble. Pour maintenir l'équilibre, on peut déplacer le poids P le long de la barre ou le laisser fixe et augmenter L; on peut également faire varier les deux à la fois.

Le frottement développe une force F à une distance r qui est équilibrée par le poids P à la distance L.

Le couple moteur sera : $C = F\,r = P\,L$.

Pour connaître la puissance, il suffit de relever le nombre de tours, le poids et le bras de levier.

Ce type d'appareil ne sert que par son principe, les moteurs d'automobile tournant beaucoup trop vite.

Dynamo-dynamomètre (fig. 34). — Ce type de frein se compose d'une dynamo spéciale accouplée avec le moteur comme précédemment, mais cette fois la carcasse de la dynamo est montée sur des roulements à billes et peut osciller; elle reçoit

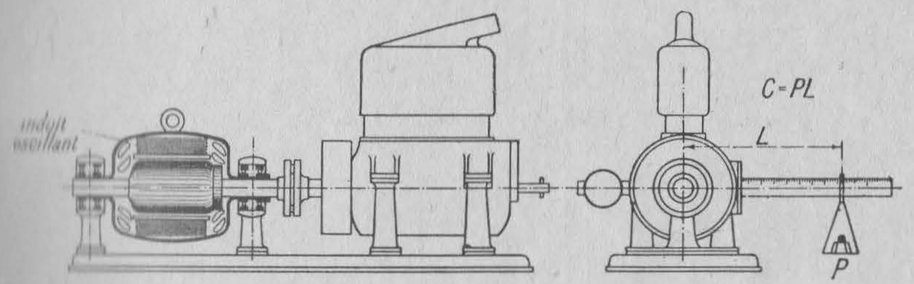


Fig. 34. — Balance dynamo-dynamomètre.

une barre sur laquelle peut coulisser un poids. L'induit et le moteur sont reliés par un accouplement élastique.

Fonctionnement. — L'induit entraîné par le moteur se déplace dans le champ magnétique des inducteurs; la réaction magnétique qui en résulte entraîne la carcasse, et c'est cette réaction qui est équilibrée par le poids et la longueur du bras de levier L. On en déduit le couple *PL* d'où la puissance.

Avantages. — La dynamo-dynamomètre fait abstraction de tout rendement électrique. Les variations de charge et le démarrage du moteur s'obtiennent facilement, enfin la précision est très grande.

Frein Froude (fig. 35). — Cet appareil, très employé dans les usines, se compose d'une pompe centrifuge à eau dont la turbine est montée en bout de l'arbre moteur.

Comme dans la dynamo-dynamomètre, le moteur est fixe, mais au lieu d'un attraction magnétique entre les parties tournantes, c'est le frottement de l'eau, dont la circulation est contrariée, qui entraîne la carcasse.

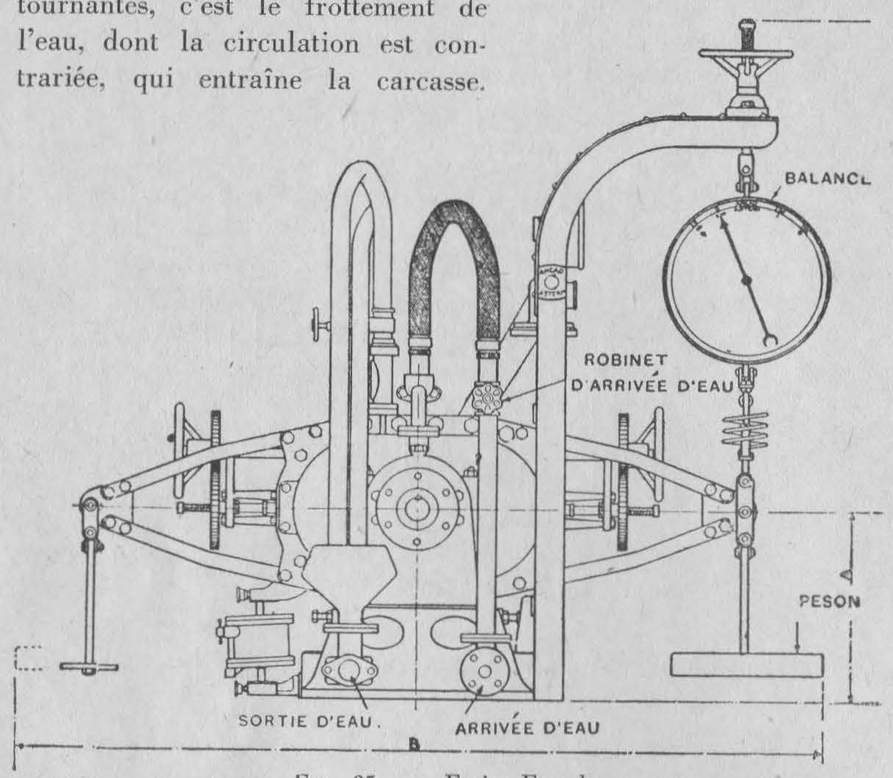


Fig. 35. — Frein Froude.

L'équilibre est obtenu par un poids P à l'extrémité d'un bras de levier L, d'où le couple PL.

Pour faire varier l'effort de freinage, on augmente ou on diminue la quantité d'eau qui passe à la turbine; comme ces variations sont faciles à effectuer pendant la marche du moteur, ce type d'appareil est très en faveur, malgré son prix élevé.

Courbes caractéristiques

1° *Courbe de puissance.* — La courbe de puissance est obtenue en chargeant le moteur progressivement de façon à le faire ralentir sous un excès de charge. On place ainsi le moteur dans les mêmes conditions que celui d'une voiture montant une côte de plus en plus rapide sans manœuvrer le changement de vitesse.

Dans cet essai on relève la puissance du moteur de 100 en 100 tours, par exemple, ainsi que la consommation correspondante. L'ensemble des points de puissance relevés constitue la courbe des puissances; on opère de même pour la consommation.

2° *Courbe d'utilisation.* — La courbe d'utilisation est une courbe des puissances obtenues en réduisant progressivement la quantité de mélange tonnant admis dans les cylindres.

Elle correspond à la marche du moteur d'une voiture allant en palier à une vitesse de plus en plus réduite par variation d'ouverture de l'accélérateur.

Comme pour la courbe précédente, on relève la puissance de 100 en 100 tours, mais en laissant la charge constante et en faisant varier l'admission des gaz. La consommation est relevée en même temps à chaque essai.

L'ensemble de ces deux courbes et celles de leurs consommations constituent les caractéristiques du moteur et permettent d'apprécier sa bonne tenue, beaucoup mieux que la puissance maximum qui ne correspond pas d'ailleurs à la marche la plus courante.

3° *Courbe des couples.* — Les courbes précédentes sont utilement complétées par la courbe des couples correspondant à la courbe des puissances.

Tracé des courbes (fig. 36). — On reporte sur un papier quadrillé les différents points trouvés et en les joignant, on obtient un graphique analogue à celui de la figure.

Courbe de puissance. — La ligne représentative est une courbe possédant un maximum après lequel elle redescend.

La puissance n'est pas proportionnelle au nombre de tours sans quoi la ligne serait une droite.

Il est par suite parfaitement inutile de dépasser le régime de marche prévu par le constructeur et de faire emballer son moteur

inutilement; le seul résultat serait une dépense d'essence inutile et une usure plus rapide du moteur.

La courbe montre qu'il y a des régimes pour lesquels la puissance est proportionnellement plus élevée; ces régimes correspondent au maximum de la courbe des couples.

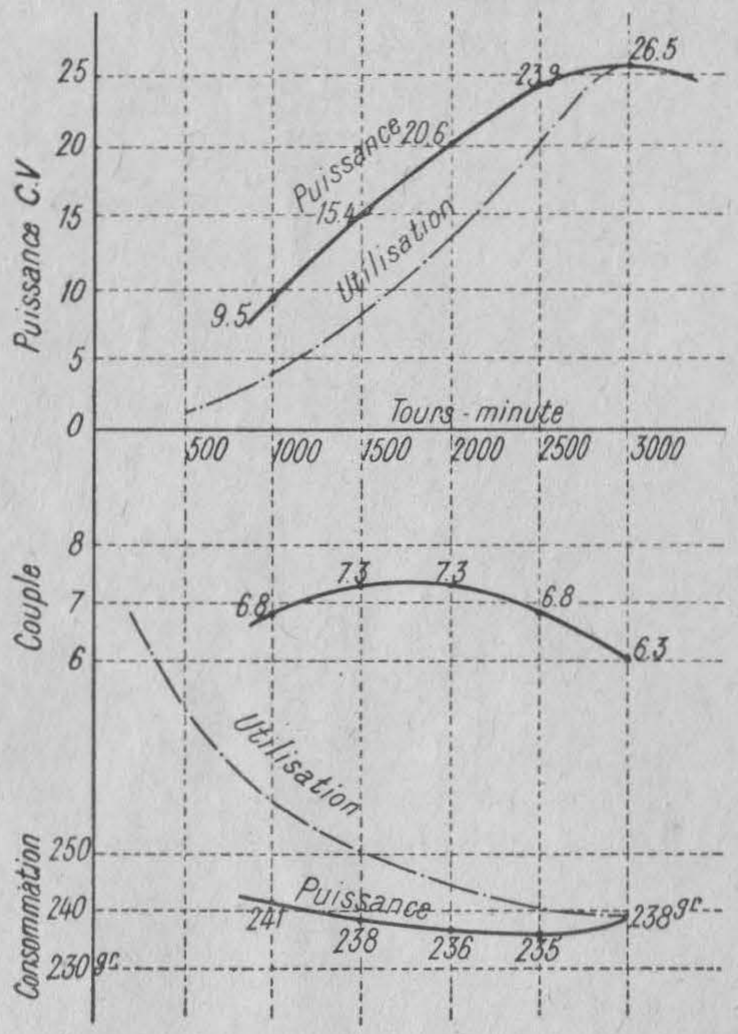


FIG. 36. — Courbes caractéristiques.

Plus celle-ci sera plate, meilleures seront les reprises et la tenue du moteur à toutes les allures; ce sera le cas des voitures commerciales.

Pour les voitures de course, la courbe des couples est très accentuée, les reprises sont médiocres et le moteur devra toujours tourner rapidement.

Courbe d'utilisation. — Nettement différente de la courbe précédente, cette courbe est toujours progressive puisque le volume aspiré augmente progressivement. Mais c'est surtout la courbe des consommations qui est intéressante, car elle permet de se rendre compte de l'économie du moteur en usage courant.

CHAPITRE V

ORGANES MOTEURS FIXES CYLINDRE. — CARTER

---

§ 1er. *Cylindres.* — Conditions d'établissement. Espace mort. Sa vérification. Culasse. Cylindre. Logement des soupapes. Circulation d'eau. Fixation. Entretien.

§ 2. *Carters.* — Carter supérieur. Carter inférieur. Carter de distribution.

---

§ 1er. — Cylindres

Conditions d'établissement. — D'après le fonctionnement général donné précédemment, le rôle du cylindre est d'être la chambre d'évolution des différentes phases du cycle et le guide du piston dans ses déplacements.

Son refroidissement doit être tel que le mélange gazeux ne s'enflamme pas prématurément et que le graissage soit possible. Sa résistance doit être suffisante pour supporter les efforts d'explosion et leurs réactions.

Les différentes parties constitutives en résultent et comprennent : l'espace mort, le cylindre, les conduits des gaz et le logement des soupapes, la circulation d'eau, enfin la fixation.

Espace mort. — L'espace mort sert de chambre de compression et d'explosion et forme l'essentiel de la culasse du moteur.

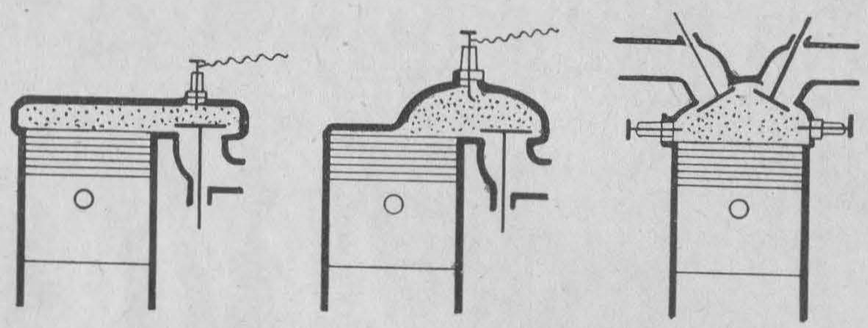
Le volume de l'espace mort se calcule; il dépend du taux de

compression choisi et de la cylindrée; son importance est très grande.

Sa forme et son emplacement dépendent de la disposition des soupapes, suivant qu'elles sont sur le dessus du moteur ou placées latéralement.

La disposition latérale adoptée dans tous les moteurs d'automobile Renault permet un accès plus facile pour l'entretien du moteur.

Dans les anciens moteurs, l'espace mort était constitué par le



Espace mort aplati *Espace mort concentré*

FIG. 37.

prolongement même du cylindre, il s'élargissait sur les soupapes et était très aplati.

Dans les moteurs modernes on cherche à le concentrer le plus possible et on adopte une forme se rapprochant de celle d'un élément de sphère.

Lorsque les soupapes sont sur le dessus, l'espace mort est le prolongement du cylindre (moteurs d'aviation Renault). Mais lorsque les soupapes sont latérales, il est concentré mi-partie sur les soupapes, mi-partie sur le cylindre.

L'avantage de cette concentration est d'augmenter la rapidité d'inflammation de toute la masse gazeuse et d'améliorer le rendement.

VÉRIFICATION DE L'ESPACE MORT. — Le taux de compression étant très important pour le rendement du moteur, sa vérification est nécessaire; lorsqu'il y a plusieurs cylindres, les différents espaces morts doivent avoir le même volume pour éviter le déséquilibrage du moteur.

Pour cette vérification, le piston est placé au point mort haut correspondant à l'explosion, soupapes fermées, puis l'espace mort est rempli d'un mélange d'huile et de pétrole versé par le trou de bougie, en ayant soin de remplir très lentement pour éviter les poches d'air.

En se servant d'une éprouvette graduée, il est facile de mesurer le volume du mélange versé qui est celui de l'espace mort v; le volume V de la cylindrée se calcule $\left(V = \frac{\pi d^2 c}{4}\right)$, et nous avons vu que le taux de compression était $\rho = \frac{V + v}{v}$.

Ce taux de compression est compris entre 4, 5 et 5,5 pour que la température des gaz due à la fois à la compression et à la température des parois ne dépasse pas 550°, limite à laquelle le mélange détonant s'enflamme spontanément (auto-allumage).

CULASSE RAPPORTÉE. — Pendant longtemps, le fond ou culasse du cylindre venait de fonderie avec lui; actuellement, on préfère le rapporter pour faciliter la fonderie, l'usinage et l'entretien du moteur.

La culasse est constituée par une surface dressée pour s'appliquer sur les cylindres et présente au-dessus de chacun d'eux une cavité correspondant à l'espace mort. Une chambre d'eau recouvre cette paroi et est munie d'un orifice de sortie d'eau et de trous de bougie corespondant à chaque cylindre.

La face inférieure est percée d'ouvertures judicieusement réparties pour que la circulation d'eau soit effective autour de chaque cylindre.

La fixation de la culasse se fait au moyen d'écrous vissés sur des goujons ou prisonniers fixés dans les cylindres. Ces prison-

niers sont d'un diamètre approprié pour résister aux efforts d'explosion et ils sont en nombre suffisant pour répartir la pression

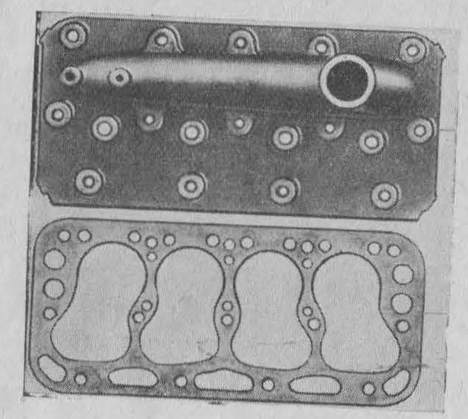


FIG. 38. — Culasse 10 CV et son joint (4 cylindres).

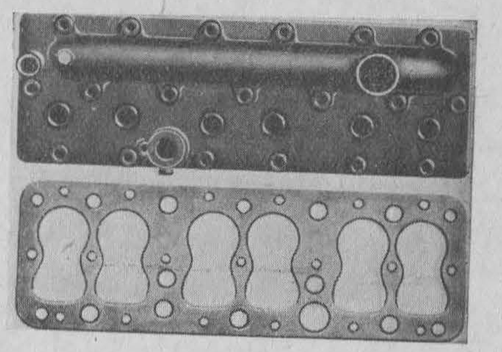


FIG. 39. — Culasse 8 CV et son joint (6 cylindres).

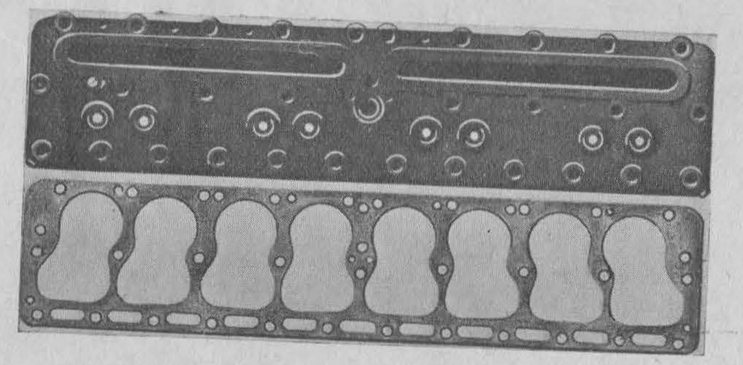


FIG. 40. — Culasse de 8 cylindres.

de serrage régulièrement sur toute la surface du joint métallo-plastique, cuivre et amiante, qui assure l'étanchéité.

Il faut, au remontage de la culasse, avoir soin de serrer très régulièrement et très progressivement chacun des écrous et suivre

scrupuleusement les conseils de la notice d'entretien. En dernier lieu, il faut redonner un tour de clé lorsque le moteur est chaud.

Un joint mal serré, ou en mauvais état, peut amener une fuite d'eau dans les cylindres dont les conséquences peuvent être très graves, ou une fuite des gaz à la compression et à l'explosion qui risque de brûler les surfaces usinées et plus généralement le joint qu'il faut remplacer.

Sur certains moteurs, la sortie d'eau est rapportée au moyen de vis et d'un joint de caoutchouc.

CYLINDRES. — Le rôle du cylindre est de servir de guide au piston et de permettre la détente des gaz.

Corps cylindrique. — C'est un tube cylindrique usiné intérieurement et rectifié à la meule pour avoir une surface parfaitement lisse. L'alésage est exécuté et contrôlé d'une façon très rigoureuse.

Lorsqu'il y a plusieurs cylindres, ils sont réunis en un bloc qui se subdivise en général en groupe de deux ou de trois. Chaque groupe est séparé par une large circulation d'eau; ce jumelage convient parfaitement bien à la disposition des paliers du vilebrequin.

Le dessus du bloc est formé par un voile de fonte percé de trous appropriés pour les cylindres, les soupapes et les orifices de circulation d'eau.

La longueur de la partie cylindrique est telle que le piston sort légèrement du cylindre au point mort bas.

Une entrée conique est prévue dans le bas du cylindre pour faciliter la mise en place des pistons et parfois des échancrures sont prévues pour le dégagement de la bielle dans ses positions extrêmes de balancement.

Le métal employé pour le bloc des cylindres est une fonte de fer spéciale exempte autant que possible de soufflures et autres défauts de fonderie. Un examen et des essais méticuleux éliminent toute pièce présentant le moindre défaut.

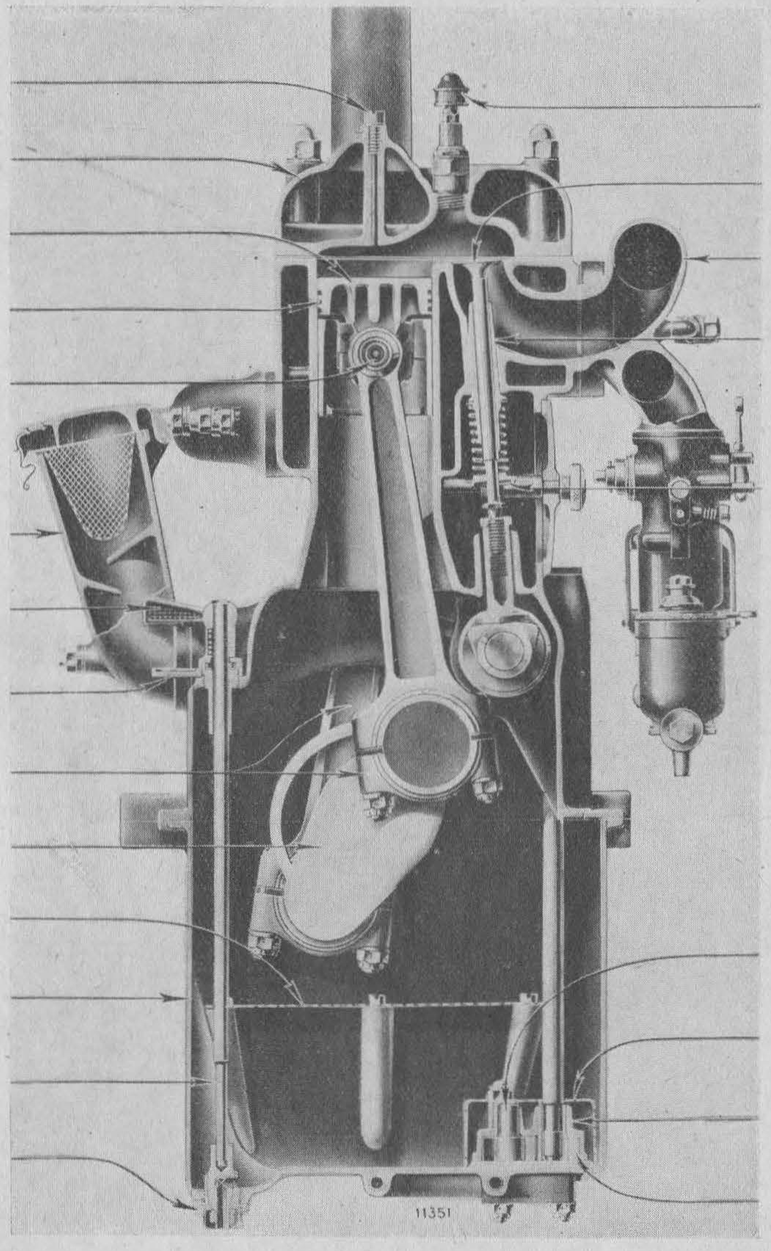


Fig. 41. — Coupe transversale moteur 75-120 10 CV 4 cylindres.

Logements des soupapes et conduits. — Dans les moteurs d'automobile les soupapes sont placées de même côté pour réduire l'aplatissement de l'espace mort et permettre la simplification de la distribution par l'emploi d'un seul arbre à cames.

Les sièges de soupapes sont à 45° ou à 60° (angle au sommet), leur axe pouvant être soit vertical soit incliné. Ils sont reliés à l'extérieur par des conduits appropriés de façon que la vitesse des gaz se tienne entre 50 et 60 mètres par seconde dans les parties droites.

Les sièges de soupape sont très dégagés pour être maintenus

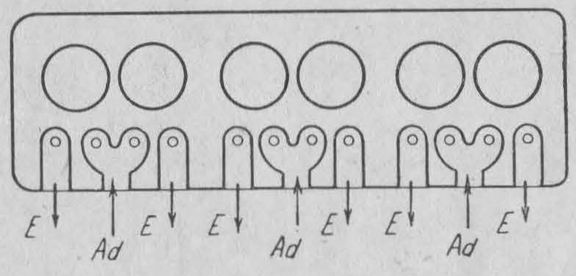


Fig. 42. — Conduits d'admission et d'échappement.

par l'eau à une température la plus possible uniforme. Il faudra par suite éviter toute surépaisseur de métal et surveiller que le désablage des noyaux de fonderie soit bien exécuté. Des orifices sont d'ailleurs prévus à cet effet et sont rebouchés ensuite à demeure.

Les soupapes devant être parfaitement guidées, un bossage est prévu à cet effet et reçoit un guide en fonte ou en bronze.

Dans chaque groupe de deux cylindres, les soupapes d'admission sont mitoyennes pour n'avoir qu'un seul conduit d'entrée. Par contre les conduits d'échappement sont toujours séparés pour éviter qu'un des cylindres ne souffle dans l'autre.

Le bas des cylindres, côté soupapes, forme une boîte fermée sur le devant par un ou deux couvercles de grandes dimensions pour permettre l'accès facile des ressorts et des vis de taquets.

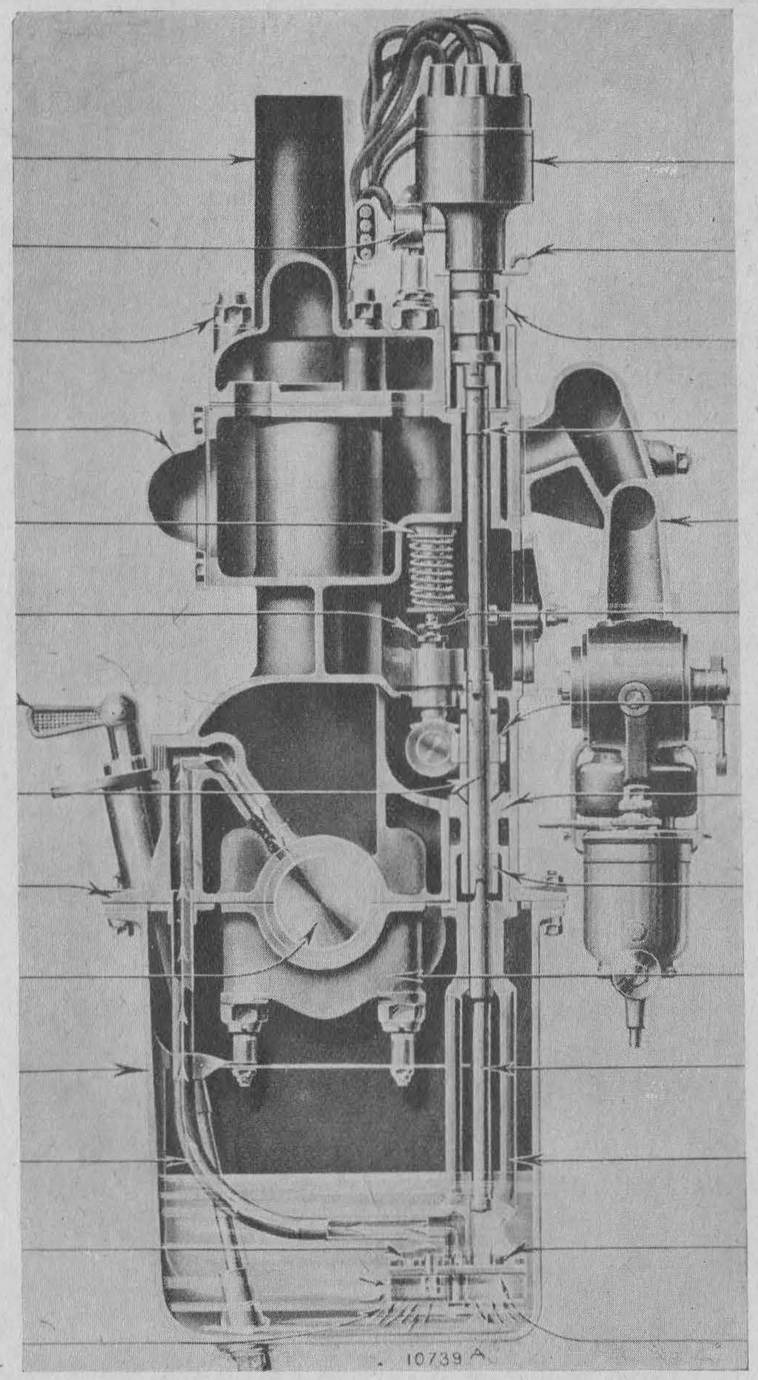


FIG. 43. — Coupe transversale entre les cylindres Monasix.

CIRCULATION D'EAU. — Une enveloppe d'eau suffisamment large entoure les cylindres et descend au moins jusqu'au-dessus du piston au point mort bas.

La circulation d'eau doit être largement prévue autour des conduits d'admission et d'échappement; elle est combinée en sorte qu'il ne puisse se former aucune poche de vapeur.

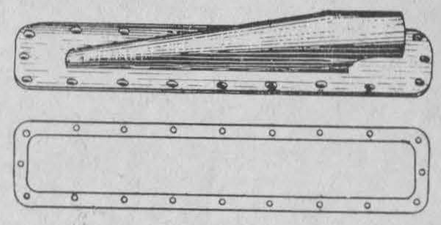


FIG. 44. — Tubulure d'entrée d'eau et son joint.

L'arrivée d'eau se fait par une tubulure spéciale sur le flanc des cylindres, de façon à répartir l'eau entre chacun d'eux.

La sortie d'eau se fait dans la culasse au point le plus haut.

FIXATION DES CYLINDRES. — Dans tous les moteurs où le bloc des cylindres est venu de fonderie avec le carter supérieur, la fixation des cylindres est celle du carter sur le châssis.

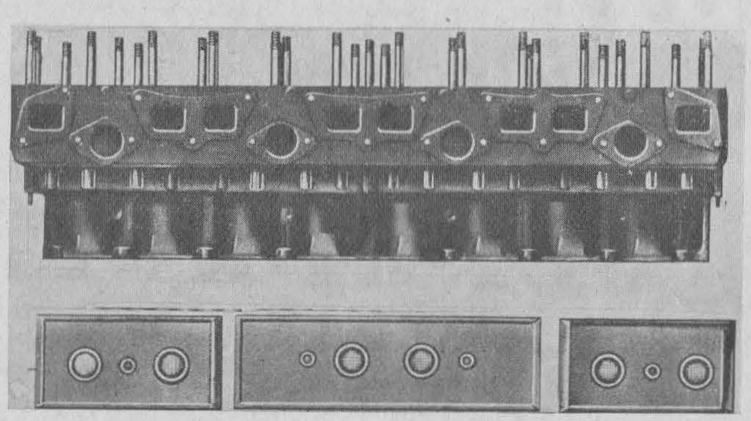


FIG. 45. — Bloc du cylindre et cache-soupapes moteur 8 cylindres.

Dans les moteurs 8 cylindres et certains 6 cylindres, le bloc est indépendant et sa fixation sur le carter se fait au moyen de pri-

sonniers. Ceux-ci sont prévus pour résister aux efforts d'explosion maxima.

ENTRETIEN. — 1° *Décalaminage.* — En principe la combustion des gaz est complète, il se produit de la vapeur d'eau et de l'acide

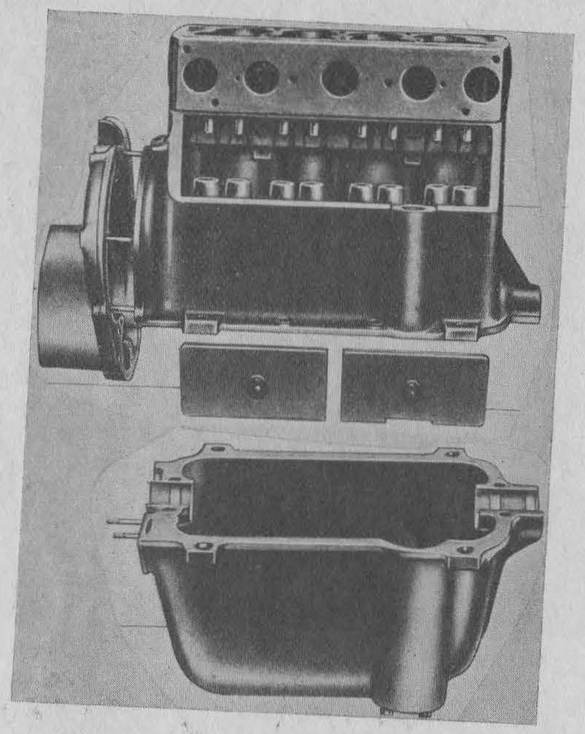


FIG. 46. — Bloc des cylindres 10 CV.

carbonique. Pratiquement, il y a toujours de l'huile au-dessus du piston, ne serait-ce que l'huile des cylindres lorsque le piston descend. Il y a également des combustions incomplètes dues à une carburation défectueuse ou à une mauvaise qualité d'essence.

Finalement, il se produit des dépôts de charbon, appelés calamine, dans l'espace mort et sur le fond du piston. A la longue, ces dépôts diminuent l'espace mort et augmentent la compression avec risque d'auto-allumage.

De plus le charbon peut rester incandescent et donner des points à plus de 550° déterminant l'inflammation prématurée du mélange et le cognement du moteur.

Il faut procéder au décalaminage, pour cela, la culasse est démontée, puis on gratte soigneusement tous les dépôts charbonneux y compris le fond du piston (Voir notice d'entretien).

REMARQUE. — Il n'existe aucune substance qui soit un dissolvant du charbon.

2° *Réalésage.* — A la longue le piston et le cylindre s'usent et s'ovalisent. Il faut alors remonter le cylindre sur la machine à rectifier pour le remettre au rond.

Comme l'alésage est agrandi, il faut changer les pistons et mettre les nouveaux aux cotes voulues. Les notices d'entretien donnent les jeux nécessaires qu'il faut observer rigoureusement.

Le réalésage d'un cylindre est une opération très délicate pour laquelle il faut être outillé comme machine et comme montage; seuls des spécialistes peuvent le faire et le meilleur est l'usine même.

§ 2. — Carters

Le rôle du carter est d'être le bâti du moteur fixé au châssis de la voiture; il supporte la pression d'explosion à la fois par le cylindre et par le vilebrequin et doit être résistant.

Il sert de fixation aux organes moteurs mobiles, aux organes de distribution ainsi qu'à la pompe à huile, à l'allumage, etc.

Il se compose essentiellement des carters inférieur et supérieur et, sur le devant, d'un carter de distribution.

CARTER SUPÉRIEUR. — Dans presque tous les moteurs Renault, le carter supérieur est le prolongement du bloc des cylindres et vient de fonderie en même temps que lui.

Sinon, le dessus du carter est pourvu d'une face dressée sur laquelle est fixé le bloc des cylindres (8 cylindres Reinastella).

Le carter supérieur forme une grande boîte creuse qui s'étend tout le long du moteur et dans laquelle tournent les bielles, le vilebrequin, l'arbre à cames et la pompe à huile.

Sa face inférieure passe le plus souvent par l'axe du vilebrequin et sert à fixer le carter inférieur. Un joint en papier ou en liège

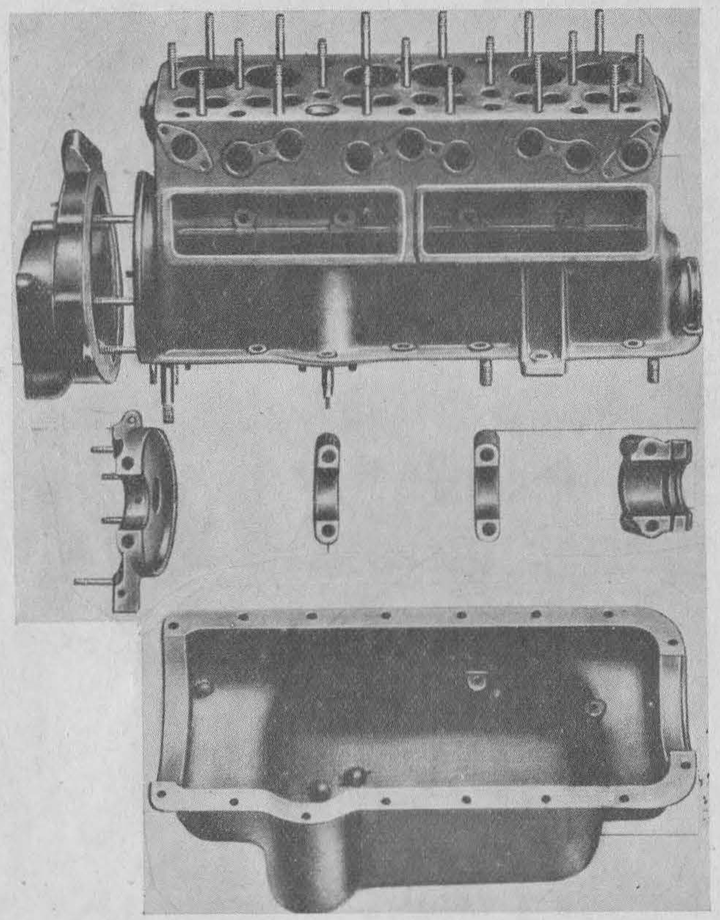


Fig. 47. — Bloc des cylindres, carters et paliers (Monasix).

est interposé entre les deux carters pour éviter les fuites d'huile, et une série de boulons les relient entre eux.

Afin d'augmenter la surface du joint, les faces en contact sont élargies par une collerette courant tout le long des carters.

Les faces longitudinales sont reliées par les faces transversales extérieures et par des cloisons intérieures correspondant aux paliers intermédiaires du vilebrequin au nombre de 1, 2, 5 ou 7, suivant le cas.

Si, comme dans certains 4 cylindres 10 CV, il n'y a pas de paliers intermédiaires, les cloisons sont supprimées.

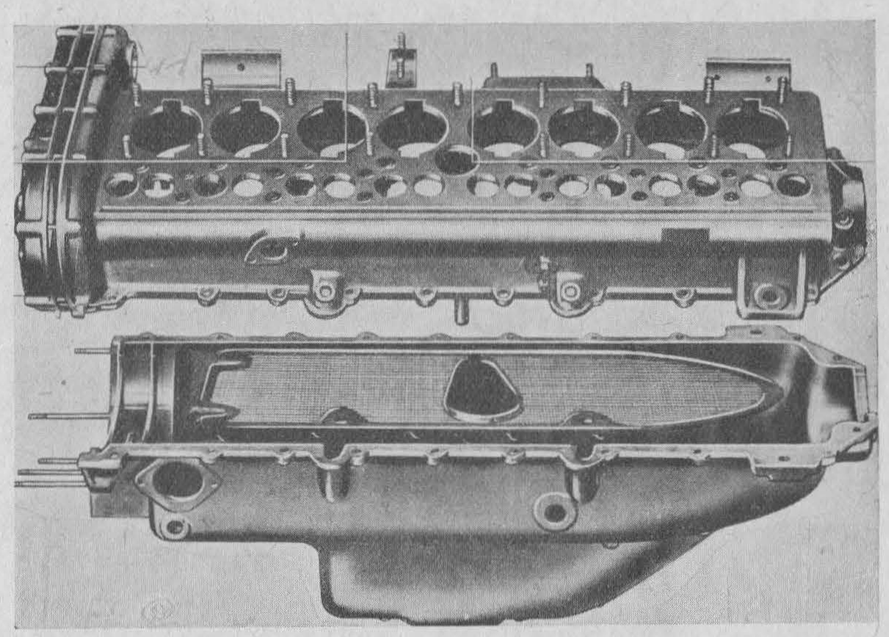


Fig. 48. — Carters de moteurs 8 cylindres.

Une des faces longitudinales porte la tubulure de remplissage d'huile ainsi que la tige servant à manœuvrer le robinet de vidange ou à jauger la hauteur de l'huile dans le carter inférieur.

Les faces latérales et les cloisons servent de support au vilebrequin et à l'arbre à cames et à cet effet sont munis de bossages appropriés.

La face avant du carter porte une saillie destinée à recevoir le carter de distribution.

Un conduit général d'huile court tout le long du carter et communique avec chaque palier par des canaux transversaux.

Deux pattes d'attache venues de fonderie sur chaque côté servent à la fixation du moteur sur le châssis. Sur certains types de moteur, la fixation se fait en trois points seulement, deux à l'arrière, un à l'avant.

Carter inférieur. — Le carter inférieur est destiné à pouvoir se démonter facilement pour vérifier l'intérieur du moteur; ce sera essentiellement une boîte fermant le bas du carter supérieur.

Il est utilisé comme réservoir d'huile; sa contenance est alors variable avec le type de moteur (7 litres Monasix, 30 litres Reinastella).

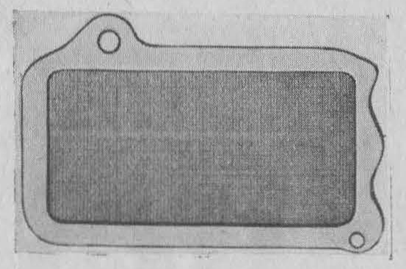


Fig. 49. — Tamis d'huile.

Un tamis servant à filtrer l'huile tombant des cylindres ou sortant du vilebrequin, est fixé horizontalement à l'intérieur sur toute la surface.

Dans le fond du réservoir se place un robinet de vidange, parfois une pompe à huile et des raccords conduisant l'huile dans un refroidisseur spécial (Vivastella, Nervastella, Reinastella).

La face avant est pourvue d'une saillie complétant celle du carter supérieur pour recevoir le carter de distribution.

Exceptionnellement, dans la Monasix, le palier avant forme une partie du carter. Dans le moteur 10 CV, où il n'y a que deux paliers de vilebrequin, ceux-ci sont constitués par des bossages appartenant au carter inférieur.

Carter de distribution. — Ce carter, disposé à l'avant du moteur, est fixé sur les carters précédents au moyen de prisonniers. Son rôle est de protéger les engrenages de distribution et de recevoir en bout la dynastart.

CHAPITRE VI

ORGANES MOTEURS MOBILES

§ 1er. *Piston. Axe. Segments.* — Piston. Influence du poids. Poussée latérale. Axe. Segments.

§ 2. *Bielle.* — Description. Efforts. Réparation.

§. 3. *Vilebrequin.* — Description. Graissage. Equilibrage. Métal employé.

§ 4. *Volant.* — Description. Travail.

Les organes moteurs mobiles transforment le mouvement rectiligne alternatif en un mouvement circulaire continu.

Le piston reçoit l'effort de l'explosion et le transmet au vilebrequin par l'intermédiaire de la bielle.

Cet effort calculé en admettant une pression de 30 kilos par centimètre carré de section de piston, atteint suivant les moteurs la valeur suivante :

Pour un alésage de	58 m/m	la pression totale est de	730 kilos
	75	— —	1.325 —
	85	— —	1.700 —
	100	— —	2.350 —

§ 1er. — Piston. Axe. Segments

L'ensemble du piston comprend le piston, son axe et les segments.

Piston. — Dans les anciens moteurs, le piston était en fonte; actuellement il est en alliage à base d'aluminium ou même de magnésium encore plus léger.

Un piston se compose essentiellement d'un fond et d'un corps cylindrique ou jupe munie de bossages.

Fond. — Le fond doit être très résistant et est renforcé par des nervures intérieures. Il doit être suffisamment épais pour

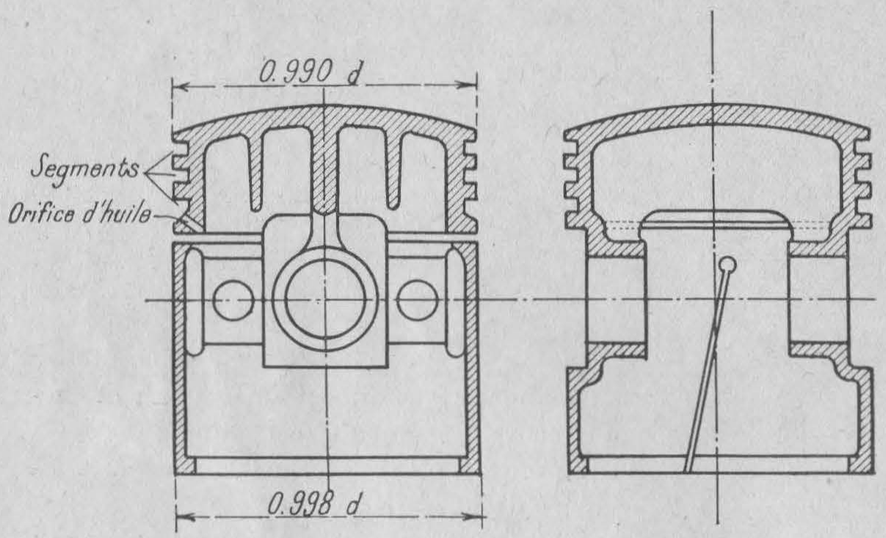


Fig. 50. — Piston aluminium.

éviter que les porosités laissent passer les gaz et surtout pour conduire la chaleur vers les parois du cylindre et éviter des allumages prématurés.

Cette épaisseur, d'environ 6 mm. dans les pistons d'automobile, atteint près de 10 mm. dans les moteurs d'aviation.

La forme du fond est soit bombée, ce qui est meilleur pour la résistance, soit plate, pour offrir moins de surface à la chaleur.

Corps cylindrique. — Le cylindre est refroidi par la circulation d'eau, tandis que le piston ne l'est pas; par suite, celui-ci

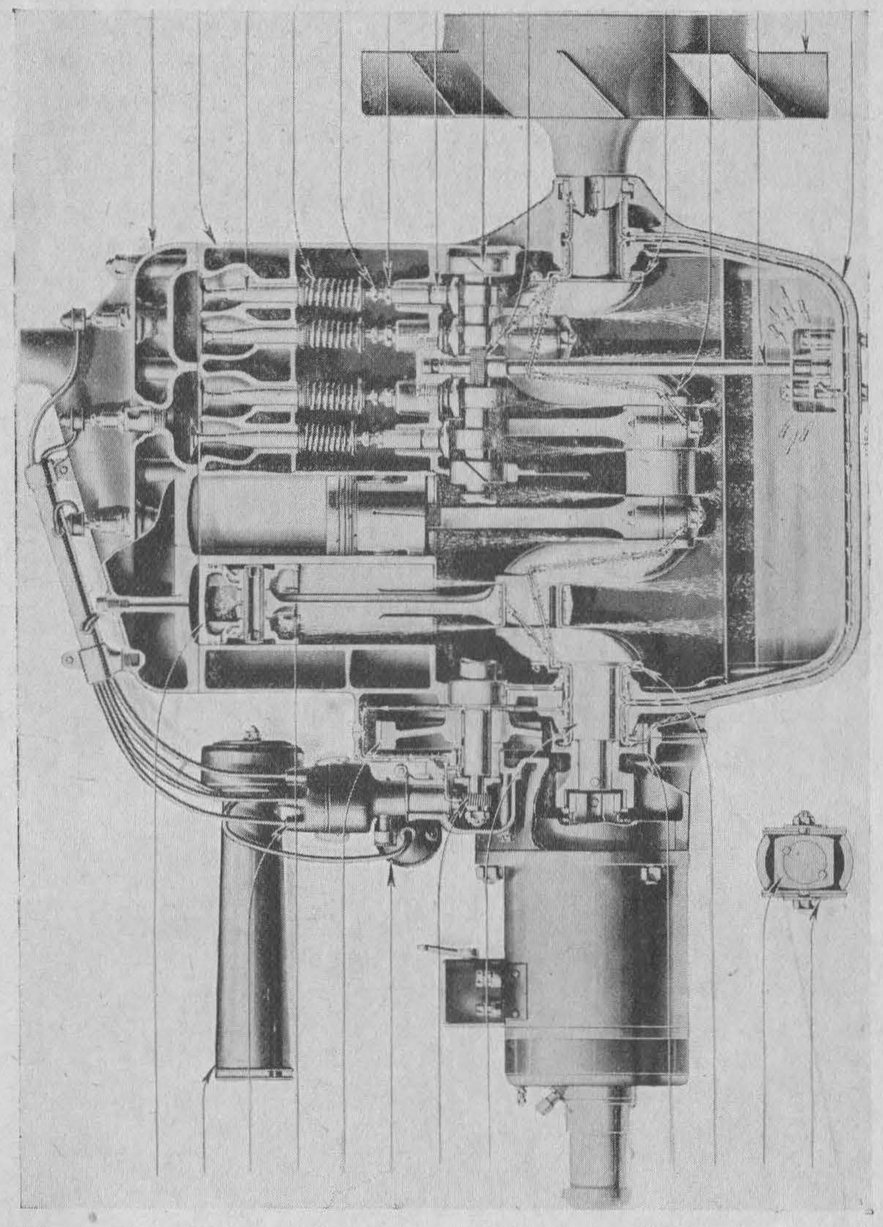


Fig. 51. — Coupe longitudinale moteur 75-120 4 cylindres 10 CV.

se dilate davantage. Cette différence de dilatation est encore plus accentuée avec les pistons en aluminium.

Il en résulte qu'il est nécessaire de laisser un certain jeu entre le piston et le cylindre. La température du fond du piston étant supérieure à celle de la jupe, le fond sera d'un diamètre plus faible; le profil sera cylindrique dans le bas et tronconique dans le haut.

La partie supérieure est munie de rainures ou gorges destinées à recevoir les segments. Ces rainures sont généralement au nombre de trois ou quatre; la plus éloignée du fond est pourvue d'un chanfrein percés de petits trous pour le dégagement de l'huile et sert de logement au segment dit racleur.

Dans les pistons en aluminium, plus dilatables et par suite nécessitant à froid plus de jeu que les pistons en fonte, il se produit souvent à la mise en marche des claquements désagréables.

Pour les éviter, on isole la jupe de la partie supérieure contenant les segments par une fente circulaire. La jupe est tournée cylindrique juste au diamètre du cylindre et pour lui permettre de se prêter élastiquement aux dilatations, elle est fendue par un trait de scie incliné.

Le fond est relié au bas du piston par des bras portant les bossages dans lesquels se fixe l'axe du piston. Des petites plaquettes d'acier en métal Invar sont prévues pour entretoiser la partie inférieure des pistons.

INFLUENCE DU POIDS. — Si l'aluminium présente sur la fonte l'inconvénient d'être plus dilatable et de nécessiter des précautions spéciales, il a le grand avantage de réduire les forces d'inertie dues aux mouvements alternatifs du piston.

Celui-ci est lancé alternativement en haut et en bas à chaque course, et comme sa vitesse est très grande, ce changement de sens perpétuel a tendance à créer des efforts alternés qui se traduisent par des vibrations désagréables tout en diminuant le rendement du moteur. Ces efforts sont d'autant moins importants que le piston est plus léger.

C'est la raison pour laquelle l'emploi d'un métal léger a prévalu pour la fabrication des pistons, car l'équilibrage mécanique complet d'un mouvement alternatif ne peut s'obtenir qu'au prix d'une complication très grande ne convenant pas à la rusticité du moteur.

EFFET DE LA POUSSÉE LATÉRALE. — Le mouvement du piston étant rectiligne et celui du vilebrequin circulaire, il en résulte que la bielle doit prendre une certaine obliquité.

L'effet de cette obliquité est de transformer l'effort vertical F en deux efforts F_1 et F_2; le premier dans la direction de la bielle et le second horizontal tendant à plaquer le piston contre le cylindre.

Le maximum de l'effort F_2 dépend de la longueur de la bielle par rapport à la course; il est facile de le déterminer, et la longueur du piston doit être telle que le lubrifiant ne soit pas expulsé sous cet effort.

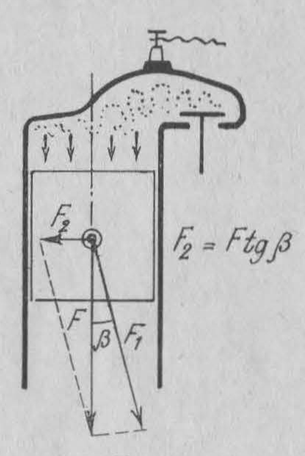


FIG. 52.
Poussée latérale.

AXE DU PISTON. — Son rôle consiste à transmettre l'effort du piston à la bielle.

Il est constitué par un cylindre d'acier très résistant; sa fixation se fait au moyen de deux anneaux d'acier élastiques, ou s'il est libre, ses extrémités sont pourvues de pastilles en bronze pour éviter de rayer le cylindre.

L'effort transmis par l'axe étant très grand, son diamètre est prévu pour permettre un graissage effectif. Pour gagner du poids, l'axe est perforé à un diamètre approprié pour lui conserver une résistance suffisante.

SEGMENTS. — Leur rôle est d'assurer l'étanchéité entre le piston et le cylindre.

Ce sont des anneaux de fonte fendus pour leur donner de l'élasticité. En général, on place trois ou quatre segments par piston.

La dimension des segments est la plus réduite possible pour diminuer leur inertie et, par suite, éviter le matage de leur logement.

Il s'ensuit qu'ils sont assez fragiles et qu'il faut prendre de grandes précautions pour les monter.

Pour obtenir le maximum d'étanchéité, les fentes doivent être alternativement opposées et placées sur la surface frottante du piston, c'est-à-dire perpendiculairement à l'axe.

Les segments doivent être montés avec le minimum de jeu possible dans leur rainure, mais cependant ils doivent pouvoir se déplacer en secouant le piston.

Le dernier segment du côté inférieur est appelé segment racleur; il est destiné à enlever l'excès d'huile projetée en abondance par le vilebrequin dans les cylindres.

§ 2. — Bielle

Le rôle de la bielle est de transmettre au vilebrequin l'effort supporté par le piston.

DESCRIPTION. — Une bielle comprend trois parties, le pied, le corps et la tête. Le pied se monte sur l'axe du piston, la tête sur le vilebrequin et le corps sert à les réunir.

Pied de bielle. — Le pied de bielle est formé par le renflement en forme d'olive d'une des extrémités.

Son montage sur l'axe s'effectue par l'intermédiaire d'une douille en bronze atténuant les frottements dus à son mouvement oscillant.

Corps de bielle. — La section du corps est assez variable; les formes en I et tubulaires sont les plus employées comme étant les plus légères et les plus résistantes. La dernière est très coûteuse à réaliser et sert dans les moteurs d'aviation.

Tête de bielle. — La tête de bielle est le renflement de la deuxième extrémité de la bielle, mais d'un diamètre beaucoup

plus grand que le premier puisqu'il se monte sur le maneton du vilebrequin.

La tête de bielle est toujours en deux pièces assemblées par des boulons; la partie amovible prend le nom de chapeau. Les têtes de bielle sont garnies de métal anti-friction coulé soit à même la bielle soit sur des coussinets en bronze rapportés.

Dans les moteurs d'aviation en V, dans lesquels deux cylindres sont dans le même plan, une des têtes de bielle prend son appui sur le corps de l'autre et la bielle la plus courte prend le nom de biellette.

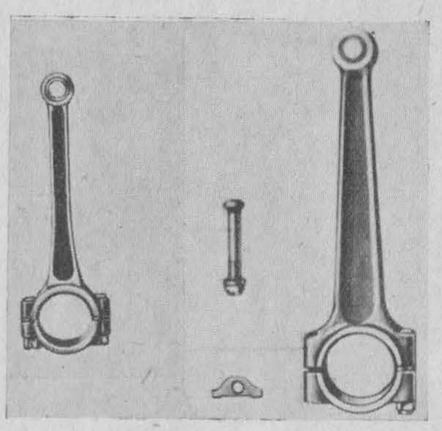


FIG. 53. — Bielles Monasix et Vinasix.

EFFORTS SUPPORTÉS PAR LA BIELLE. — Les efforts supportés par la bielle sont de deux sortes :

1° Les efforts dus à l'explosion;

2° Les efforts dus à l'inertie des pièces en mouvement.

Les efforts dus à l'explosion dépendent du diamètre du piston, ils peuvent provoquer soit l'écrasement, soit le flambage de la bielle, c'est-à-dire son fléchissement.

Les efforts dus à l'inertie proviennent des mouvements oscillants de la bielle; le corps étant lancé alternativement à droite et à gauche. La masse de la bielle ainsi lancée et arrêtée correspond à un effort presqu'égal à l'effort d'explosion.

Au point de vue résistance ces efforts ne se superposent pas entièrement, mais le deuxième effort provoque des vibrations qu'on ne peut atténuer qu'en allégissant la bielle le plus possible. C'est ainsi qu'on a été amené à ajourer les corps de bielle et même à employer le duralumin à cause de sa faible densité alliée à une grande résistance.

Réparation de la bielle. — Lorsque pour une raison ou pour une autre, l'huile vient à manquer, les têtes de bielle chauffent et le métal anti-friction fond; on dit que la bielle est coulée ou grillée.

Il se produit un jeu très important, d'où heurt violent de la tête de bielle sur le vilebrequin; le moteur cogne. Il faut naturellement s'arrêter et faire réparer; il y aurait danger à laisser marcher le moteur dans ces conditions, les chocs pouvant causer des accidents sérieux.

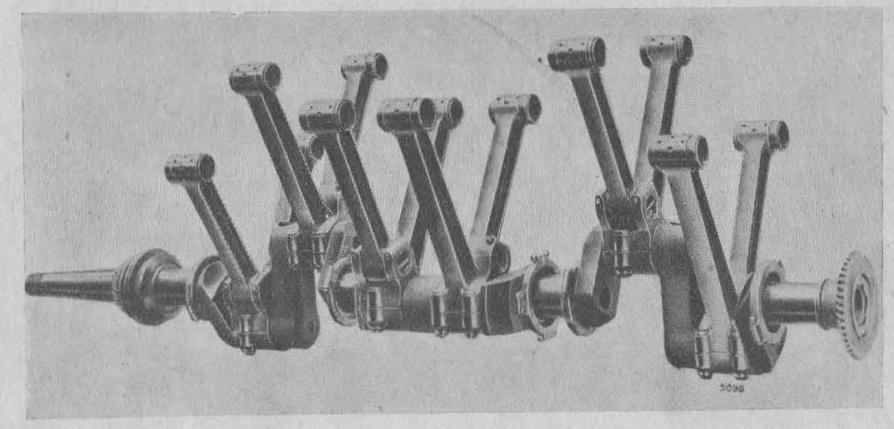


Fig. 54. — Embiellage de cylindres en V, aviation Renault.

§ 3. — Vilebrequin

Le rôle du vilebrequin est de concentrer les efforts individuels de chaque cylindre en un seul et de transmettre l'effort résultant sous forme d'un mouvement circulaire.

Le vilebrequin est donc l'arbre moteur, il assure de plus la marche des pistons dans les temps morts ainsi que le fonctionnement des services annexes.

Description. — Essentiellement, dans un moteur monocylindrique, il se compose de deux parties centrales en prolongement

l'une de l'autre séparées par un double coude. Lorsqu'il y a plusieurs cylindres, il y a plusieurs double-coudes montés sur plusieurs parties centrales successives.

Ces parties centrales reposent dans les paliers du carter et prennent le nom de portées. L'extrémité avant est généralement prévue pour commander les services annexes et reçoit un pignon denté; elle est également prévue pour le lancement du moteur à la main ou par la dynastart.

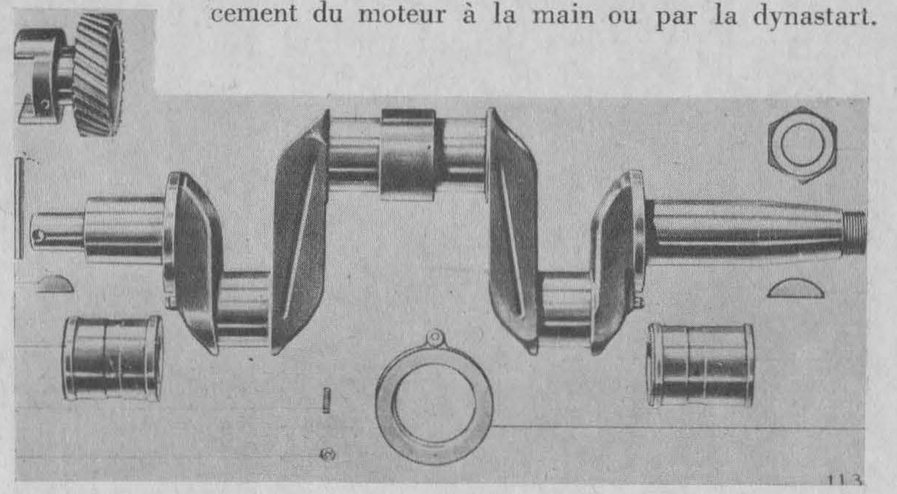


Fig. 55. — Vilebrequin 10 CV 4 cylindres.

L'extrémité arrière transmet le mouvement par l'intermédiaire du volant. Celui-ci est monté sur le vilebrequin soit sur un plateau, soit sur un emmanchement cône.

Les coudes servent de point d'appui aux têtes de bielle et sont appelés manetons; ils sont reliés à l'arbre central par les bras de manivelle.

La position relative des coudes du vilebrequin dépend du nombre des cylindres. Dans un 4 cylindres ces coudes sont dans un même plan, mais opposés deux à deux; dans un 6 cylindres ils sont groupés par deux dans des plans à 120° et dans un 8 cylindres dans des plans à 90°.

Le nombre de portées de l'arbre central dépend des efforts sur les pistons et de la longueur du vilebrequin.

Dans les moteurs 4 cylindres, pour les

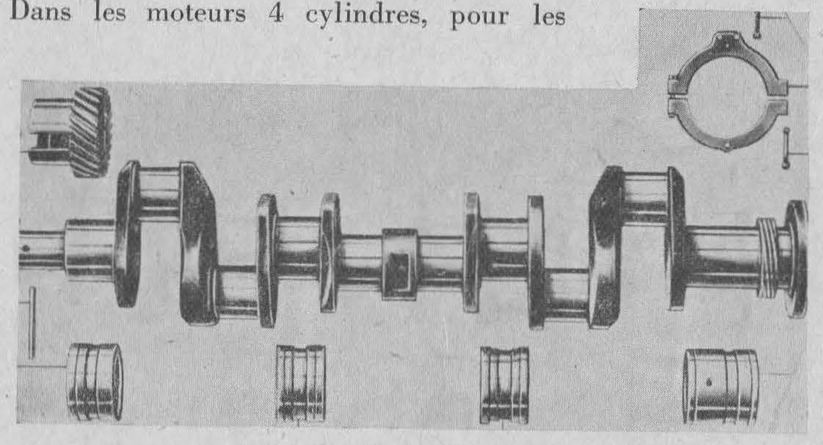


Fig. 56. — Vilebrequin 6 cylindres Monasix.

petits alésages (10 CV), il n'existe que les portées extrêmes (fig. 55), tandis que dans le moteur de camion 20 CV, il est

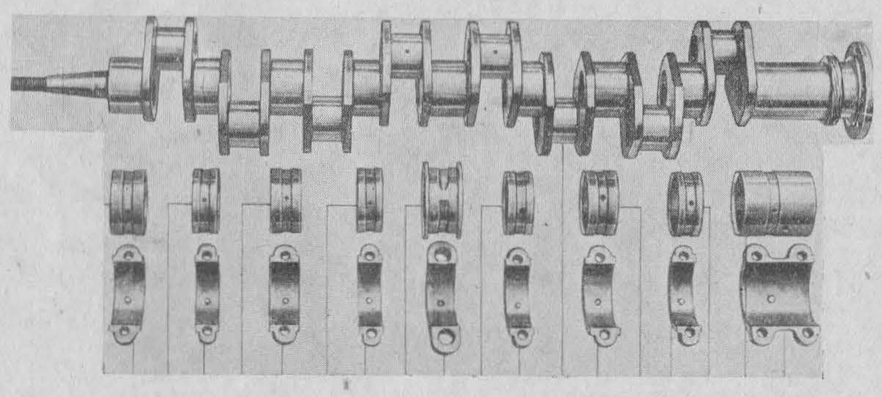


Fig. 57. — Vilebrequin 8 cylindres et paliers Reinastella.

nécessaire de soutenir le vilebrequin en son milieu par une portée intermédiaire (fig. 58).

Dans les moteurs 6 cylindres, il y a deux portées intermédiaires placées entre chaque groupe de deux cylindres. De même dans les 8 cylindres de faible cylindrée.

Dans le moteur 8 cylindres de la Reinastella, il y a 7 paliers intermédiaires, un entre chaque cylindre.

La répartition des coudes détermine l'ordre des explosions et est très importante pour l'équilibrage du moteur; en général,

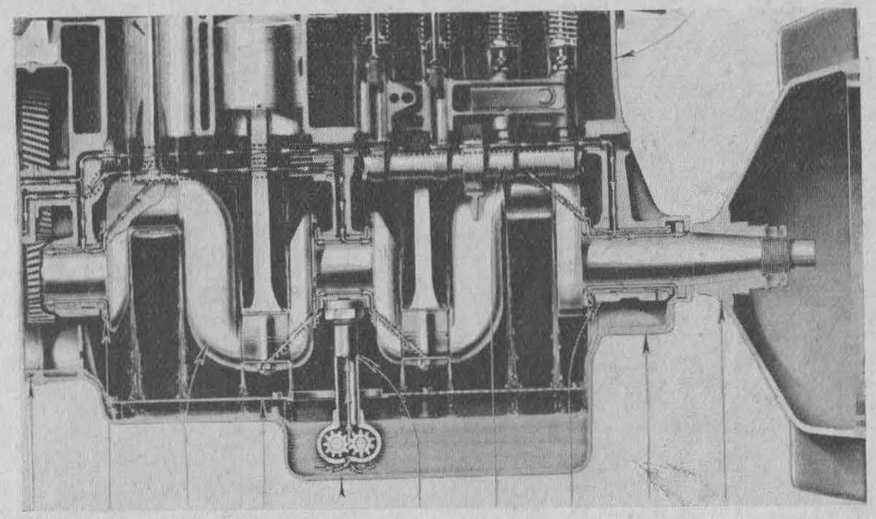


Fig. 58. — Vilebrequin et volant moteur 100-120 camion 20 CV.

si on numérote les cylindres en partant de l'avant, l'ordre d'allumage est de 1-3-4-2 dans les 4 cylindres; 1-5-3-6-2-4 dans les 6 cylindres, l'allumage ayant lieu alternativement dans les groupes AV et AR de 3 cylindres, et 1-6-2-5-8-3-7-4 dans les 8 cylindres.

Ces derniers sont constitués par deux moteurs à 4 cylindres, un au centre et l'autre réparti par moitié à l'avant et à l'arrière du premier.

Graissage. — Le graissage du vilebrequin est très important pour le rendement du moteur. Suivant le mode de graissage

employé, la puissance absorbée peut varier du simple au quadruple.

Le dispositif employé le plus généralement dans les moteurs Renault est simple et efficace. L'huile est envoyée par une pompe à engrenages aux paliers du vilebrequin. Cette huile se répartit tout le long des portées par des pattes d'araignées et s'échappe

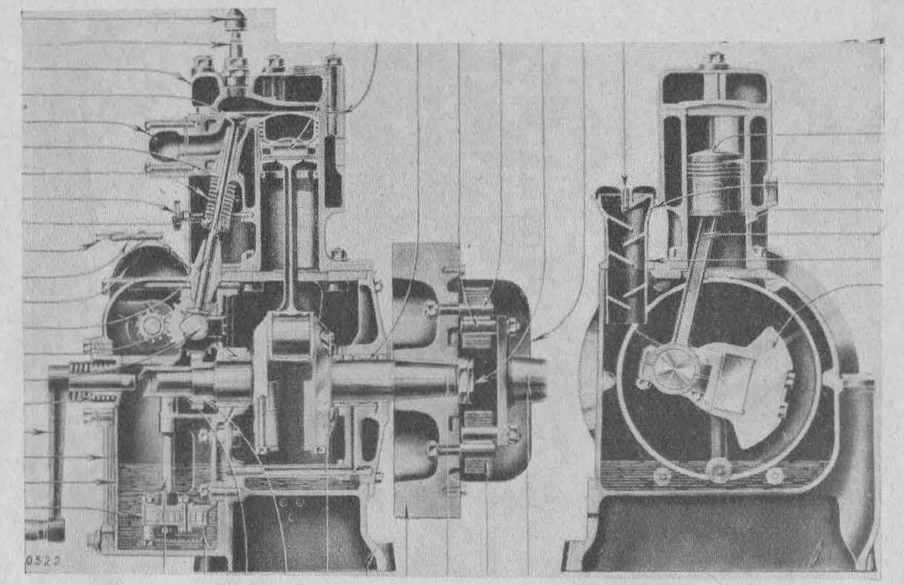


FIG. 59. — Moteur industriel monocylindrique Renault. Vilebrequin.

le long des joues des paliers dans des bagues creuses fixées au vilebrequin.

L'huile est appliquée dans le fond des bagues par la force centrifuge et est conduite par un canal percé dans les bras de manivelle jusqu'aux têtes de bielle.

Lorsqu'il n'y a pas de paliers intermédiaires, comme dans le moteur 10 CV, le graissage des manetons centraux est assuré par des tubes rapportés sur le vilebrequin et prenant l'huile à l'intérieur des manetons extrêmes.

EQUILIBRAGE. — Equilibrer une force, c'est créer une autre force antagoniste dont l'action annule celle de la première.

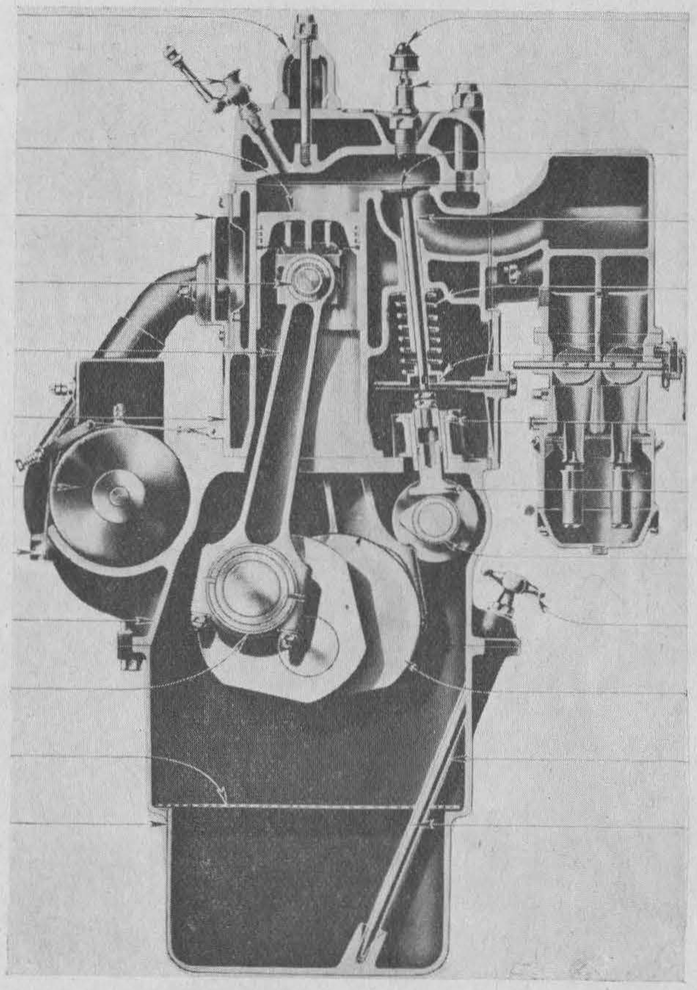


FIG. 60. — Coupe transversale 8 cylindres.

L'équilibrage des corps animés d'un mouvement circulaire est très facile à réaliser, il suffit que les poids des éléments consti-

tutifs soient également répartis autour de l'axe de rotation.

Pour les vilebrequins 4-6-8 cylindres, leur symétrie les prédispose à un équilibrage automatique. On achève de le mettre au point sur des machines spéciales très sensibles tournant à de très grandes vitesses et enregistrant le moindre balourd.

Dans les moteurs monocylindriques, le vilebrequin n'ayant qu'un coude, il est nécessaire d'équilibrer le poids du maneton, des bras de manivelles et de la tête de bielle. Pour cela, on place des masses métalliques, appelées contrepoids, à l'opposé du coude (fig. 59).

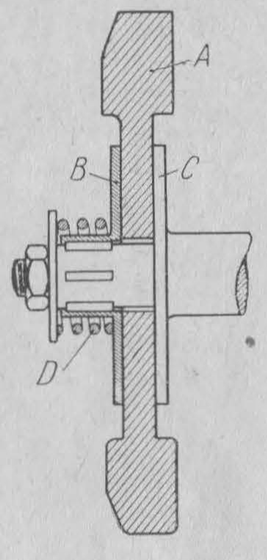


Fig. 61. — Equilibrage à la torsion.

Equilibrage à la torsion. — Lorsque les arbres sont très longs par rapport à leur diamètre (8 cylindres), ils peuvent subir une légère torsion momentanée au moment des explosions, torsion suffisante, par sa répétition, pour faire vibrer le vilebrequin.

Pour équilibrer on se sert d'un damper. C'est un petit volant A monté à l'avant du vilebrequin et pouvant tourner sur lui.

Il est entraîné par la friction de deux plateaux B et C reliés au vilebrequin; cette friction est provoquée par un ressort D.

En cas de vibration l'inertie de ce volant provoque son glissement sur les plateaux et cette variation de vitesse dans la masse entraînée amortit les vibrations du vilebrequin.

Métal employé. — Les vilebrequins sont des pièces soumises à un travail considérable et sont d'une exécution particulièrement soignée.

Ils sont généralement en acier spécial ayant une résistance de rupture de l'ordre de 100 kilos par millimètre carré.

L'acier est forgé et traité, c'est-à-dire trempé et revenu dans

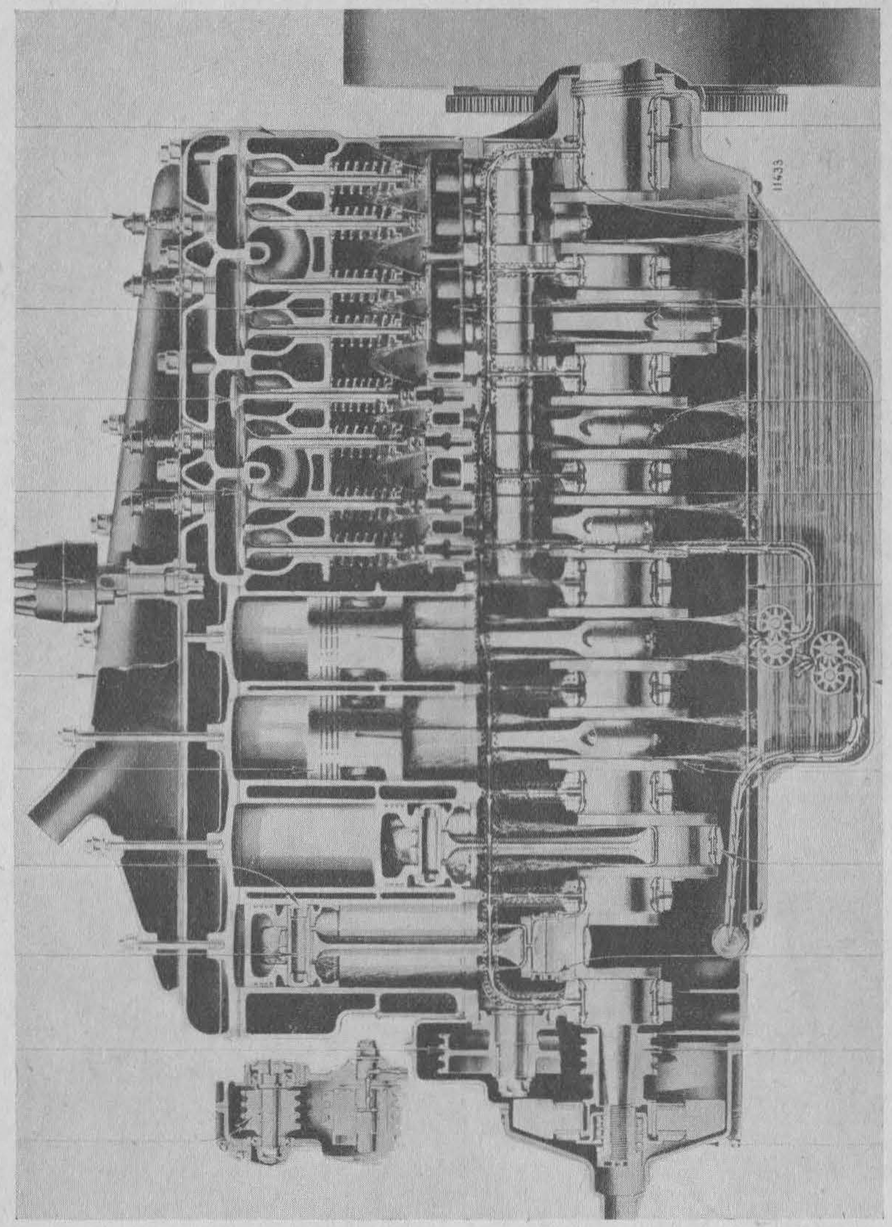


Fig. 62. — Coupe longitudinale moteur 8 cylindres 90-140.

des fours spéciaux; ils sont ensuite redressés à la presse s'il y a lieu avant ou pendant l'usinage.

§ 4. — Volant

Le rôle du volant dans un moteur est de régulariser des efforts discontinus.

Description. — Le volant est en principe un anneau de fonte

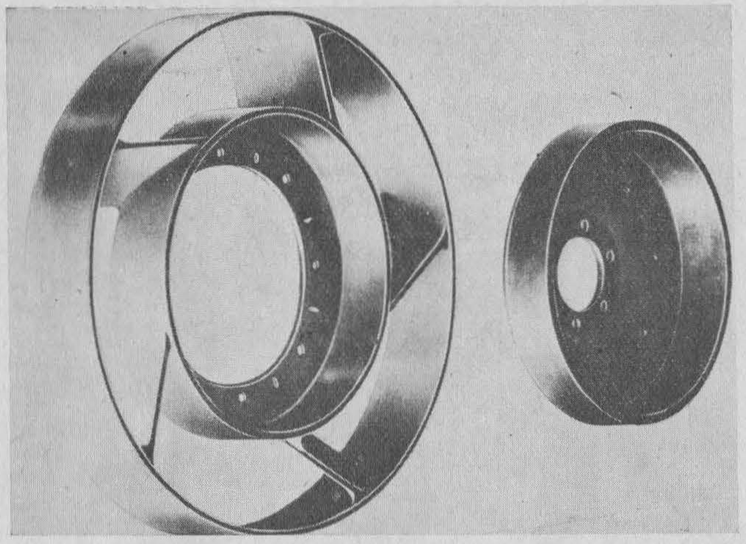


Fig. 63. — Volant Monasix et couronne de ventilateur.

relié par un voile droit ou incliné à un centre constitué par un large bossage servant à le monter sur le vilebrequin.

La couronne sert en même temps à l'embrayage et présente de ce fait une forme intérieure appropriée suivant que l'embrayage est à cône ou à plateau. Toutes les pièces de l'embrayage fixées au volant comptent comme faisant volant.

Sur les moteurs Renault, le volant est utilisé également pour

le refroidissement comme ventilateur. A cet effet, sa périphérie est munie d'ailettes inclinées, venues de fonte ou rapportées au moyen d'une couronne en aluminium.

La fixation du volant sur le cylindre se fait soit par plateau soit par cône comme nous l'avons vu précédemment; le premier des montages étant plus léger.

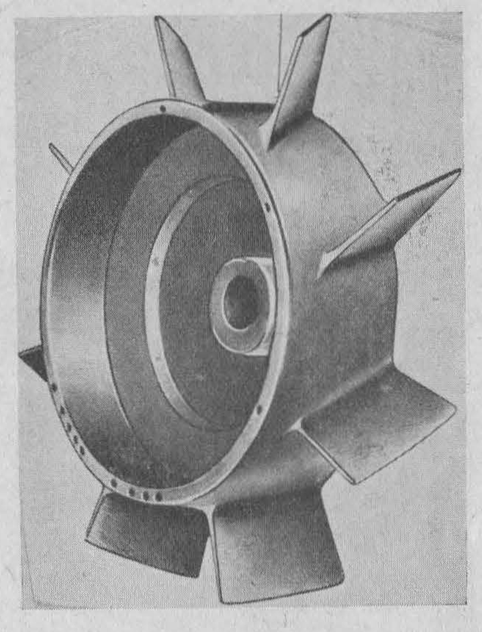


Fig. 64. — Volant 10 CV.

Dans le cas du montage par cône, le moyeu est fileté extérieurement afin de pouvoir y fixer un arrache-volant.

Travail fourni par le volant. — L'effort d'explosion n'est pas continu, il n'y en a qu'un par deux tours du vilebrequin et par cylindre; plus le nombre de cylindres sera grand, plus les efforts se chevaucheront et plus régulier sera l'effort moteur.

Sur le diagramme du cycle, il est facile de relever à chaque

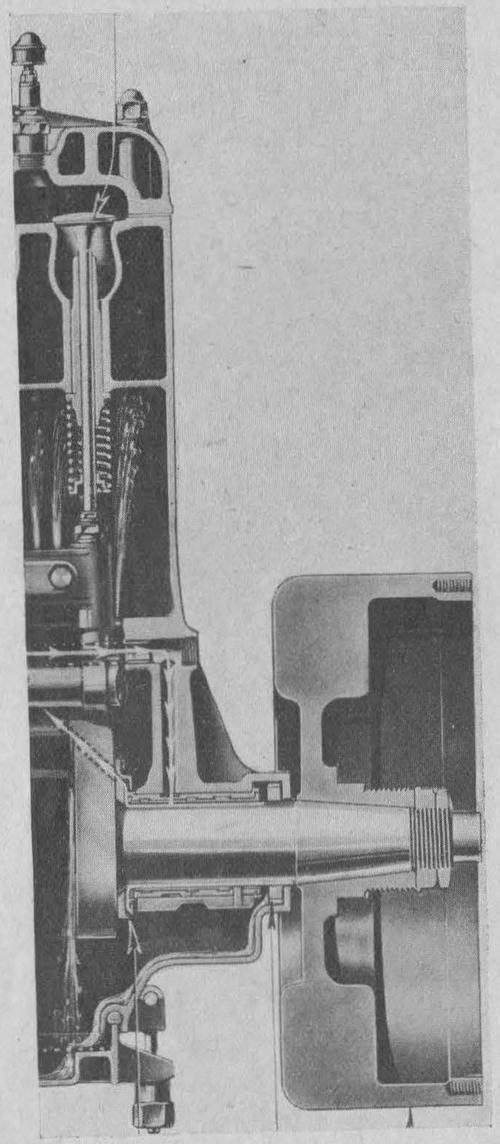


Fig. 65. — Palier arrière et volant moteur 100-160.
Tracteur à chenille.

instant les efforts supportés par le piston et d'en déduire l'effort correspondant sur le vilebrequin.

En les reportant sur un graphique pour chaque position du piston, on obtient la figure 66 sur laquelle on se rend compte

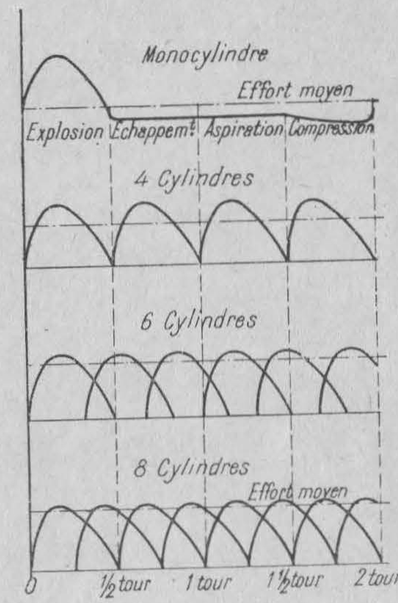


Fig. 66. — Comparaison des efforts moteur.

que plus le nombre de cylindres augmente, moins les dénivellations sont accentuées. Le rôle du volant est théoriquement de niveler le tout pour obtenir un effort moyen.

Plus le nombre de cylindres sera grand, plus le volant pourra être diminué de poids.

CHAPITRE VII

ORGANES DE DISTRIBUTION

§ 1er. *Soupapes.* — Description. Taquet. Ressort. Dimensions. Commande. Jeu de dilatation.

§ 2. *Arbre à cames.* — Description. Commande. Graissage. Calage. Tracé. Rodage.

§ 1er. — Soupapes

Le rôle d'une soupape ou clapet est d'obturer hermétiquement les orifices servant à l'admission et à l'échappement; elles doivent laisser, quand elles sont ouvertes, libre passage aux gaz sans créer de contre-pression.

Description. — Une soupape se compose d'une tête plate, bombée ou concave munie d'un chanfrein sur son bord. Une tige centrale ou queue de la soupape sert à la manœuvrer; elle est raccordée à la tête par un très fort arrondi et le bas est généralement percé pour le passage d'une clavette.

Le chanfrein de la soupape, appelé sa portée, vient reposer sur le siège du cylindre.

Les soupapes d'aspiration et d'échappement ne sont pas interchangeables. Celles d'échappement étant portées au rouge, il est nécessaire que le métal ait à chaud une haute résistance (700 à 800°) et qu'il soit inoxydable; on emploie généralement à cet effet des aciers tout à fait spéciaux.

Guide de soupape. — Le guide est une pièce rapportée dans le cylindre, sur lequel elle est vissée ou mieux montée à force.

Le guide doit être le plus long possible pour assurer un très bon guidage et son axe doit être parfaitement concentrique avec le siège de la soupape.

L'extrémité du guide opposé à la tête plonge dans une chambre close par des plaques cache-soupapes et qui communique généralement avec le carter; de ce fait l'huile est projetée sur l'extrémité inférieure de la queue du clapet et le graissage de la tige dans son guide est convenable.

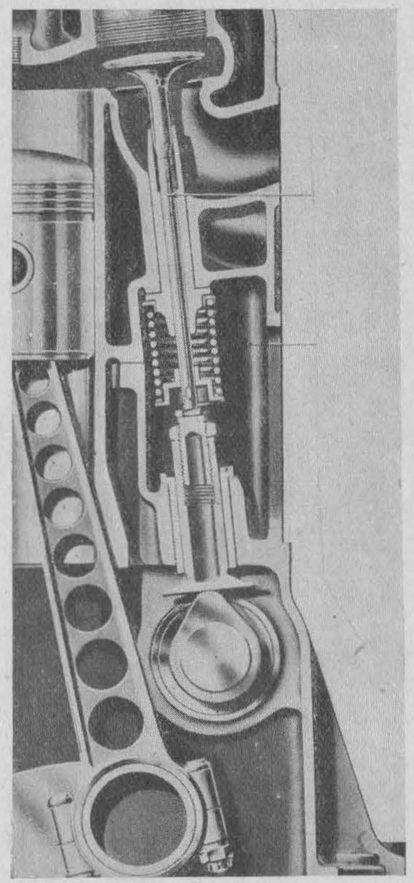


Fig. 67. — Bielle ajourée Renault et soupape.

Ressort. — La levée de la soupape s'effectue mécaniquement, mais sa retombée est toujours commandée par un ressort.

Ceux-ci sont en acier spécial, généralement traité, de façon à leur donner la force et l'élasticité voulues.

On emploie parfois deux ressorts concentriques pour obtenir plus d'élasticité quand ils ne sont pas assez longs (aviation).

La tension du ressort doit être suffisante pour que le vide créé par l'aspiration ne puisse soulever la soupape et surtout pour que la soupape n'abandonne pas le contact des cames à la retombée.

Un ressort trop fort ne servirait par contre qu'à mater les

sièges et pourrait provoquer l'allongement ou la rupture des tiges sans bénéfice aucun. On ne doit donc jamais remplacer un ressort par un autre même à peu près semblable.

Clavette et cuvette. — Pour que le ressort glisse sur la tige de soupape, on place sur celle-ci une cuvette maintenue par une clavette.

La cuvette prend parfois le nom de calotte et recouvre la clavette qui ne peut se dégager.

Dimensions des soupapes. — Les essais au banc démontrent que si la vitesse des gaz à l'aspiration dépasse 60 mètres par seconde, la puissance baisse; il faudra mieux se tenir en dessous si possible et calculer le diamètre de la soupape en conséquence.

La levée doit être suffisante pour laisser libre passage aux gaz. Théoriquement, en prenant le quart du diamètre, il y a exactement équivalence avec la section du siège. Pratiquement, il faut tenir compte de la force vive des gaz, éviter les remous en raccordant la tête à la tige par un fort congé et donner une levée aussi grande que possible.

Commande des soupapes. — Les soupapes ne sont jamais commandées directement par les cames, il faut interposer entre

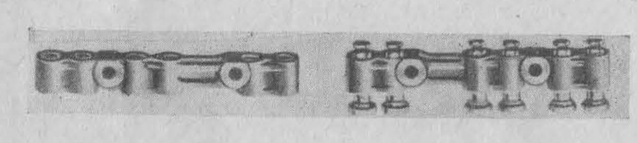


Fig. 68. — Guide de taquets et taquets.

les deux une pièce intermédiaire empêchant que la queue de la soupape ne soit attaquée obliquement.

La pièce intermédiaire est en général, un poussoir ou taquet; le plus simple consiste en un cylindre dont une des extrémités porte un plateau et l'autre une vis avec contre-écrou de blocage.

Le taquet est en acier ou en fonte spéciale, le plateau reçoit

l'attaque de la came et la vis sert à régler l'espace ou jeu entre la soupape et le taquet.

Le taquet coulisse, dans certains des moteurs Renault, dans une pièce en fonte appelée guide de taquet. La même pièce sert

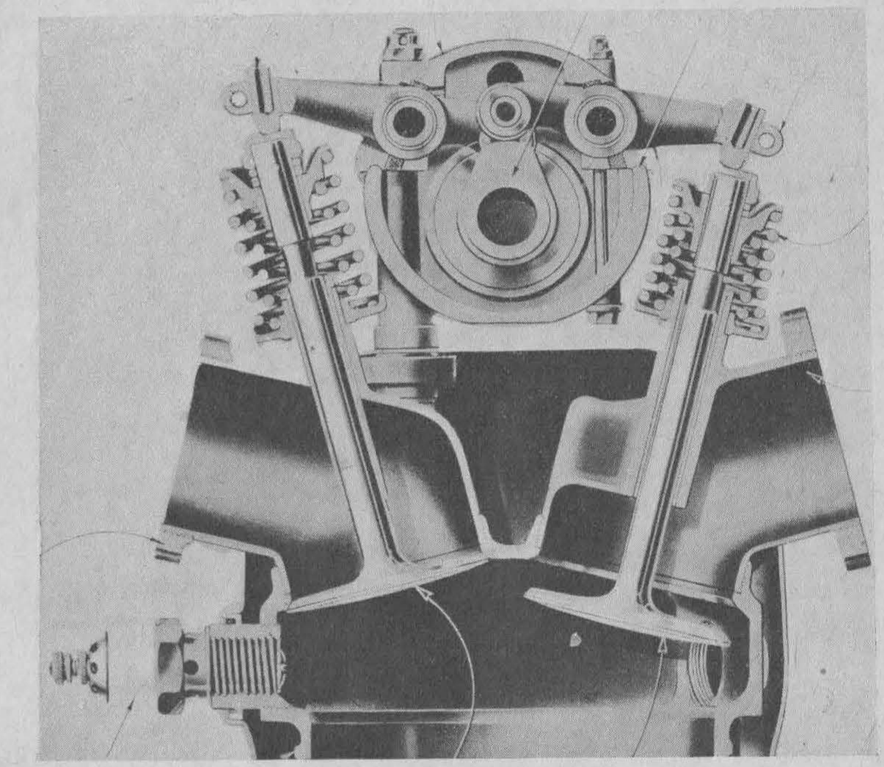


Fig. 69. — Soupapes de moteur d'aviation.

à plusieurs taquets et constitue une rampe fixée par des boulons sur le flanc des cylindres; les démontages et remontages en sont facilités.

Ces rampes pénètrent par de larges ouvertures dans le carter supérieur et sont aspergées d'huile par des projections du vile-

brequin; le graissage est parfaitement assuré ainsi que celui des tiges de soupapes dans leur guide.

Cette disposition de rampes n'est toutefois pas générale et, dans certains moteurs, le taquet est guidé dans un bossage venu de fonte avec le bloc des cylindres. Dans ce cas, une bague en bronze facilite le coulissage et le montage des taquets se fait

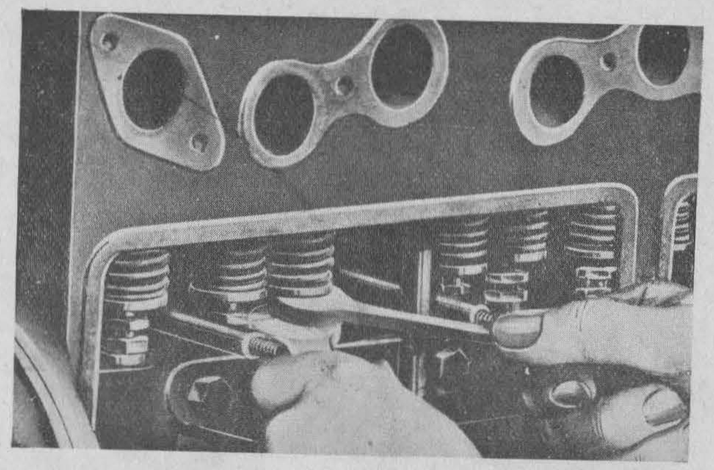


Fig. 70. — Réglage de la vis de bûtoir des taquets.

par l'intérieur du carter avant la mise en place de l'arbre à cames.

Dans les moteurs d'aviation Renault, où les soupapes sont au-dessus des cylindres, les tiges sont attaquées par des leviers ou culbuteurs actionnés par l'arbre à cames.

L'extrémité du levier, côté soupape, est munie d'une vis de réglage avec blocage, l'autre extrémité porte un galet pour faciliter le frottement sur les cames.

Jeu de dilatation. — Les têtes de soupapes, surtout celles d'échappement, sont très chaudes et communiquent leur chaleur aux tiges qui s'allongent. Le bloc des cylindres se dilate bien aussi mais moins, en sorte qu'il faut laisser à froid un certain

jeu entre la tige et son taquet pour que les soupapes ferment encore à chaud.

Ce jeu dépend du type de soupape, admission ou échappement, et de la longueur des tiges. Les notices d'entretien spécifient le jeu qui convient et la façon de procéder pour le réglage.

Il faut faire très attention au réglage du jeu de dilatation ainsi qu'à bien bloquer les vis par leur contre-écrou.

S'il y a trop de jeu, le moteur est bruyant, les soupapes se lèvent plus tard et se ferment plus tôt; il peut y avoir une légère perte de puissance, mais le mal n'est pas grand.

S'il n'y a pas assez de jeu, le dommage est plus important; les soupapes ne ferment plus, il y a manque de compression et de puissance, elles chauffent énormément et peuvent être brûlées. Une soupape qui ne ferme pas peut occasionner des retours au carburateur avec danger d'incendie.

§ 2. — Arbre à cames

L'arbre à cames ouvre et ferme les soupapes au moment opportun et règle la distribution du moteur.

Description. — Un arbre à cames se compose d'un arbre cylindrique en acier sur lequel sont placés des bossages spéciaux appelés cames; il y a autant de cames que de soupapes.

L'arbre tourne dans des paliers disposés dans le carter et est muni de portées d'un diamètre supérieur à celui des cames, de façon à pouvoir s'introduire par un bout.

Le palier avant est spécial; supportant l'effort de la commande, il est plus allongé et se fixe par des boulons, tandis que les autres paliers sont montés à force.

Une autre disposition employée dans des moteurs Renault déjà anciens consiste à placer la portée avant dans le carter de distribution; il y a alors un deuxième carter pour contenir la commande d'allumage.

L'avant de l'arbre à cames reçoit une roue d'engrenage servant

à sa commande. L'extrémité du palier arrière est fermée par un bouchon entré à force ou maintenu par des prisonniers.

L'arbre à cames sert également à commander la pompe à huile au moyen d'un pignon hélicoïdal.

L'usinage d'un arbre à cames est assez compliqué s'il est pris

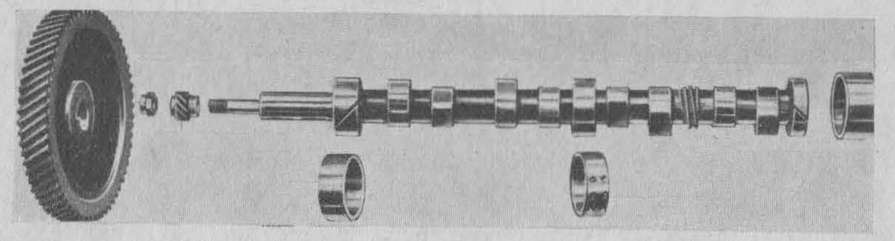


Fig. 71. — Arbre à cames avec paliers et roue de commande. Moteur 10 CV 4 cylindres.

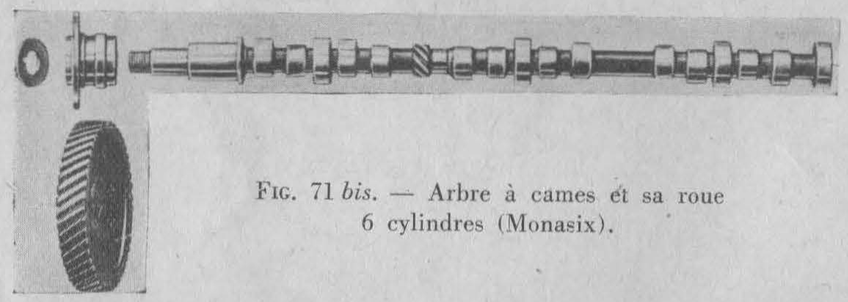


Fig. 71 *bis*. — Arbre à cames et sa roue 6 cylindres (Monasix).

dans la masse, aussi, pour les moteurs de 8 à 10 CV, les arbres sont estampés à la forge. Les cames sont taillées sur des machines spéciales donnant le profil voulu.

Commande de l'arbre à cames. — Une soupape ne s'ouvrant qu'une fois par deux tours du vilebrequin, l'arbre des cames ne devra tourner qu'à une vitesse deux fois moindre; la roue de commande sera donc d'un diamètre double de celui du pignon du vilebrequin.

1° La roue et le pignon engrènent l'un avec l'autre directement, c'est le moyen le plus simple (fig. 72).

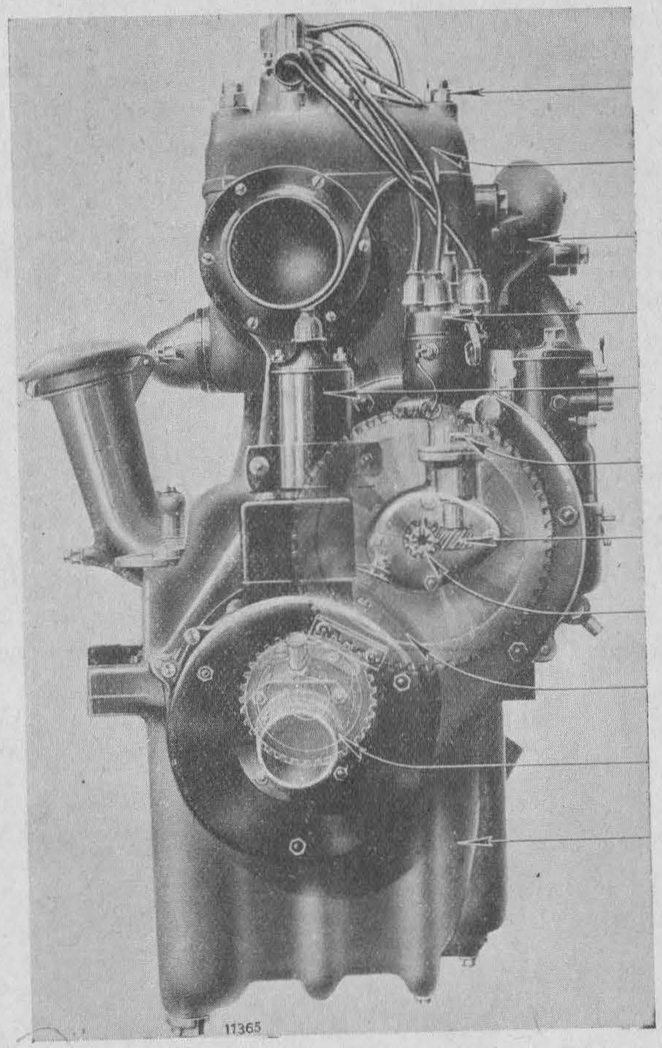


Fig. 72. — Commande directe d'arbre à cames moteur 10 CV.

La liaison entre le vilebrequin et l'arbre à cames se fait de plusieurs façons.

2° Ils sont reliés entre eux par l'intermédiaire d'une roue d'engrenage. Cette disposition a l'avantage de réduire les diamètres (fig. 73).

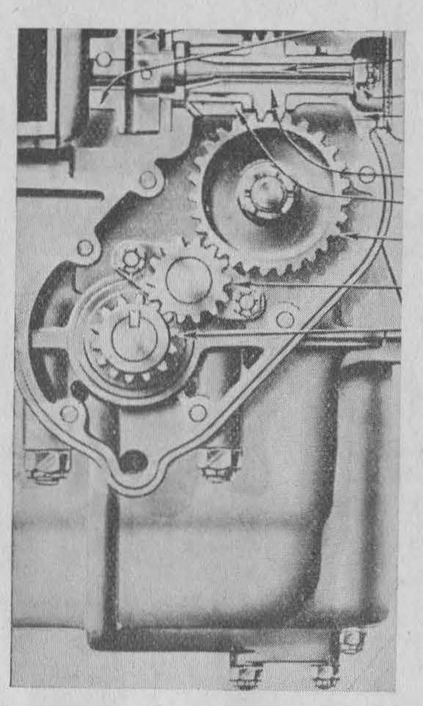


Fig. 73.
Commande d'arbre à cames par engrenage intermédiaire.

3° Ils sont reliés par une chaîne silencieuse spéciale (fig. 74); l'avantage est d'amortir le bruit, l'inconvénient est l'allongement de la chaîne qui ne se produit d'ailleurs qu'au début après un certain temps de fonctionnement. Le réglage se fait aux usines au cours de la mise au point au moyen d'un tendeur de chaîne prévu à cet effet.

Graissage. — Le graissage des portées et des cames est assuré par les projections d'huile du vilebrequin; celui des roues de commande, par des conduits spéciaux partant du palier avant et aboutissant au-dessus de la roue.

Le graissage est ainsi automatique et l'arbre à cames ne nécessite aucun soin spécial.

Calage des cames. — Les cames règlent la distribution et de leur tracé dépend tout le fonctionnement du moteur.

Nous avons vu, à propos du cycle, les raisons pour lesquelles il faut donner de l'avance ou du retard à l'ouverture ou à la fermeture des soupapes.

Chaque moteur a son réglage spécial donné dans les notices d'entretien.

Le tracé se fait par une épure en tenant compte des angles d'ouverture et de fermeture par rapport aux points morts. La durée de l'admission étant plus grande que celle d'échappement, il en résulte que la came d'échappement sera plus pointue.

Calage de la distribution. — Les cames sont taillées dans la masse de l'arbre et leur position relative est immuable. Il faut,

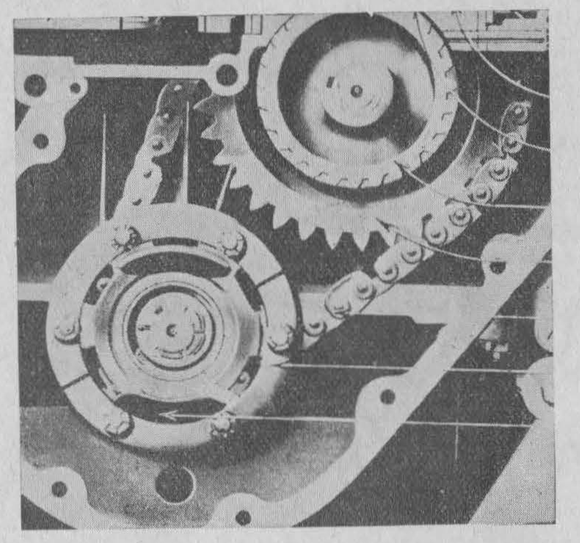


Fig. 74. — Commande d'arbre à cames par chaîne moteur 15 CV.

par contre, placer la roue de commande en relation avec le pignon du vilebrequin pour que les cames agissent suivant la position des pistons.

A cet effet, on place le premier cylindre au point mort haut puis on fait tourner le vilebrequin au moyen du volant (sens inverse des aiguilles d'une montre) de la quantité indiquée dans la notice d'entretien. A ce moment la soupape d'admission du

premier cylindre va commencer à s'ouvrir; il suffit alors de monter la roue.

Au lieu de la came d'admission on peut d'ailleurs se servir de celle d'échappement en tenant compte de son réglage.

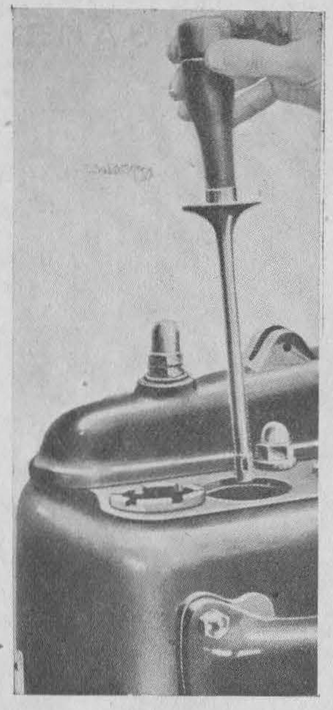


Fig. 75. — Démontage d'une soupape.

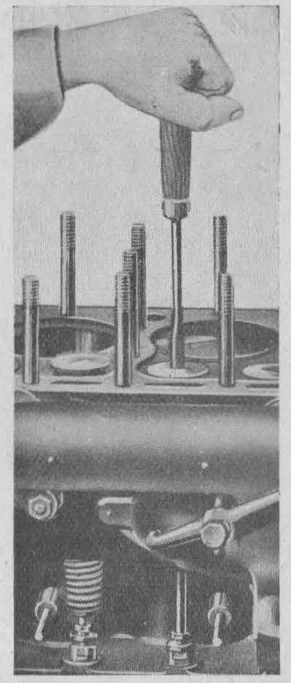


Fig. 76. — Rodage d'une soupape.

Repère de distribution. — Pour faciliter les remontages, on repère le volant, c'est-à-dire qu'en face d'un index ou trait fixe tracé sur le carter, on trace sur le volant un trait donnant la position du point mort haut du premier cylindre par exemple.

Rodage des soupapes. — Après un temps de marche assez long les sièges et les portées des soupapes peuvent se piquer

et la fermeture n'est plus hermétique; il faut alors procéder au rodage, c'est-à-dire refaire les sièges et les portées en les usant un peu l'un sur l'autre.

Les notices d'entretien sont très explicites à ce sujet et indiquent la façon la plus pratique de procéder pour obtenir un résultat convenable.

Le rodage des soupapes est une opération délicate dont dépend la bonne marche du moteur; elle n'est pas difficile à faire, mais elle nécessite de la patience et de la conscience.

CHAPITRE VIII

COMBUSTIBLES ET CARBURATION

§ 1er. *Combustibles.* — Pétroles bruts. Essence. Benzol. Alcool. Gaz pauvre.
§ 2. *Carburation.* — Mélange. Réchauffage.

§ 1er. — Combustibles

Les combustibles employés en automobile sont des liquides, sauf toutefois le gaz pauvre dont l'emploi récent est assez limité. Les avantages principaux des combustibles liquides sont de pouvoir se loger facilement et de posséder, sous un faible volume, un pouvoir calorifique élevé (8 à 11.000 calories au kilogramme).

Ils se répartissent en trois groupes suivant leur origine :

1° Combustibles dérivés des pétroles;

2° Combustibles extraits de la houille;

3° Alcools dénaturés ou carburés.

Pétroles bruts. — Les pétroles se trouvent à l'état brut dans le sol, d'où on les extrait par sondage, parfois à des profondeurs dépassant 1.000 mètres.

Les principaux gisements connus sont situés : 1° en Amérique, aux Etats-Unis, au Mexique et en République Argentine; 2° en Asie, dans la région de Mossoul et en Perse; 3° en Europe, en Russie, en Roumanie et en Galicie. En France, il existe les gise-

ments de Pechelbronn (Bas-Rhin) et de Gabian (Hérault), mais leur production n'est que de 0,04 % de la production mondiale évaluée à 170 millions de tonnes par an, alors que la France en consomme près de 10 %.

Le pétrole sort de terre sous forme d'un liquide noirâtre: c'est un mélange de carbures d'hydrogène dont la composition varie avec l'origine.

Les pétroles d'Amérique sont formés de carbures forméniques $C^n H^{2n+2}$, ceux de Roumanie appartiennent plutôt au type benzénique ou aromatique $C^n H^n$ et ceux du Caucase au type éthylénique $C^n H^{2n-6}$.

Plus n est faible, plus le carbure est volatil, plus n est grand, plus le carbure est visqueux, pâteux ou même solide (paraffine, vaseline).

Les pétroles bruts sont distillés et fractionnés en un certain nombre de produits qui sont dans l'ordre de distillation :

Les éthers de pétrole distillant	de	35 à 70°
Les essences de pétrole	—	70 à 120°
Les huiles lampantes	—	150 à 180°
Les huiles lourdes	—	300 à 400°

Les éthers ont été employés au début de l'automobile mais ne le sont plus actuellement à cause de leur inflammabilité. Les huiles lourdes, connues sous le nom de fuel-oil, gaz-oil, servent dans les moteurs Diesel.

Essences de pétrole. — L'essence, seule employée en automobile, est un mélange de composition souvent variable dont le fractionnement par distillation donne la gamme plus ou moins étendue des produits suivants :

Hexane	$C^6 H^{14}$	distillant vers	70°
Heptane	$C^7 H^{16}$	—	85°
Octane	$C^8 H^{18}$	—	100°
Nonane	$C^9 H^{20}$	—	115°

On obtient également de l'essence, dite de cracking, en décomposant des produits plus lourds.

Au point de vue physique, l'essence est un produit incolore dont la densité à 15° varie de 0,680 à 0,740 suivant l'origine. Elle émet des vapeurs à la température ordinaire et, dans un espace clos, la vaporisation s'arrête quand la tension de la vapeur atteint 300 mm. de mercure à 20°.

Une bonne essence doit être homogène et ne contenir que des carbures ayant sensiblement la même densité.

Le pouvoir calorifique d'une essence est d'environ 10.500 à 11.000 calories.

Combustion. — Le carbure principal constituant une essence courante est l'heptane $C^7 H^{16}$; sa combustion dans l'air donne la réaction suivante :

$$C^7 H^{16} + 22 O = 7 C O^2 + 8 H^2 O.$$

100 grammes d'essence se combinent à 352 grammes d'oxygène et produisent 308 grammes d'acide carbonique CO^2 et 144 grammes d'eau H^2O.

Etant donnée la composition de l'air, il faut, pour brûler 1 gramme d'essence, 12 litres d'air pesant 15,5 gr.

Pratiquement, on admet un excès d'air d'environ 20 %, ce qui donne pour brûler 1 gramme d'essence, 18 grammes d'air ou 14 litres. Dans ces conditions, 1 litre du mélange gazeux produit environ 260 kilogrammètres qui représentent l'énergie calorifique de l'essence.

Benzol. — Le benzol est un sous-produit de la distillation du charbon. En France le débenzolage est obligatoire dans les usines à gaz et dans les cokeries; par tonne de houille, on peut extraire environ 5 kilos de benzol.

Le benzol s'emploie soit seul, soit mélangé à l'essence ou à l'alcool. C'est un liquide incolore de densité 0,885, de puissance calorifique de 10.000 calories et dont la tension de vapeur est de 122 mm. de mercure à 20°.

Le benzol étant plus lourd que l'essence, il s'ensuit qu'à volume égal, il contient plus de calories, ce qui lui donne un certain avantage en aviation.

Le benzol dit à 90° est un mélange qui distille 90 % de son poids avant son ébullition qui se produit à 80°; sa composition moyenne est :

84	% de	benzène	$C^6 H^6$
15	—	toluène	$C^7 H^8$
1	—	xylène	$C^8 H^{10}$

C'est donc un corps appartenant à la série aromatique $C^n H^n$.

La réaction chimique est :

$$C^6 H^6 + 15 O = 6 CO^2 + 3 H^2O.$$

Une molécule de benzol pèse 78 grammes et nécessite 240 grammes d'oxygène. Théoriquement il faut 10,5 litres d'air ou 13,6 gr. pour en brûler 1 gramme; pratiquement, il faut, comme pour l'essence, un excès d'air soit 12 litres pesant 15,6 gr.

Pour passer de la marche à l'essence à la marche au benzol, il sera nécessaire d'augmenter les gicleurs du carburateur.

Le principal inconvénient du benzol, outre sa rareté, est de se solidifier à —4°; les tuyauteries d'amenée du liquide peuvent donc parfaitement geler si elles sont extérieures à la voiture ainsi que le niveau constant et le réservoir.

Alcool. — L'emploi de l'alcool a été très prôné un moment donné; ce produit peut effectivement être produit dans le pays même et évite d'être tributaire des pays producteurs d'essence. L'inconvénient est son peu d'abondance et son prix.

C'est un produit de la distillation de betteraves, grains, etc., sa formule chimique est $C^2 H^4 H^2 O$ et, à la différence des produits précédents, il contient de l'eau. Son emploi nécessite un réchauffage assez fort et une augmentation du taux de compression (8 à 9).

Sa puissance calorifique est de 5.950 calories et, pratiquement, l'énergie calorifique du mélange détonant est de 230 kilogrammètres.

L'alcool ne s'emploie pas pur, mais dénaturé. On l'emploie surtout en mélange avec le benzol ou avec l'essence. Ces mélanges

ont reçu l'appellation de carburants nationaux; l'alcool doit être alors déshydraté.

La réaction de combustion de l'alcool est :

$$C^2 H^4 H^2 O + 6 O = 2 CO^2 + 3 H^2 O$$

Pratiquement, pour brûler 1 gramme d'alcool, il faut 9 litres d'air pesant 11,6 gr.

Gaz pauvre. — Le gaz pauvre est obtenu par la combustion incomplète en vase clos du carbone (charbon, bois, etc.).

Cette combustion donne de l'oxyde de carbone C O, lequel, en présence de l'oxygène de l'air, peut encore brûler en donnant de l'acide carbonique CO^2 ($CO + O = CO^2$); c'est cette combustion qui est employée dans les moteurs.

La puissance calorifique du gaz pauvre varie de 1.100 à 1.500 calories et un litre du mélange tonnant donne 140 kilogrammètres.

On admet en général 1,5 mètre cube d'air par mètre cube de gaz et la consommation est d'environ 2.000 litres de gaz au cheval-heure.

§ 2. — Carburation

La carburation a pour but de mélanger à un certain volume d'air une quantité déterminée de carburant.

Mélange. — En ce qui concerne l'essence, le mélange pratique est de 1 gramme pour 18 grammes d'air dont la puissance calorifique est d'environ 660 calories et pour lequel la propagation de la flamme est la plus rapide.

L'explosion reste cependant possible avec des mélanges assez différents; mais s'il est trop riche ou trop pauvre, le mélange est ininflammable.

Le mélange doit être parfaitement homogène et ceci n'est possible que si le carburant est à l'état gaz au moment de l'allumage sous la pression de compression; c'est ce qui nécessite

l'emploi de carburants ayant une tension de vapeur suffisamment élevée.

Pour l'essence, à la pression atmosphérique ordinaire, la température limite est de —24°; cette température critique ne saurait constituer une gêne pour la marche du moteur, puisque la compression élève la température du mélange carburé à plus de 150°.

Réchauffage. — Dès que, dans le carburateur, l'essence est en contact avec l'air, elle commence à se vaporiser. Cette vaporisation absorbe une certaine quantité de chaleur dite chaleur latente de vaporisation qui est empruntée aux éléments en présence, air et essence; il se produit un abaissement de température qui, pour les proportions habituelles, est d'environ 28°.

C'est ce qui explique la condensation de vapeur d'eau dans les tuyauteries un peu longues et la formation de givre à leur surface surtout en aviation.

Pour pallier à ces difficultés, il faut réchauffer les éléments du mélange carburé par l'intermédiaire de la tuyauterie.

En automobile, la difficulté n'est pas grande, l'air sous le capot est toujours tiède et la tuyauterie, très courte, est réchauffée par son contact ou sa proximité avec la tubulure d'échappement.

Par contre, il faut éviter un excès de réchauffage qui, dilatant le mélange gazeux, le rendrait moins dense et donnerait un remplissage moins complet de la cylindrée en réduisant la puissance du moteur.

En résumé, l'étude de la carburation est un problème des plus complexes, d'abord parce que les carburants employés ont des compositions très variables souvent instables, puis parce qu'un grand nombre de lois de la physique et de la chimie sont mises en jeu et que, si on a bien une connaissance exacte de chacune de ces lois, l'application en est très délicate dans son ensemble.

Grâce à de nombreuses recherches les solutions actuelles du problème sont très satisfaisantes.

CHAPITRE IX

CARBURATEURS ET ACCESSOIRES

§ 1er. *Carburateurs.* — Principe. Fonctionnement. Entrée d'air automatique. Gicleur noyé. Applications.

§ 2. *Accessoires.* — Tuyauterie. Réservoir. Pompe à essence.

§ 3. *Commandes de carburateur.* — Commande d'air. Commande des gaz. Régulateur de vitesse.

§ 4. *Gazogène.* — Générateur. Epurateur. Mélangeur. Mise en route. Entretien.

§ 1er. — Carburateurs

Un carburateur est un dispositif permettant de mélanger l'air et le carburant; lorsque le mélange est de composition sensiblement constante à tous les régimes du moteur, le carburateur est dit automatique.

Principe du carburateur. — Le carburateur est le prolongement de la tuyauterie d'admission et se compose essentiellement de deux tubes concentriques, l'un A pour l'air, l'autre B pour le carburant.

Le tube d'essence est relié à un petit réservoir annexe C appelé niveau constant servant à amortir les variations de niveau du réservoir général en maintenant le niveau du liquide qu'il contient à une hauteur sensiblement constante.

Ce niveau communique avec la pression atmosphérique par un petit orifice.

Le tube d'essence est toujours amovible pour être visité ou changé facilement et prend le nom de *jet* ou de *gicleur*.

Le tube d'air est pourvu à l'endroit du gicleur d'une bague amovible appelée *buse* ou *diffuseur;* sa forme intérieure est biconique, l'endroit le plus restreint étant très légèrement en dessous de l'extrémité du jet.

Afin de faire varier les quantités de mélange admis dans les

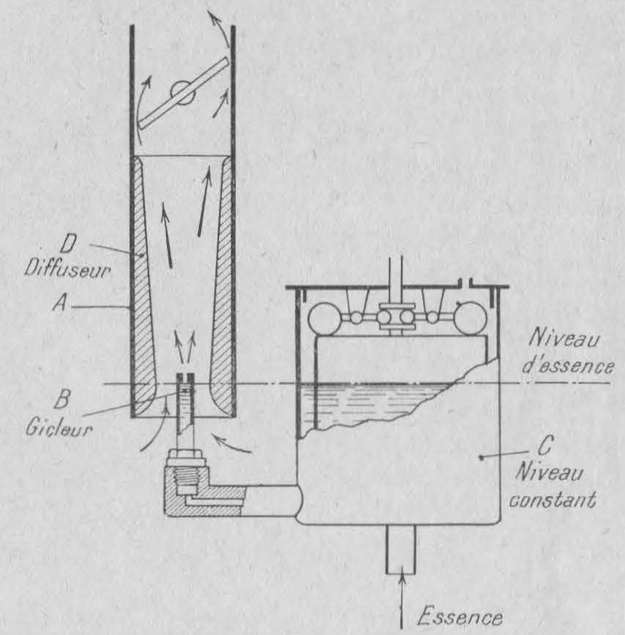


Fig. 77. — Carburateur théorique.

cylindres, on place au-dessus du diffuseur soit une valve ou papillon, soit un boisseau ou clé.

Fonctionnement. — Sous l'influence de l'aspiration des pistons, il se crée dans la tuyauterie une dépression provoquant l'entrée de l'air par le diffuseur. L'essence jaillit sous l'influence de cette même dépression statique et sous l'influence de la dépression dynamique créée par le mouvement de l'air.

Il arrive ainsi aux cylindres un mélange dont les proportions

dépendent des diamètres intérieurs du diffuseur et du jet. Pour ralentir ou accélérer le moteur, il suffit de manœuvrer la valve.

Le fonctionnement de ce dispositif est très simple mais il n'est automatique que dans des limites de régime assez étroites, alors qu'en automobile ces limites sont très grandes, le moteur devant marcher indifféremment à 300 tours comme à 3.000.

Cette grande différence de régime occasionne des différences de dépressions également très grandes, qui font que plus le moteur tourne vite plus l'air se raréfie.

Il en résulte que la proportion d'air dans le mélange diminue avec le nombre de tours du moteur et qu'il faut la corriger automatiquement soit en augmentant l'air aux grands régimes, soit en augmentant l'essence aux faibles régimes.

Les deux solutions existent; la première a donné les carburateurs à entrée d'air automatique; la seconde, les carburateurs dits à gicleur noyé.

Dispositifs annexes. — En plus du dispositif d'automaticité, les carburateurs sont munis d'un petit carburateur annexe simple servant à la mise en marche et au ralenti, ainsi que d'un dispositif permettant d'obturer l'arrivée d'air pour faciliter le départ à froid.

Carburateur a entrée d'air automatique Renault (fig. 78). — Le carburateur est le même que précédemment, auquel est adjoint une entrée d'air automatique.

Celle-ci se compose d'une boîte D placée sur le côté du carburateur et communiquant d'un côté avec la tuyauterie d'aspiration entre la valve et le haut du diffuseur, et de l'autre côté avec l'air atmosphérique par l'intermédiaire d'une soupape E.

La tige de celle-ci est munie d'un piston H coulissant dans un cylindre contenant de l'essence; le fond de ce piston est percé de petits orifices sur lesquels repose une rondelle. Le cylindre est alimenté en essence par un conduit le reliant au niveau constant.

Le carburateur de ralenti est placé parallèlement au premier et débouche au-dessus de la tranche de la valve: le conduit de

ralenti peut être obturé par une vis réglable J et être mis en communication avec l'intérieur du carburateur principal par une deuxième vis également réglable K maintenue à sa position par un ressort.

Le dispositif de départ à froid consiste à descendre le diffu-

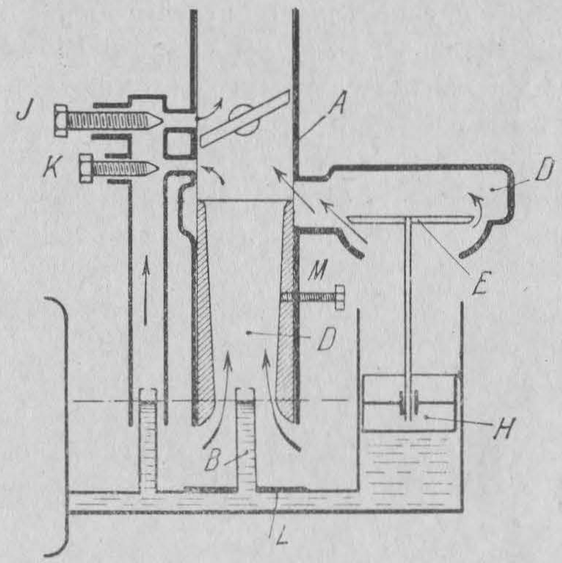


Fig. 78. — Dispositif Renault.

seur D sur une surface L pouvant l'obturer et sur laquelle est vissé le gicleur principal; la manœuvre se fait par une manette M vissée dans le diffuseur et pouvant se déplacer dans une fente oblique prévue sur le carburateur.

Fonctionnement. — La dépression du carburateur agit sur la soupape et provoque sa levée qui permet l'introduction d'une certaine quantité d'air. Plus le moteur accélère, plus la dépression augmente et plus la soupape se lève en augmentant le passage de l'air.

Le réglage s'obtiendra en cherchant la meilleure section de passage pour une dépression déterminée et à cet effet la soupape se déplace dans un élément de tubulure de profil approprié.

Parfois, l'orifice est constant; dans ce cas la tige de la soupape porte une sorte de cône de profil voulu.

Ce dispositif permet une très grande précision et possède une grande sensibilité. Il permet également, d'avoir un diffuseur plus petit que celui nécessité par la pleine puissance, et d'obtenir des vitesses d'air plus grandes autour du gicleur, ce qui donne une meilleure pulvérisation.

Le réglage du ralenti s'obtient en manœuvrant la vis J et la qualité du mélange de ralenti en manœuvrant la vis K.

La mise en route à froid est facilitée en abaissant le diffuseur qu'il faut avoir soin de remonter dès que le moteur fonctionne; cette commande se fait par une manette placée sur le volant.

Applications. — La figure 79 représente un carburateur Renault conforme au précédent schéma.

Le niveau constant est constitué par deux bascules dont les axes sont fixés dans un support dépendant du couvercle. L'extrémité de ces bascules s'engage dans une virole soudée sur un pointeau dont l'extrémité vient obturer plus ou moins l'arrivée d'essence.

Le pointeau sert également de guide à un flotteur pouvant coulisser très librement.

Lorsque la cuve du niveau est vide, le flotteur repose dans le fond de la cuve, les bascules soulèvent le pointeau et laissent pénétrer l'essence. Le flotteur monte avec le liquide et soulève les bascules et lorsque le niveau est atteint le pointeau obture l'arrivée d'essence.

Un filtre facilement accessible est placé à l'entrée du niveau constant.

Le montage et le démontage se fait très facilement grâce à un étrier oscillant réunissant les deux parties du carburateur.

Sur la figure de droite le diffuseur est représenté à sa position de départ à froid.

La manœuvre du papillon est assurée par une manette servant à son ouverture, tandis que la fermeture se fait par l'action d'un ressort de rappel monté en bout de l'axe.

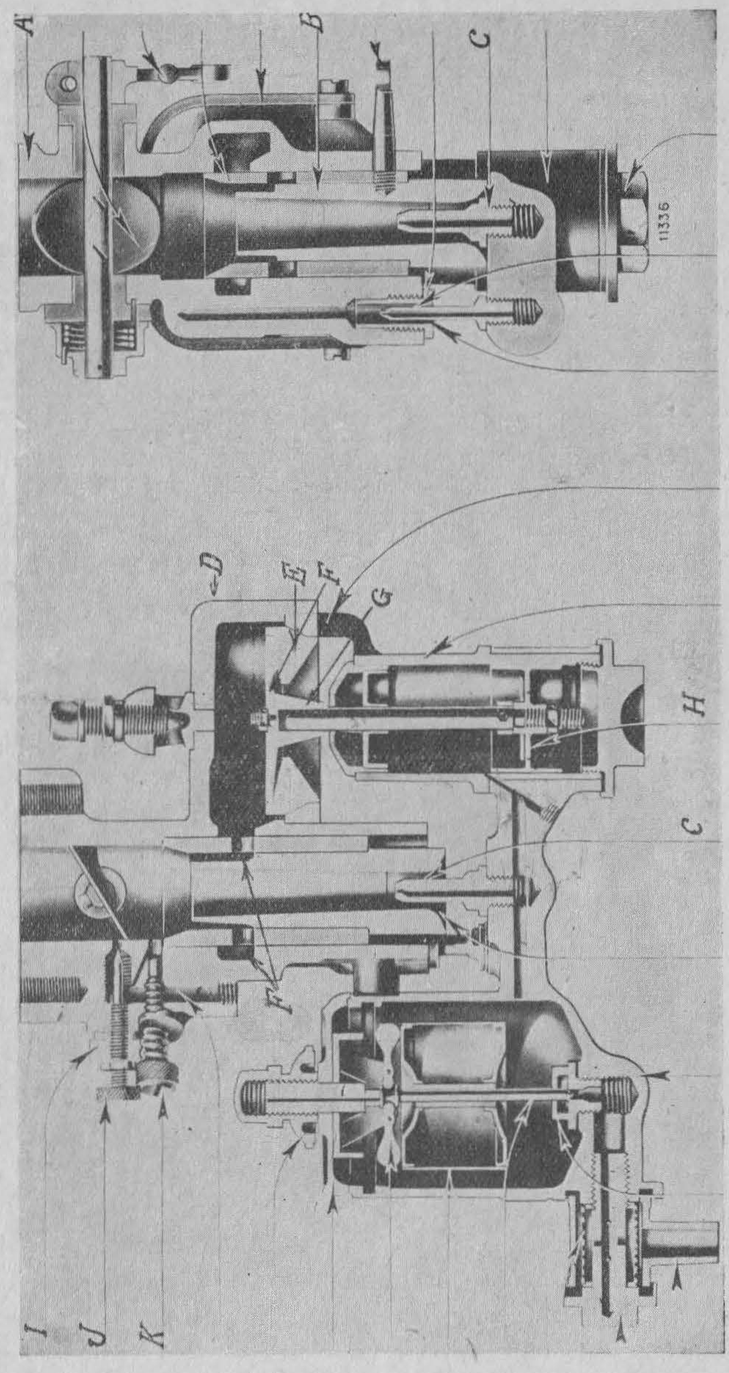


Fig. 79. — Carburateur simple Renault.

Carburateur Renault double corps (fig. 80). — Ce carburateur double équipe la plupart des moteurs à 6 cylindres; une seule cuve et une seule entrée d'air automatique sont prévues pour les deux corps.

La valve des gaz est remplacée par une clé ou boisseau dont l'axe tourne sur des roulements à billes.

La manœuvre des diffuseurs se fait par une tige se déplaçant verticalement.

Carburateur a gicleur noyé. — Dans le carburateur précédent, le calibrage du gicleur est placé à sa sortie et se trouve au-dessus du niveau constant. Dans le gicleur noyé, le débit se fait en dessous du niveau, en contre-bas de quelques centimètres, en sorte qu'il débiterait même à l'arrêt si on n'avait soin de le placer dans un petit tube en U dont les branches sont plus hautes que le niveau (fig. 81 et 82).

L'une de ces branches débouche à l'air libre et l'autre dans le diffuseur, comme le gicleur précédent.

L'essence à l'arrêt remplit le tube en U en sorte que le gicleur est noyé. Lorsque le moteur est en marche, l'air pénètre par la branche externe du tube et balaie la petite quantité d'essence qui y est contenue.

L'automaticité est obtenue par la charge d'essence *h* au-dessus de l'ajutage de débit. En effet, à pleine puissance, si le vide est de 40 centimètres d'eau pour une charge *h* de 5 centimètres par exemple, ce vide ne sera que de 3 centimètres au ralenti et sera augmenté de la valeur de *h*. Il en résulte que la charge *h* augmentera le débit dans de grandes proportions, surtout au ralenti.

On peut également employer, comme dans le carburateur de la 15 CV Renault, un dispositif mixte consistant en un tube en U avec gicleur noyé et un gicleur central non noyé.

Application. — La figure 83 représente le carburateur du moteur Reinastella. Dans ce carburateur le tube d'émulsion, au lieu d'être en U, présente une disposition annulaire.

Le carburateur est complété par un piston servant à augmenter

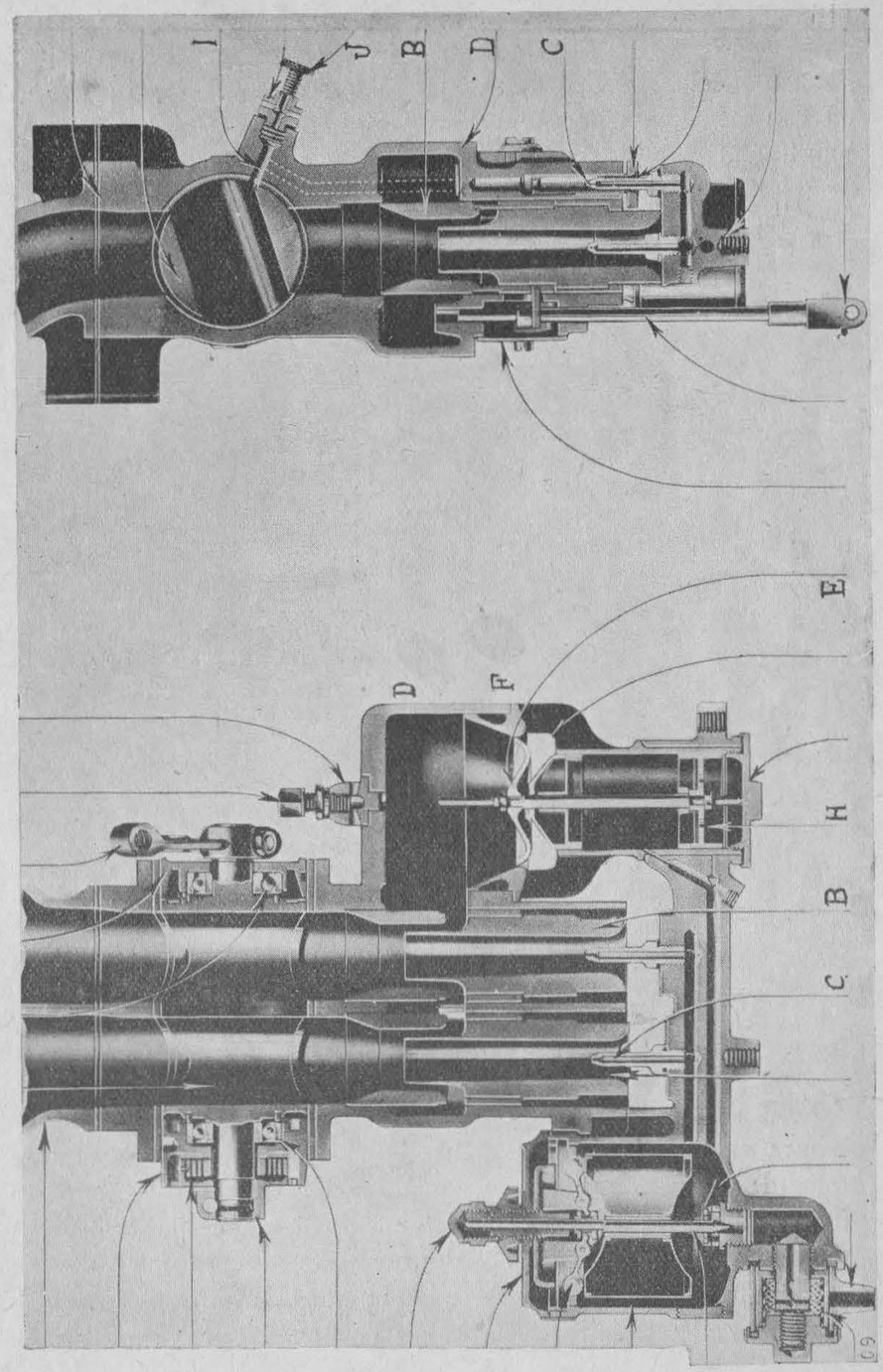


Fig. 80. — Carburateur double pour moteur 6 cylindres.

momentanément le débit d'essence au moment des reprises. A cet effet, il est commandé par un levier et une came fixée sur l'axe des papillons.

CAUSES DE MAUVAIS FONCTIONNEMENT. — Le réglage d'un

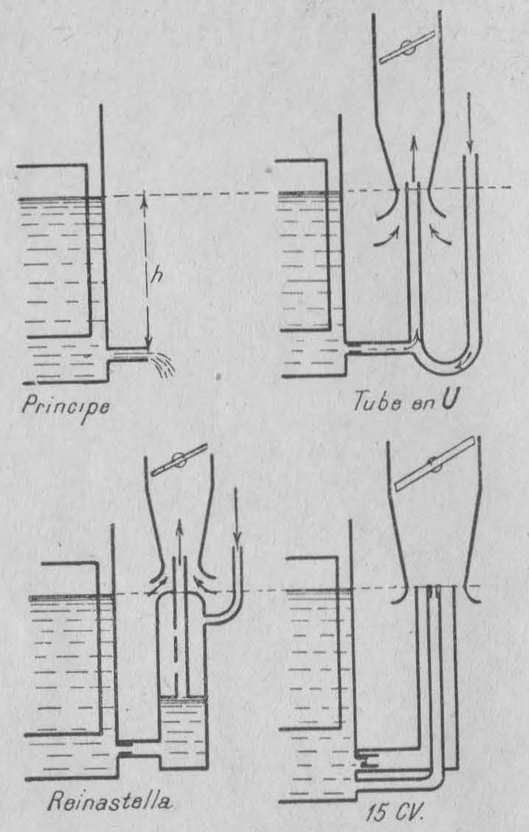


FIG. 81.

carburateur se fait toujours pour sa marche normale, c'est-à-dire à chaud; aussi peut-il arriver qu'à froid, pendant les premières minutes de marche, il y ait certaines irrégularités si l'on veut faire donner toute la puissance du moteur.

Il faudra donc toujours laisser le moteur prendre sa température normale; ceci est d'ailleurs nécessaire, également pour le graissage.

Le mauvais fonctionnement du carburateur provient le plus souvent soit d'un manque, soit d'un excès d'essence.

Manque d'essence. — Les causes en sont multiples; très souvent, le réservoir est vide ou le robinet fermé.

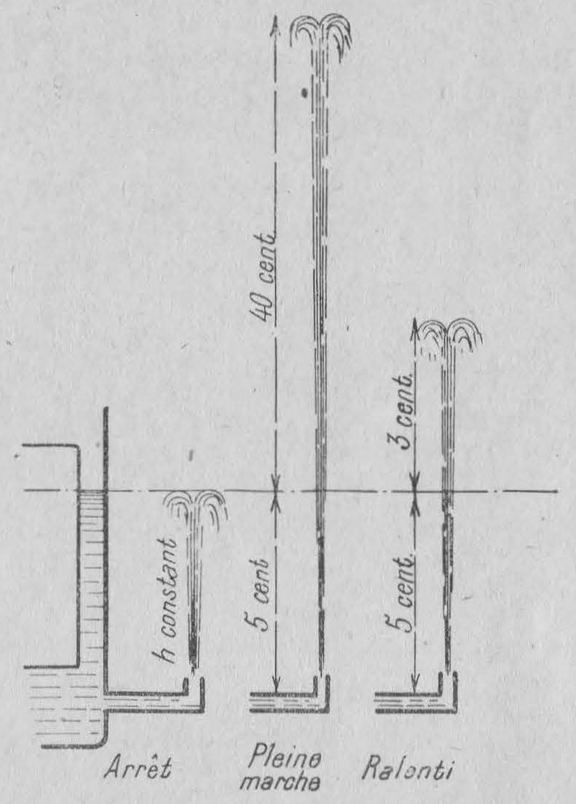


FIG. 82. — Principe d'automaticité.

Les gicleurs peuvent être bouchés; il suffit de les démonter et de souffler dedans pour expulser les corps étrangers. Il faut éviter de passer dans le gicleur une tige susceptible de l'agrandir.

L'essence contient souvent de l'eau, cette eau séjourne dans le fond de la cuve et vient dans le conduit du gicleur; il suffit de démonter le carburateur et de nettoyer l'intérieur de la cuve, sans oublier les canaux allant aux gicleurs.

Les bascules peuvent se coïncer, ce qui est rare; il faut démonter le couvercle et s'assurer de leur fonctionnement.

Le manque d'essence se reconnaît par le ralentissement du moteur, avec parfois des retours au carburateur; lorsque le manque d'essence provient de gicleurs trops petits, la porcelaine des bougies est blanchâtre.

En général, lorsqu'il y a appauvrissement du mélange, c'est qu'il se produit le plus souvent une entrée d'air par des joints mal serrés ou défectueux.

Excès d'essence. — L'excès d'essence se reconnaît à l'odeur de l'échappement et à la fumée qu'il dégage parfois; la porcelaine de la bougie est noire et le moteur est mou, sa marche peut être saccadée, on dit que le moteur galope.

L'excès d'essence peut provenir de gicleurs agrandis, d'un mauvais réglage du ralenti ou d'un niveau d'essence trop haut provenant de l'usure du pointeau ou d'un flotteur percé.

Dans ce dernier cas, le flotteur se remplit peu à peu d'essence et en l'agitant on reçonnaît la présence du liquide.

Réglage et entretien. — Le seul réglage à la disposition du conducteur est celui du ralenti. Pour l'effectuer, il faut laisser le moteur prendre sa température normale et fermer la valve des gaz au moyen de la manette placée sur le volant, puis, agir sur la vis de quantité; s'il y a trop d'essence, le moteur galope, il faut alors dévisser la vis de réglage de qualité pourvue d'un ressort jusqu'à ce que le moteur tourne rond.

En général, il ne faut pas chercher un ralenti trop bas pour éviter de caler le moteur, et il faut régler plutôt riche que pauvre.

Entretien. — L'entretien d'un carburateur consiste à graisser de temps en temps l'axe du papillon, à vérifier si la carburation est bonne par l'aspect de la porcelaine de la bougie dont l'extrémité plongeant dans le cylindre doit être légèrement brune.

Le pointeau et son siège peuvent s'user à la longue, il suffit de les changer sans essayer de refaire les portées.

Lorsque le flotteur est percé, on peut trouver l'orifice en

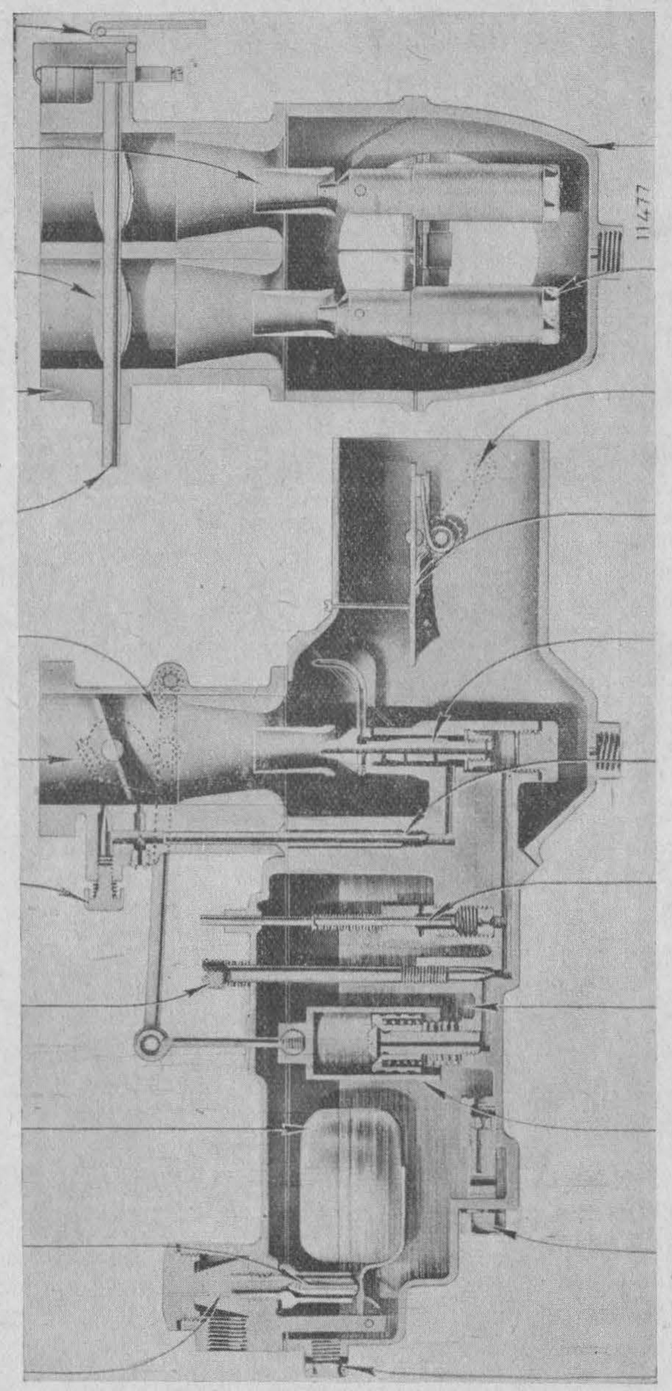


Fig. 83. — Carburateur à gigleur noyé.

plaçant le flotteur dans l'eau chaude, mais sa réparation nécessite une soudure qui ne peut être faite que par un spécialiste, d'autant plus que le niveau doit généralement être réglé à nouveau après cette opération ou en tout cas être vérifié.

§ 2. — Accessoires des carburateurs

TUYAUTERIE. — Pour relier les soupapes d'admission au carburateur, on utilise un tube se subdivisant en autant de branches qu'il y a d'orifices d'admission aux cylindres. Lorsque le carburateur est double, il y a deux tuyauteries.

La tuyauterie d'admission est obtenue de fonderie et est soit en aluminium, soit en fonte; parfois elle fait corps avec celle d'échappement.

La fixation sur le moteur se fait au moyen d'étriers traversés par des prisonniers fixés aux cylindres.

Les extrémités sont munies de joints métalloplastiques assurant une étanchéité rigoureuse; aucune fuite, si minime soit-elle, ne doit être tolérée, car elle troublerait la carburation surtout au ralenti.

RÉSERVOIR D'ESSENCE. — Le combustible étant liquide, les réservoirs doivent être parfaitement étanches. Ils sont en tôle étamée; leur forme et leur contenance varient avec le type de voiture et la puissance du moteur (depuis 33 litres dans les Monasix, jusqu'à 116 litres dans la Reinastella).

Dans les petites voitures, le réservoir se place sur le tablier en charge d'environ 30 centimètres sur le carburateur. Un robinet d'arrêt est toujours fixé à la sortie et est placé à la portée du conducteur.

Lorsque la contenance est trop grande, les dimensions deviennent encombrantes et le réservoir est placé à l'arrière, en contrebas du carburateur.

Pour élever l'essence, on se sert d'appareils spéciaux, soit d'un exhausteur alimentant une nourrice intermédiaire, soit d'une pompe alimentant directement le carburateur.

Des indicateurs de niveau placés sur la planche de bord permettent au conducteur de se rendre compte de la réserve d'essence.

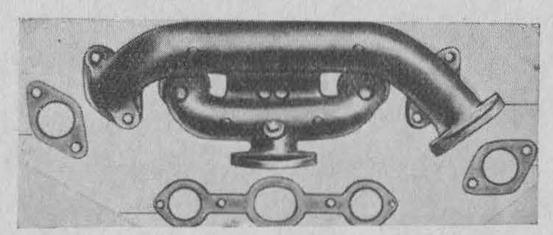


FIG. 84. — Tuyauterie 4 cylindres 10 CV.

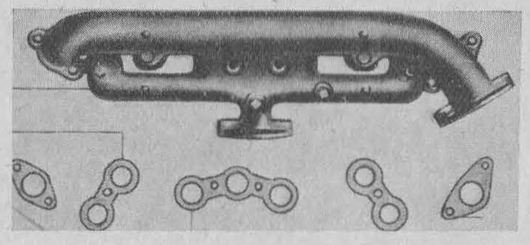


FIG. 85. — Tuyauterie 6 cylindres 8 CV.

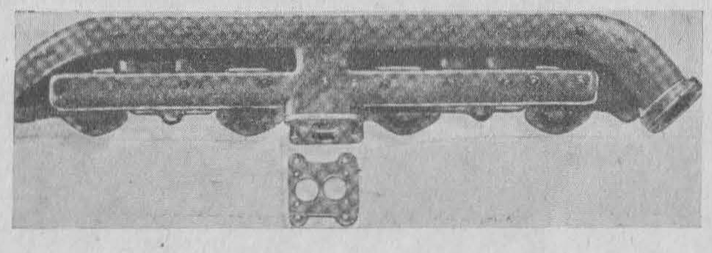


FIG. 86. — Tuyauterie 8 cylindres 41 CV.

POMPE A ESSENCE (fig. 89). — La pompe à essence remplace l'exhausteur et permet de supprimer le réservoir nourrice, en alimentant directement le carburateur.

Elle se compose essentiellement d'une membrane flexible L pincée entre deux rondelles et munie d'une tige de manœuvre.

Le dessus de la membrane est en communication, avec le réser-

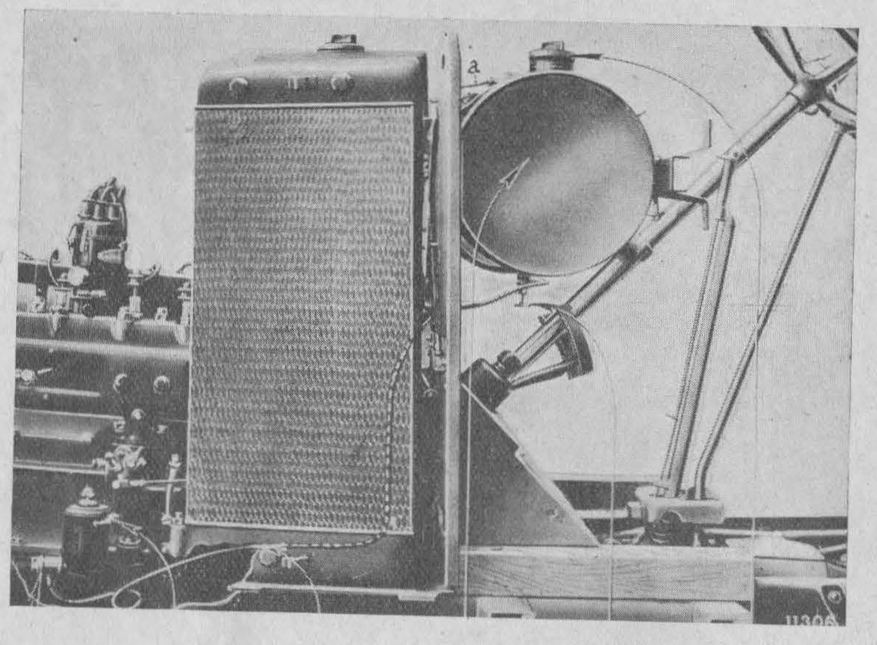


Fig. 87. — Réservoir avant.

voir par une soupape d'aspiration B, et, avec le carburateur par une soupape de refoulement.

Au-dessus de la soupape de refoulement, se trouve un pulsateur relié à la conduite. Un filtre très accessible est placé avant la soupape d'aspiration.

La tige et la membrane est commandée par un levier actionné par une came montée sur l'arbre à cames du moteur. La liaison de la tige et du levier se fait par un système flexible au moyen de deux maillons de chaîne, en sorte que le levier peut tirer sur la membrane et non la pousser.

Des ressorts sont prévus, l'un pour repousser la membrane, l'autre pour appuyer constamment le levier sur sa came.

Fonctionnement. — Le levier, en tirant sur la membrane, provoque l'aspiration de l'essence, puis le ressort N repousse la membrane et refoule l'essence par la soupape d'échappement.

Si le niveau d'essence est atteint dans le carburateur, le pointeau est fermé; alors la pression comprime le pulsateur qui emmagasine

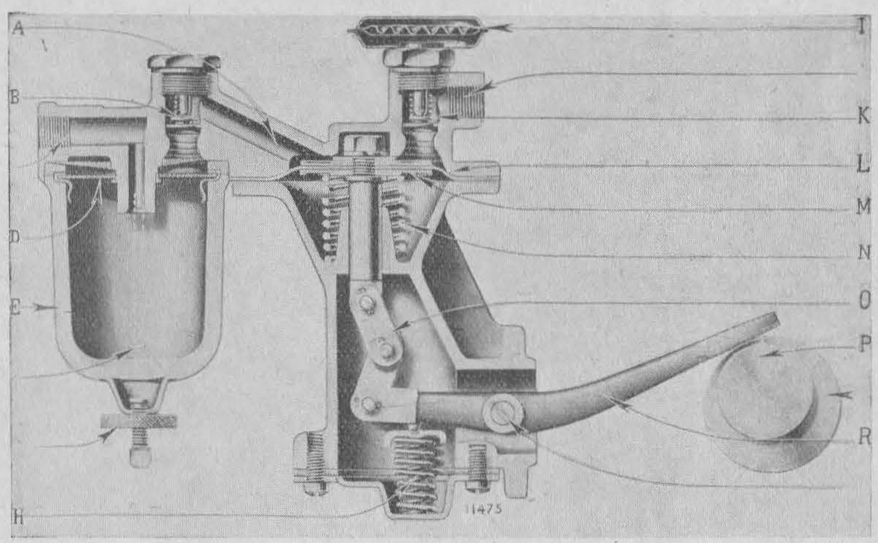


Fig. 89. — Pompe à essence.

un peu d'essence, la membrane reste à mi-course et l'aspiration suivante sera moins grande.

Le débit de la pompe à essence est donc rigoureusement celui du carburateur; lorsque le moteur s'arrête, le débit s'arrête automatiquement.

§ 3. — Commandes de carburateur

Les carburateurs Renault comportent deux organes à manœuvrer; la fermeture d'air du départ à froid et l'ouverture des gaz

réglant la quantité du mélange. Cette dernière commande s'effectue par des organes, soit dépendants du conducteur, soit indépendants par régulateur de vitesse.

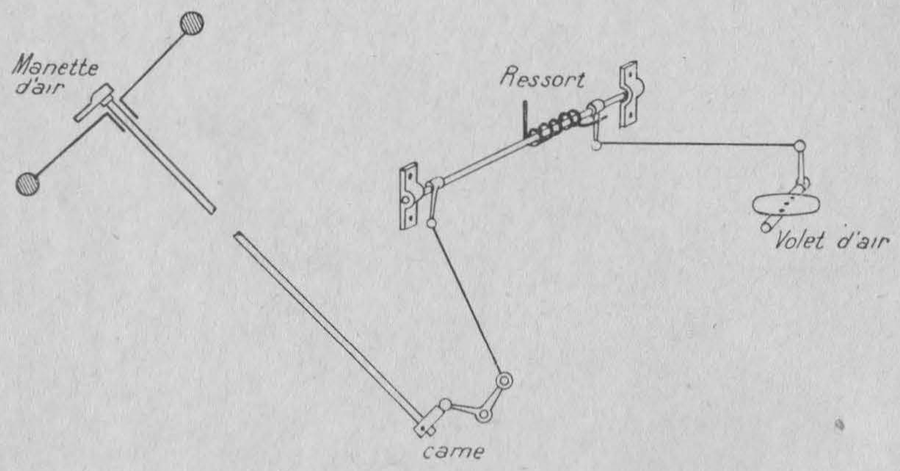


FIG. 90. — Commande d'air.

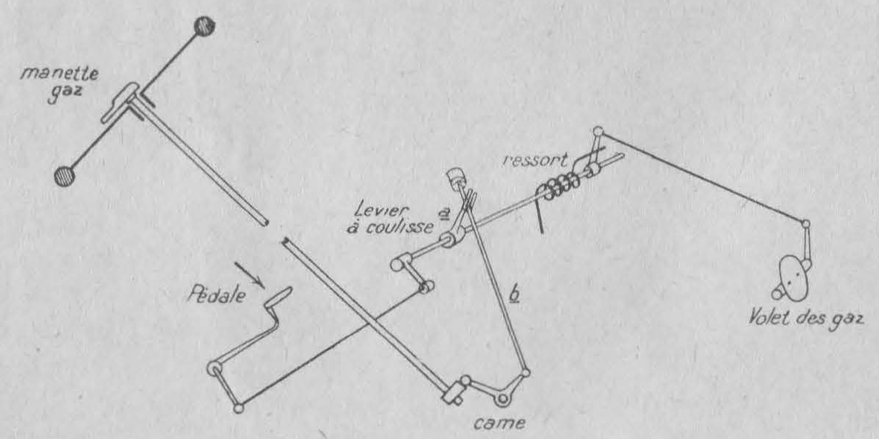


FIG. 91. — Commande d'accélérateur au pied et à main.

COMMANDE D'AIR. — La manette « Air » placée sur le volant actionne une tige traversant le tube de direction est munie à son extrémité d'une came.

Celle-ci transmet son mouvement à la fermeture d'air par un système de leviers et de tiges relié à un axe horizontal fixé en avant du tablier.

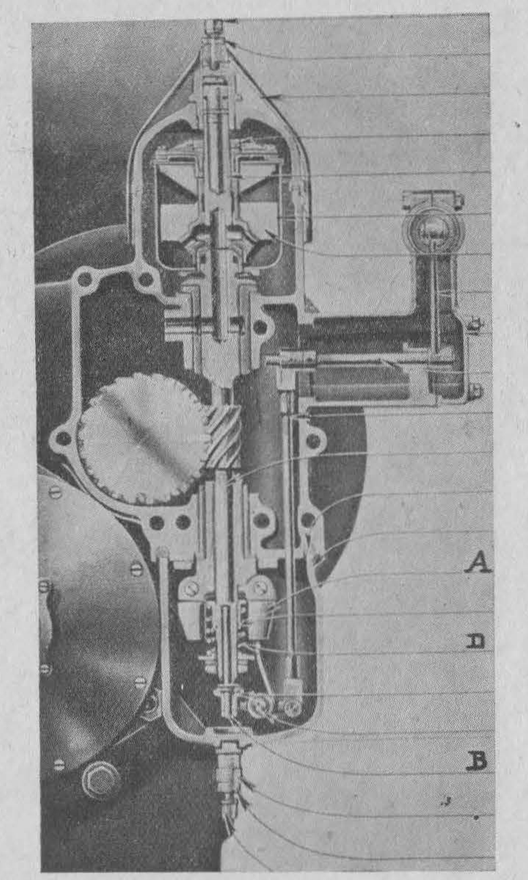


FIG. 92. — Commande de régulateur et d'épurateur.

Un ressort de rappel sert à supprimer les jeux existant dans les articulations et agit dans le sens de l'ouverture de l'air.

COMMANDE DE GAZ. — Cette commande s'effectue, à la volonté du conducteur, au pied ou à la main.

Commande au pied. — Le conducteur dispose d'une pédale qui transmet le mouvement à la manette des gaz par un système de tringlerie appropriée. Un ressort rappelle toujours la commande à la position de fermeture.

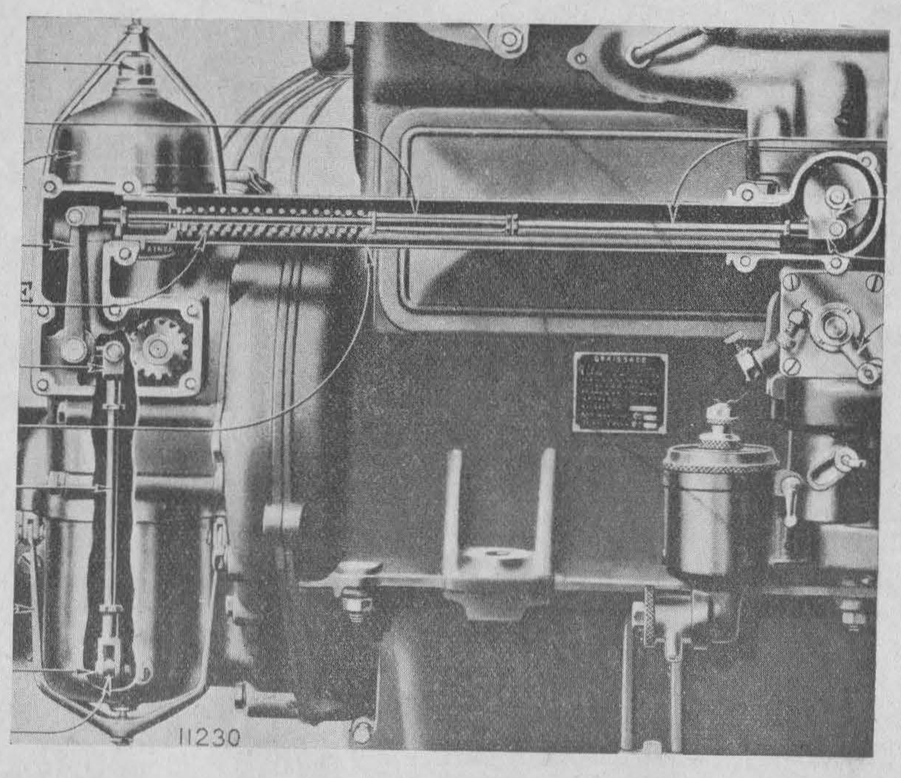


Fig. 93. — Commande de régulateur.

Commande à main. — Celle-ci s'effectue au moyen d'une deuxième manette « Gaz » montée sur le volant. Elle actionne, comme la première, une came dont le mouvement se transmet à un levier fixé sur un axe horizontal.

Pour permettre le mouvement indépendant de la pédale, le levier *a* peut coulisser sur la tige *b;* en abaissant la pédale, l'accélération se produit sans entraîner la tige *b*. Au retour, le levier *a* bute sur un écrou de réglage de la tige *b* et le ralenti dépend de la position de la manette sur le volant.

Régulateur de vitesse. — Ce dispositif employé sur les camions consiste à manœuvrer une deuxième valve de gaz placée entre le carburateur et les cylindres. De la sorte, le conducteur accélère ou ralentit à volonté, mais ne peut dépasser une certaine vitesse limite fixée à l'avance.

Les figures 91 et 93 montrent ce dispositif qui consiste essentiellement en deux masses métalliques montées sur un axe vertical entraîné par le mouvement du moteur.

La force centrifuge provoque l'écartement de ces masses et son action est réglée par un ressort antagoniste D.

Le déplacement des masses provoque celui d'un système de tiges et leviers qui actionne le deuxième papillon de gaz.

Pour le réglage, on se sert d'un deuxième ressort E, plus accessible.

L'ensemble de la commande est enfermé dans un tube et dans des carters, de façon que le conducteur ne puisse bloquer l'action du régulateur.

§ 4. — Gazogènes

Un gazogène se compose de plusieurs parties distinctes :
Le générateur avec son faisceau refroidisseur;
L'épurateur.

1° Générateur. — Le générateur est du type à combustion renversée. A la partie supérieure se trouve la trémie de chargement qui reçoit le combustible pour plusieurs heures de fonctionnement.

L'alimentation en combustible peut se faire sans qu'il soit nécessaire d'arrêter le moteur.

A la partie médiane se trouve une pièce intermédiaire portant des ouvertures latérales par lesquelles pénètre l'air aspiré par le moteur.

Cet air, admis à la partie inférieure, passe entre le foyer et la paroi extérieure, subissant ainsi un réchauffage appréciable.

A la partie inférieure se trouve le foyer, entièrement métallique, entouré de calorifuge. La grille est composée de barreaux mobiles dont le mouvement est commandé par un levier extérieur.

Le gaz formé par le passage de l'air sur le charbon incandescent est aspiré à travers la grille par le moteur. Les goudrons, poussières et fumées traversent la masse incandescente et sont réduits ou détruits. Le gaz traverse ensuite un faisceau tubulaire, situé dans la zone d'air refoulé par le ventilateur du véhicule, zone où il se refroidit, puis il arrive à l'épurateur.

Epurateur. — L'épurateur se compose d'une cuve cylindrique dans laquelle le gaz pénètre par la partie inférieure. Le gaz traverse une grille supportant une couche épaisse de coke, où il abandonne la majeure partie des poussières et cendres entraînées, puis passe dans un filtre situé à la partie supérieure. Ce filtre est composé de nombreuses bougies filtrantes en tissu spécial; il est destiné à compléter l'épuration en retenant les poussières les plus fines.

3° Mélangeur. — A la sortie du filtre, le gaz complètement épuré passe dans une tuyauterie extérieure allant au moteur. L'air nécessaire à la combustion est admis, d'une part (la plus grande partie) sur le parcours de la tuyauterie par un robinet spécial à trois voies, d'autre part dans un mélangeur très simple placé directement sur la tubulure d'admission du moteur.

Le gaz arrive par la partie inférieure à travers une buse calibrée et l'air additionnel est admis latéralement par des orifices réglables au moyen d'une commande à portée du conducteur.

Le réglage de l'entrée d'air n'est prévu que pour parfaire le mélange. En route, il n'est que rarement besoin d'y recourir, le mélange gaz-air restant sensiblement le même entre les limites assez grandes de vitesse du moteur.

Le départ du moteur sur l'essence est assuré par un petit carburateur spécial placé sur le mélangeur. L'entrée de l'air à ce

carburateur se fait par un volet toujours fermé à l'arrêt et dont l'ouverture en marche est automatique.

La conduite du camion est la même que celle d'un véhicule à essence.

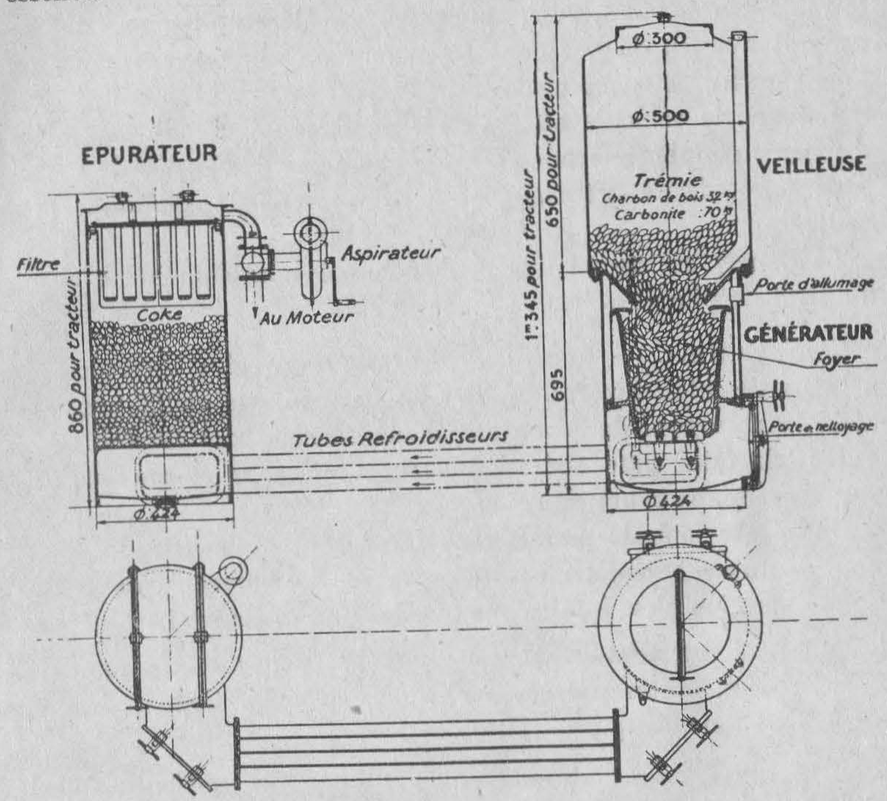


Fig. 94. — Schéma du gazogène Renault.

Fonctionnement

1° Mise en route. — Par deux portes prévues au-dessus du foyer, introduire par les ouvertures de la pièce centrale des morceaux d'étoupe ou de chiffons imbibés de pétrole, mettre le feu, fermer le robinet trois voies situé sur la tuyauterie entre l'épurateur et le mélangeur, aspirer l'air par le ventilateur.

Au bout de quelques minutes (de trois à cinq minutes environ) le gaz formé est bon et on le vérifie en mettant le feu à la sortie du ventilateur; la flamme doit être bleue et régulière.

A ce moment, mettre le moteur en route sur l'essence, ouvrir le robinet trois voies, puis, après avoir accéléré le moteur, envoyer progressivement du gaz dans le moteur en réglant, si nécessaire, l'arrivée d'air au mélangeur.

Lorsque le véhicule est à l'arrêt pendant un certain temps, un dispositif simple (une ouverture de cheminée de tirage à la partie supérieure de la trémie) permet de mettre le générateur en veilleuse.

Le départ est assuré très rapidement à nouveau, même après un arrêt de plusieurs heures.

2° ENTRETIEN. — *Générateur.* — Un levier situé latéralement à la partie inférieure fait osciller les barreaux de grille, assurant ainsi le nettoyage du foyer par le dégagement des cendres. Il y a lieu de faire cette opération avant l'allumage et quelquefois, si nécessaire, en cours de route.

Une porte latérale permet d'avoir accès à l'intérieur du foyer pour nettoyer complètement le foyer et les barreaux de grille. Cette opération n'est à faire que tous les quinze jours environ.

Tubes de refroidissement. — Ces tubes peuvent être ramonés grâce à deux portes prévues à chaque extrémité. Cette opération est à faire tous les quinze jours environ.

Epurateur. — Le nettoyage de l'épurateur est particulièrement simple. Chaque semaine, il suffit de retirer le filtre de la partie supérieure, le secouer, vider le panier inférieur et le remettre en place.

Tous les 2.000 à 3.000 kilomètres, dévisser le bouchon de vidange situé au-dessous de l'épurateur, retirer le filtre et arroser le coke avec de l'eau jusqu'à ce que celle-ci coule claire. Ensuite, visser le bouchon de vidange et mettre le filtre en place. Cette opération demande dix minutes.

CHAPITRE X

ALLUMAGE

---

§ 1er. *Allumage par accumulateurs.* — Principe de l'allumage. Accumulateurs. Rupteur. Avance à l'allumage. Bobine. Condensateur. Bougie. Schéma. Entretien.

§ 2. *Allumage par magnéto.* — Magnéto basse tension. Dispositif à haute tension. Entretien.

---

§ 1er. — Allumage par accumulateurs

Le rôle de l'allumage est d'enflammer le mélange carburé exactement au moment voulu pour obtenir le maximum de l'explosion au point mort haut.

Principe de l'allumage. — Le principe de l'allumage électrique, seul employé actuellement en automobile, consiste à se servir d'un courant à basse tension et à le transformer en un courant à haute tension qui permet de faire jaillir une étincelle entre deux pointes.

L'ensemble du dispositif employé comprend :

Une source d'électricité à basse tension, accumulateurs ou magnéto;

Un transformateur de courant, genre bobine de Ruhmkorff;

Un ensemble mécanique, rupteur avec dispositif d'avance automatique, et distributeur, permettant de provoquer l'étincelle au moment opportun dans le cylindre voulu;

Des bougies d'allumage constituant l'organe où se produit l'étincelle.

L'ensemble est complété par un condensateur et un interrupteur.

L'allumage par accus fut un des premiers utilisé; il fut abandonné pour la magnéto, puis revint en faveur dès que la mise au point d'une dynamo permit automatiquement la recharge des accus avec sécurité.

Accumulateurs. — Les accumulateurs servent à la fois à l'éclairage et à l'allumage. Ils sont constitués par une batterie de 3 à 6 éléments; chacun donnant 2 volts, la batterie donne 6 ou 12 volts, mais pour l'allumage seul du moteur, un courant de 4 volts, fourni par deux éléments, serait suffisant.

Un élément d'accus se compose de deux plaques de plomb ajourées, dont les alvéoles sont remplis d'oxyde de plomb. Ces plaques sont plongées dans un liquide, appelé électrolyte, acidulé avec de l'acide sulfurique.

Le liquide doit toujours recouvrir les plaques et sa densité doit être de 28° batterie chargée.

Les accus servant également à l'éclairage et au démarrage, nous renvoyons à ce chapitre pour plus de détails et pour l'entretien.

Rupteur (fig. 95). — Un rupteur consiste essentiellement en une pièce appelé linguet ou rupteur, isolé électriquement, tournant en un de ses points sur un axe et dont une extrémité est pourvue d'un plot platiné.

Un autre point du rupteur s'appuie sur une came portant un ou plusieurs plats. Le linguet est ramené au contact de la came par un ressort. Un deuxième plot platiné, faisant face au premier, est monté sur une plaquette réglable au moyen de boutonnières et de vis.

Fonctionnement. — Lorsque la came tourne, le rupteur s'abaisse en passant sur un des plats et les plots entrent en contact en établissant le courant, puis la rupture se fait, et c'est à ce moment que l'allumage se produit.

Le réglage de la distance entre les plots est très important et

doit être de 0,5 mm. Pour procéder au réglage, il faut desserrer les vis de la plaquette réglable, la déplacer dans le sens voulu puis bloquer les vis (fig. 104).

En général, il y a autant de plats que de cylindres et la came affecte la forme d'un carré ou d'un six pans suivant que le moteur est à 4 ou 6 cylindres.

Il y a autant d'allumages par tour que de plats et la came tournera à la vitesse de l'arbre à cames du moteur.

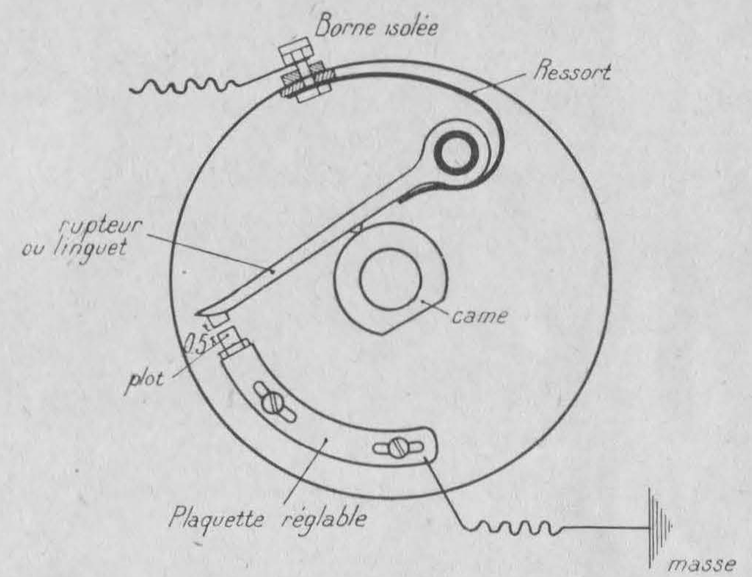


Fig. 95. — Schéma de rupteur.

Dans le cas d'un 8 cylindres, la came est 4 pans, mais il y a deux rupteurs calés à 45°.

La commande des cames se fait par un arbre vertical actionné par l'arbre à cames au moyen de roues hélicoïdales de même diamètre.

Le support de la vis platinée de réglage et le rupteur sont montés sur un même plateau pouvant osciller autour de l'axe de la came, le mouvement de ce plateau étant commandé à la main ou automatiquement.

AVANCE A L'ALLUMAGE. — On appelle ainsi le dispositif précédent permettant de déplacer légèrement le plateau du rupteur autour de son axe en sorte que le point de rupture soit changé par rapport au mouvement du moteur.

Ce déplacement se fait soit à la main, soit mieux automatiquement suivant le nombre de tours du moteur. Ce dispositif est nécessaire puisque la durée de propagation de l'explosion est

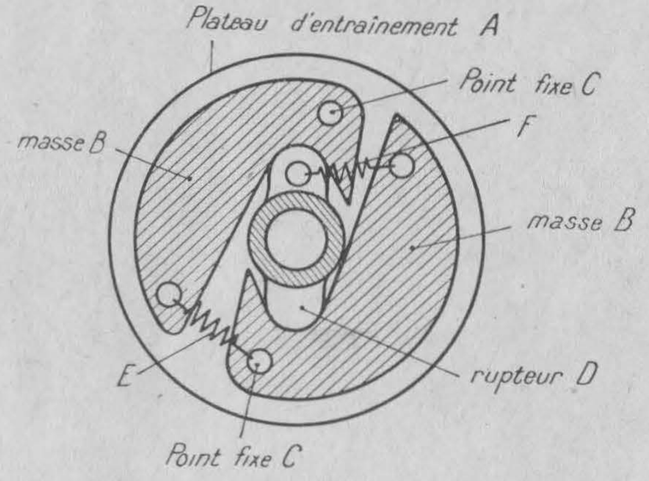


FIG. 96. — Avance à l'allumage automatique.

sensiblement constante; plus le moteur tourne vite plus l'avance doit augmenter.

Le dispositif d'avance automatique est placé généralement en dessous du plateau portant le rupteur; il consiste en un plateau d'entraînement A fixé à l'axe de commande.

Sur ce plateau sont montées des masses B pouvant tourner chacune autour d'un point fixe C. Ces masses sont pourvues d'encoches pouvant entraîner le support du rupteur.

Des ressorts E et F ramènent les masses sur le centre; l'un d'eux F est fixé au support du rupteur, en sorte qu'aucun jeu ne peut exister entre les masses et le rupteur.

Fonctionnement. — Sous l'effet de la force centrifuge, les masses tendent à s'écarter en tournant autour de leur pivot et les encoches entraînent le rupteur.

Celui-ci, se déplaçant par rapport à l'axe central portant les cames, change automatiquement la position de l'allumage.

BOBINE D'ALLUMAGE (fig. 97). — Une bobine se compose en

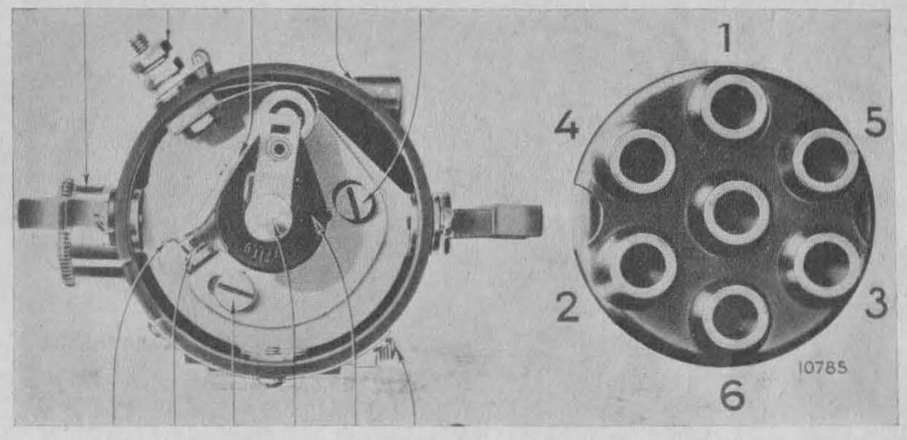


FIG. 97. — Rupteur et distributeur de 6 cylindres.

principe, d'un noyau de fer doux constitué par des lames ou des fils autour desquels s'enroulent deux séries de fils isolés.

Le premier bobinage, en fil de 0,7 mm. de diamètre par exemple, fait relativement peu de tours, le deuxième bobinage en fil fin de 0,1 mm. fait un grand nombre de tours.

L'ensemble est monté dans une boîte en ébonite et est parfaitement isolé.

Fonctionnement. — Si on fait passer dans le gros fil, un courant variable de faible intensité, ce courant, dit primaire, provoque dans l'enroulement de fil fin un courant, dit secondaire, de haute intensité (10.000 volts) suffisant pour faire jaillir une étincelle entre deux pointes.

L'action du courant primaire est renforcée par l'aimantation du noyau de fer doux qu'elle provoque.

Pour faire varier le courant, le moyen le plus simple et le seul employé en automobile est de l'établir, puis de le rompre brusquement; ce rôle est celui du rupteur.

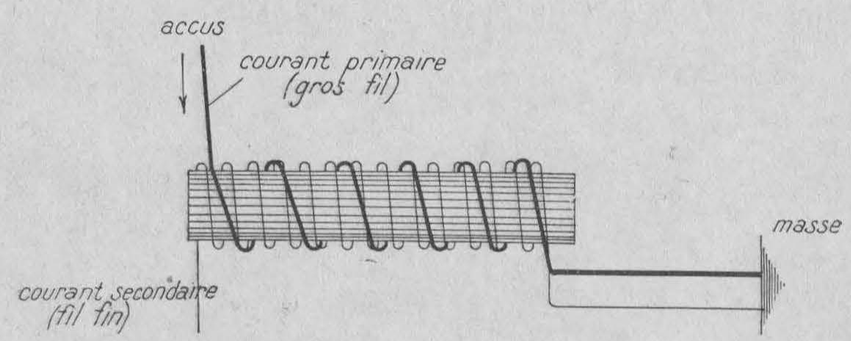


Fig. 98. — Schéma de bobines.

Condensateur. — Le courant qui se produit dans le circuit de fil fin est dû à des phénomènes d'induction, mais ce même phénomène agit également sur le circuit primaire et prend le nom de self-induction.

Ce courant parasite tend à prolonger le courant primaire après sa rupture et, par suite, à atténuer ses variations d'intensité. Pour éviter cet inconvénient, on place en dérivation un dispositif pour le recueillir appelé condensateur.

Celui-ci consiste en un ensemble de feuilles d'étain se pénétrant les unes les autres comme les feuillets de deux livres dont les dos seraient reliés au courant primaire avant et après la rupture.

Ce petit appareil est monté sous la boîte contenant le rupteur et le distributeur (D fig. 99).

Distributeur (fig. 99). — Son rôle est de répartir le courant secondaire entre les cylindres suivant l'ordre d'allumage.

Il se compose d'un plot métallique monté sur une pièce en matière isolante B fixée à l'extrémité de l'axe de commande.

Ce plot prend le courant secondaire par une lame flexible sur une arrivée de courant placée au centre du couvercle du distributeur.

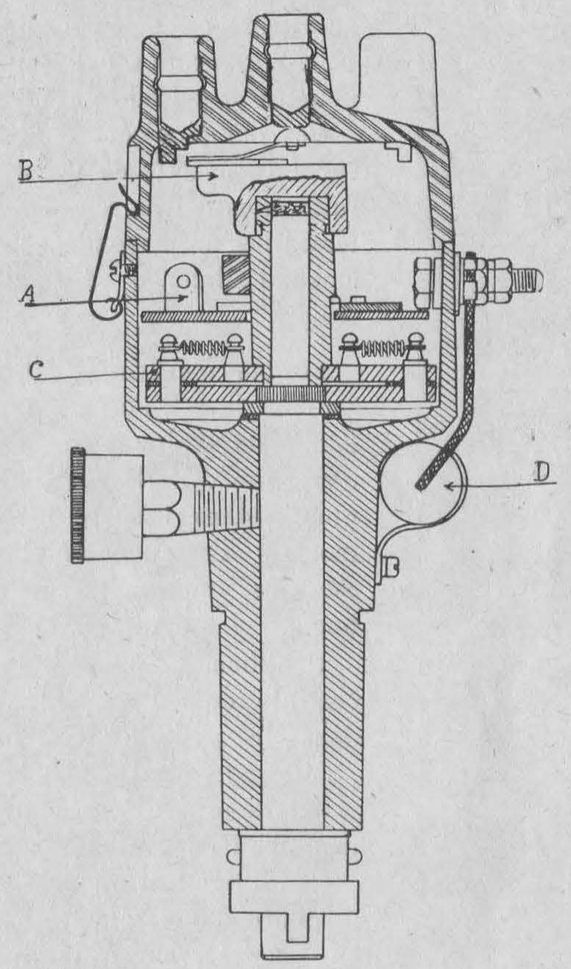


Fig. 99. — Rupteur. Distributeur.

Ce couvercle en matière isolante contient en outre autant de plots et de prises de courant qu'il y a de cylindres.

Fonctionnement. — Lorsque le plot mobile passe devant chaque

plot du couvercle, le courant secondaire passe par ce plot.

L'ordre des plots n'est pas par suite l'ordre naturel des chiffres, mais celui déterminé par les coudes du vilebrequin soit pour un 4 cylindres 1-3-4-2, pour un 6 cylindres 1-5-3-6-2-4, pour un 8 cylindres 1-6-2-5-8-3-7-4.

Ces numéros sont d'ailleurs inscrits sur le couvercle de la boîte et il faut faire attention de remettre les fils dans les bornes correspondant aux cylindres, sinon l'allumage se ferait à contre-temps.

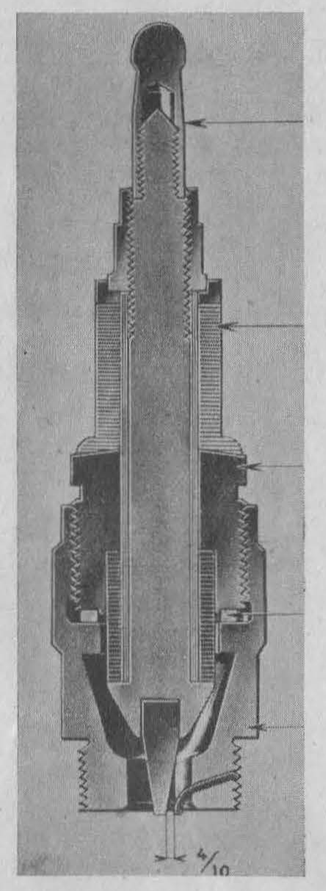


Fig. 100.
Bougie Renault.

Bougie d'allumage (fig. 100). — La bougie est l'organe où se produit l'étincelle d'allumage; elle est vissée dans les cylindres et son extrémité plonge dans l'espace mort. Dans les moteurs d'aviation où l'espace mort est très important, on place deux bougies par cylindre.

Une bougie se compose d'une tige centrale dont l'extrémité qui pénètre dans le cylindre est munie d'une pointe en métal inoxydable; l'autre extrémité est disposée pour recevoir une prise de courant.

Cette tige est montée, par l'intermédiaire d'un isolant, dans un culot en acier servant à la fixation de la bougie; le serrage de l'isolant se fait par un écrou et des joints métallo-plastiques.

Les qualités d'une bougie sont : d'être étanche à la pression d'explosion, d'être isolée électriquement même à chaud, et de pouvoir se nettoyer facilement.

L'isolant porcelaine, mica ou stéatite doit résister à la chaleur ainsi que le scellement de la tige centrale.

Interrupteur ou commutateur. — Ce dispositif se place sur le circuit primaire et fait partie des appareils placés sur la planche de bord.

Généralement, on le manœuvre avec une clé de sûreté; il sert à établir ou à couper le courant.

A l'arrêt, celui-ci doit toujours être coupé pour éviter de

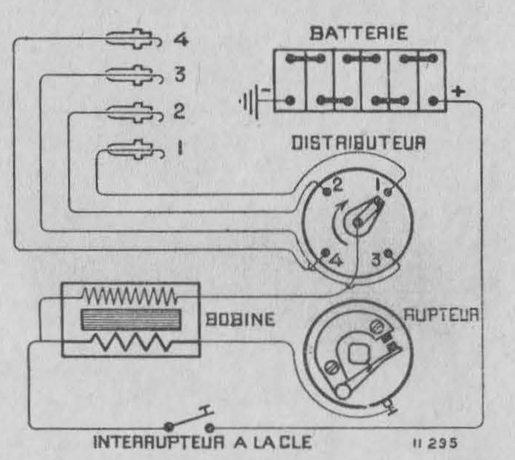


Fig. 101. — Schéma des connexions d'allumage 4 cylindres.

décharger les accus dans le cas où le rupteur serait arrêté dans sa position de contact.

Schéma des connexions et installation. — Les accumulateurs sont placés dans une boîte fixée au châssis. Leur pôle + est relié au circuit par l'interrupteur ou commutateur, le pôle — est relié à la masse métallique du châssis formant fil de retour.

Le courant primaire passe ensuite à la bobine, puis au rupteur et retourne à la masse par le plot réglable. Le condensateur est placé entre le rupteur et la masse.

Les fils du courant primaire à basse tension possèdent un isolement ordinaire.

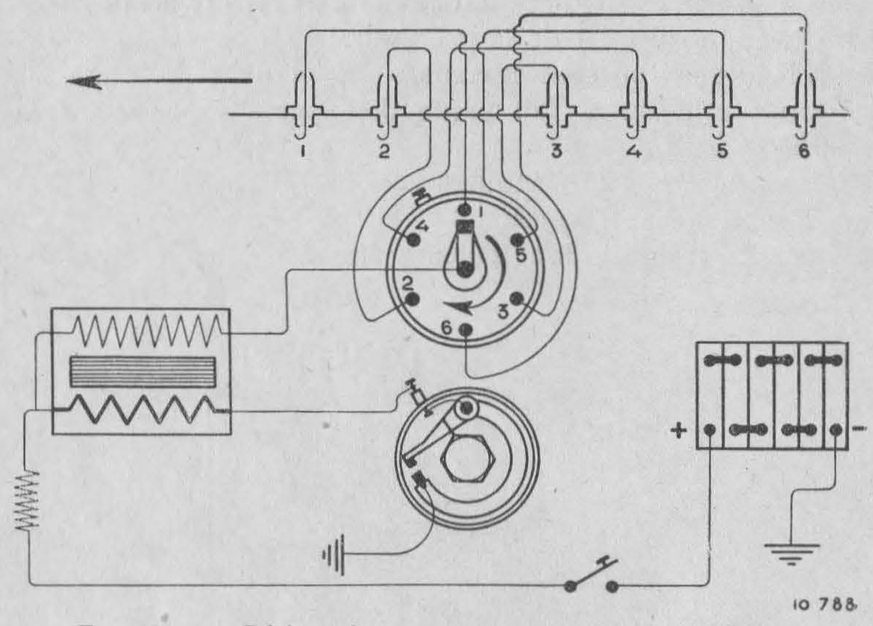


Fig. 102. — Schéma des connexions d'allumage 6 cylindres.

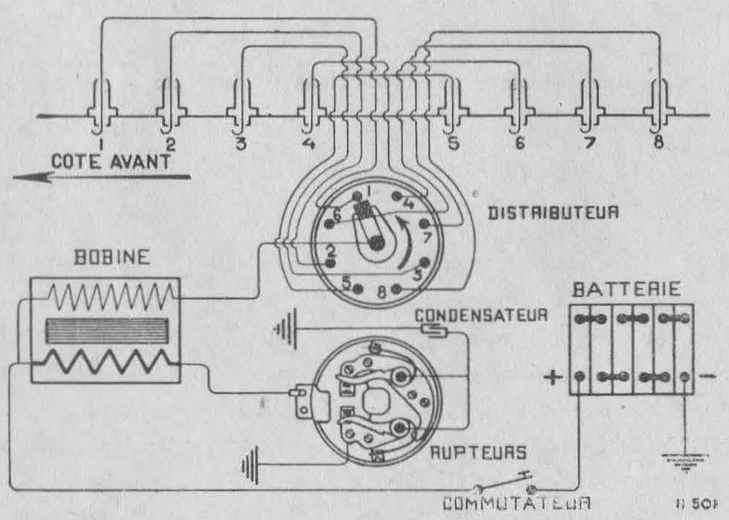


Fig. 103. — Schéma des connexions d'allumage 8 cylindres.

Le courant secondaire est relié d'un côté au fil primaire dans la bobine, et de l'autre à la bougie. Il traverse la bobine et se rend au centre du couvercle du distributeur; celui-ci le répartit à chacun des cylindres, puis le courant retourne à la masse par l'étincelle d'inflammation.

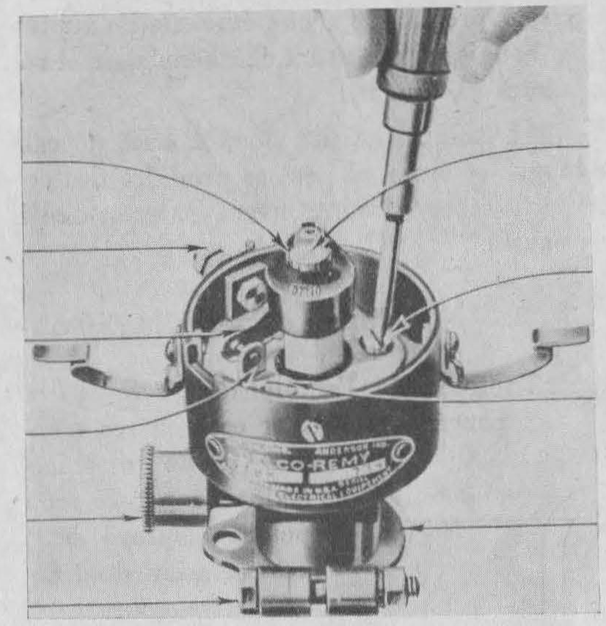


Fig. 104. — Réglage de la position du rupteur.

Le fil secondaire transmettant un courant à haute tension possède un très fort isolement.

La bobine est placée sur le côté des cylindres. l'ensemble du dispositif de rupture et le distributeur sont placés l'un au-dessus de l'autre dans une boîte commune placée sur les cylindres et sont très facilement accessibles.

L'arbre d'allumage est commandé par l'arbre des cames au moyen de pignons hélicoïdaux égaux, leur nombre de tours étant

le même; généralement, on profite de l'arbre d'allumage pour commander la pompe à huile.

ENTRETIEN. — *Graissage.* — Mettre une goutte d'huile très fluide au rupteur de temps à autre, mais sans excès (huile de vaseline).

Réglage. — Vérifier de temps en temps l'écartement des plots qui s'usent par la production d'une étincelle de rupture.

Nettoyer les bougies si elles sont charbonneuses et vérifier l'écartement des pointes (0,4 m/m).

Isolement. — L'isolant des fils, étant à base de caoutchouc, se durcit à la longue et casse; il peut se produire des courts-circuits surtout dans le fil secondaire et souvent les ratés d'allumage n'ont pas d'autres causes.

§ 2. — Allumage par magnéto

Au début de l'automobile, l'emploi des accus et des piles étant défectueux, on a songé à remplacer ces sources d'électricité par une petite machine électrique actionnée par le moteur; le dispositif employé est la magnéto basse tension dont on transforme ensuite le courant.

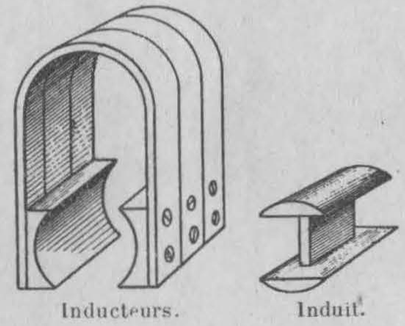


FIG. 105.

MAGNÉTO BASSE TENSION. — La magnéto se compose d'aimants en fer à cheval (deux ou trois) dont les extrémités sont reliées par des fers formant masse polaire et constituant les inducteurs de la machine.

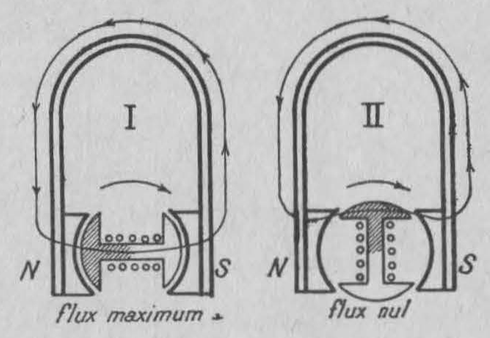
Dans cet entrefer, tourne un dispositif formant l'induit, composé d'un fer en I sur lequel est bobiné un certain nombre de spires de cuivre.

Lorsque l'induit tourne dans le champ magnétique des aimants,

les variations de flux produisent dans le bobinage un courant susceptible de remplacer celui des accus.

A cet effet, l'une des extrémités du bobinage est reliée à un collecteur permettant de recueillir le courant, l'autre extrémité est reliée à la masse formant fil de retour.

Le courant obtenu est alternatif, c'est-à-dire qu'il change de



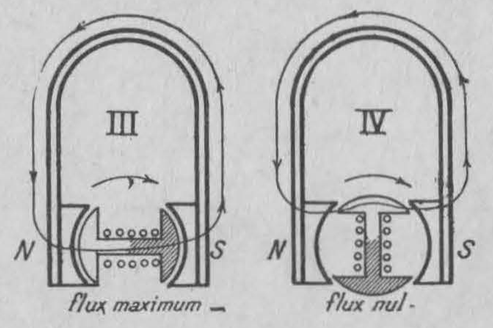


FIG. 106.

sens, ce qui n'a aucune importance pour l'allumage qui n'utilise que les variations du circuit.

Le courant passe par deux maxima, l'un positif, l'autre négatif; c'est à ce moment que le courant est utilisé pour la rupture.

Dans une magnéto, la tension du courant varie avec le nombre des spires de l'induit, le flux magnétique des inducteurs et la

vitesse de rotation; ce sont les variations du flux qui créent le courant induit.

Dans un tour de l'induit, puisqu'il y a deux maxima, il y a deux allumages possibles, autant que pour un tour de vilebrequin dans un moteur à 4 cylindres. Dans ce cas, la vitesse de rotation sera

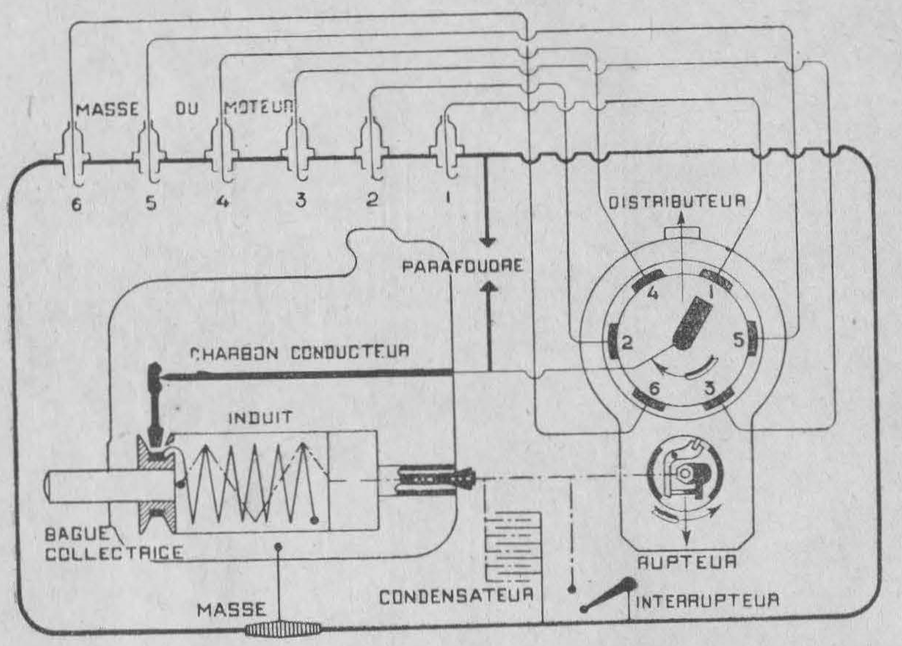


Fig. 107. — Schéma du circuit d'allumage.

celle du vilebrequin, c'est-à-dire deux fois plus vite que celle de l'arbre des cames.

Pour un 6 cylindres, il faudra une vitesse de rotation de 3/2 et pour un 8 cylindres, une vitesse de rotation double; dans ce dernier cas, il y aura intérêt à prendre deux magnétos, la vitesse étant trop grande (5.000 à 6.000 tours).

Dispositif a haute tension. — Le courant précédent est un courant à basse tension; il a été utilisé dans l'allumage par

rupture, mais a été rapidement remplacé par l'allumage à haute tension.

Pour obtenir cette transformation on se sert des éléments précédents : rupteur, bobine, condensateur et distributeur qui sont groupés en un seul bloc formant la magnéto haute tension.

Rupteur. — Les éléments sont ceux du rupteur à basse tension, mais cette fois le marteau et la borne tournent avec l'axe; ce sont les cames qui sont fixes et sont constituées par deux bossages plats placés à l'intérieur d'une boîte.

L'avance à l'allumage s'obtient en faisant tourner la partie fixe. Dans le cas d'une avance automatique, on emploie un dispositif de masses analogue au précédent, mais cette fois, c'est tout l'induit qui se déplace.

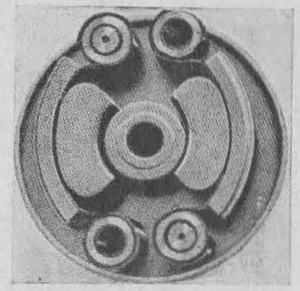


Fig. 108. — Avance automatique de magnéto.

Bobine. — La transformation du courant est obtenue par un deuxième bobinage de fil fin enroulé autour du premier et l'induit sert en même temps de bobine; le courant est transformé aussitôt produit. Ce courant secondaire est recueilli par un balai sur un collecteur et se rend au distributeur placé sur l'avant des aimants.

Distributeur. — L'arbre de distributeur portant le balai est pourvu d'une roue d'engrenages commandé par un pignon monté sur l'arbre de l'induit.

Comme la vitesse du distributeur doit être celle de l'arbre à cames les diamètres des engrenages seront établis en conséquence.

Condensateur. — Celui-ci est disposé en bout du bobinage sur l'arbre de l'induit et tourne avec lui.

Parafoudre. — Le bobinage de l'induit étant de dimensions restreintes, son isolement, suffisant pour un fonctionnement normal, pourrait ne plus l'être si, par exemple, un fil de bougie se détachait.

On dispose alors un parafoudre constitué par une pointe située

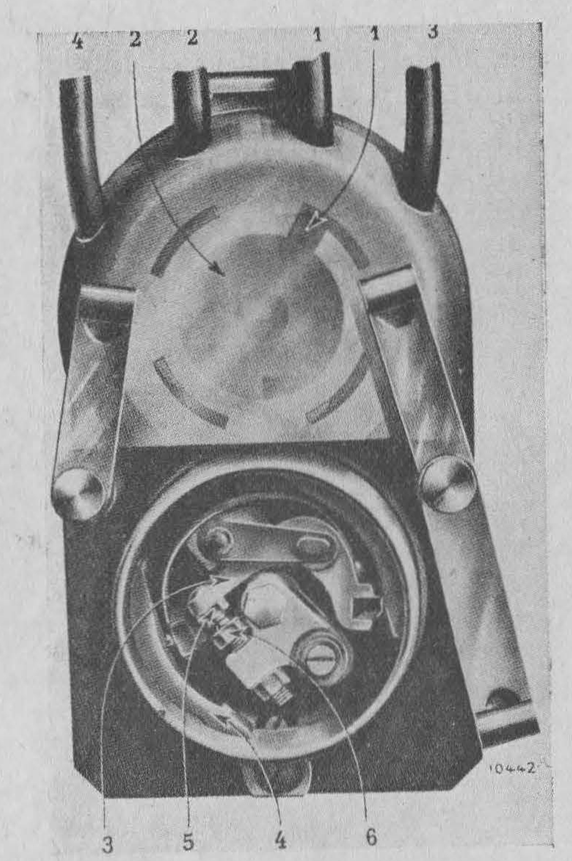


Fig. 109. — Magnéto 4 cylindres. Vue du distributeur, le plot n° 1 à la position de rupture.

1. Charbon tournant du distributeur. — 2. Porte-charbon du distributeur. — 3. Levier de rupture. — 4. Plot de rupture. — 5. Contact platiné sur levier de rupture. — 6. Contact platiné fixe.

à environ 15 mm. de la masse; cette pointe est placée sur le secondaire.

Cet écartement est suffisant pour qu'en marche normale le

courant éprouve moins de résistance pour passer à la bougie plutôt qu'au parafoudre.

Interrupteur. — L'interrupteur ne sert plus, comme dans le cas de l'allumage par accus, à établir le courant pour obtenir le fonctionnement, mais, au contraire, pour arrêter la production

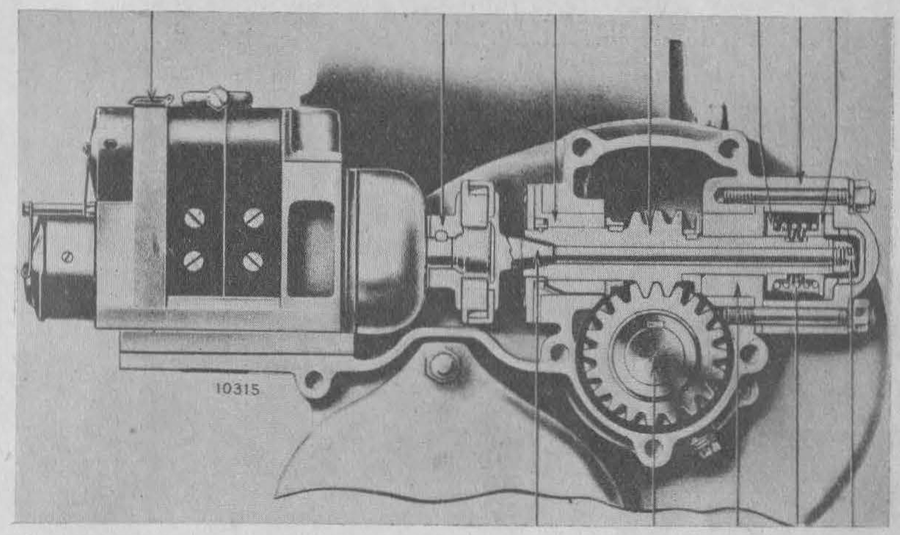


Fig. 110. — Commande de magnéto.

des étincelles en fermant le courant primaire sur la masse, ce qui empêche les effets de la rupture.

Entretien et commande. — L'entretien ne diffère pas de celui de l'allumage précédent : un peu d'huile fluide, vérification des contacts, nettoyage du distributeur, vérification de l'isolement des fils.

La commande se fait par un arbre spécial commandé par l'arbre à cames, soit par pignon, soit par vis hélicoïdale.

Comparaisons des deux allumages. — Dans la magnéto, l'in-

tensité du courant dépend de la vitesse de rotation, en sorte qu'au départ l'étincelle est faible.

Dans l'allumage par accus, le courant a une intensité théoriquement constante et le départ est meilleur, la bobine est de beaucoup plus importante et peut donner une étincelle beaucoup plus chaude.

Par contre, aux vitesses élevées, l'intensité de la magnéto s'accroît et lui donne l'avantage.

L'ensemble de l'allumage par accus est généralement plus accessible et plus simple, par suite plus économique.

CHAPITRE XI

REFROIDISSEMENT

---

§ 1er. *Refroidissement.* — Conditions de fonctionnement. Thermo-siphon. Circulation par pompe. Circulation d'air. Emplacement du radiateur. Réglage du refroidissement.

§ 2. *Appareils de refroidissement.* — Radiateurs. Entretien. Thermostat. Pompe.

La haute température de l'explosion rend nécessaire le refroidissement des cylindres et de l'espace mort pour éviter la décomposition de l'huile de graissage et l'inflammation prématurée du mélange gazeux.

§ 1er. — Refroidissement

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT. — Dans un moteur thermique le nombre de calories à évacuer par le refroidissement est d'environ 850 à 900 par cheval-heure représentant 35 % de la chaleur totale dégagée par la combustion.

Pour absorber ces calories, on fait circuler, autour des cylindres, de l'eau qui est ensuite refroidie dans des dispositifs spéciaux appelés radiateurs.

A l'arrêt du moteur, l'équilibre de température s'établit progressivement entre la face interne du cylindre et sa face externe baignée par l'eau; il en résulte une élévation momentanée de la température avec parfois production de vapeur.

Pour faire circuler l'eau, on emploie deux dispositifs, soit le thermo-siphon, soit la pompe.

THERMO-SIPHON. — Le principe de cette circulation réside dans le fait que la densité de l'eau, qui est maximum à + 4°, diminue quand sa température augmente.

Schématiquement, un thermo-siphon se compose d'un circuit composé de deux tubes verticaux réunis à leurs extrémités par des réservoirs par exemple. L'une des branches verticales est chauffée et l'autre refroidie (fig. 111).

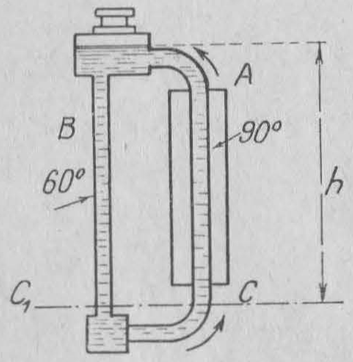


FIG. 111.
Principe du thermo-siphon.

L'eau dans la branche chaude est plus légère que celle de la branche froide et il en résulte une rupture d'équilibre qui produit la circulation.

Comme l'eau chaude passe dans l'élément refroidi où elle baisse de température, il en résulte une circulation continue.

La vitesse de circulation dépend de la différence de température entre les deux branches et est en général assez lente (environ 0,15 m. par seconde).

Sur une voiture, la source de chaleur est le moteur et le refroidissement s'effectue dans le radiateur. Pour que l'eau circule avec le minimum de résistance, les tuyauteries sont toujours de gros diamètres.

L'entrée de l'eau au moteur se fait par une ou deux tubulures latérales et la sortie par une tubulure placée au-dessus des cylindres. Cette tubulure se dirige en pente ascendante vers le radiateur pour faciliter le dégagement de la vapeur s'il s'en produit.

La différence de température entre l'entrée et la sortie d'eau dépend non seulement de la surface du radiateur mais encore de la vitesse et de la température de l'air.

Ces données sont naturellement combinées pour que, même

en été, la température de l'eau à la sortie du moteur n'atteigne pas la température d'ébullition (90°).

L'avantage du thermo-siphon est sa très grande simplicité du fait de l'absence de tout organe mécanique.

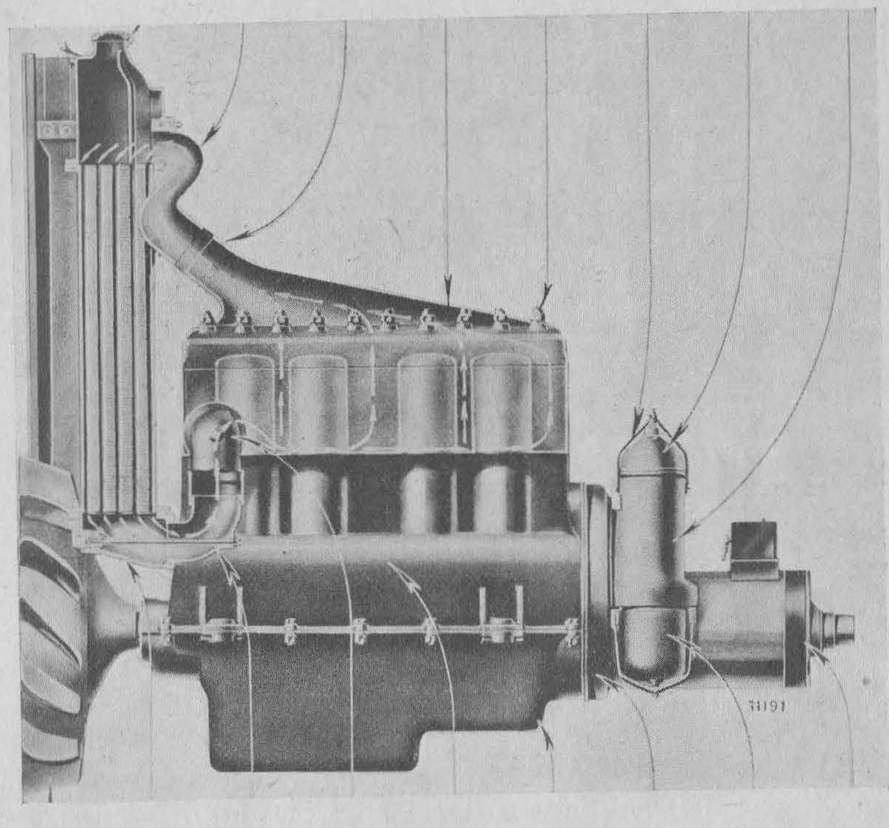


FIG. 112. — Circulation par thermo-siphon. Ventilation par le volant.

CIRCULATION PAR POMPE. — L'efficacité du radiateur dépendant de la différence de température entre l'air et l'eau, il y a intérêt à maintenir la température de l'eau la plus haute possible tout le long du radiateur. A cet effet la circulation est activée par un moyen mécanique, en général par une pompe centrifuge.

La vitesse de l'eau peut atteindre 0,60 m. par seconde et la différence de température entre la sortie et l'entrée du radiateur ne dépasse guère 10°; la répartition de l'eau dans les cylindres s'effectue au moyen d'un diaphragme percé de trous appropriés.

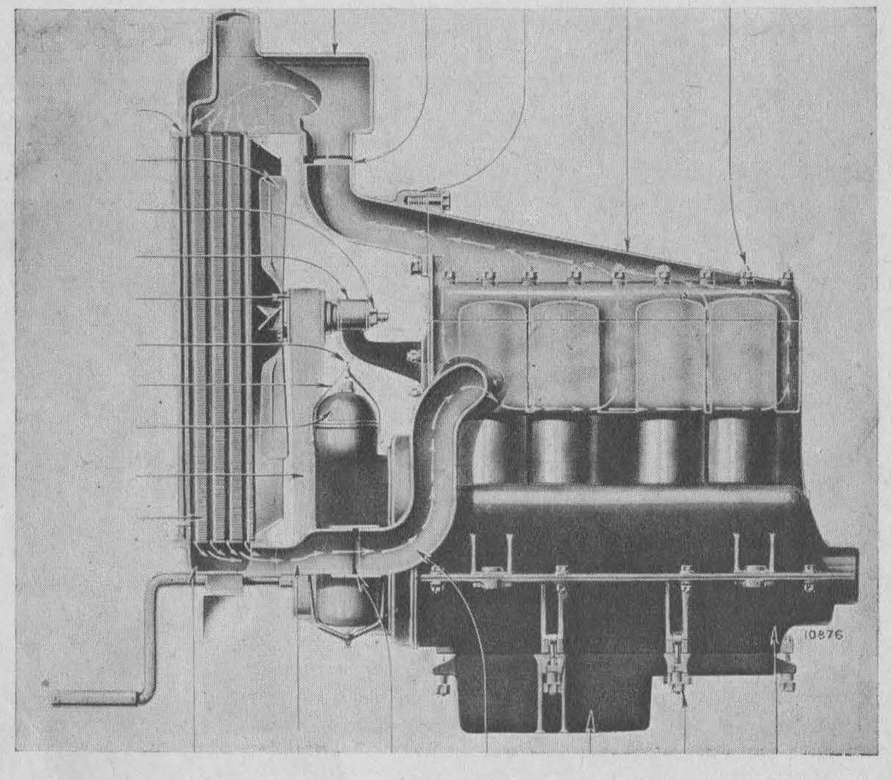


Fig. 113. — Thermo-siphon-ventilateur (tracteur).

La circulation par pompe convient particulièrement aux moteurs puissants et permet de diminuer le radiateur au prix d'une légère complication mécanique.

Les tuyauteries pourront également être d'un diamètre plus faible, mais les mêmes précautions doivent être prises pour obtenir un dégagement naturel de la vapeur.

Circulation d'air. — La circulation d'air est assurée d'abord automatiquement par le déplacement de la voiture, puis par un dispositif mécanique consistant en un ventilateur.

Sur les voitures Renault, lorsque le radiateur est à l'arrière du moteur, la pénétration de l'air est facilitée par des fenêtres faisant saillie sur le côté du capot et orientées vers l'avant.

Le dispositif mécanique varie également suivant le type de

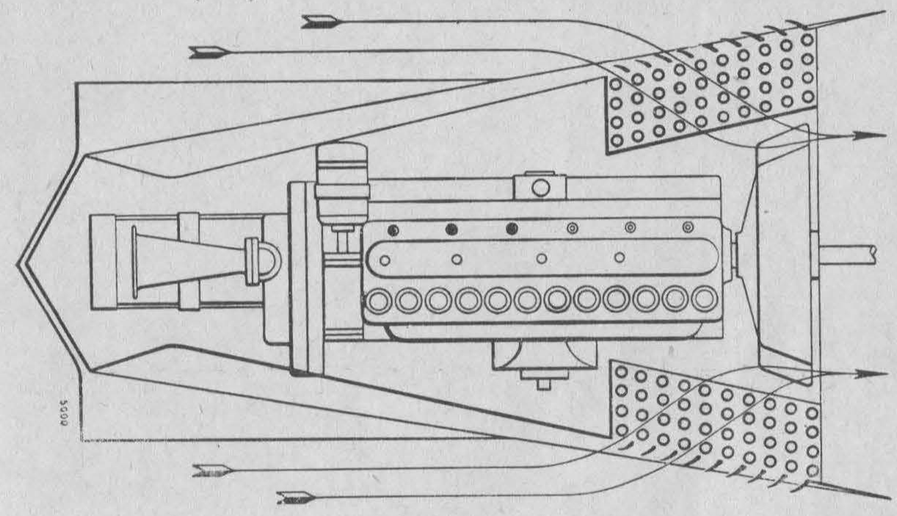


Fig. 114.

véhicule et consiste, soit dans un volant formant ventilateur, soit dans un ventilateur indépendant.

Volant-ventilateur. — Pour former ventilateur, le volant est pourvu à sa périphérie, soit d'ailettes venues de fonte, soit d'une couronne en aluminium rapportée.

L'aspiration se produisant sous le capot, il est nécessaire qu'il soit hermétiquement clos. L'air pénètre dans le capot en traversant le radiateur, puis est refoulé sous la voiture par le ventilateur.

Ventilateur indépendant. — Il est constitué par quatre pals montés sur un moyeu tournant sur des roulements à billes. Sa

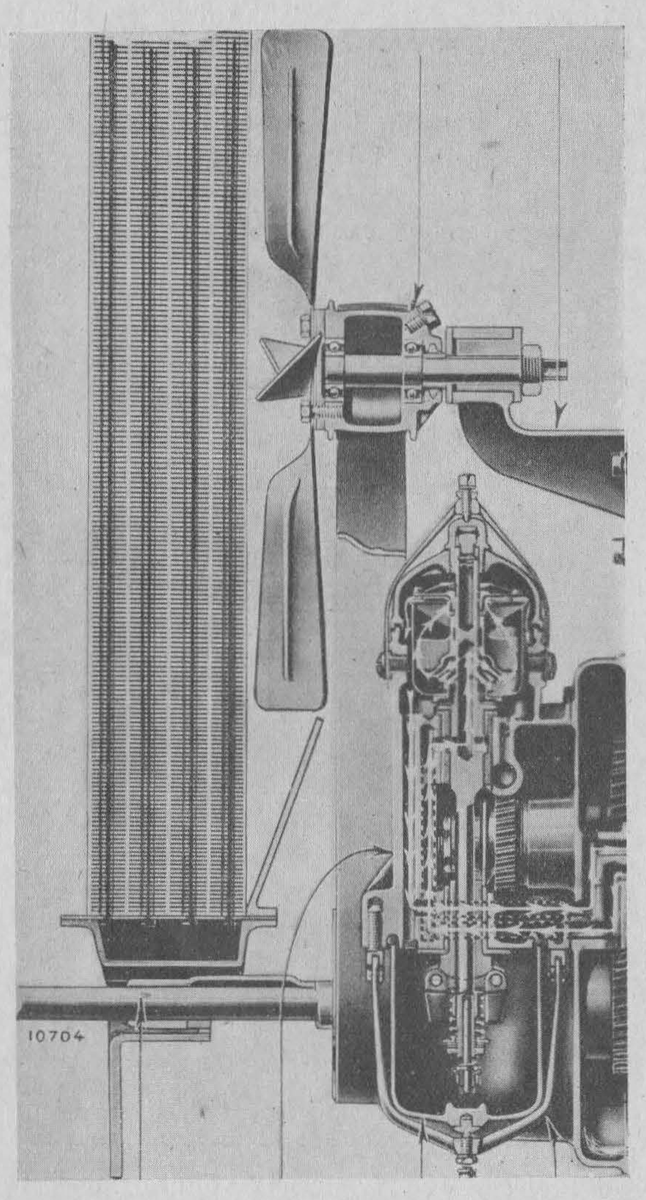


Fig. 115. — Ventilateur.

commande s'effectue par une courroie dont la tension est obtenue soit en montant l'axe sur un excentrique, soit en se servant d'un galet tendeur indépendant.

Le ventilateur est placé contre le radiateur immédiatement derrière; l'air est par suite refoulé dans le capot. Il est alors nécessaire de prévoir dans celui-ci des fenêtres ouvertes vers l'arrière du véhicule.

Emplacement du radiateur. — Pour faciliter la circulation de l'eau le radiateur doit être en charge sur le moteur.

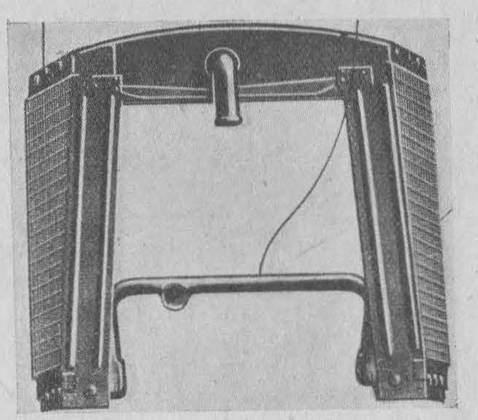


Fig. 116. — Radiateur arrière.

Sur les voitures Renault, deux dispositions ont été successivement adoptées : la première consistait à placer le radiateur contre le tablier de la voiture à l'arrière du moteur; la deuxième, actuellement seule employée, consiste à le mettre à l'avant de la voiture.

La première solution permettait de dégager le moteur, mais surtout de donner plus de hauteur au radiateur et par suite, en augmentant la charge motrice, d'employer le thermo-siphon pour des moteurs à longue course et à cylindres importants.

L'adoption de la pompe sur tous les moteurs d'une certaine cylindrée a permis d'abandonner ce dispositif très simple, mais

d'une réalisation assez compliquée au point de vue chaudronnerie, et par suite lourd et coûteux.

Réglage du refroidissement. — Le refroidissement étant prévu pour les températures les plus élevées, il en résulte qu'en hiver, par exemple, le moteur est long à prendre sa température normale.

Pour obvier à cet inconvénient, il suffit de réduire le radiateur, soit en aveuglant une partie de sa surface par des protège-radiateurs, soit en se servant d'un thermostat, comme dans les nouvelles Stella. Ce thermostat, disposé à l'avant du radiateur, actionne des volets dont l'ouverture varie automatiquement avec la température de l'eau.

§ 2. — Appareils de refroidissement

Radiateur. — Le rôle du radiateur est de transmettre à l'air les calories enlevées autour des cylindres.

Un radiateur se compose de deux systèmes de réservoirs, supérieur et inférieur, réunis par un faisceau tubulaire. Dans le cas du radiateur placé sur le tablier, le réservoir supérieur est transversal et occupe toute la largeur du capot, tandis que le réservoir inférieur est composé de deux éléments parallèles à l'axe de la voiture.

Dans le cas du radiateur à l'avant, les deux réservoirs sont transversaux.

Réservoir supérieur. — Il est pourvu d'une tubulure de remplissage munie d'un bouchon, toutefois sur les 15-24-32 CV, le remplissage se trouve, pour une raison d'esthétique, reporté sur la culasse même du moteur.

Un tube de trop-plein assure la sécurité du radiateur; il permet d'éviter la pression que donnerait l'eau en se dilatant, et l'évacuation de la vapeur, s'il vient accidentellement à s'en produire.

Le réservoir supérieur est relié à la tubulure de sortie d'eau

du moteur par un élément de tube et le raccordement se fait par un tuyau de caoutchouc fixé par des colliers.

Réservoir inférieur. — Les réservoirs inférieurs sont de petite capacité et servent de collecteur de sortie au faisceau tubulaire.

Une ou deux tubulures de sortie d'eau les relie aux cylindres par des tuyaux de caoutchouc.

Un bouchon ou un robinet est toujours prévu dans la partie basse du radiateur pour permettre la vidange non seulement du radiateur, mais de toute la circulation d'eau, y compris celle des cylindres.

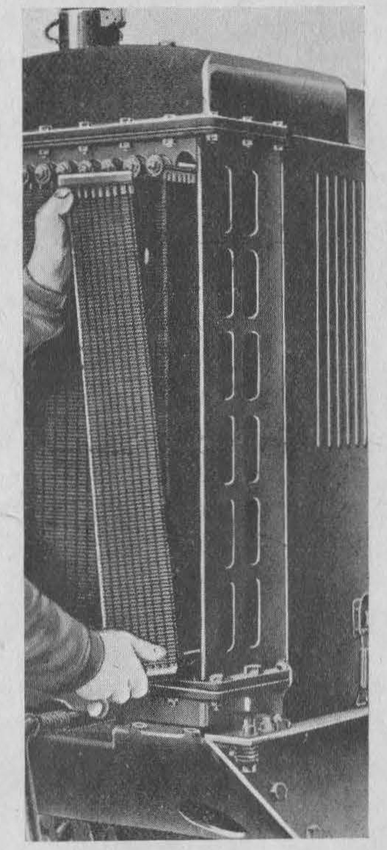


Fig. 117.
Radiateur de camion à éléments démontables.

Faisceau tubulaire. — Le faisceau est la partie active du radiateur et est constitué actuellement soit par des tubes à ailettes soit par des tubes plats.

Dans le cas de tubes à ailettes, les tubes sont en cuivre et les ailettes en fer fixées par soudure.

Les tubes sont brasés dans les réservoirs et, parfois, ils sont montés sur des petits collecteurs démontables (fig. 117).

Les tubes forment un paquet ou faisceau occupant toute la largeur du radiateur; l'épaisseur est limitée à environ 10 cm. Il est en effet inutile de trop l'augmenter, car l'air s'échauffe peu à peu et l'échange de température diminue progressivement.

L'avantage des tubes à ailettes est d'être rustique et peu sus-

ceptible aux chocs, les ailettes servent d'amortisseur dans une certaine mesure.

Lorsque le radiateur est constitué par des tubes plats, ceux-ci ont une section rectangulaire très aplatie dont la plus petite largeur est d'environ 2 mm. et dont la largeur occupe l'épaisseur du radiateur.

Ces tubes sont généralement ondulés pour augmenter leur longueur et ajustés de façon que les creux se fassent vis à vis afin de favoriser le passage de l'air.

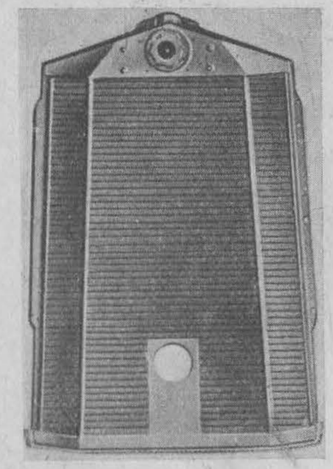


Fig. 118. — Radiateur avant.

Ces tubes sont montés dans des alvéoles pratiqués dans le fond des réservoirs et soudés.

L'avantage des tubes plats est de faire circuler l'eau en couche très mince dont le refroidissement est très rapide.

Dispositions communes. — Les réservoirs sont en tôle agrafée; l'ensemble du radiateur est plongé dans un bain d'étain de façon à obtenir une étanchéité parfaite.

Les surfaces actives ne doivent jamais être peintes, sauf en noir mat spécial (noir de fumée), la peinture ayant pour effet d'agir comme isolant.

Dispositions spéciales. — Dans certains types de véhicules industriels (camions), il est prévu d'avoir des radiateurs démontables et même des éléments du faisceau amovibles.

Dans ce cas le faisceau est monté sur deux plaques se fixant par un joint à chacun des réservoirs; ceux-ci sont alors coulés en aluminium ou en fonte malléable.

Entretien des radiateurs. — *Dépôts calcaires.* — L'eau est toujours plus ou moins calcaire et il se forme des dépôts dans les cylindres et dans le radiateur. Ces dépôts forment calorifuge

et empêchent l'échange des températures; il peut même arriver que le faisceau soit bouché partiellement.

Pour dissoudre le calcaire on se sert de potasse, il se forme du carbonate de potasse soluble et de la chaux qui est éliminée par lavage (voir *Notice d'entretien*).

Gel. — L'eau, en se solidifiant, augmente de volume, et il est

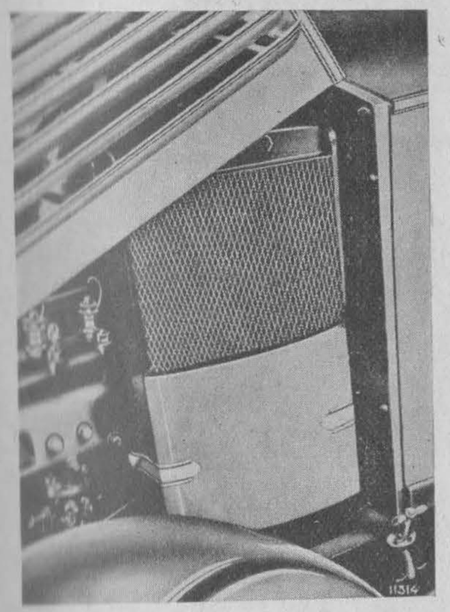


Fig. 119. — Protège-radiateur.

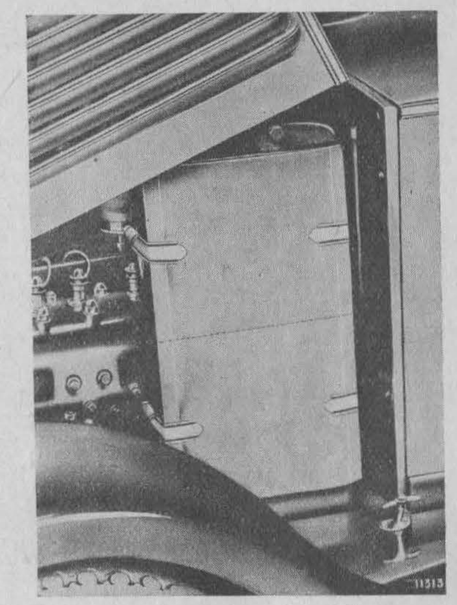


Fig. 120. — Protège-radiateur.

absolument nécessaire de prendre en hiver certaines précautions sous peine de voir éclater radiateur et cylindres.

Les notices d'entretien préconisent soit l'emploi de glycérine neutre, soit d'alcool dénaturé. L'alcool s'évaporant, il est nécessaire de vérifier la densité de temps à autre (0,97).

Il ne faut pas oublier, dès que le gel n'est plus à craindre, de vidanger entièrement et de remettre de l'eau ordinaire sous peine de chauffer en été.

Dans le cas d'un arrêt prolongé, il faut toujours vidanger radiateur et cylindres, sans oublier la pompe quand il y en a une; elle possède alors une vidange spéciale.

Protège-radiateur. — Pour maintenir en hiver une température favorable, il est prévu des protège-radiateurs permettant d'obturer

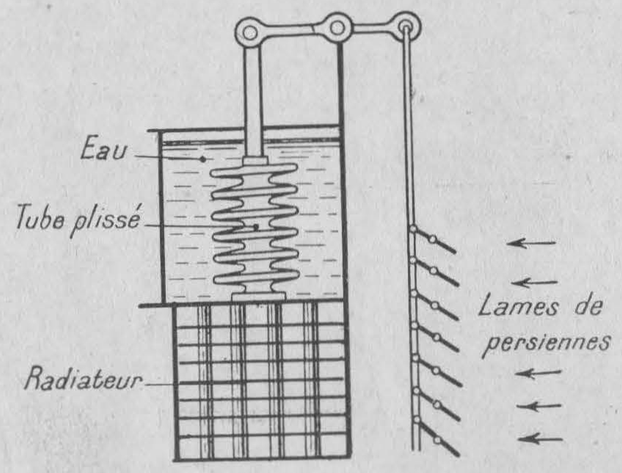


FIG. 121. — Thermostat.

tout ou partie du faisceau tubulaire; l'obturation complète n'est cependant pas à conseiller.

THERMOSTAT (fig. 121). — Le thermostat a pour but de régler la température de l'eau de refroidissement.

Il se compose essentiellement d'un tube très dilatable, par exemple d'un tube plissé rempli d'un liquide, essence ou huile. L'une de ses extrémités est fixe et l'autre est mobile; cette dernière actionne, par l'intermédiaire de leviers, des lames de persienne placées devant le radiateur.

Tant que l'eau est froide, les lames sont fermées, obturant le passage de l'air dans le radiateur; puis, au fur et à mesure que l'eau s'échauffe, le tube se dilate et laisse pénétrer l'air progressivement en ouvrant les persiennes.

Le contrôle du fonctionnement se fait au moyen d'un thermomètre à éther faisant partie des appareils de bord.

La température ne doit jamais dépasser 80°, sinon il faut vérifier le fonctionnement des lames.

POMPES. — Le rôle de la pompe est d'activer la circulation d'eau. En général, les pompes d'automobile appartiennent au type

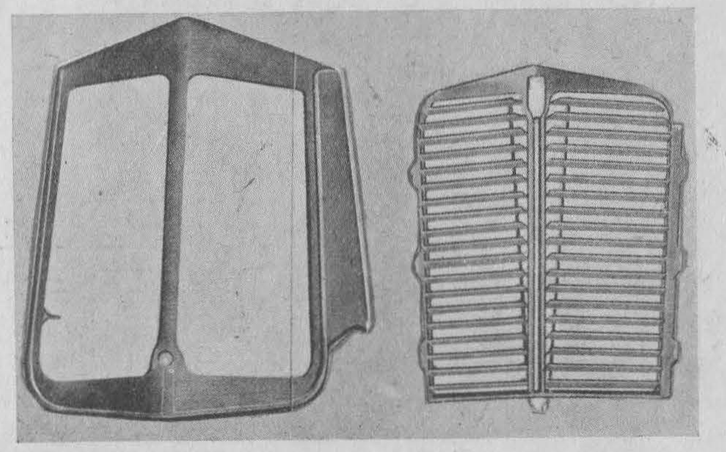


FIG. 122. — Lames de persienne.

centrifuge et se composent d'une turbine tournant dans un corps de pompe.

La turbine est constituée par une plaque circulaire munie d'ailettes à sa périphérie; elle est montée sur un axe recevant son mouvement du moteur.

Dans les voitures Renault, l'axe de la pompe est monté en prolongement de l'arbre de la dynamo par l'intermédiaire d'un accouplement élastique.

Sous l'influence de la force centrifuge, l'eau tend à s'écarter du centre vers l'extérieur, l'aspiration se fera par suite au centre où aura lieu l'arrivée de l'eau.

La sortie se fera à la périphérie et pour collecter les volumes d'eau lançés par les éléments cellulaires de la turbine, le corps de la pompe sera progressif en forme d'escargot.

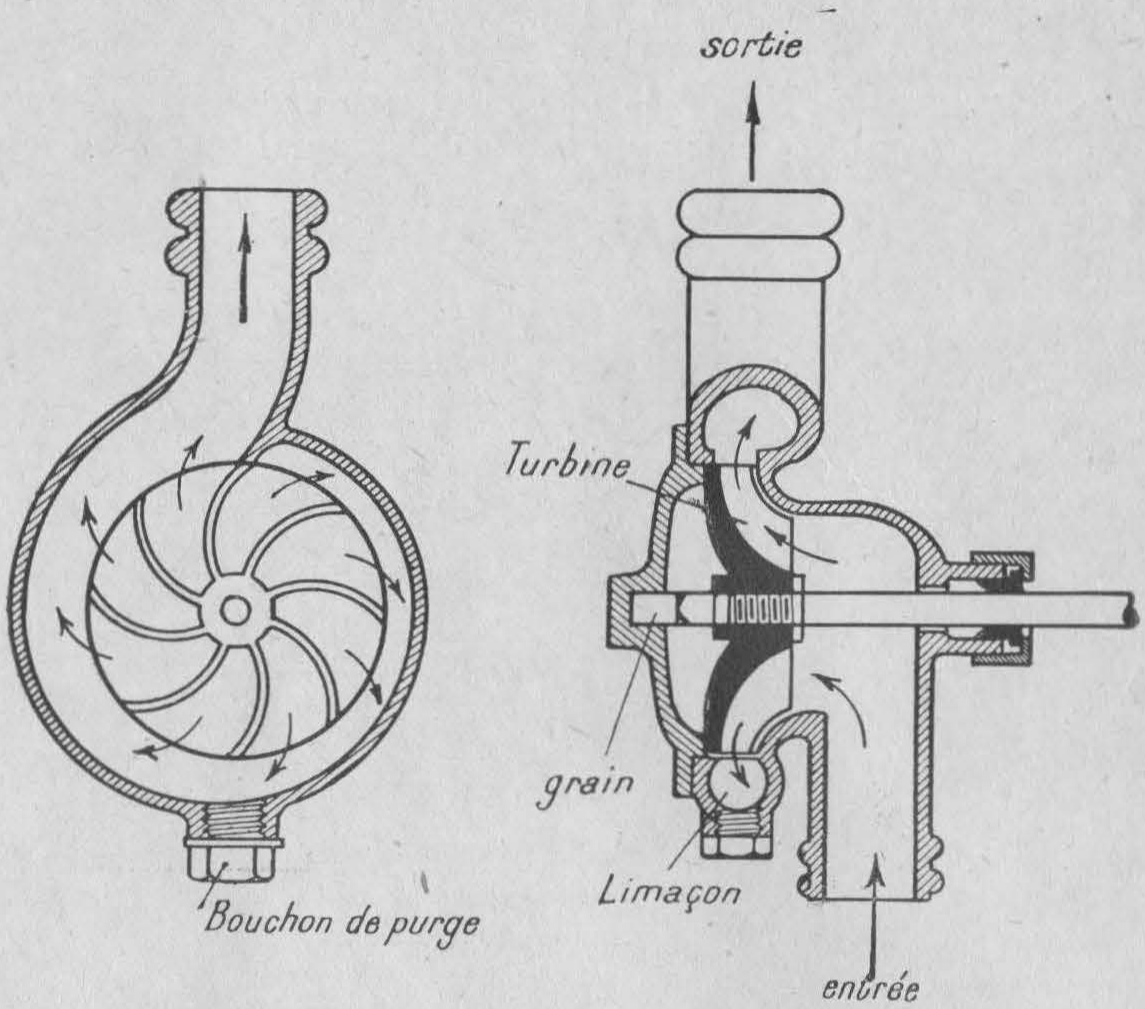


FIG. 123. — Pompe centrifuge.

Un presse-étoupe entourant l'axe prévient les fuites et une butée, fixée dans le fond du corps, maintient la turbine qui a tendance à être repoussée par le mouvement de l'eau.

Un bouchon de vidange est prévu au point le plus bas.

CHAPITRE XII

GRAISSAGE

---

§ 1er. *Graissage.* — Nécessité du graissage. Choix du lubrifiant. Huile minérale. Huile végétale. Graisse consistante. Organes à graisser. Dispositif de graissage.

§ 2. *Appareils de graissage.* — Pompe à huile. Soupape de sûreté. Epurateur. Refroidisseur.

---

§ 1er. — Graissage

Le graissage a pour but d'interposer un lubrifiant entre deux surfaces frottantes.

NÉCESSITÉ DU GRAISSAGE. — Lorsque deux pièces sont en contact, il faut pour les déplacer l'une par rapport à l'autre, produire un effort dépendant de la nature des pièces et de l'effort les appliquant l'une contre l'autre.

Si cet effort est de 1 kilo, l'effort pour déplacer les pièces est appelé coefficient de frottement, de glissement, et caractérise le degré d'adhérence des deux pièces.

Pour de l'acier sur du bronze, le coefficient de frottement à sec est de 0,20, pour un graissage moyen, il est de 0,10 et pour un graissage abondant tel que celui employé en automobile, il est de 0,05.

Il est donc possible, par un graissage approprié, de réduire dans

de très grandes proportions le travail absorbé par le frottement et d'améliorer le rendement mécanique.

Le travail de frottement se transforme en chaleur qui est absorbée par les pièces ou par la circulation d'huile. Lorsque le graissage est défectueux, la température s'élève progressivement au point d'altérer les surfaces de contact qui finissent par se bloquer l'une contre l'autre en grippant.

Choix du lubrifiant. — Le choix du lubrifiant dépend non seulement de la nature des surfaces en contact, mais de leur température. Dans un moteur, le choix se complique du fait que la même huile doit servir à tous les organes, non seulement dans un but de simplification, mais aussi parce que la constitution même du moteur est telle qu'il serait difficile de faire autrement.

Les qualités d'un bon lubrifiant pour moteur sont :

1° Avoir une certaine viscosité à chaud comme à froid afin d'adhérer aux parties métalliques;

2° Avoir une certaine fluidité, même à froid, pour faciliter la circulation et le mouvement des pompes sans efforts exagérés;

3° Etre absolument neutre sans action chimique sur les métaux;

4° Résister sans se décomposer aux hautes températures;

5° Avoir un point de congélation suffisamment bas pour être utilisable en hiver.

Les huiles répondant à ces desiderata sont de deux sortes : des huiles minérales et des huiles végétales, à l'exclusion de toute huile animale.

La question du graissage revêt une telle importance que les Usines Renault ont recherché elles-mêmes la meilleure composition d'huile convenant à leur graissage et créé une Société pour la distribution des produits convenant le mieux aux véhicules de sa fabrication.

Huile minérale. — Les huiles minérales sont les produits lourds de la distillation des pétroles; ce sont des carbures d'hydrogène au même titre que l'essence.

Une bonne huile est homogène, de couleur variant du jaune clair au brun avec une certaine fluorescence. Elle doit être demi-fluide; sa densité est d'environ 900.

Il existe également, pour le graissage du mouvement, des huiles plus épaisses que l'huile-moteur; de même, pour certains roulements ou frottements, on emploie également de l'huile plus fluide (huile de vaseline).

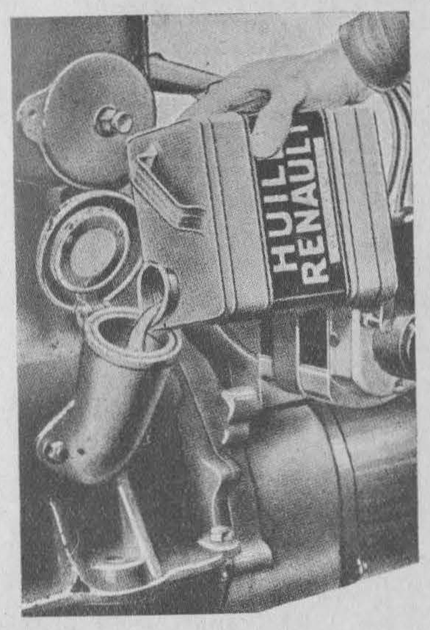


Fig. 124. — Le remplissage d'huile.

Fig. 125. — Vérification du niveau d'huile à la jauge.

Huile végétale. — La seule huile végétale actuellement employée est l'huile de ricin; on l'extrait des graines du ricin; sa densité est de 960.

La viscosité de cette huile est, à froid, comparable à celle des huiles précédentes. A chaud, sa viscosité diminue, mais bien moins vite que celle des huiles minérales.

Elle résiste facilement à des températures de 300°, ce qui la différencie des autres huiles végétales qui se décomposent beaucoup plus facilement.

Son prix de revient fait qu'elle est peu employée en automobile, et réservée surtout aux moteurs d'aviation et de voiture de course.

Graisse consistante. — La graisse consistante s'obtient par saponification, au moyen de chaux, des huiles diverses. On obtient ainsi un savon mou employé tel quel ou en mélange avec de l'huile minérale lourde.

La graisse consistante ne convient pas aux engrenages, car par sa compacité, elle se trouve rapidement chassée des parties en contact; on l'emploie pour des graissages accessoires pour lesquels il est difficile d'établir une circulation d'huile.

Organes a graisser. — Toute surface frottante doit être graissée plus ou moins abondamment suivant sa nature; il n'y a d'exception à cette règle absolue que pour les contacts électriques.

Il ne s'agit pas de graisser beaucoup mais souvent et partout où il est nécessaire. Les notices d'entretien sont très explicites à ce sujet et il suffit de les suivre à la lettre pour obtenir le meilleur rendement de sa voiture.

Les surfaces à graisser doivent être parfaitement nettes et lisses, exemptes d'érosions, de traits ou d'éraflures; en principe elles sont terminées sur la machine à rectifier.

L'ajustage des pièces doit prévoir un certain jeu pour le logement de l'huile. Généralement des pattes d'araignée répartissent le lubrifiant sur toute la surface de contact.

Dispositif de graissage des moteurs. — Dans les moteurs Renault, l'ensemble du dispositif de graissage comprend : un réservoir d'huile, une pompe à engrenages et un système de conduits.

Sur certains moteurs, ce dispositif se complète par une deuxième pompe, un épurateur et un refroidisseur.

Fonctionnement. — L'huile est puisée dans le carter inférieur par la pompe qui l'envoie par des conduits prévus aux différents points à graisser et principalement aux paliers du vilebrequin.

Cette huile ressort par les joues des paliers, est reçue dans des gouttières, puis conduite aux têtes de bielle. Elle est évacuée par

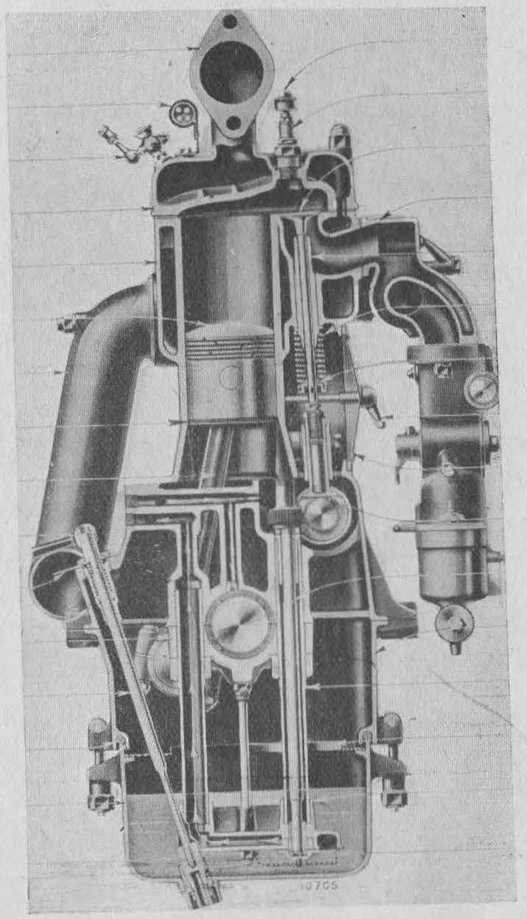


Fig. 126. — Coupe du moteur 20 CV tracteur.

les joues des manetons et projetée dans tout le carter et dans les cylindres. Chaque organe se trouve ainsi graissé abondamment.

La seule surveillance du conducteur consiste à vérifier que le niveau d'huile soit bien à la hauteur prévue; cette vérification doit

être faite journellement et au cours de toute randonnée sérieuse.

Lorsque le dispositif de graissage comprend un épurateur, le refoulement de la pompe conduit l'huile d'abord à l'épurateur avant de la refouler dans les paliers.

Dans le cas où il y a un refroidisseur, la deuxième pompe sert exclusivement à l'alimenter. L'huile passe dans le refroidisseur et retourne au carter; les circuits des deux pompes sont donc complètement indépendants.

§ 2. — Appareils de graissage

Réservoir. — Il est constitué par le carter inférieur du moteur et sa contenance varie avec le type du moteur; un tamis le recouvre sur toute sa surface.

Le dispositif de remplissage comporte une tubulure très accessible placée sur le flanc du carter supérieur. Une manette également très accessible permet de vidanger le réservoir d'huile en actionnant un robinet placé dans le fond du carter.

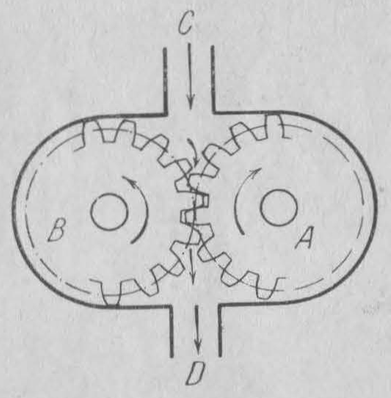


Fig. 127. — Pompe à huile.

Cette manette sert également de jauge pour la vérification du niveau.

La vidange du réservoir doit s'effectuer régulièrement après un certain nombre de kilomètres qu'indiquent les notices d'entretien.

Pompe a huile (fig. 127). — La pompe à huile se compose de deux roues d'engrenages dont l'axe de l'une d'elles est commandé par un arbre actionné par l'arbre à cames.

Les engrenages constituant la pompe tournent sans jeu dans une boîte fermée munie de deux ouvertures, une d'aspiration, l'autre de refoulement.

Si A est la roue recevant le mouvement et tourne dans le sens

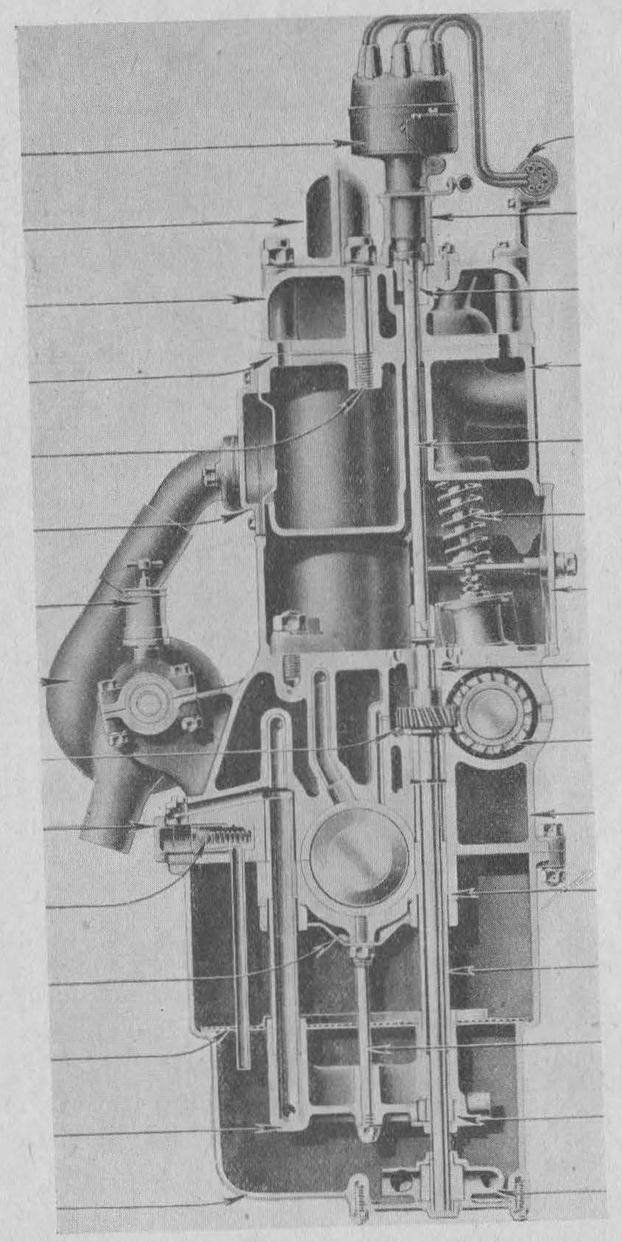


Fig. 128. — Pompes à huile d'un moteur 8 cylindres.

de la flèche, on conçoit que lorsque les dents se dégagent les unes des autres, le volume de ces dents se trouve remplacé par de l'huile; il y a aspiration en C. Lorsque les dents se pénètrent, elles chassent l'huile contenue dans leur creux; il y a refoulement en D.

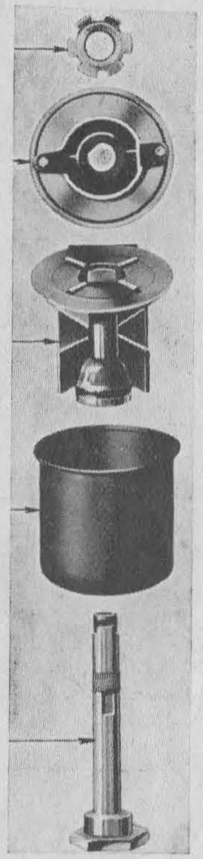


Fig. 129.
Epurateur démonté (camion).

Une trémie spéciale entoure la pompe et filtre l'huile avant qu'elle ne pénètre dans le circuit de graissage.

La pompe à huile est toujours fixée sur le carter supérieur pour permettre le démontage facile du carter inférieur.

Dans les moteurs pourvus d'une deuxième pompe, sa commande s'effectue par le même axe, mais sa fixation a lieu dans le carter inférieur et elle s'enlève avec lui (fig. 128).

Soupape de sureté (fig. 128). — Cette soupape, employée dans le cas des radiateurs d'huile, se compose d'une simple bille d'acier maintenue en place par un ressort.

Le réglage est obtenu par le tarage du ressort, un bouchon latéral permet sa visite.

Le retour d'huile se fait par un tube spécial retournant au réservoir.

Epurateur (fig. 129 et 130). — L'huile, dans sa circulation, se charge toujours d'impuretés que l'épurateur a pour but d'éliminer.

Son principe est basé sur la force centrifuge; les particules plus lourdes que l'huile sont projetées à la périphérie, s'accumulent, et l'huile épurée accomplit son circuit.

L'épurateur se compose essentiellement d'une cuve en cuivre dans laquelle tourne une turbine à ailettes commandée par un arbre relié à l'arbre des cames. Les impuretés sont recueillies dans le fond de la cuve.

Dans les nouveaux types de moteur, l'appareil est constitué par une série de disques munis de toile métallique et s'emboîtant l'un dans l'autre. Les disques sont perforés à la périphérie pour le passage des impuretés.

Les filtres à huile doivent se démonter et se nettoyer souvent; à cet effet, ils sont très accessibles et le simple desserrage d'un boulon suffit pour retirer de sa boîte l'ensemble du mécanisme.

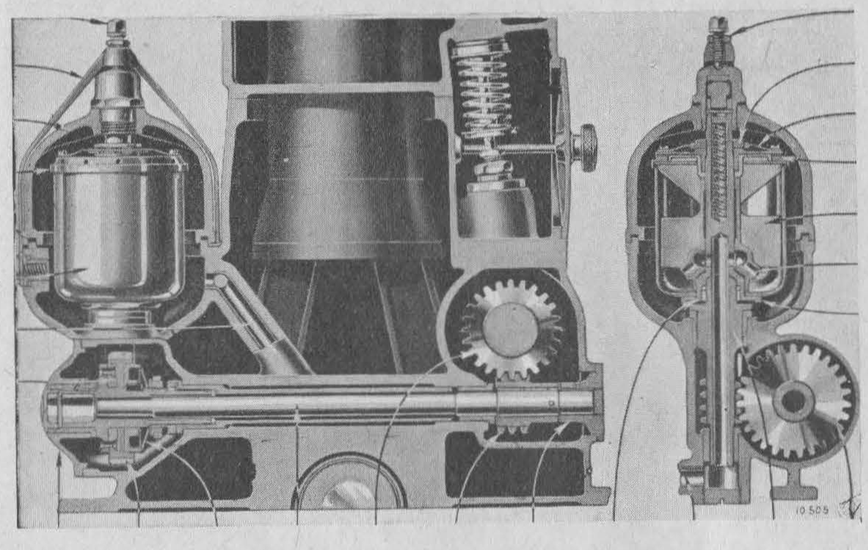


Fig. 130. — Commande d'épuration.

Radiateur a huile. — L'huile absorbe en chaleur une partie du travail de frottement. Il est nécessaire d'évacuer ces calories. En général c'est un des rôles du carter inférieur; sa contenance et sa surface sont prévues à cet effet.

Lorsque le moteur développe une puissance élevée, il est prévu un radiateur spécial placé au-dessous et en avant du châssis.

La circulation d'air se fait par le déplacement de la voiture, la circulation de l'huile se fait par la deuxième pompe.

Le circuit de la pompe est indépendant; l'aspiration et le retour se font au réservoir et une soupape de sûreté est prévue sur le conduit de refoulement.

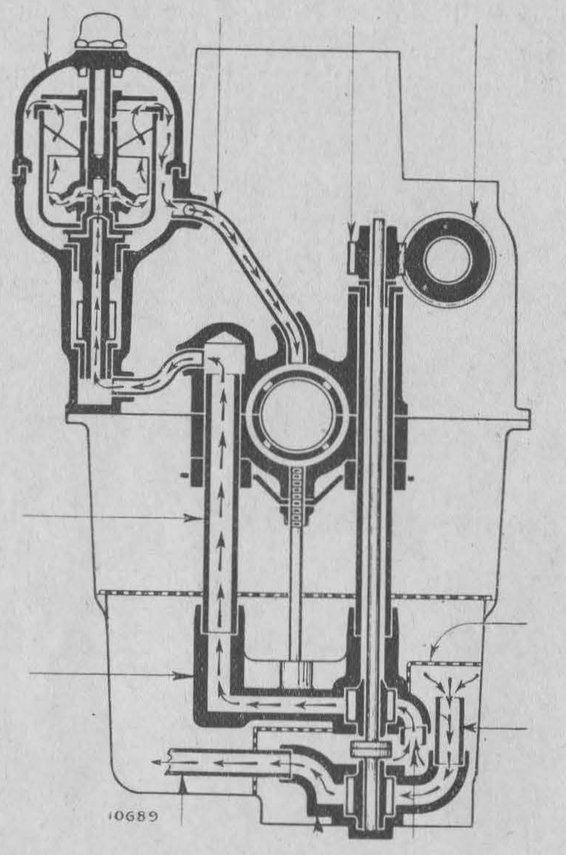


Fig. 131. — Schéma du circuit d'huile des pompes à l'épurateur.

La liaison entre la pompe et le radiateur, s'obtient au moyen de tuyauteries souples et par des raccords orientables. Cette disposition prévient la rupture des tuyaux par le fait des vibrations.

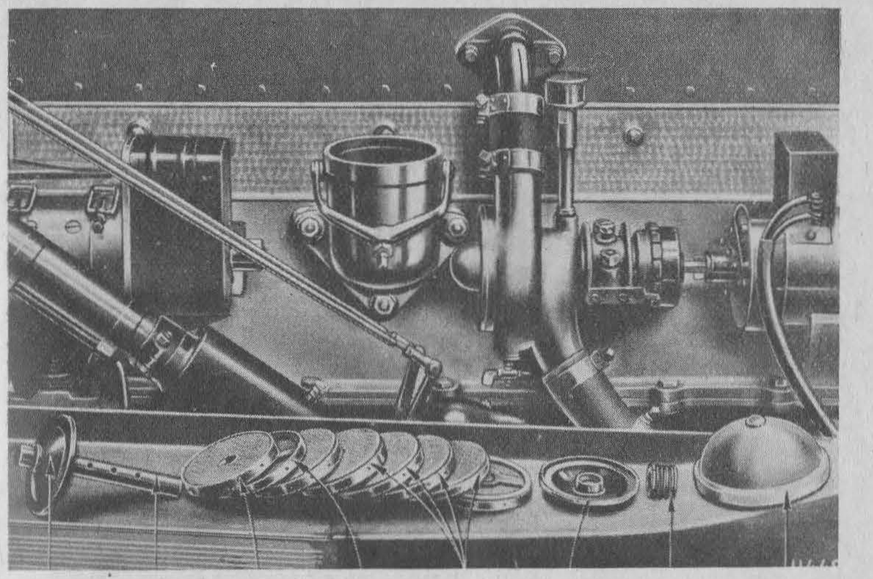


Fig. 132. — Filtre démonté voiture Reinastella.

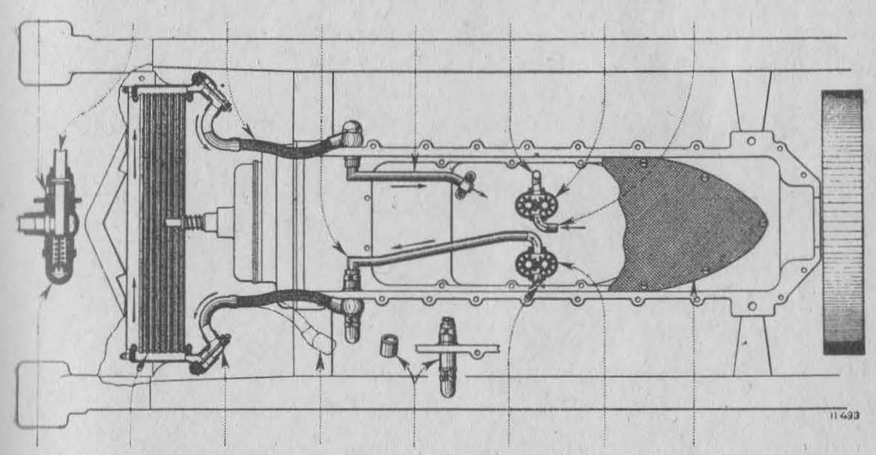


Fig. 133. — Circulation d'huile (Reinastella).

CHAPITRE XIII

EMPLOI DE LA FORCE MOTRICE

§ 1er. *Résistance à l'avancement.* — Résistance due au mécanisme. Résistance due au roulement. Résistance due à la déclivité du sol. Résistance de l'air.

§ 2. *Adhérence.* — Coefficient de frottement de glissement. Adhérence.

§ 1er. — Résistance à l'avancement

Lorsqu'un mouvement est uniforme, c'est-à-dire sans variations de vitesse, l'effort moteur est égal à l'effort résistant.

Dans le cas d'une voiture, l'effort transmis par le moteur est absorbé par une série de résistances partielles dues au mécanisme, au roulement, à la déclivité du sol et à la résistance de l'air.

Résistance due au mécanisme. — Entre le vilebrequin et le point de contact des roues sur le sol, il y a tout un mécanisme d'arbres de transmission et d'engrenages dont le fonctionnement absorbe une certaine puissance estimée à près de 20 p. 100 de celle du moteur.

Si la voiture est usagée ou seulement mal entretenue la perte sera plus grande et pourra atteindre 40 p. 100 et le rendement du mécanisme sera, suivant le cas, de 80 ou de 60 p. 100; en général, quand il n'y a pas d'autre engrenage intermédiaire que celui du couple arrière et dans le cas de la prise directe, on admet 85 p. 100.

Résistance due au roulement. — L'effort nécessaire pour maintenir à un véhicule une allure déterminée dépend de la nature du sol, des bandages et du mode de suspension.

Le moindre effort est obtenu sur bon sol (macadam sec) avec bandages pneumatiques et voiture suspendue. On trouve que cet effort est sensiblement par tonne de véhicule :

Pour voiture de tourisme.....	15 à 20 kilos
— roues jumelées	20 à 25 —
— remorque	30 à 35 —

En général on prend, pour une voiture de tourisme, 18 kilos par tonne.

Résistance due a la déclivité du sol. — La déclivité d'une route prend le nom de rampe dans une montée et de pente dans une descente. Dans le premier cas la résistance est positive et dans le second négative, c'est-à-dire que la vitesse de la voiture tendra à augmenter au lieu de diminuer.

L'inclinaison d'une route se mesure soit en millimètres par mètre, soit en pourcentage : on dit une route de 50 mm. par mètre ou de 5 p. 100.

Le travail positif ou négatif est obtenu en multipliant le poids de la voiture évaluée en tonnes par la valeur de la déclivité évaluée en mm. par mètre.

Résistance due a l'air (fig. 134). — Cette résistance, très faible pour les vitesses réduites, s'accroît très rapidement avec elles.

Pour les vitesses actuelles de l'automobile, l'effort croît comme le carré de la vitesse; il est proportionnel au maître-couple de la voiture et dépend également de la forme de la carrosserie.

Cet effort est représenté par une formule $R = K S V^2$ dans laquelle K est un coefficient dû à la forme de la carrosserie, en général $K = 0{,}08$. S est la surface du maître-couple en mètres carrés, en général 2 mètres carrés, et V est la vitesse de la voiture exprimée en mètres par seconde.

La vitesse V est prise dans l'air au repos; s'il y a du vent il

faudrait augmenter ou diminuer la vitesse V de la valeur de la vitesse de l'air suivant qu'on a vent debout ou vent arrière.

Le coefficient K dépend de la forme de la carrosserie. La figure 134 indique, pour différentes formes théoriques simples, les coefficients correspondants obtenus à la suite d'essais.

La forme la meilleure est celle qui donne le moins de remous;

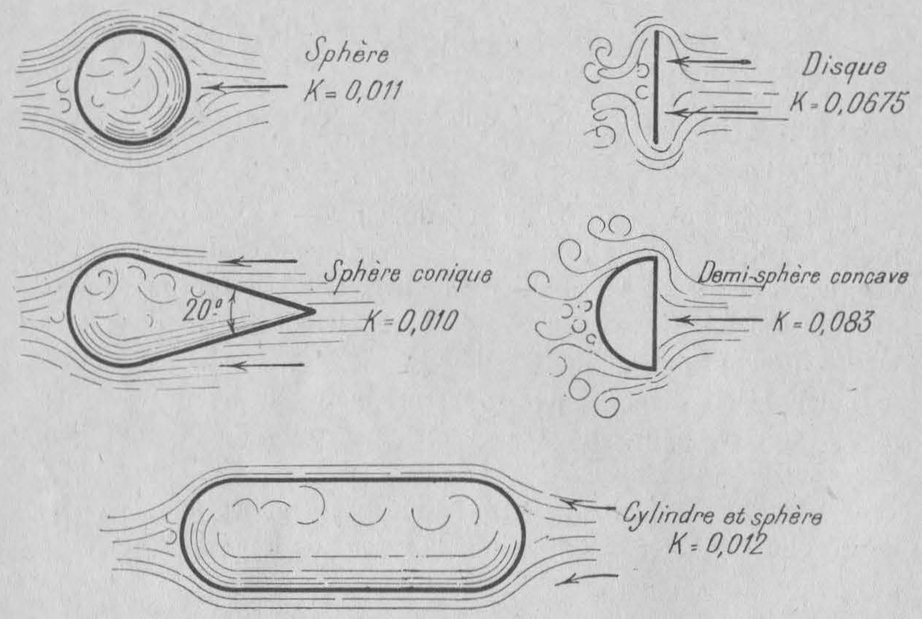


FIG. 134.

à ce point de vue les conduites intérieures sont très bien étudiées.

Le problème est d'ailleurs difficile à résoudre puisqu'il faut concilier à la fois la résistance à l'avancement, le confort et l'esthétique. Les roues, les pare-chocs, les ailes, les phares, etc., offrent une résistance très grande. Dans les voitures de course on s'efforce de réduire au minimum cette résistance, soit en supprimant les organes qui ne sont pas indispensables, soit en leur donnant une forme appropriée.

§ 2. — Adhérence

Pour qu'une voiture puisse se mouvoir, il faut que les roues motrices roulent sans patiner; elles doivent s'agripper au sol et y trouver un point d'appui fixe permettant à l'effort moteur de pousser la voiture.

L'adhérence dépend de la nature du sol et des bandages, ainsi que du poids sur les roues *motrices*.

COEFFICIENT DE FROTTEMENT DE GLISSEMENT. — On appelle ainsi l'effort qu'il faut faire pour déplacer sur un plan horizontal un corps pesant un kilo $\left(f = \frac{F}{P}\right)$.

On admet en principe que ce coefficient est indépendant de

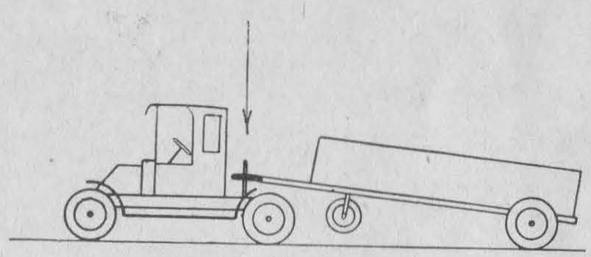


FIG. 135.

la pression par unité de surface; c'est-à-dire que, pour une surface grande ou petite, l'effort sera toujours le même, seul le poids total influe.

Au chapitre *Graissage*, nous avons vu ce même coefficient avec le désir de le réduire le plus possible; dans le cas actuel, il faut au contraire l'augmenter le plus possible pour éviter le glissement des roues sur le sol ou patinage.

Il sera par suite désirable de n'interposer aucune substance entre les surfaces de façon à avoir un frottement immédiat au lieu

d'un frottement dit *médiat* que donne l'interposition d'un lubrifiant, par exemple, la boue agit comme telle et provoque le patinage.

On distingue deux sortes de coefficients de frottement : au départ et en marche; le premier est toujours supérieur au second. Donc,

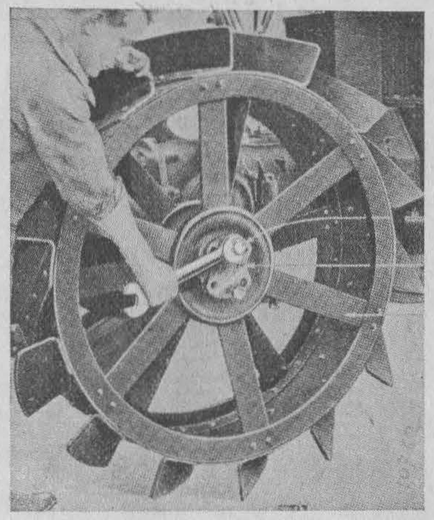


Fig. 136. — Roue à palettes.

si pour produire le patinage il faut un certain effort, il en faudra un bien moindre pour qu'il continue.

Dans les démarrages sur mauvais sol, dès que les roues commencent a patiner, il est inutile d'insister. Il faut arrêter et essayer de repartir; de même, en cours de route, il y aura intérêt à ralentir pour reprendre le contact.

Sur bonne route, la valeur du coefficient de glissement est de 0,65; sur route boueuse, il descend à 0,10.

Si le poids sur les roues motrices est 1.000 kilos, l'effort qu'elles peuvent transmettre sur bon sol est de $0{,}65 \times 1.000 = 650$ kilos et sur sol boueux de $0{,}10 \times 1.000 = 100$ kilos; au delà les roues patinent.

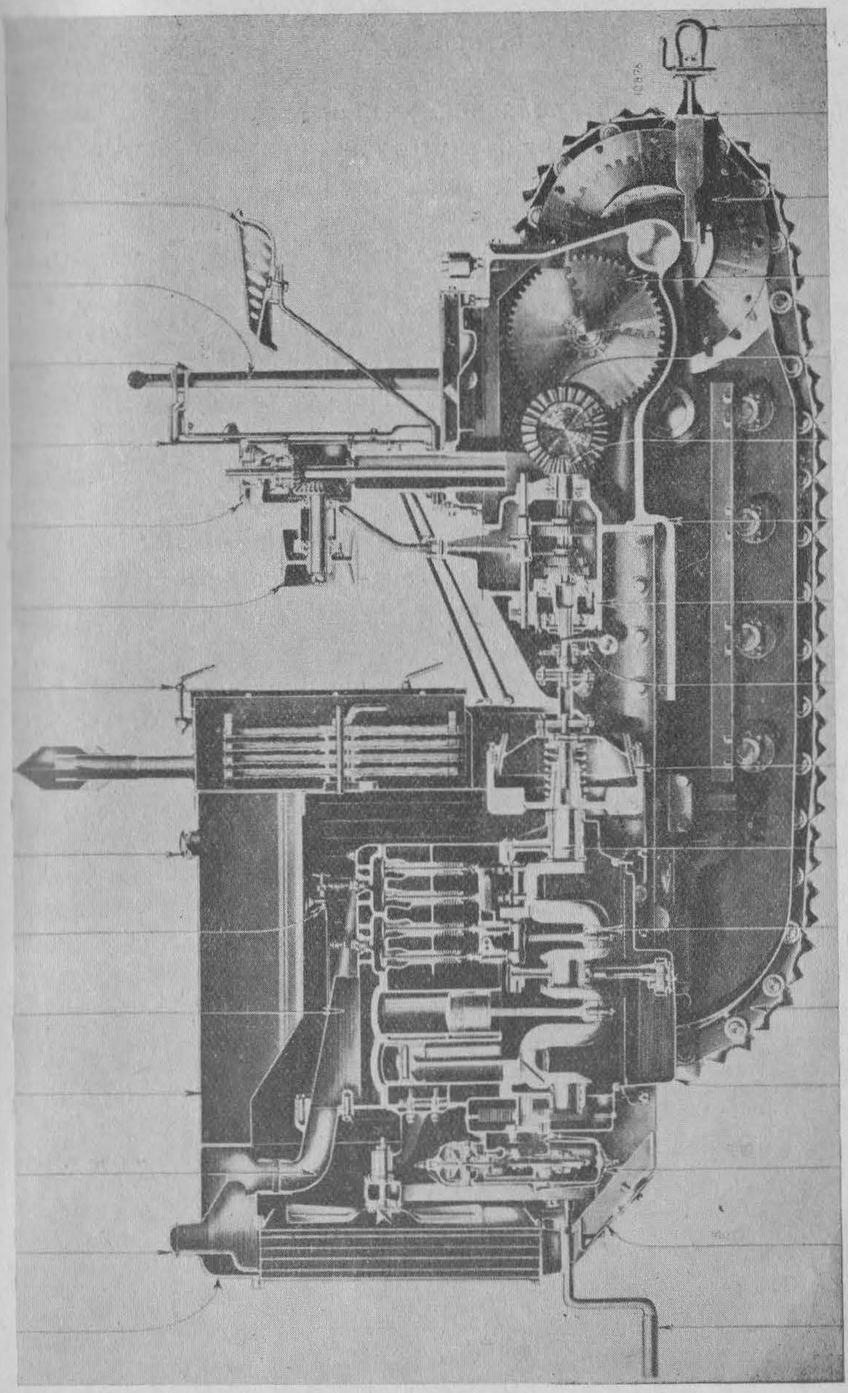


Fig. 137. — Coupe d'un tracteur à chenille.

AUGMENTATION DE L'ADHÉRENCE. — Pour augmenter l'adhérence, il faut, soit augmenter le poids sur les roues motrices, soit diminuer l'effort de traction de chacune d'elles, soit changer le coefficient de frottement.

La première solution est résolue dans le cas d'un tracteur, en reportant le poids de la remorque sur les roues motrices du tracteur.

La deuxième solution consiste à diminuer l'effort de traction en multipliant le nombre des roues motrices; par exemple, en rendant les roues avant motrices, on a une adhérence totale, tout le poids du véhicule servant à l'adhérence. Il en est de même dans les voitures à 6 roues dans lesquelles 4 roues sont motrices; l'effort demandé à chacune d'elles est moindre.

Pour changer le coefficient de frottement, il suffit de changer la nature des bandages; dans les tracteurs agricoles, les roues sont munies de palettes s'enfonçant dans le sol. L'emploi des chenilles procède du même ordre d'idées.

Un autre avantage des chenilles est de diminuer le poids par centimètre carré, c'est-à-dire d'empêcher l'enfoncement du dispositif tracteur.

CHAPITRE XIV

EMBRAYAGE

§ 1er. *Embrayage à cône.* — Description. Fonctionnement. Entretien et réglage.

§ 2. *Embrayage à disque unique.* — Description. Fonctionnement. Application. Entretien et réglage.

§ 3. *Embrayage à disques multiples.* — Description. Fonctionnement. Application. Entretien et réglage.

L'embrayage a pour but de relier entre eux deux arbres, l'un en mouvement, l'autre au repos, de façon que ce dernier prenne progressivement le mouvement du premier.

Un embrayage doit être progressif, mais une fois la liaison établie, l'adhérence doit être complète; par contre le débrayage doit être instantané.

§ 1er. — Embrayage à cône

DESCRIPTION (fig. 138). — Ce type d'embrayage très employé au début de l'automobile est actuellement remplacé par l'embrayage à disque. Sur les voitures Renault, il équipe un grand nombre des voitures en circulation et s'emploie encore dans des cas spéciaux sur les poids lourds (autobus T.C.R.P. — Tracteur à chenilles).

L'embrayage à cône Renault est du type dit à cône inverse.

Il se compose en principe, du volant A sur lequel est rapporté une couronne B formant cône femelle.

A l'intérieur de cet ensemble, vient se loger un cône mâle C pourvu de cuir à sa périphérie. Ce cône est fixé sur l'arbre conduit Y par l'intermédiaire d'une liaison élastique.

L'arbre conduit repose d'une part dans le vilebrequin et d'autre part dans l'arbre du changement de vitesse par un emmanchement rainuré lui permettant de se déplacer latéralement tout en entraînant le changement de vitesse.

Sur l'arbre conduit est fixée une collerette D sur laquelle vient s'appuyer une fourchette solidaire d'un axe commandé par la pédale de débrayage.

Un ressort repousse toujours le cône C dans le cône B par l'intermédiaire d'un roulement à billes.

Fonctionnement. — Tant qu'aucune action ne s'exerce sur la pédale, le ressort repousse les deux cônes l'un dans l'autre et l'entraînement a lieu. En appuyant sur la pédale, l'action exercée se transmet par la fourchette à l'arbre Y; celui-ci déplace latéralement le cône C en comprimant le ressort; les deux cônes n'étant plus en contact, le débrayage est effectif.

Inversement en abandonnant la pédale, le ressort produit l'embrayage.

Remarque. — L'arbre Y est toujours en plusieurs pièces pour faciliter le démontage et le réglage. Un frein est prévu pour arrêter le mouvement du cône C au débrayage; il est constitué par une collerette E sur laquelle vient frotter la collerette D.

Entretien et réglage. — Le mouvement de l'arbre Y dans le vilebrequin nécessite un léger graissage effectué par un orifice prévu à cet effet; le cuir demande à être légèrement gras sans excès.

Le réglage a pour but de ramener la pédale à sa position normale lorsque l'usure du cuir est trop sensible. A cet effet, il est prévu d'allonger l'arbre Y en dévissant plus ou moins un de ses éléments constitutifs, puis en le bloquant.

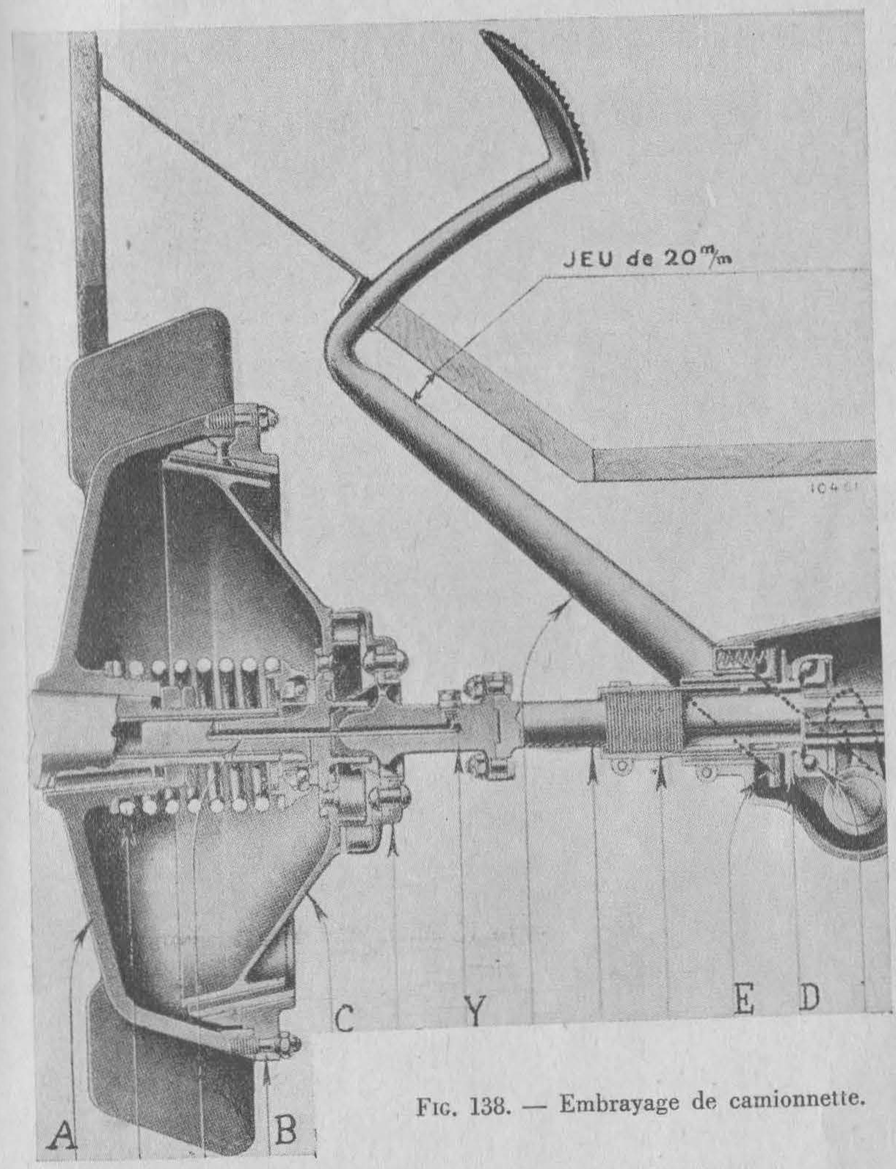


Fig. 138. — Embrayage de camionnette.

§ 2. — Embrayage à disque unique

Description (fig. 139). — Schématiquement, l'embrayage à disque Renault se compose comme suit :

Le volant est pourvu intérieurement de deux surfaces de friction, l'une *a* sur le volant lui-même, l'autre est constituée par

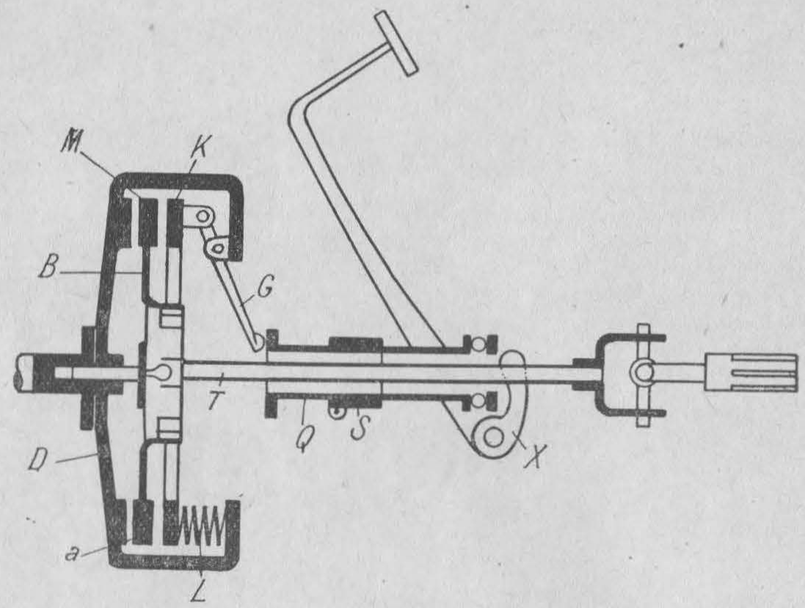


Fig. 139. — Embrayage à disque unique.

la surface d'une pièce mobile K entraînée par le volant, mais pouvant se déplacer latéralement sous l'action de ressorts L et de leviers G.

Ces ressorts et ces leviers, généralement au nombre de 6, alternent entre eux et sont également répartis sur la couronne K.

Les deux surfaces de frottement peuvent, par le déplacement de la couronne K, venir pincer entre elles un disque flexible B centré sur le vilebrequin et muni de deux surfaces de friction en matière spéciale à base d'amiante.

Le disque flexible entraîne l'arbre conduit T au moyen d'une liaison élastique constituée par une couronne dentelée en caoutchouc s'engageant dans des alvéoles correspondantes dépendant alternativement du disque et de l'arbre T.

L'arbre conduit T repose d'une part sur l'arbre de centrage du disque flexible et d'autre part dans un arbre du changement de vitesse au moyen d'une cardan et d'un arbre rainuré.

Sur l'arbre T peut tourner un manchonnage constitué par deux pièces Q et S se vissant l'une dans l'autre et qu'un blocage maintient en place.

La pédale de débrayage est montée sur un axe lui permettant d'actionner une fourchette X. Celle-ci s'appuie sur le manchon S par l'intermédiaire d'un roulement à billes.

Fonctionnement. — A l'état d'embrayage, aucune action ne s'exerce sur la pédale, les ressorts L, repoussant la couronne K, provoquent l'entraînement du disque flexible et de l'arbre conduit T. En déplaçant la pédale, on déplace latéralement le manchon Q S. Ce mouvement pousse l'extrémité des leviers G et ramène en arrière la couronne K; le disque flexible n'étant plus pincé, n'est plus entraîné et le débrayage est réalisé.

En abandonnant la pédale, les mouvements inverses produisent le pincement du disque et l'embrayage.

Application. — La figure 140 représente l'exécution d'un embrayage à disque dont la description est donnée plus détaillée dans les notices d'entretien. Cet embrayage est commun à tous les types de voiture sauf de la Reinastella dont l'embrayage est à disques multiples.

La face arrière du volant est démontable pour l'introduction des différentes pièces; elle est pourvue en son centre d'un manchon servant à guider l'extrémité des leviers.

Un bouchon de vidange d'huile est prévu à sa périphérie. Dans le volant, il est également prévu un orifice permettant à l'huile provenant du vilebrequin de s'échapper.

Le manchon Q S est prolongé par un manchon O appuyant sur l'extrémité des leviers.

L'arbre T est pourvu, à son extrémité côté embrayage, d'un emmanchement à rainures permettant son déplacement latéral pour faciliter son montage.

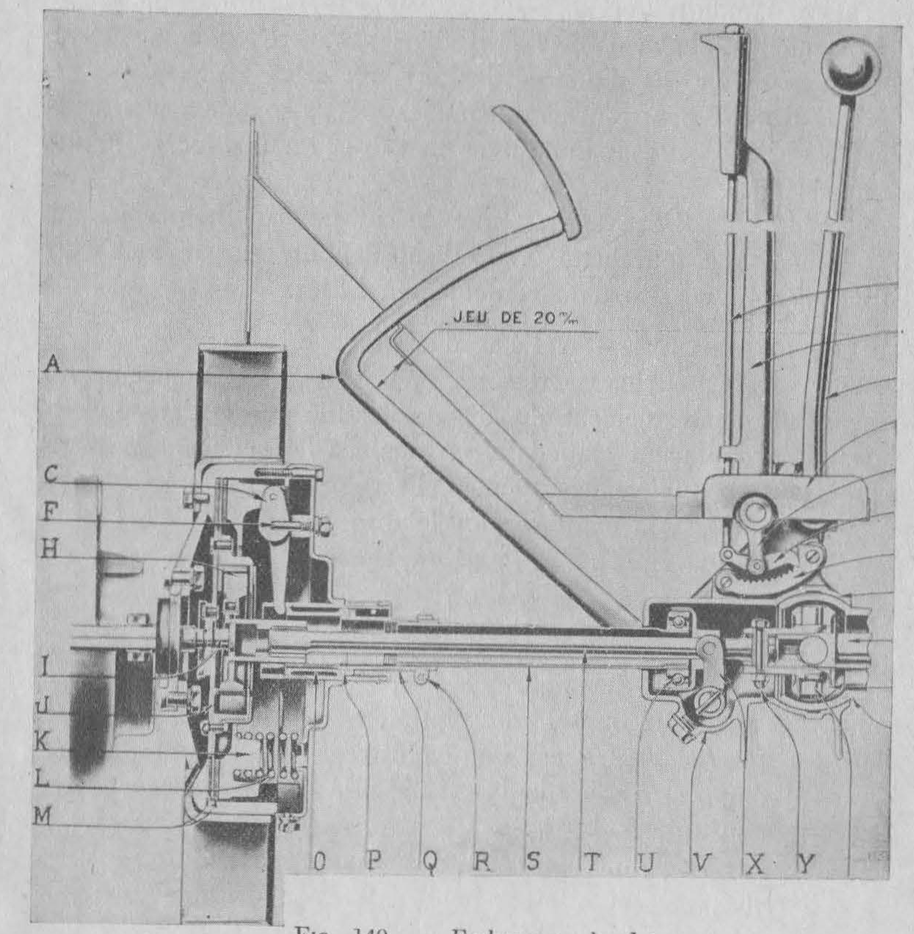


FIG. 140. — Embrayage à plateau.

ENTRETIEN ET RÉGLAGE. — Un trou de graissage est prévu en bout du vilebrequin et permet de lubrifier automatiquement le moyeu de friction.

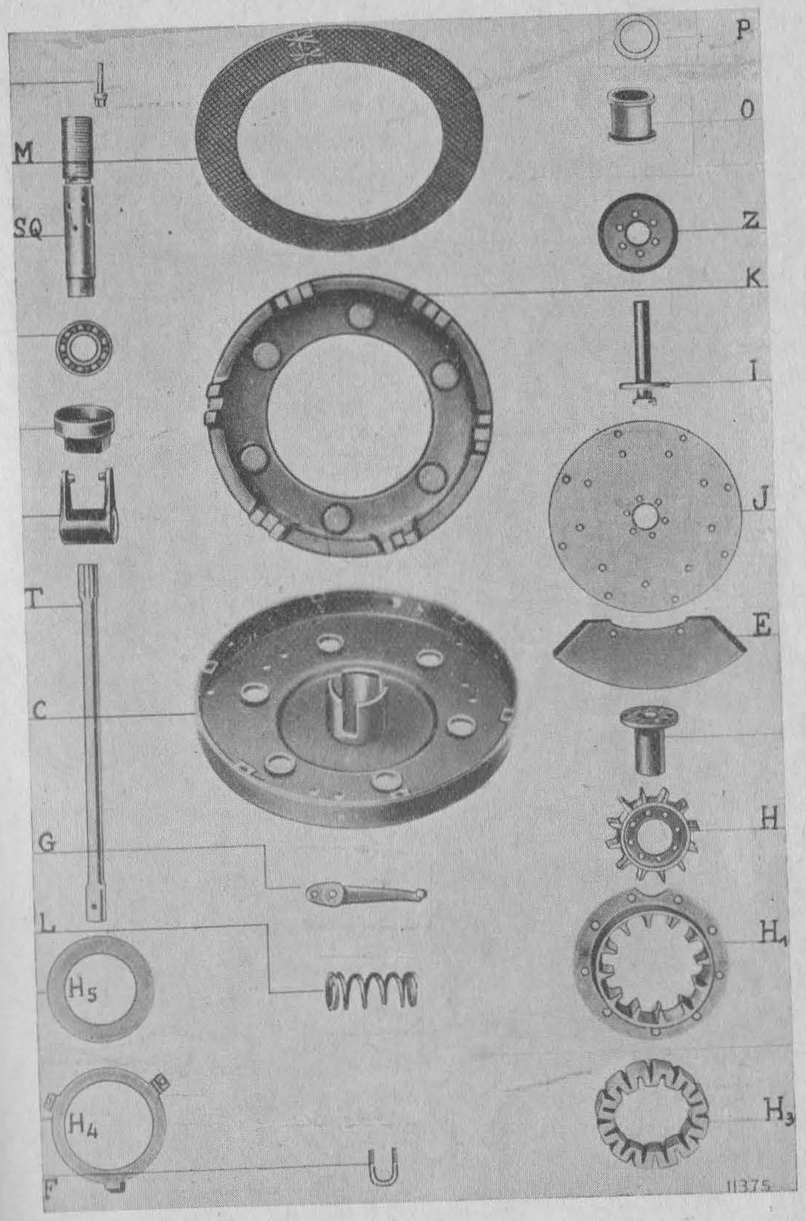


FIG. 141. — Pièces détachées de l'embrayage 10 CV.

La butée d'embrayage est graissée tous les 800 kilomètres. Le réglage a pour but de ramener la pédale à sa position normale lorsque les surfaces de friction sont usées; à cet effet, il suffit d'allonger le manchon Q S en dévissant les deux pièces Q et S; lorsque la pédale est revenue à sa position normale, on les bloque l'une sur l'autre.

Il est recommandé de ne jamais faire patiner l'embrayage inutilement et de ne pas soulager l'action des ressorts en laissant le pied sur la pédale.

§ 2. — Embrayage à disques multiples

Lorsque la puissance à transmettre est très grande, il est nécessaire d'augmenter le nombre de disques pour diminuer l'effort des ressorts et celui de débrayage.

Description. — L'embrayage de la Reinastella est représenté schématiquement figure 142 et comprend deux disques d'entraînement B.

Le volant comporte quatre faces de friction, deux sont fixes et sont placées de part et d'autre d'un anneau central *a*. Les deux autres sont mobiles et sont constituées par deux couronnes O et E déplaçables latéralement, mais entraînées par le volant au moyen d'axes tels que F et P.

L'axe P est fixe dans l'anneau *a*, tandis que l'axe F peut y coulisser; ce dernier est fixé d'une part sur la couronne O et d'autre part sur un disque H.

Des ressorts S agissent entre la couronne E et le disque H; par suite la couronne E est repoussée sur l'anneau *a*, de même le disque H applique la couronne O contre l'anneau *a* en tirant sur les tiges F.

Des leviers R, oscillant sur des supports *b* montés sur le disque H, s'appuient sur les axes fixes P et sur la couronne E. L'autre extrémité des leviers peut être actionnée par la pédale au moyen d'une fourchette et d'un manchon X.

Entre les surfaces de friction sont placés deux disques flexibles B munis de tissu amianté sur les deux faces. Ces disques

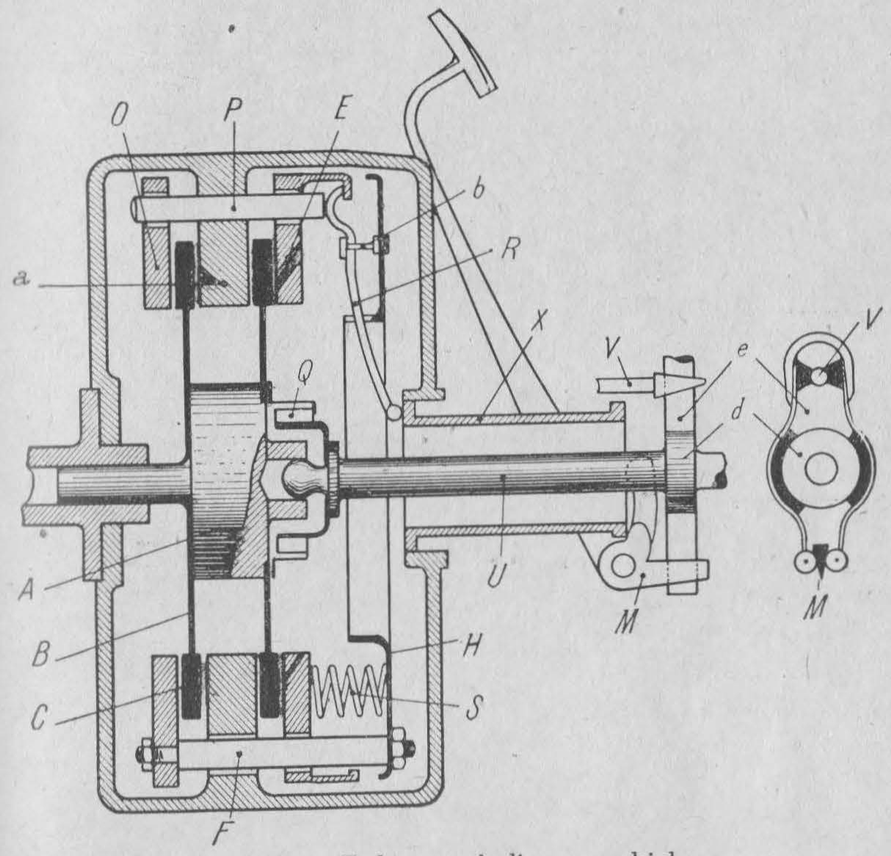


Fig. 142. — Embrayage à disques multiples.

sont montés comme précédemment sur un centrage A et entraînent l'arbre U par une liaison élastique Q.

Un système de frein est prévu sur l'arbre U et consiste en une poulie *d* que peut venir serrer un ressort en forme de pincettes; les branches en sont écartées par un doigt M fixé sur la fourchette de débrayage et une vis cône V permet d'écarter plus ou moins les branches du ressort.

FONCTIONNEMENT. — Dans la position d'embrayage, les ressorts écartent la couronne E du disque H; la couronne E pince un des disques et la couronne O, entraînée par la tige F, pince l'autre disque.

En appuyant sur la pédale, le manchon X repousse l'extrémité des leviers, ceux-ci oscillent sur l'axe P et rapprochent la couronne E du disque H en comprimant les ressorts; ce mouvement écarte les couronnes O et E et libère les disques flexibles.

En abandonnant la pédale, le doigt M permet à la pincette de se refermer et de venir serrer la poulie *d*; il se produit un freinage sur le mouvement des disques, ce qui facilite les changements de vitesse dans le sens ascendant.

L'action de la vis cône V a pour but d'écarter plus ou moins de la poulie les branches de la pincette et, par suite, de régler son action.

APPLICATION. — La figure 143 représente l'embrayage de la Reinastella.

L'arbre ceux X servant à la manœuvre du levier est monté sur un roulement à billes et est composé d'éléments démontables.

L'arbre U est en deux pièces U et Y en sorte qu'en retirant la partie Y, il est possible de démonter tout l'embrayage.

Pour régler la position de la pédale, on ne modifie plus la longueur de l'axe creux X comme précédemment, mais on laisse la fourchette fixe et on déplace la pédale par une petite vis sans fin *f*, visible sur la petite coupe transversale.

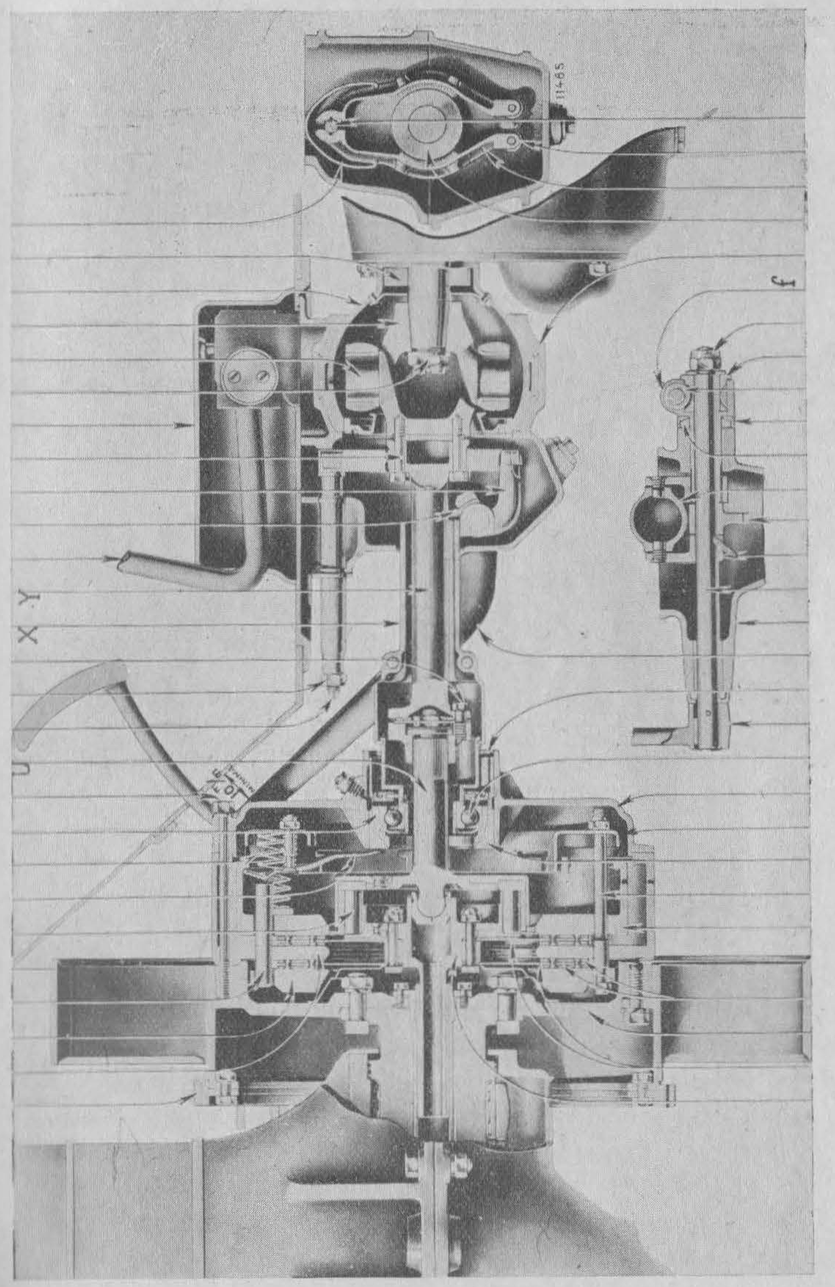


FIG. 143. — Embrayage à disques multiples (Reinastella).

CHAPITRE XV

CHANGEMENT DE VITESSE

§ 1er. *Description et fonctionnement.* — Rôle du changement de vitesse. Principe. Prise directe. Vitesses intermédiaires. Commande.

§ 2. *Applications.* — Changements de vitesse Monastella, Reinastella. Tracteur. Commande de mécanisme annexe.

§ 1er. — Description et Fonctionnement

Rôle du changement de vitesse. — En automobile, l'effort résistant faisant équilibre à l'effort moteur, dépend, pour un véhicule donné, du profil de la route et de la vitesse. L'effort moteur devant rester à peu près constant, il est nécessaire que, si l'une des résistances augmente, l'autre diminue.

Il faut donc dans une côte, compenser l'effet de la rampe, en diminuant la vitesse de la voiture, tout en laissant le moteur donner sa puissance; à cet effet, il est nécessaire de disposer d'un système de plusieurs démultiplications qui constitue le changement de vitesse.

Le profil de la route étant essentiellement variable, il faudrait théoriquement changer de démultiplication à chaque instant. On se contente d'un nombre réduit de démultiplications et les cas intermédiaires sont assurés par la souplesse du moteur.

Cette souplesse est caractérisée par la courbe des puissances et celle des couples. Si, en ralentissant, le couple augmente, le

moteur se maintiendra facilement à un régime plus lent et, en langage imagé, se cramponnera dans les côtes.

Avec un moteur un peu puissant pour le poids de la voiture, il sera presque inutile de modifier la liaison mécanique et il suffira d'un peu de doigté de la part du conducteur.

En règle générale, il vaut mieux éviter d'abuser de son moteur, et changer de vitesse, si la démultiplication inférieure ne corres-

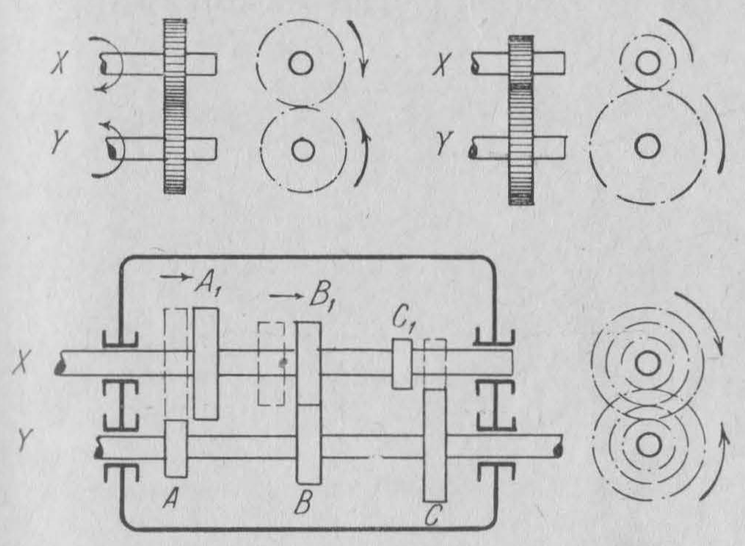


Fig. 144. — Schéma de changement de vitesse.

pond pas à un régime trop élevé du moteur; il appartient au conducteur de connaître les possibilités de son moteur en se guidant sur le son qu'il émet aux différents régimes.

Principe du changement de vitesse (fig. 144). — Soit X l'arbre moteur, dit arbre primaire, et Y l'arbre conduit, ou arbre secondaire; en les reliant par deux roues d'engrenages A et A_1 de même diamètre, leur vitesse est la même.

Si le diamètre de A est la moitié de celui de A_1, l'arbre Y tournera deux fois plus vite que l'arbre X puisque la circonférence A_1 est deux fois plus grande que A.

En général, si d est le diamètre de A et d_1 le diamètre de A_1, les nombres de tours n et n_1 sont inversement proportionnels aux diamètres $\frac{n}{n_1} = \frac{d_1}{d}$.

Pour changer la multiplication, on emploie des trains d'engrenages B et B_1-C et C_1 etc., de diamètres différents, chacun d'eux étant mis successivement en prise en déplaçant l'une des deux roues le long de l'arbre. Dans la figure 144, B et B_1 sont en prise.

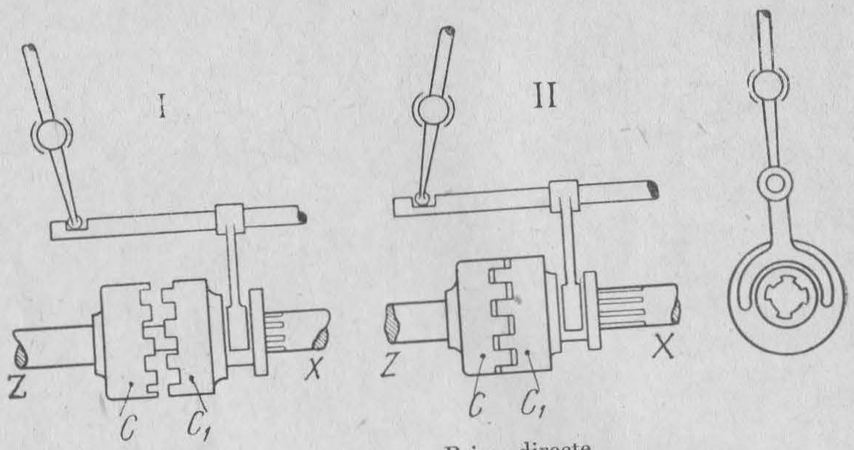


FIG. 145. — Prise directe.

La roue fixe est maintenue invariablement sur son arbre et la roue déplaçable appelée *baladeur* est maintenue par un système de rainures lui permettant de coulisser sur son arbre tout en l'entraînant dans son mouvement de rotation.

Dans le fonctionnement, il faut naturellement ne pas mettre deux trains en prise en même temps, et dégager l'un avant d'engager l'autre.

On obtient ainsi autant de combinaisons qu'il est nécessaire, correspondant à des multiplications déterminées. Ces différentes combinaisons prennent le nom de vitesses : première vitesse, deuxième vitesse, etc.

Les arbres X et Y, dans un semblable dispositif, tournent en sens inverse; il faudra en tenir compte ultérieurement pour établir le sens du mouvement.

PRISE DIRECTE RENAULT (fig. 145). — Dans les engrenages, il y a toujours une légère perte de puissance due au glissement des dents les unes sur les autres, quoique théoriquement les dents doivent se développer sans glisser. Afin d'atténuer cet inconvénient,

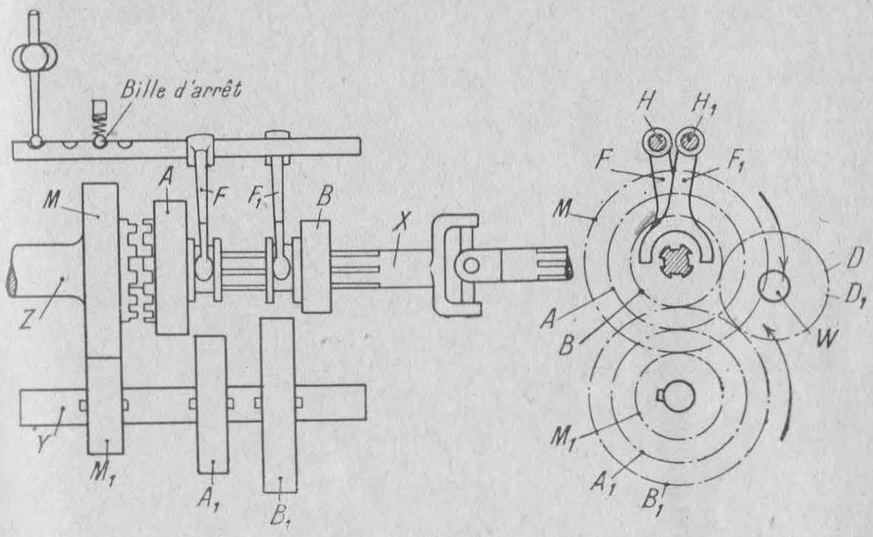


FIG. 146. — Ensemble des vitesses avant.

Louis Renault inventa et breveta un dispositif, dit à prise directe, qui fut ensuite adopté universellement par tous les constructeurs.

La prise directe consiste à se servir d'un troisième arbre Z en prolongement de l'arbre moteur X et à les accoupler directement, en sorte que la vitesse de l'arbre conduit sera celle de l'arbre moteur, sans intermédiaire absorbeur de puissance.

Le dispositif consiste en un manchon à dents C_1 coulissant sur l'arbre X et entraîné par des cannelures. Les dents peuvent pénétrer dans les alvéoles d'un manchon C correspondant monté sur l'arbre Z; les positions I et II indiquent le mouvement, le sens de rotation de l'arbre Z et celui de X.

Pour la manœuvre, le manchon C_1 est muni d'une gorge dans laquelle pénètre une fourchette fixée à un axe que peut déplacer latéralement le conducteur au moyen d'un levier à main.

Afin de soutenir l'arbre X, son extrémité s'engage dans le bout de l'arbre Z par l'intermédiaire d'un roulement lisse ou à billes.

Vitesses intermédiaires (fig. 146). — Pour obtenir des vitesses différentes, on se sert de l'arbre Y comme arbre intermédiaire, l'appellation d'arbre secondaire devenant celle de l'arbre Z.

Des roues M et M_1, engrenant entre elles, sont fixées sur X et Y, puis une série de roues appareillées deux par deux sont montées respectivement les unes fixes, les autres déplaçables latéralement.

Pour obtenir trois vitesses par exemple, on disposera :

1° Des manchons de prise directe qui donneront la troisième vitesse ou grande vitesse;

2° D'une paire de roues A et A_1 donnant la deuxième vitesse en passant par les roues M et M_1;

3° D'une paire de roues B et B_1 donnant la première vitesse en passant comme précédemment par M et M_1. Cette vitesse sera plus démultipliée que la seconde, puisque la roue B est plus petite que la roue A. Le fonctionnement s'obtient en déplaçant les roues A ou B au moyen de fourchettes montées sur deux arbres parallèles H et H_1.

Marche arrière (fig. 147). — Pour obtenir la marche arrière, il faut faire tourner l'arbre Z en sens inverse de X. Ce résultat est obtenu en se servant d'un quatrième arbre intermédiaire W pourvu d'une roue fixe D et d'une roue D_1 déplaçable latéralement; ces roues de marche arrière ont le même diamètre.

L'arbre W étant placé en avant du plan contenant les arbres X-Y-Z, il se superpose sur eux dans un dessin. Afin d'obtenir un schéma plus clair, supposons qu'il soit dans le même plan.

La marche arrière s'obtient en déplaçant en même temps les roues B et D_1 vers la droite en sorte que B vient en prise avec D et D_1 avec B_1; le sens de rotation de l'arbre Y sera celui de X et celui de l'arbre Z sera inversé par les roues M M_1; les arbres X et Z tournant en sens inverse, la marche arrière se produit.

Pour déplacer la roue D_1 on se sert d'une fourchette spéciale actionnée au moment voulu par l'axe H commandant le pignon B.

Manœuvre du changement de vitesse. — Le changement de vitesse se commande au moyen d'un levier oscillant à portée du conducteur. Les déplacements latéraux engagent l'extrémité du

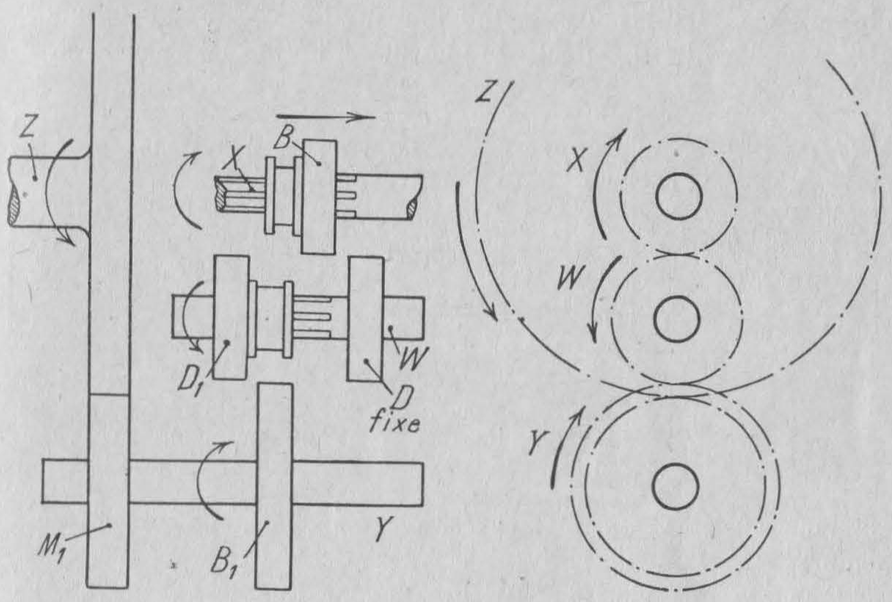


Fig. 147. — Marche arrière.

levier dans des encoches pratiquées dans les axes des fourchettes et les déplacements longitudinaux déplacent les roues pour les mettre en prise.

Pour maintenir la prise, on se sert d'une bille ou d'un taquet actionné par un ressort et s'engageant dans des alvéoles prévues pour chaque vitesse sur les axes des fourchettes.

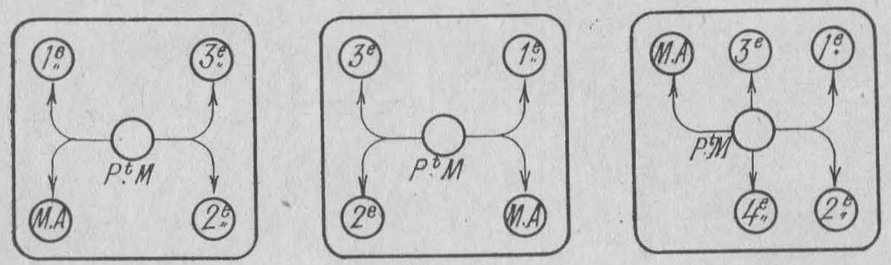
La position des leviers correspondant à chaque vitesse est indiquée dans la notice d'entretien et dépend du type du véhicule (fig. 148).

Mettre des engrenages en prise, consiste à faire pénétrer

leurs dents les unes dans les autres et il est désirable que les roues tournent sensiblement à la vitesse qu'elles devront avoir pour éviter de trop grands heurts.

Comme la vitesse de la voiture n'est pas modifiable sauf en freinant, il faut agir sur la vitesse du moteur.

Passer à une vitesse supérieure signifie que le moteur tourne trop vite et qu'il faut prendre une multiplication plus grande. Dans ce cas, il faut ralentir le moteur au moyen de l'accélérateur



Voiture de tourisme *Tracteur 20 CV.* *Camion*

FIG. 148. — Position du levier de changement de vitesse.

et tout en débrayant, manœuvrer le changement de vitesse, puis embrayer.

Passer à une vitesse inférieure signifie que le moteur tourne trop lentement et risque de caler; il faut démultiplier le mouvement pour accélérer le moteur.

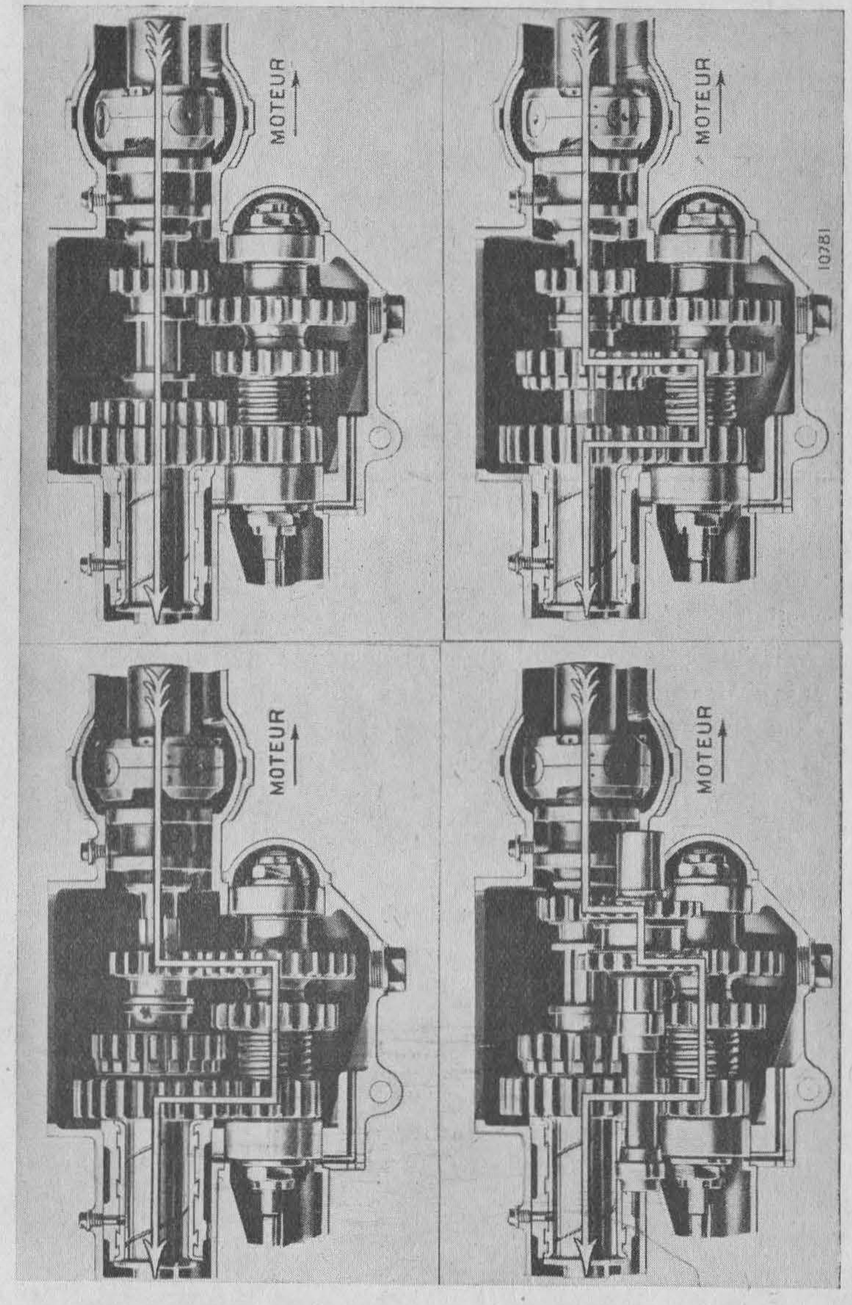
Le fait de débrayer suffisant pour accélérer, il est souvent inutile d'actionner l'accélérateur.

Pour prendre la marche arrière, il faut toujours arrêter la voiture.

§ 2. — Applications

CHANGEMENT DE VITESSE MONASTELLA (fig. 150). — Les principes sont exactement ceux indiqués ci-dessus :

Les griffes de prise directe sont constituées par les dents d'un engrenage intérieur taillé dans la roue M et par une partie des



3e vitesse. Prise directe. 2e vitesse.

1re vitesse. Marche arrière.

FIG. 149. — Position des roues aux différentes vitesses (Monasix).

dents de la roue A dont le diamètre extérieur est réduit dans la partie utilisée.

L'arbre X repose dans la roue M au moyen d'un roulement à billes.

Toutes les roues sont montées sur leur arbre au moyen de rainures longitudinales.

L'arbre intermédiaire est monté sur des roulements à billes et son extrémité est pourvue d'une vis hélicoïdale pour la commande de l'indicateur de vitesse.

L'arbre conduit est également pourvu d'une vis hélicoïdale 2 commandant un pignon 3 destiné à la manœuvre du servo-frein.

L'ensemble du changement de vitesse est logé dans un carter muni d'un couvercle pour la visite du mécanisme et pour le remplissage d'huile. Un bouchon de purge sert à la vidange. Deux vis avec contre-écrou maintiennent les paliers des arbres primaires et secondaires.

L'avant du carter présente une forme sphérique pour se loger dans la traverse médiane du châssis. Cette disposition est nécessaire car le carter du changement de vitesse est relié à l'essieu arrière par un tube rigide, et l'ensemble est constamment en mouvement par rapport à la traverse.

Pour la même raison, l'arbre primaire est relié à l'embrayage au moyen d'une cardan 4. Celle-ci est constituée par deux fourches d'équerre, l'une fixée sur l'arbre de l'embrayage, l'autre sur l'arbre primaire; les extrémités des fourches sont reliées dans un anneau dans lequel elles peuvent tourner.

Sur la coupe transversale, le pignon de marche arrière D, sa fourchette et sa commande sont indiqués ainsi que la jauge de niveau d'huile 5.

L'entretien du changement de vitesse consiste à maintenir toujours le niveau de l'huile à la hauteur voulue; ne jamais employer de graisse consistante.

Changement de vitesse Reinastella (fig. 151). — La particularité de ce changement de vitesse consiste dans l'emploi de deux vitesses silencieuses : la prise directe et la seconde vitesse.

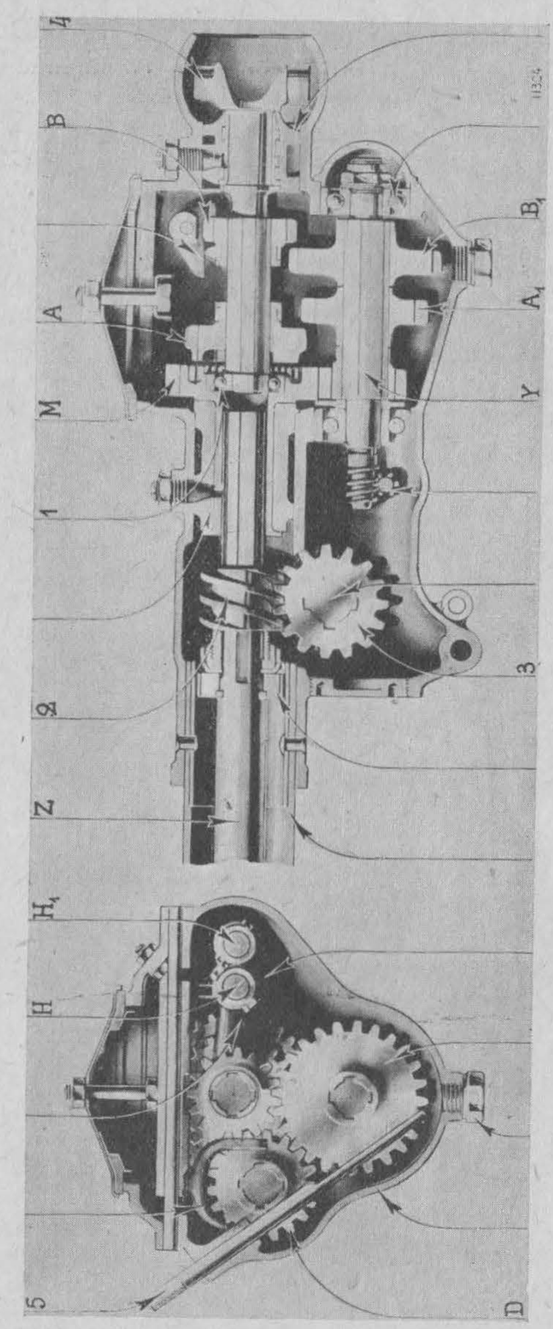


Fig. 150. — Changement de vitesse Monastella.

A cet effet, les roues intermédiaires M et M_1 sont munies de dents inclinées, comme celles des roues de commande de distribution, ainsi que les roues A et A_1.

La roue A n'est plus entraînée par l'arbre primaire X, elle

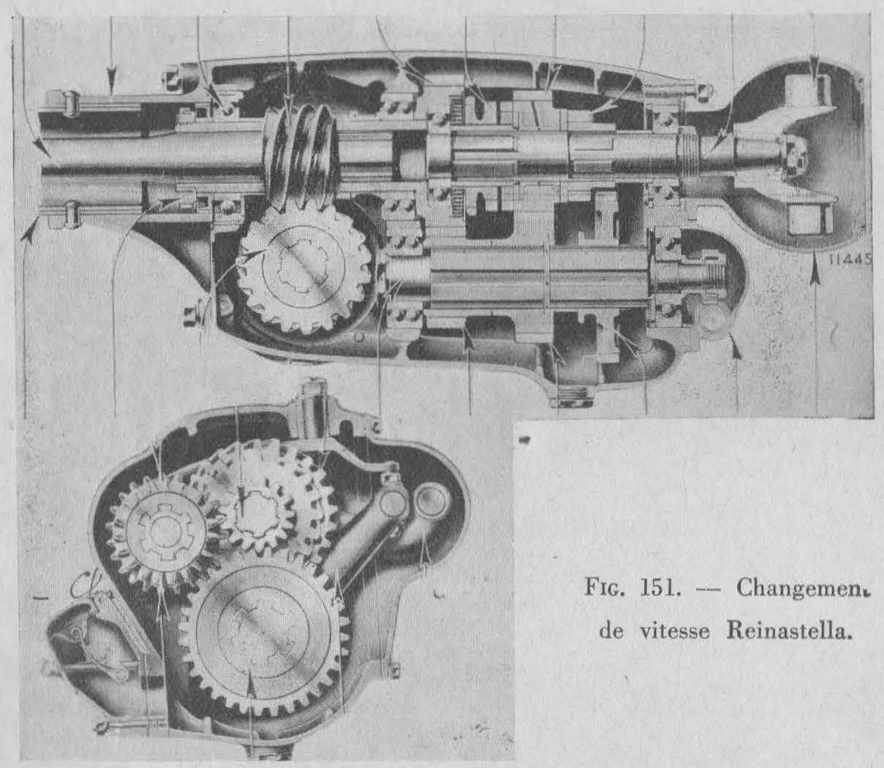


Fig. 151. — Changement de vitesse Reinastella.

tourne folle sur lui; l'entraînement se fait par un manchon à griffes comme pour la commande de prise directe.

La disposition générale est la même que précédemment, sauf que tous les arbres sont montés sur roulement à billes et que la vis d'indicateur de vitesse est montée vers l'avant.

Changement de vitesse de tracteur (fig. 152). — Ce chan-

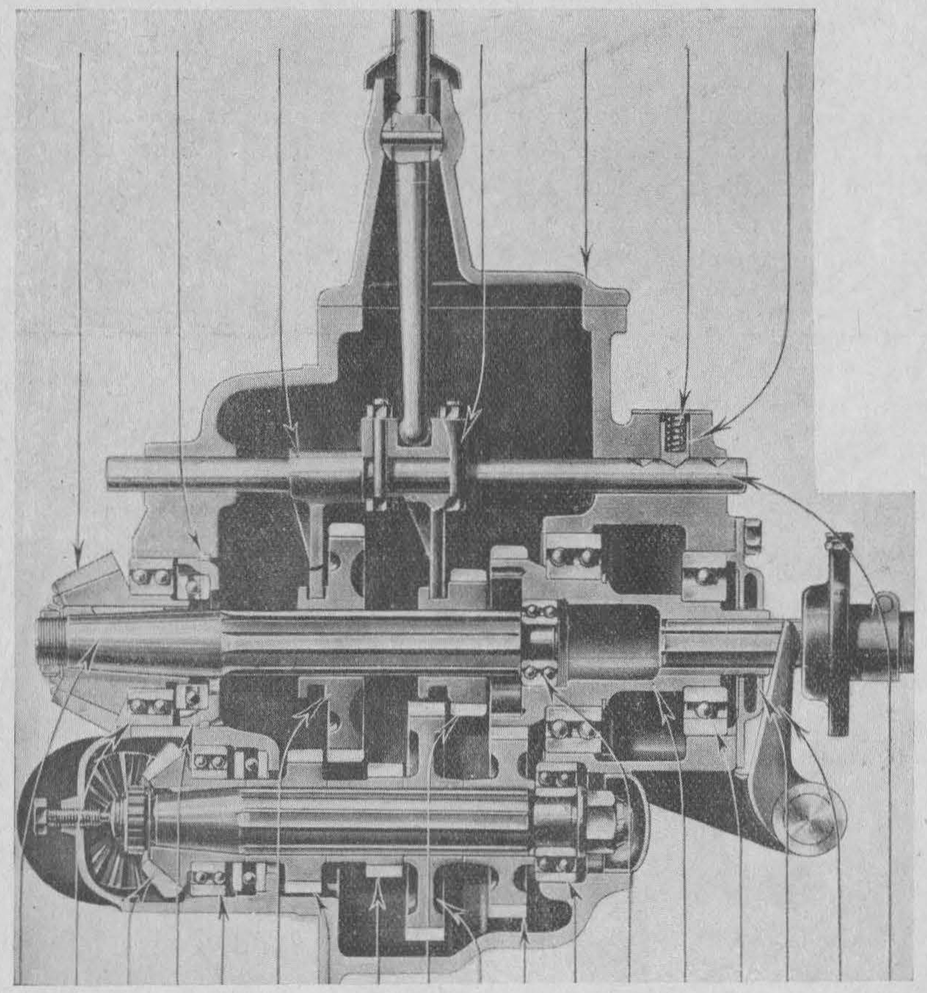


Fig. 152. — Changement de vitesse de tracteur.

gement de vitesse comporte trois vitesses avant et une marche arrière.

Le mécanisme est le même que précédemment, toutefois la roue intermédiaire M est reportée à l'avant au lieu d'être à l'arrière.

Le carter est fixé sur le châssis et n'oscille plus avec l'essieu arrière.

COMMANDE DE MÉCANISME ANNEXE. — Lorsqu'il est nécessaire de se servir du moteur pour commander un mécanisme étranger à la marche du véhicule, on dispose sur le changement de vitesse une prise de mouvement analogue à celle du servo-frein. Dans ce cas la manœuvre d'un pignon baladeur assure la liaison au moment opportun.

CHAPITRE XVI

DIFFÉRENTIEL ET PONT ARRIÈRE

---

§ 1er. *Démultiplication.* — Son but. Voiture de tourisme. Véhicule industriel.

§ 2. *Différentiel.* — Rôle. Principe. Blocage. Application.

§ 3. *Essieu arrière.* — Voiture de tourisme. Poids lourd.

---

§ 1er. — Démultiplication

Les nombres de tours respectifs du moteur et des roues motrices étant très différents, il est nécessaire de les relier par un système d'engrenages formant réducteur de vitesse.

Ce dispositif diffère suivant le type du véhicule : dans les voitures de tourisme, on utilise un pignon actionnant une couronne dentée; dans les camions et tracteurs, il est nécessaire de démultiplier davantage et souvent de se servir d'un mécanisme plus compliqué.

L'axe du mouvement moteur étant dans un plan longitudinal et les roues dans un plan transversal, la liaison se fait par des roues coniques dites roues d'angle.

Voiture de tourisme (fig. 153). — Le mouvement du moteur est transmis par le changement de vitesse au moyen d'un arbre R aboutissant à l'essieu. A l'extrémité de l'arbre est monté un pignon G dont la taille spéciale, dite taille Gleason, donne un meilleur rendement et supprime le bruit.

Ce pignon entraîne une couronne dentée F de grand diamètre, laquelle est montée sur une boîte E. Dans l'intérieur de celle-ci est placé un dispositif appelé différentiel et commandant les arbres X et Y.

L'arbre de commande et la boîte du différentiel sont supportés

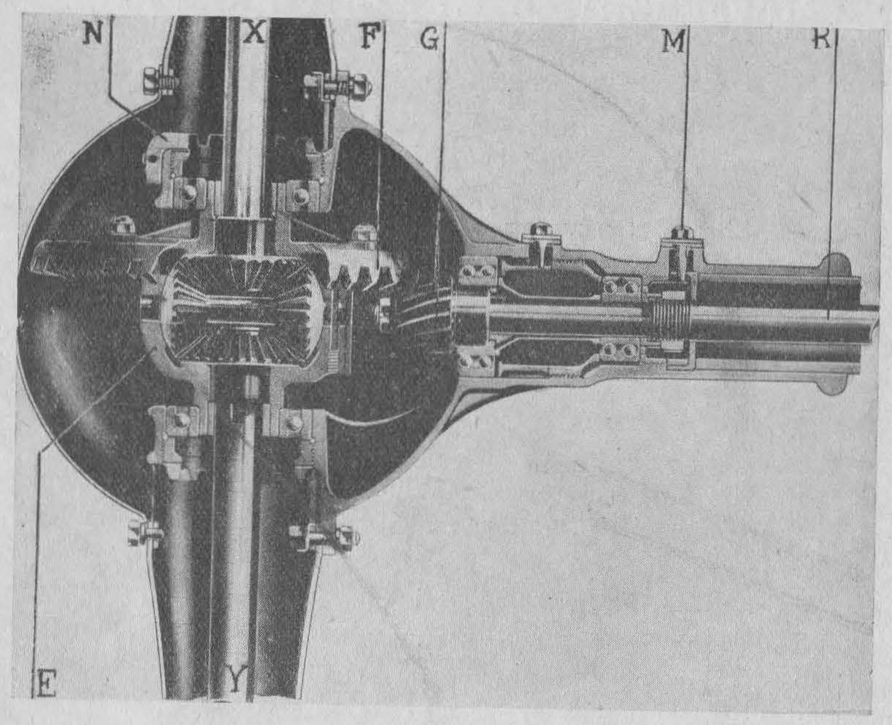


Fig. 153. — Différentiel Monasix.

dans l'essieu arrière par des roulements à billes à gorges profondes permettant de supporter des efforts transversaux et longitudinaux. Ces derniers sont dus à la forme conique des engrenages.

Pour maintenir les roulement à billes en place, on se sert de bagues filetées, arrêtées à leur position par un système de freinage approprié. Les bagues de commande sont freinées par des vis

latérales M montées sur une plaque obturant une ouverture servant au réglage du pignon de commande (fig. 154 et 156).

Les bagues de la boîte de différentiel sont freinées par des plaquettes N s'engageant dans des encoches prévues sur les bagues.

Les roues sont commandées par leur moyeu au moyen des arbres latéraux X et Y.

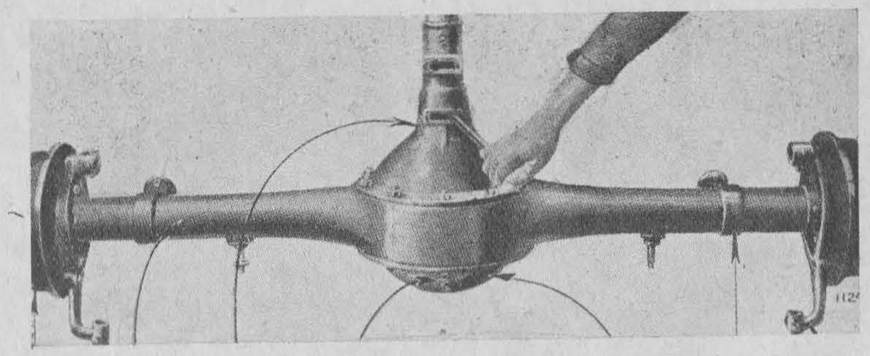


Fig. 154. — Réglage du pignon de commande.

§ 2. — Différentiel.

Rôle du différentiel. — Le rôle du différentiel est de répartir l'effort moteur entre les roues motrices suivant les exigences du travail absorbé par chacune d'elles. Ce travail varie constamment dans les virages, la roue intérieure parcourant un chemin plus court que la roue extérieure.

Si les roues étaient solidaires, elles devraient tourner au même nombre de tours, ce qui ne serait possible que s'il y avait patinage d'une ou des deux roues et usure des bandages.

Principe du différentiel (fig. 155). — Un différentiel se compose en principe de deux roues d'angle A et B, dites planétaires, montées en bout de deux arbres X-Y qui transmettent le mouvement aux roues arrière.

Les planétaires A et B sont en prise avec deux pignons d'angle

C et D, dits satellites, montés sur un axe fixé dans une boîte E.

La boîte est en deux parties assemblées par des boulons; elle tourne dans des roulements à billes fixés dans le couvercle H de l'essieu arrière.

Le mouvement moteur est transmis par le pignon G à une cou-

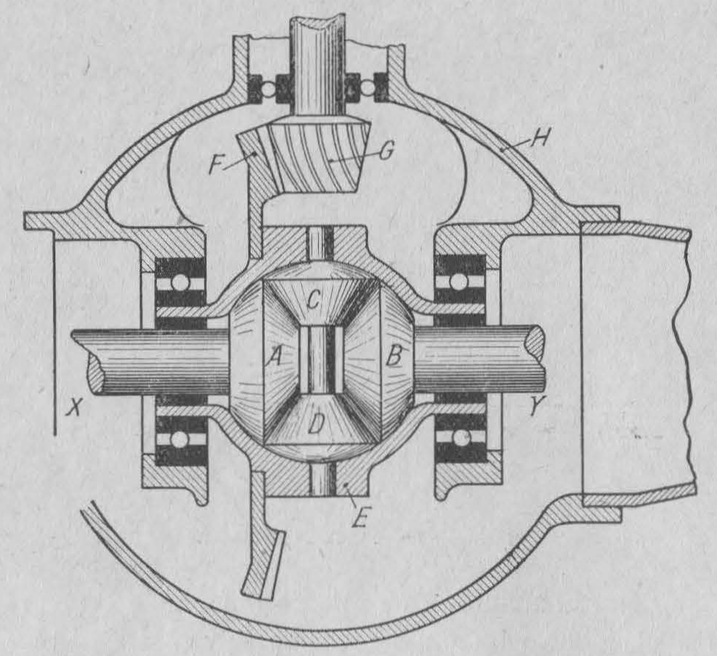


Fig. 155. — Principe du différentiel.

ronne F montée sur la boîte. Celle-ci entraîne les pignons C et D qui, à leur tour, entraînent A et B par les dents en prise.

Si les arbres X et Y transmettent un mouvement identique, les roues C et D ne tournent pas sur leur arbre central et les roues A et B suivront le mouvement de la boîte E sans tourner dans la boîte; leur nombre de tours sera celui de F.

Supposons que l'arbre X éprouve une résistance plus grande que l'arbre Y et même à la rigueur qu'il s'arrête, les satellites

rouleront sur A. En tournant sur leur axe, ils communiqueront à B un mouvement de rotation supplémentaire qui viendra s'ajouter au mouvement déjà donné par la boîte.

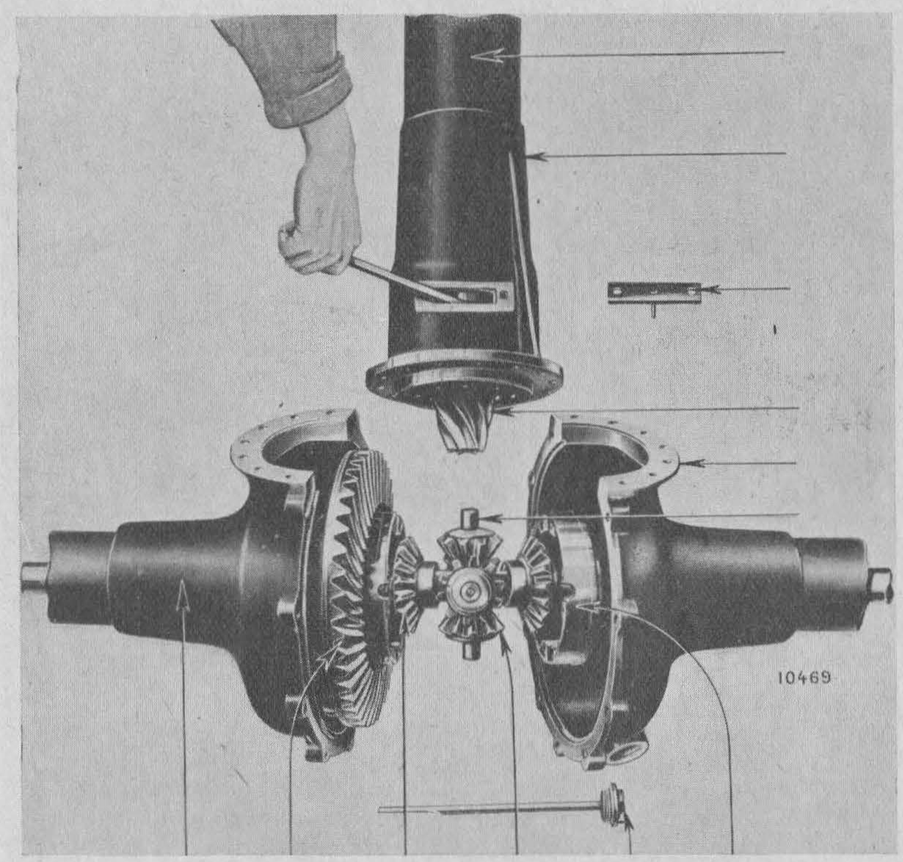


Fig. 156. — Différentiel et essieu arrière d'une camionnette.

Le nombre de tours perdu par A est gagné par B grâce à la rotation de C et D sur leur axe.

Cas particulier. — Si la roue X s'arrête complètement, la roue Y tournera à une vitesse double; c'est ce qui arrive au démarrage

quand une des roues est sur un bon sol et l'autre sur un sol glissant.

Si l'essieu est monté sur des crics et que le pignon G soit arrêté, en faisant tourner la roue de X à la main, la roue de Y tournera en sens inverse à la même vitesse.

Réglage des freins. — On peut se servir du principe du différentiel pour régler les freins; il suffit de monter l'essieu arrière

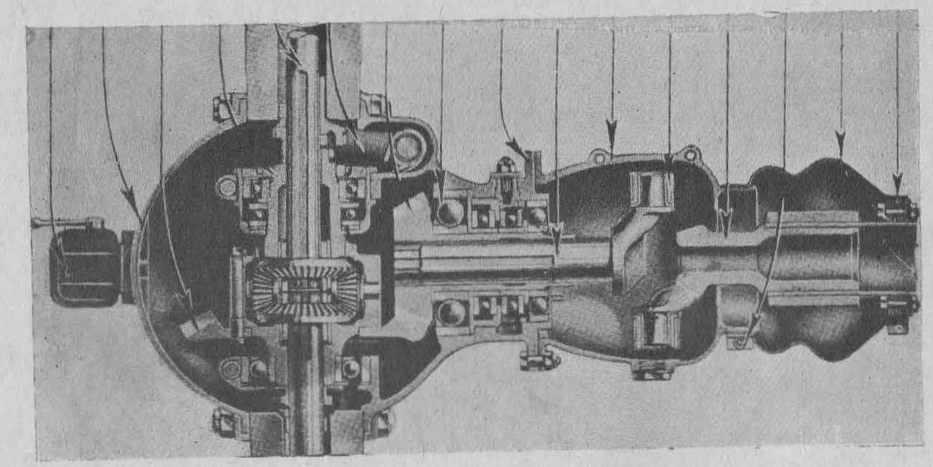


Fig. 157. — Blocage du différentiel.

solidement sur des tréteaux, d'embrayer en première vitesse et de freiner.

Si les freins serrent de la même façon, les roues tournent à la même vitesse, sinon leur vitesse sera différente et la roue s'arrêtant la dernière aura le frein le moins serré.

Blocage du différentiel (fig. 157). — Pour faciliter le démarrage dans certains poids lourds, on bloque le différentiel, les deux roues ne sont plus indépendantes et tournent à la même vitesse.

Le dispositif consiste à rendre la boîte du différentiel et l'un des arbres X ou Y solidaires.

A cet effet, une fourchette placée dans l'essieu arrière permet

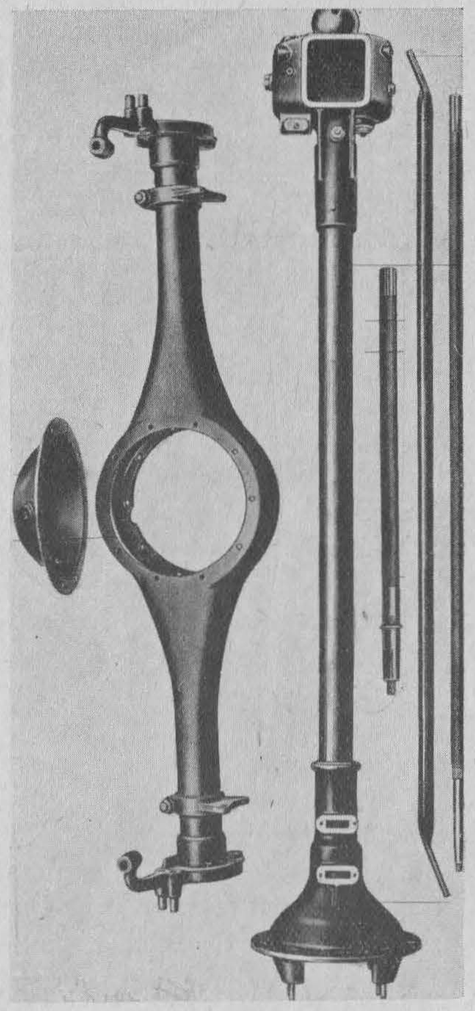


Fig. 158. — Essieu arrière Monasix.

de déplacer, le long d'un des arbres des roues, une douille munie de dents. Cette douille est entraînée par l'arbre au moyen de

rainures, ses dents viennent s'engager dans des dents correspondantes taillées dans la portés de la boîte de différentiel.

§ 3. — Essieu arrière

Le rôle de l'essieu arrière est multiple: en tant qu'essieu, il supporte les deux roues et leur transmet le poids du châssis.

Il sert de carter au mécanisme de transmission de mouvement et assure l'effort de poussée de la voiture.

Il sert également de support aux freins arrière, aux ressorts et aux amortisseurs.

Essieu arrière tourisme (fig. 158). — L'essieu arrière, dans les voitures Renault, appartient au type « bango »; c'est un tube renflé en son milieu, pourvu d'ouvertures pour recevoir le différentiel et sa commande.

Un couvercle avant, fixé par des boulons, sert de support au mécanisme de différentiel, et se prolonge par un tube entourant l'arbre de transmission et se fixant dans le carter de changement de vitesse.

Deux ouvertures servent à visser ou dévisser les bagues servant au réglage de la position des roulements du pignon de commande.

Un couvercle arrière permet la visite du mécanisme et est pourvu d'un bouchon de remplissage d'huile ainsi que d'un bouchon indicateur de niveau.

Les bouts d'essieu sont pourvus de plateaux en acier estampé servant à supporter les segments de freins et une main recourbée pour l'attache du ressort transversal de suspension; des supports d'amortisseurs sont également rapportés sur l'essieu.

L'ensemble essieu-arrière, tube de changement de vitesse, est consolidé dans le sens transversal par deux tirants obliques formant triangulation et prévenant toute déformation.

CHAPITRE XVII

ESSIEU AVANT ET DIRECTION

---

§ 1er. *Essieu avant.* — Rôle et description.

§ 2. *Direction.* — Qualités. Principe. Direction. Applications.

---

§ 1er. — Essieu avant

Rôle de l'essieu avant. — Son rôle est multiple, comme celui de l'essieu arrière. En sa qualité d'essieu, il sert d'axe aux roues et leur transmet le poids du châssis; par ses extrémités mobiles et leur accouplement, il est organe de direction.

Description (fig. 159). — Un essieu avant se compose d'une barre d'acier A légèrement évidée en son milieu et terminée à chaque extrémité par des bossages appelés chapes servant au pivotement des roues.

Le corps de l'essieu est généralement surbaissé pour permettre des oscillations verticales par rapport au moteur. Il porte deux patins pour l'attache des ressorts le reliant au châssis.

Les chapes des extrémités sont traversées par un axe cylindrique B légèrement incliné sur la verticale et bloqué par une clavette C; chaque axe sert de pivot à une chape ouverte D qui reçoit la fusée d'essieu. Une bague de butée E supporte la partie

du poids de la voiture qui repose sur l'essieu avant. Les chapes ouvertes servent également de support aux tambours de frein.

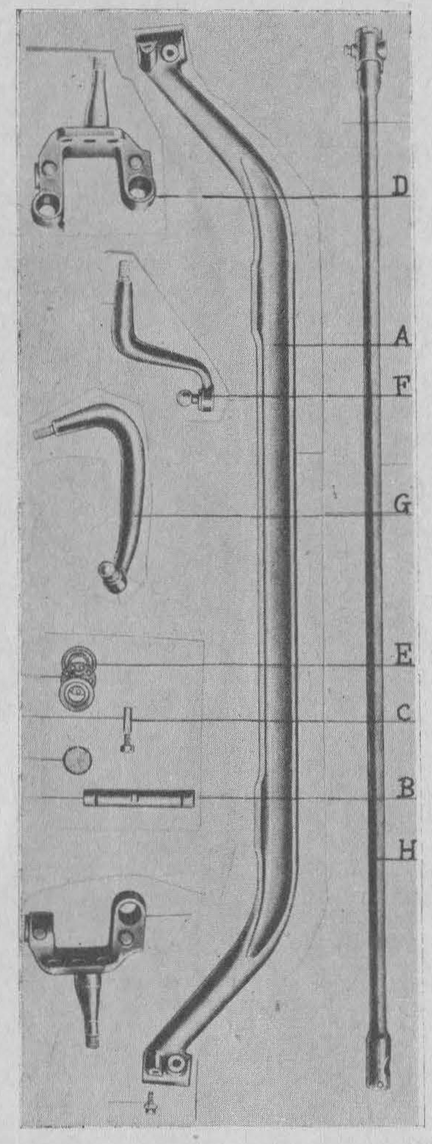


Fig. 159. — Essieu avant (détails).

Pour leur déplacement, les chapes sont pourvues, à leur partie inférieure, chacune d'un bras de levier F; celle de droite possède de plus, dans sa partie supérieure, un deuxième levier G.

Les leviers inférieurs sont réunis par une barre d'accouplement servant à braquer les roues à droite et à gauche. Le deuxième levier monté sur la chape de droite est commandé par le volant de direction.

Pour limiter le braquage, des vis de réglage sont prévues sur chaque chape fermée et viennent buter contre un petit bossage placé à cet effet sur la chape ouverte.

Ce type d'essieu est le même sur toutes les voitures Renault, tourisme et poids lourd. Sur le tracteur agricole, l'essieu avant est droit au lieu d'être surbaissé par suite de l'absence de ressort.

Sur le tracteur 20 CV à chenilles, il n'y a pas d'essieux, la direction s'opérant en embrayant une chenille et en débrayant l'autre, en sorte que le tracteur pivote sur la chenille fixe.

§ 2. — Direction

Qualités d'une direction. — La direction est l'ensemble des organes permettant de diriger les véhicules et de les maintenir dans le chemin voulu.

Une bonne direction doit pouvoir être manœuvrée sans efforts excessifs et être suffisamment sensible pour qu'un léger déplacement la fasse obéir, mais toutefois sans excès.

La direction doit être presque irréversible, c'est-à-dire que sous

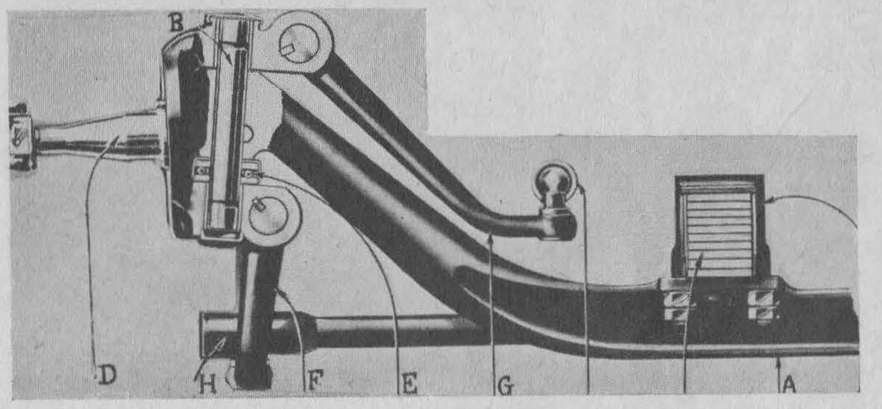


Fig. 160. — Essieu avant (ensemble).

l'influence des heurts de la route, les roues ne doivent pas être braquées brutalement hors de leur chemin.

Les différents organes la constituant doivent être très robustes et d'un accès facile permettant une vérification constante.

Principe de la direction. — Epure de Jeanteaud (fig. 161 et 162). — Le principe de la direction actuellement employée est celui de l'essieu brisé; il fut inventé en 1817 par Lankensperger, de Munich; le brevet anglais fut pris au nom d'Ackerman et c'est sous ce nom que ce dispositif est connu en Angleterre et aux Etats-Unis.

La manœuvre des roues fut réalisée par le carrossier français Jeantaud; le dispositif est tel qu'en prolongeant sur le plan horizontal passant par les centres l'axe de chacune des 4 roues, ces axes se rencontrent au même point.

Ceci est théoriquement nécessaire pour qu'en tournant, les 4 roues roulent sans patiner.

A cet effet, soient B et C les pivots de l'essieu avant; on les

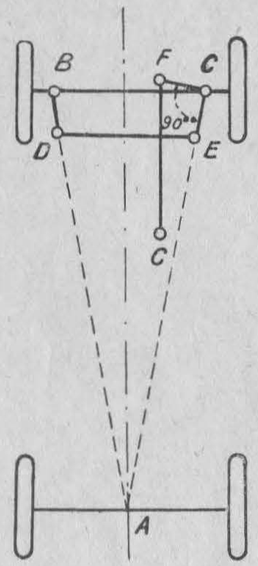


Fig. 161.

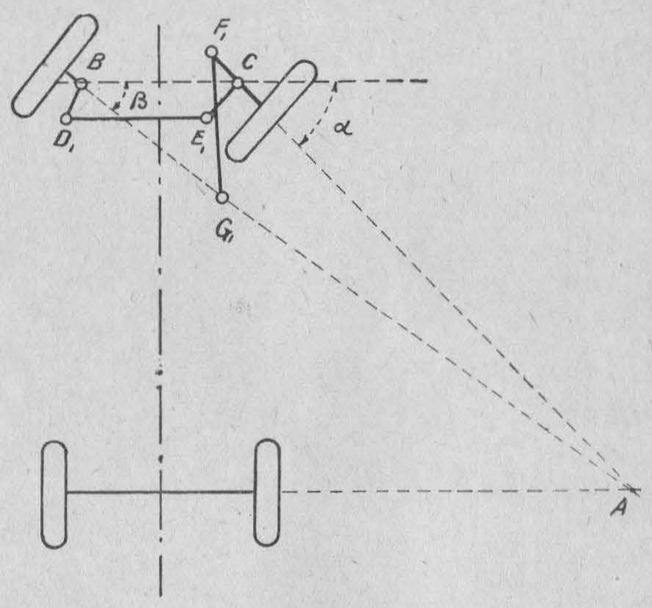


Fig. 162.

joint au milieu A de l'essieu arrière et on trace une ligne DE parallèle à l'essieu avant. Les points D et E sont les pivots de la barre d'accouplement.

Pour la manœuvre, on mène une perpendiculaire FC à la ligne CE et on relie le point F à l'extrémité de la direction proprement dite par une barre FG.

BD et CE constituent les leviers montés dans le bas des chapes, FC est le levier placé dans le haut de la chape de droite.

Tel est le principe de l'épure de Jeantaud, qui, depuis, a été perfectionnée et dont l'exécution est assez délicate et compliquée.

Direction (fig. 163). — L'organe de direction devant être essentiellement à la portée du conducteur, on se sert pour manœuvrer la barre FG d'un volant D monté sur un tube A servant d'axe.

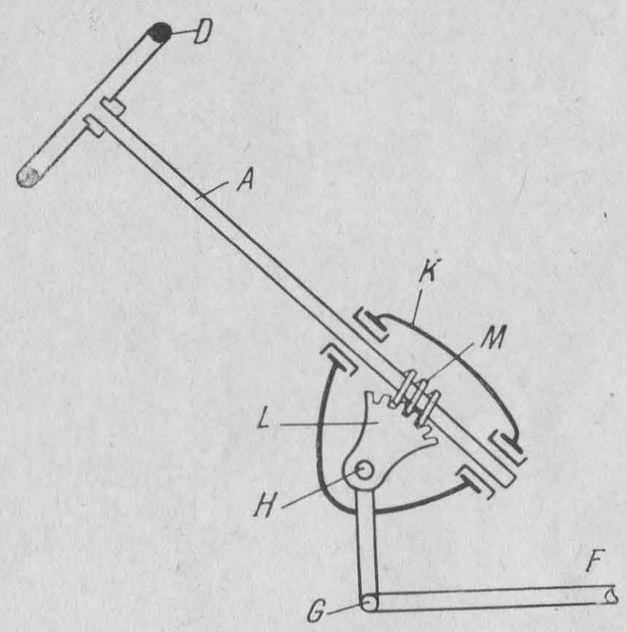


Fig. 163. — Direction.

Sur ce tube est fixée une vis sans fin M engrenant avec un secteur denté L et tournant autour d'un axe H. Sur cet axe est monté le levier HG qui est relié avec la barre FG précédente.

En tournant à droite ou à gauche le volant, le secteur denté tourne autour de son axe en entraînant le levier HG et par suite le braquage des roues.

La vis et le secteur sont montés dans un carter K et les paliers nécessaires sont prévus sur le tube et sur l'axe.

Application direction Monasix (fig. 164). — Le volant de manœuvre A est monté sur le tube au moyen d'un cône et d'un

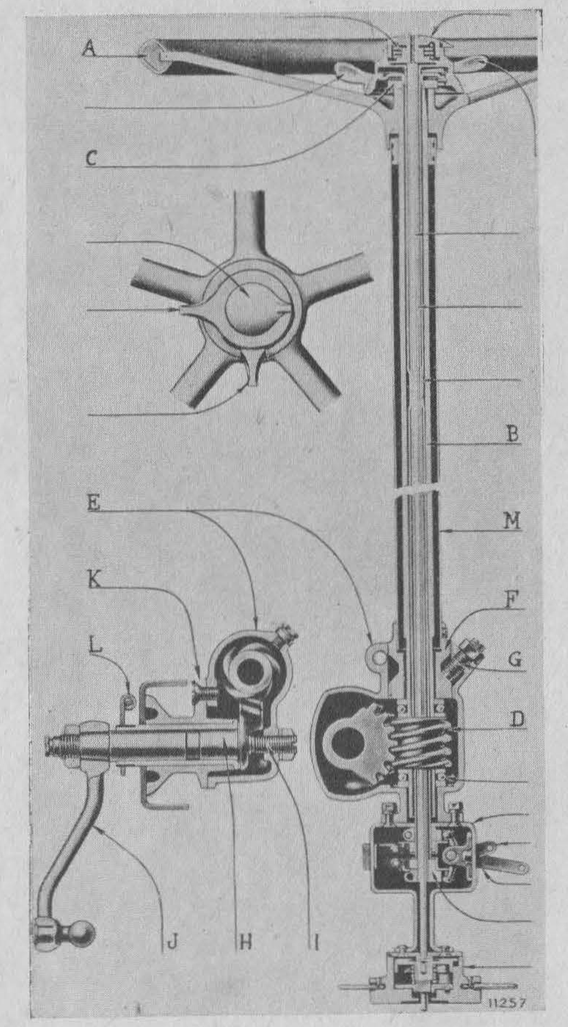


Fig. 164. — Direction Monasix.

écrou. La vis sans fin D clavetée sur le tube est logée dans le carter de direction E entre deux butées à billes.

Pour régler le serrage de la vis dans le carter, il est prévu une douille F réglable par une vis G; le blocage s'effectue par un boulon.

Le secteur est forgé d'une seule pièce avec son arbre H, une vis I montée sur le carter sert de réglage pour le déplacement longitudinal du secteur.

L'axe reçoit le levier J monté à cône et terminé par une sphère qui forme rotule.

Le carter est monté sur un support K fixé sur le châssis.

Pour rattraper le jeu entre la vis sans fin et son secteur, l'axe H est monté dans une douille excentrée visible sur la petite coupe de gauche; en la tournant, le secteur monte ou descend, la position de la douille est ensuite fixée par un arrêtoir L (fig. 166).

Un tube extérieur fixe M protège l'axe de direction. La direction étant sous la main du conducteur, forme un support tout indiqué pour différentes commandes qui s'effectuent par des manettes placées au centre du volant.

On trouve ainsi les manettes d'air et de gaz du carburateur, puis au centre, la manette de commutateur d'allumage et le bouton d'avertisseur.

Ces manettes sont montés sur des tubes concentriques traversant toute la direction. Les commandes de carburateur sortent dans un petit carter spécial fixé sur celui de direction et sont munies chacunes d'une came actionnant le levier correspondant.

Les commandes d'allumage et d'avertisseur se prolongent dans un carter spécial d'où partent les fils allant aux organes à actionner.

Direction du tracteur agricole 10 CV (fig. 165). — Toutes les directions Renault sont conformes à la précédente, sauf pour le tracteur agricole 10 CV pour lequel il est nécessaire d'avoir une direction très démultipliée.

La vis sans fin est ici remplacée par un pignon conique, et un système démultiplicateur à satellites est monté à l'extrémité de l'axe près du volant.

Il consiste en deux petits pignons engrenant dans deux cou-

ronnes concentriques. La couronne intérieure est montée sur l'axe du volant, la couronne extérieure est fixe dans le support de direction et l'axe des satellites est monté sur l'arbre de commande central.

Commandes de direction. — Nous avons vu, au sujet de l'épure

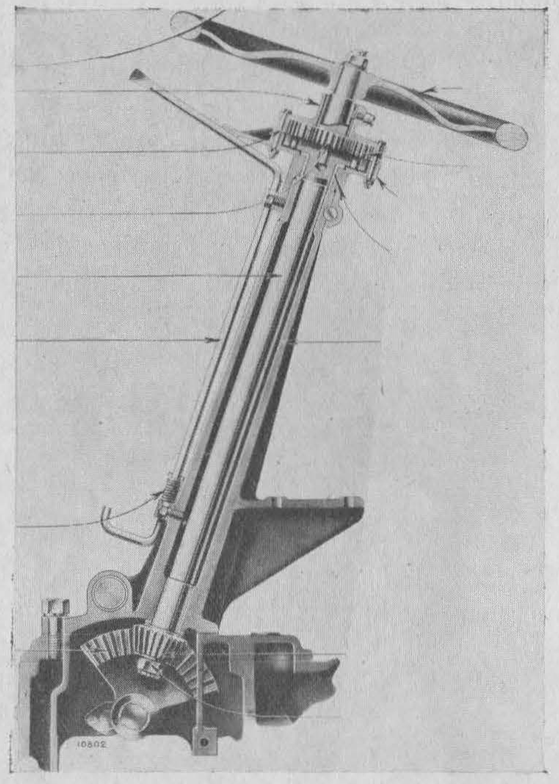


Fig. 165. — Direction à satellites.

de Jeantaud, les différentes barres reliant les leviers des axes de pivot entre eux. La figure 167 donne l'ensemble de ces connexions en même temps que la disposition générale des différentes commandes de la voiture.

Les barres d'accouplement devant travailler à la traction comme à la compression sont constituées par des tubes d'acier.

Le montage des points d'articulation est spécial; comme il y

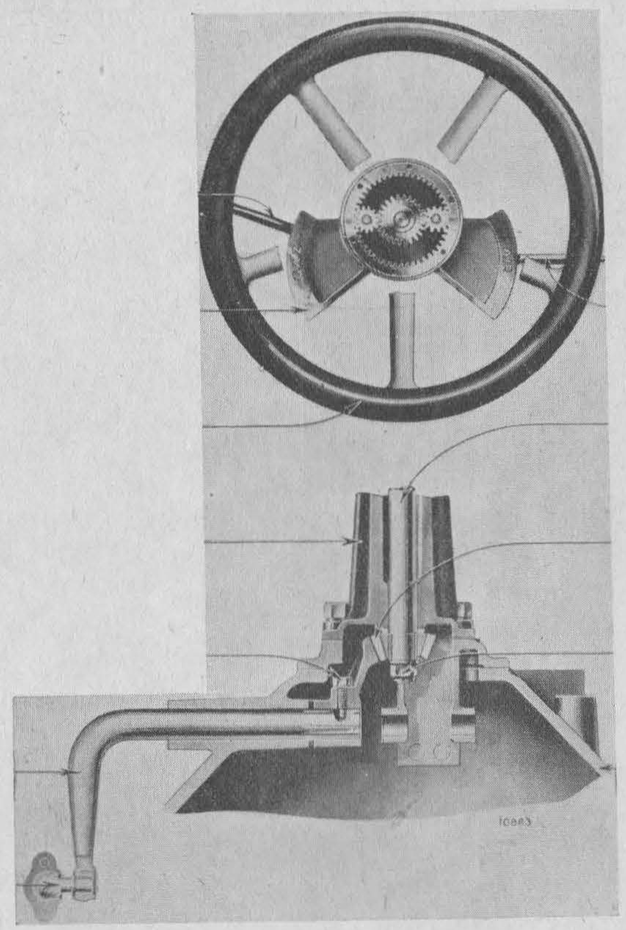


Fig. 165 *bis*. — Direction à satellites.

a quatre articulations, le moindre jeu pourrait se trouver quadruplé s'il se produisait sur chacune d'elles et il en résulterait pour les roues un flottement préjudiciable à la conduite.

De plus, il faut que les accouplements soient élastiques pour absorber les chocs des roues avant, sinon les barres risqueraient de se fausser.

Chaque jonction est alors montée sur une rotule constituée par une sphère serrée entre des coussinets, l'un fixe, l'autre mobile, mais maintenu sur la sphère par un ressort de force appropriée.

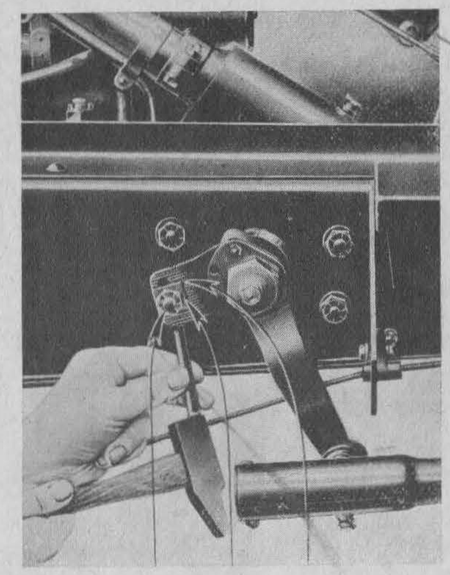


Fig. 166. — Réglage de la direction.

Pincement, Carrossage, Chasse. — L'expérience a démontré que pour faciliter les manœuvres, il fallait certaines dispositions.

1° Pincement des roues avant, qui ne sont pas parallèles, mais plus rapprochées vers l'avant qu'à l'arrière;

2° Carrossage des bouts d'essieu, de façon que la roue soit légèrement inclinée vers l'extérieur;

3° Double inclinaison du pivot des roues sur la verticale, de façon qu'en considérant la trace des roues sur le sol en ligne droite, et leur point de contact, le prolongement de l'axe du pivot est sur cette trace et en avant du point de contact. Cette deuxième inclinaison prend le nom de chasse.

Une disposition judicieuse de ces éléments fait que la direction a toujours tendance à se maintenir en ligne droite et à y revenir automatiquement.

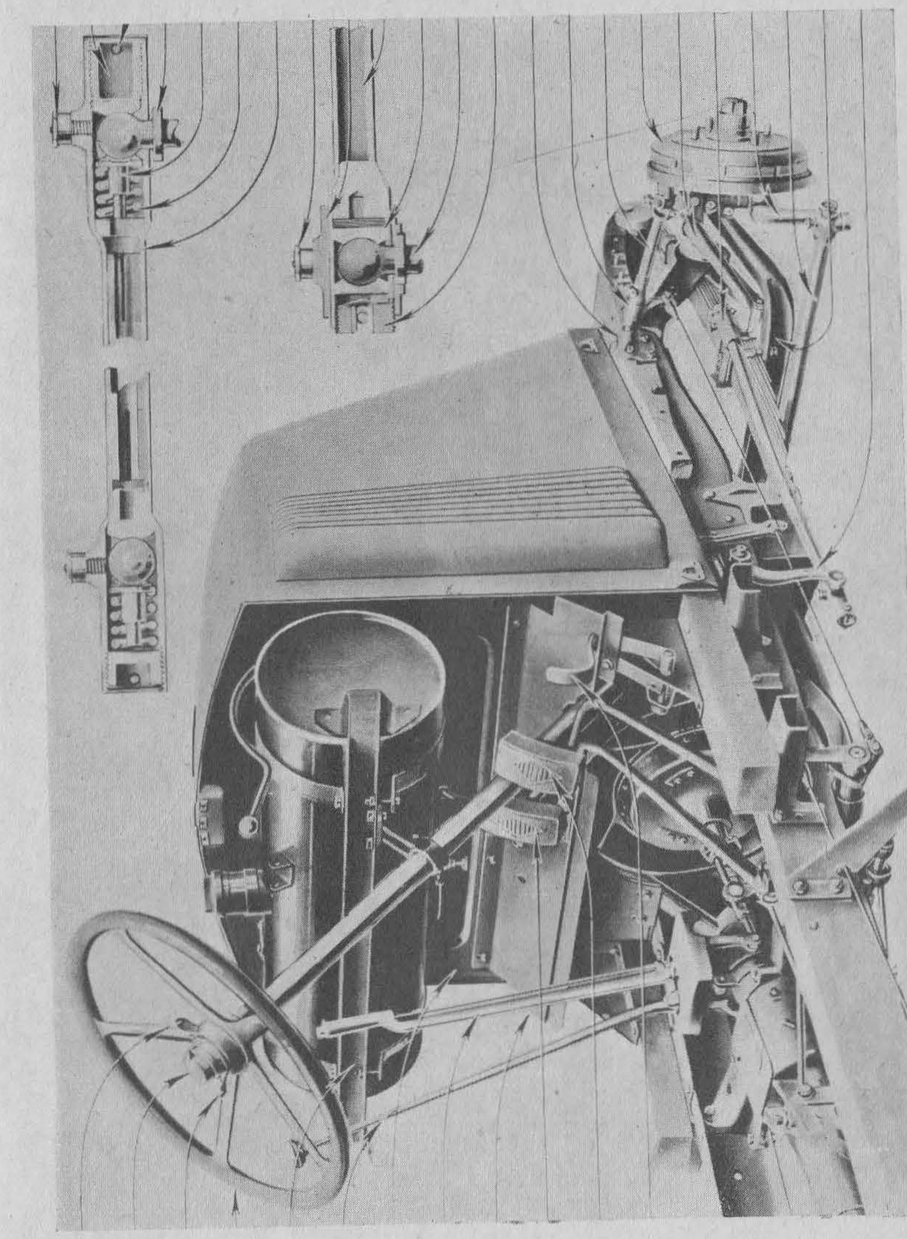


Fig. 167. — Ensemble de la direction et des commandes.

CHAPITRE XVIII

FREINS

§ 1er. *Généralités.* — Freinage. Qualités. Effort de freinage.

§ 2. *Différents types de freins.* — Freins à segment. Application. Frein à lame.

§ 3. *Servo-frein.* — Principe. Description. Fonctionnement. Réglage.

§ 4. *Commande des freins.* — Description. Fonctionnement. Commande. Entretien.

§ 1er. — Généralités

FREINAGE. — Les freins sont des organes de sécurité; leur rôle est de ralentir ou d'arrêter le plus rapidement possible un véhicule en marche. Ils permettent d'absorber la force vive représentée par la lancée de la masse de la voiture.

D'après le Code de la route, les constructeurs sont tenus d'équiper tous les véhicules automobiles avec deux freins indépendants, dont l'un doit agir directement sur un organe fixé aux roues.

Dans les voitures Renault, le conducteur dispose de deux systèmes de freinage, l'un au pied, agissant sur les 4 roues, l'autre à la main, agissant sur les roues arrière seules.

L'action du premier est momentanée et cesse avec l'effort du conducteur, le second peut rester bloquer et doit l'être pendant les arrêts.

Il existe d'autres moyens de ralentir que d'actionner les freins;

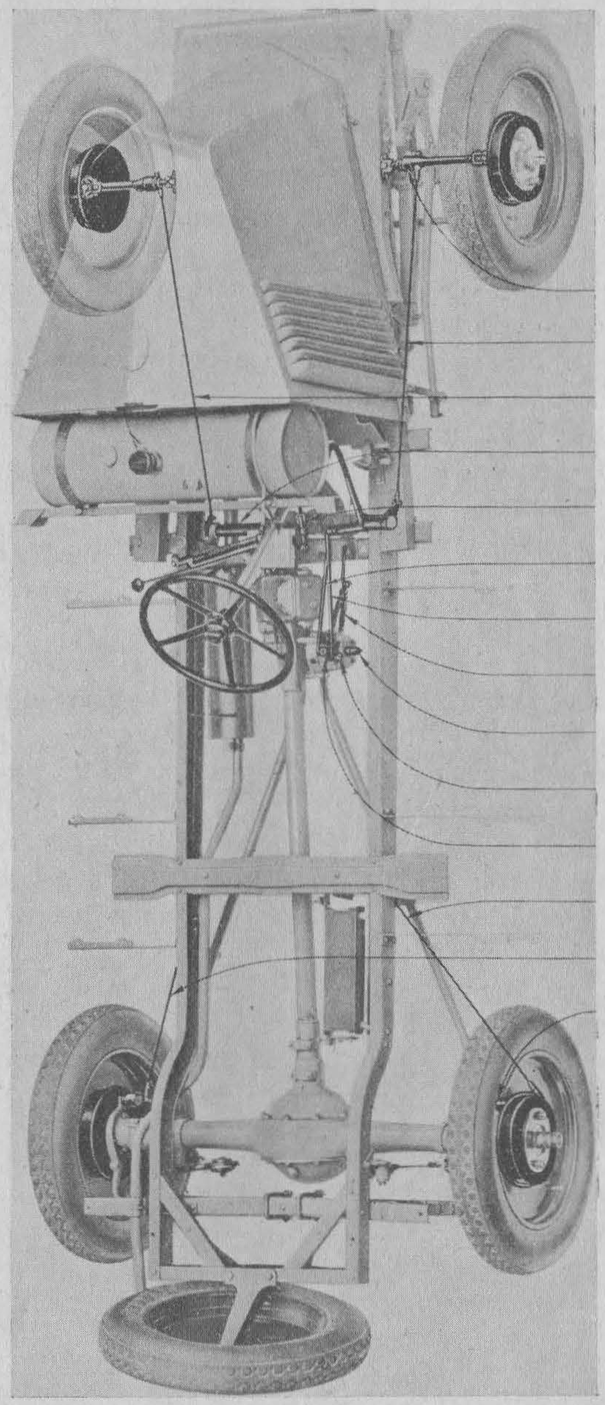


FIG. 168. — Ensemble des commandes de freins.

le plus couramment employé est d'abandonner la pédale d'accélérateur.

Le moteur, étant entraîné à une allure plus rapide que sa vitesse de ralenti, crée une résistance d'autant plus grande qu'il est obligé de tourner plus vite.

L'action la plus efficace s'obtient en prenant une vitesse inférieure quand on le peut.

Ce mode de freinage peut donner à la longue une remontée d'huile au-dessus des pistons.

Cependant, il ne faut hésiter dans certains cas à superposer les moyens de freinage surtout si les freins ne sont pas en parfait état ou pour diminuer leur échauffement.

QUALITÉS D'UN FREIN. — Un bon frein doit permettre d'arrêter les roues jusqu'au point d'obtenir le patinage; c'est pratiquement le maximum de freinage.

Un frein doit être progressif pour pouvoir doser son action. Il doit être réversible et agir indifféremment en marche avant ou en marche arrière.

Il doit cesser son action instantanément sans rester bloqué, dès que l'effort de freinage cesse.

Il doit être d'une surface suffisante pour que la chaleur développée ne soit pas excessive et se dissipe facilement.

L'accès et le réglage doivent être très faciles, car les freins fonctionnant à sec, usent assez rapidement leur surface de frottement et il faut pouvoir rattraper cette usure et changer facilement les garnitures quand le réglage n'est plus possible.

Les freins doivent agir pareillement sur les roues surtout sur celles de même essieu; à cet effet, ils doivent être à l'abri des projections d'huile.

Comme on le voit, un frein doit être très soigné; c'est un organe de sécurité qui ne doit pas souffrir la médiocrité. Un conducteur avisé soignera ses freins et ne s'en servira qu'à bon escient.

EFFORT DE FREINAGE. — C'est encore la théorie de l'adhérence qui sert dans le freinage, et le maximum de freinage est égal

au maximum de l'effort moteur transmissible. Si P est le poids sur une roue, f le coefficient de frottement de glissement, l'effort de freinage sera $F = P f$.

Il ne sera jamais supérieur à cette valeur : en freinant à la fois au pied, à la main et au moteur, on diminue simplement l'effort de chaque mode de freinage; l'un supplée à l'autre en cas de défaillance.

Pour connaître l'effort de freinage sur une roue, il faut connaître le poids qu'elle supporte et pour cela peser séparément l'avant et l'arrière du véhicule.

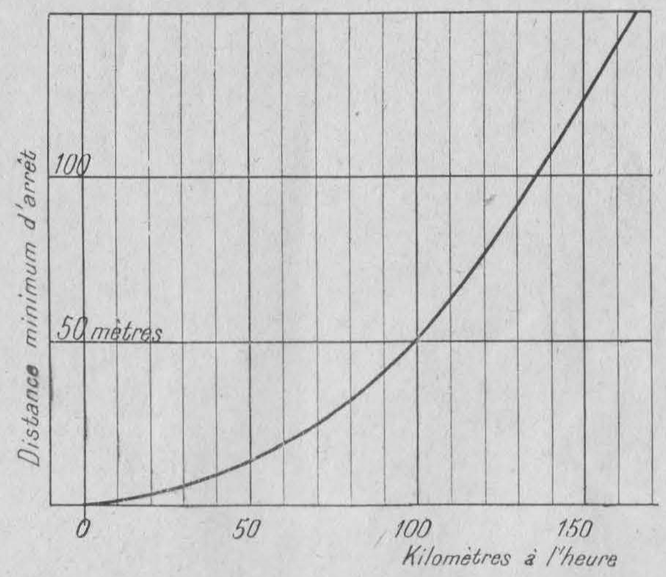


FIG. 169.

Distances minima d'arrêt suivant la vitesse.

Dans une voiture de tourisme, en général, l'essieu arrière supporte 0,6 du poids total et l'essieu avant 0,4 (voyageurs compris). Dans les tracteurs, une partie du poids de la remorque est reporté sur les roues du tracteur.

Théoriquement, l'essieu avant, moins chargé, ne permettrait qu'un effort de freinage moindre que celui de l'essieu arrière,

mais pratiquement, le poids de la voiture se reporte sur l'avant et l'action des freins avant et arrière est sensiblement équivalente.

Pratiquement, on adopte les mêmes freins à l'avant et à l'arrière.

La distance sur laquelle une voiture peut s'arrêter dépend, d'une part, de sa masse lancée à une vitesse déterminée et d'autre part, de l'effort de freinage fonction du poids du véhicule.

Finalement, la distance d'arrêt ne dépend que de la vitesse et peut se résumer dans le tableau (fig. 169) correspondant à une distance d'arrêt minimum sur très bon sol.

§ 2. — Différents types de freins

Deux types sont en usage en automobile : 1° les freins à segments universellement en usage; 2° le frein à lame pour des cas spéciaux.

Freins a segments. — *Description* (fig. 170). — Un frein à segments se compose de deux mâchoires rigides A dont la section est en forme de T, la partie large étant à l'extérieur.

Ces mâchoires sont pourvues à une extrémité de deux bossages se montant sur deux axes B fixes, l'autre extrémité est pourvue de deux galets C entre lesquels peut osciller un doigt double de poussée D.

Les mâchoires sont reliées entre elles par un ressort de traction F appliquant les galets sur le doigt. Elles sont garnies extérieurement de bandes de matière amiantée fixées par des rivets en cuivre ou en aluminium.

Le doigt de poussée est pourvu d'un axe sur lequel se monte un levier de commande.

Les mâchoires sont mobiles autour d'axe B montés sur un plateau fixe dépendant de l'essieu.

Autour des mâchoires est un tambour G fixé aux roues.

Fonctionnement. — En actionnant le levier de commande, le doigt oscille et repousse les mâchoires qui viennent plaquer sur le tambour des roues.

L'effort de frottement qui en résulte tend à arrêter leur mouvement et produit le ralentissement de la voiture.

En cessant l'action sur le levier, les ressorts ramènent les mâchoires dont l'action cesse instantanément.

Le travail de frottement se transforme en chaleur qui est absorbée et dissipée par les roues métalliques et les tambours.

Réglage. — La substance amiantée s'use peu à peu et il faut donner progressivement au levier un plus grand déplacement pour obtenir le freinage; il arrive au moment où la course du levier est trop grande.

Pour la réduire, on ramène le levier à sa position normale et on tourne légèrement le doigt de poussée sur son axe. Ce résultat s'obtient très simplement par une vis sans fin montée sur le levier et agissant sur l'axe.

Les freins doivent avoir la même action sur les roues du même essieu sinon la voiture risquerait de pivoter sur la roue la plus freinée.

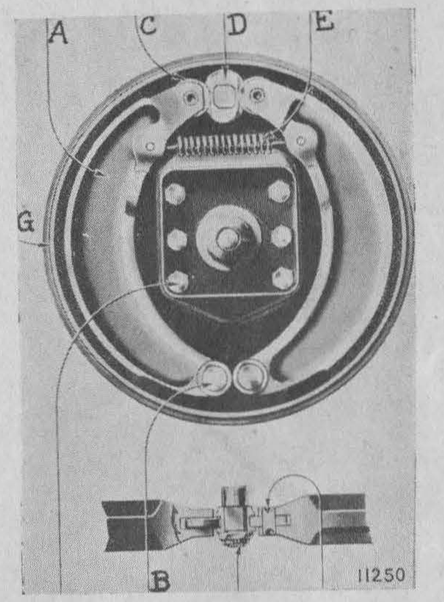


Fig. 170. — Frein.

Application freins Renault (fig. 171). — Le principe est celui indiqué ci-dessus. Le tambour est fixé aux roues par 4 ou 5 boulons spéciaux servant également à la fixation des roues amovibles.

Le plateau portant les axes et les mâchoires est rivé sur une couronne terminant le bout de l'essieu.

L'axe du doigt se termine par la vis sans fin de réglage; parfois l'axe est prolongé et supporté par un bras spécial fixé à l'essieu.

Le plateau sert également de support à une crosse destinée à la fixation du ressort arrière.

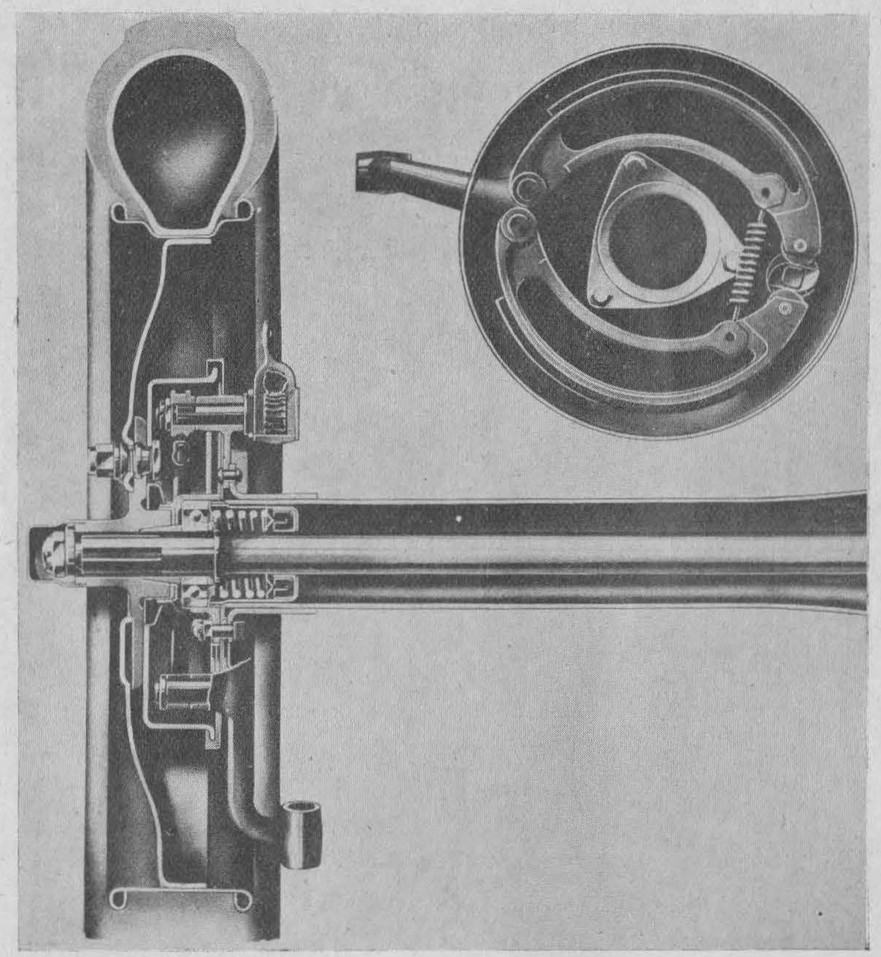


Fig. 171. — Frein arrière (Monasix).

Afin d'arrêter les projections d'huile pouvant venir du différentiel, on remarque autour de l'arbre de commande de la roue, un ressort appuyant sur des rondelles formant presse-étoupe. Ces

rondelles sont en liège ou en cuir et l'ensemble empêche une trop forte arrivée d'huile.

Le peu qui passe sert au graissage du roulement à billes du moyeu et se rend dans un pare-huile, sorte de cône dont l'extré-

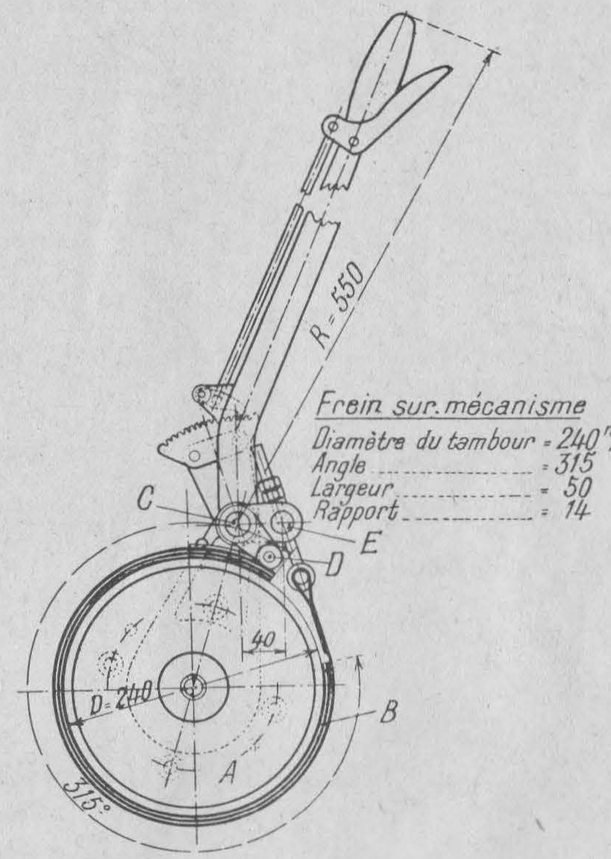


Fig. 172. — Frein à ruban (tracteur).

mité emboîte le moyeu et dont la base est fixée sur les boulons de la roue amovible.

Pour évacuer l'excès d'huile, six petits trous sont prévus; ils débouchent à l'extérieur et il faut vérifier de temps à autre qu'ils ne sont pas obstrués.

Les freins avant sont identiques sauf que le plateau ne porte pas de crosse de ressort et que le cône pare-huile est monté sur le plateau au lieu de l'être sur la roue.

La commande de frein est également spéciale.

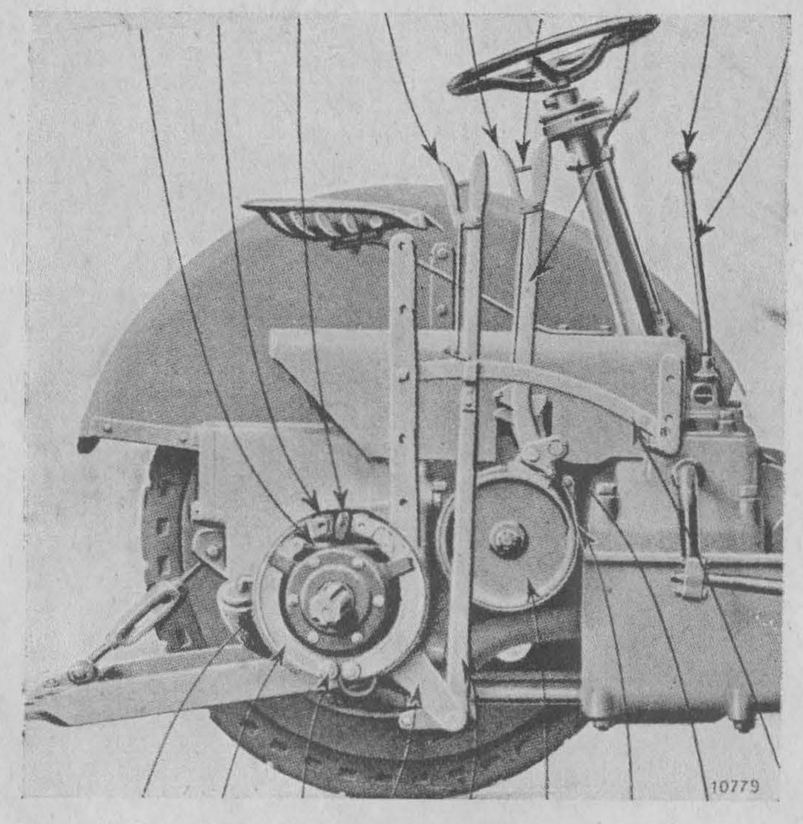


Fig. 173. — Frein de tracteur.

Frein a lame (fig. 172). — Ce type de frein, très en usage aux débuts de l'automobile, ne subsiste plus que dans des cas particuliers, par exemple dans le tracteur agricole 10 CV.

Ce frein est monté sur le mécanisme et non plus sur les roues.

Cette disposition est nécessaire, car le tracteur allant très lentement, l'effort qu'il faudrait produire serait considérable.

En plaçant le frein sur le mécanisme, avant la démultiplication du pont arrière, on gagne le bénéfice de cette démultiplication. L'action se produit sur un tambour tournant vite et ne nécessitant qu'un effort réduit en proportion.

Ce type de frein se manœuvre à la main et peut rester bloqué, le levier étant muni d'un crochet venant buter dans les dents d'un secteur.

Un frein à ruban se compose d'un tambour A fixé au mécanisme et d'une lame d'acier flexible B l'entourant. La friction s'opère entre les deux par l'intermédiaire de cuir ou d'amiante.

Le levier tourne autour d'un axe fixe C autour duquel peut osciller deux leviers D et E. Les extrémités D et E sont articulées et reliées à chaque bout de la lame flexible.

En déplaçant le levier de manœuvre, le point E tire sur la lame obligeant le point D à s'appliquer sur le tambour.

Le serrage est excessivement énergique et le plus gros effort est supporté par le point E tandis que le point D n'en supporte qu'un très réduit.

Lorsque le tracteur est muni de bandages de caoutchouc et est destiné à aller sur les routes, les roues arrière sont munies d'un frein à segment, conformément aux prescriptions du Code de la route; ces freins se manœuvrent par des leviers à main.

§ 3. — Servo-frein

Principe du servo-frein. — Un servo-frein est un dispositif destiné à renforcer l'effort exercé sur la pédale de frein. Il n'augmente pas l'effort de freinage théoriquement possible, mais il soulage simplement l'action du pied, et son emploi convient surtout aux voitures lourdes et rapides.

Le principe de l'appareil employé sur les voitures Renault est d'emprunter pour son action, une partie de la puissance du mécanisme.

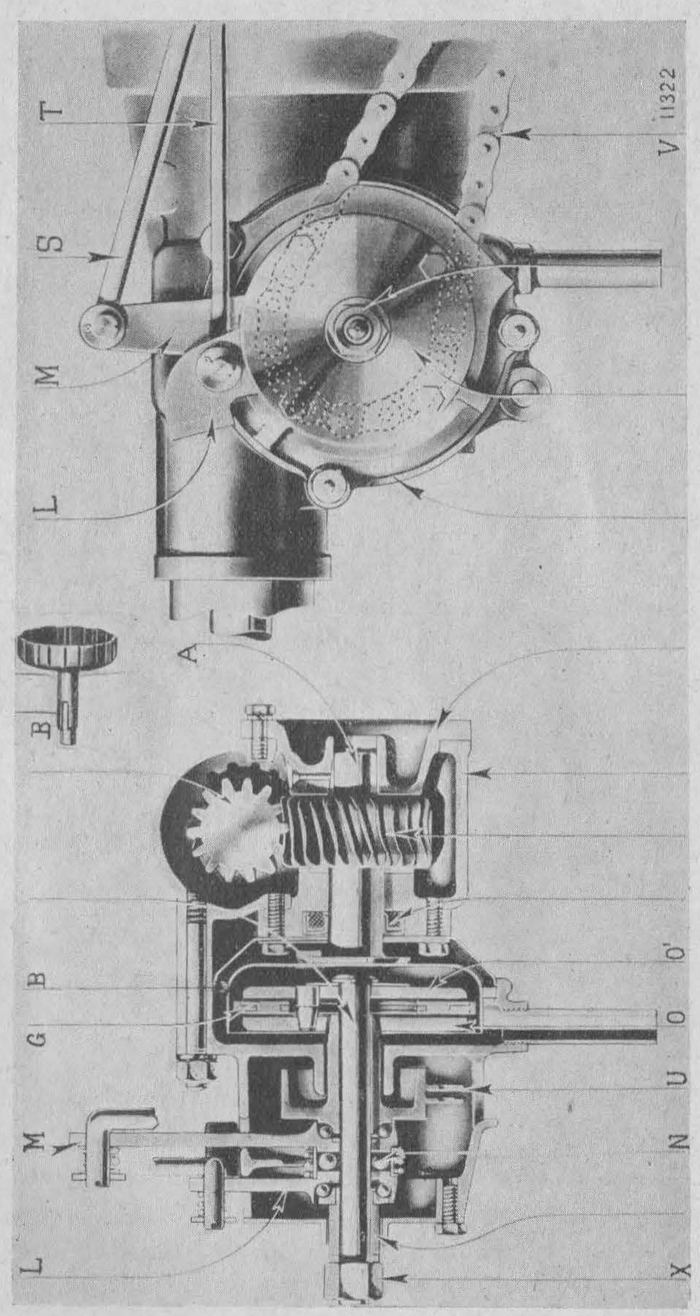


Fig. 174. — Servo-frein Monastella.

La prise de mouvement s'effectue sur l'arbre moteur secondaire du changement de vitesse au moyen d'un pignon et d'une vis hélicoïdale.

Description (fig. 174). — Le servo-frein de la Monastella se

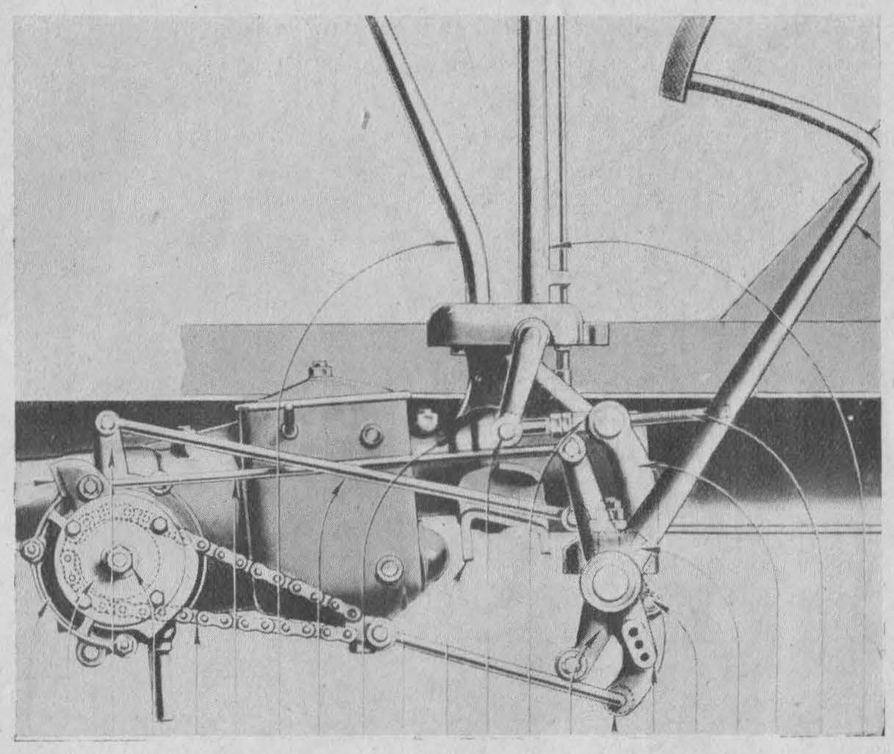


Fig. 175. — Servo-frein et commande.

compose essentiellement de l'arbre A portant la roue hélicoïdale recevant le mouvement du changement de vitesse, d'un disque G muni de dents à l'extérieur s'engageant dans des encoches correspondantes du tambour B; ces encoches servent à l'entraînement du disque.

Celui-ci peut être pincé entre deux plateaux O et O′ fixés sur

des arbres concentriques, ces plateaux sont reliés entre eux par un ergot d'entraînement fixé sur O.

L'arbre tubulaire du plateau O se termine par un tambour U muni d'une chape.

Sur ce tambour s'enroule, entraînée par la chape, une chaîne qui actionnera la timonerie de commande de freins.

Deux leviers L et M peuvent tourner concentriquement à l'arbre central et reposent par des roulements à billes, l'un L sur l'axe central, l'autre M sur l'axe tubulaire. Le levier L est pourvu d'une petite plaquette en retour qui pourra pousser le levier M.

Les faces intérieures du moyeu de ces leviers sont pourvues chacune de trois rampes se faisant face et entre lesquelles sont emprisonnées trois billes N.

FONCTIONNEMENT. — Le disque G est toujours entraîné par le mouvement du changement de vitesse. En tirant sur le levier L, les rampes se repoussent par l'intermédiaire des billes N, l'axe central du plateau O′ est déplacé vers la gauche et l'axe tubulaire du plateau O vers la droite.

Le disque G étant pincé entre les plateaux, les entraîne d'autant plus que l'action sur le levier L est plus grande et le tambour G U entraînera la chaîne qui actionnera les freins.

Le mouvement est réversible, c'est-à-dire qu'en marche avant ou en marche arrière, l'extrémité de la chaîne sera toujours déplacée dans le même sens.

Remarque. — Lorsque le levier L se déplace, il vient entraîner par sa plaquette le levier M. Celui-ci est prévu pour pouvoir actionner directement les freins par la tige S, en sorte que, si le servo-frein se dérègle, l'action de la pédale de frein se fera quand même.

Réglage. — Pour régler le servo-frein, il suffit de tourner l'écrou X en bout de l'arbre central; en vissant, on rapproche les plateaux, en dévissant, on les écarte.

Il faut laisser suffisamment de jeu entre eux pour que la pédale de frein n'arrive pas à moins de 10 mm. du plancher.

§ 4. — Commande des freins

DESCRIPTION. — L'ensemble du dispositif de freinage comprend (fig. 176 et 177) :

1° L'action du servo-frein mis en mouvement par la pédale et freinant les 4 roues;

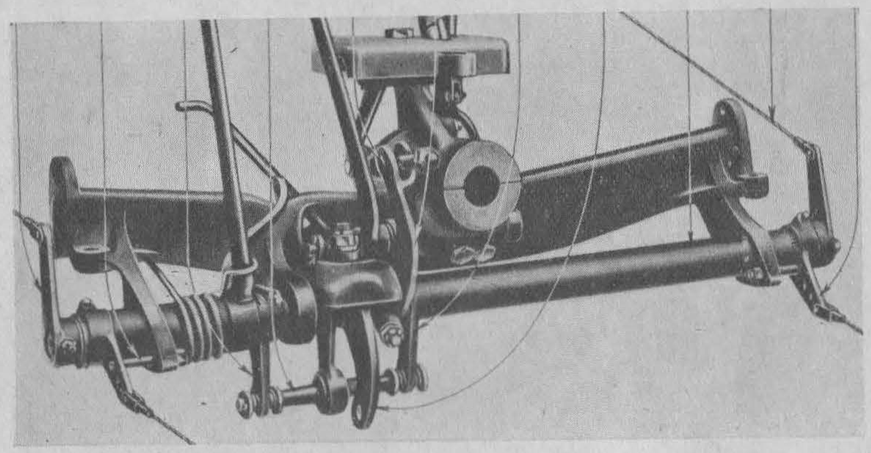


FIG. 176. — Ensemble des commandes centrales de frein.

2° L'action de la pédale seule qui agit sur les 4 roues en se superposant à celle du servo-frein;

3° L'action du levier à main freinant les roues arrière seules.

Ces trois manières de freiner sont chacune suffisantes pour assurer la conduite de la voiture.

L'ensemble des commandes est fixé sur la traverse supportant le changement de vitesse. Il se compose essentiellement :

D'un axe A central traversant le châssis et portant à ses extrémités deux leviers verticaux 1-1 destinés à actionner les freins arrière.

D'un axe tubulaire en deux pièces B et B′ tournant sur le

premier librement. Cet axe porte deux leviers 2-2 actionnant les freins avant. Les portions d'axe B et B′ sont reliées entre elles

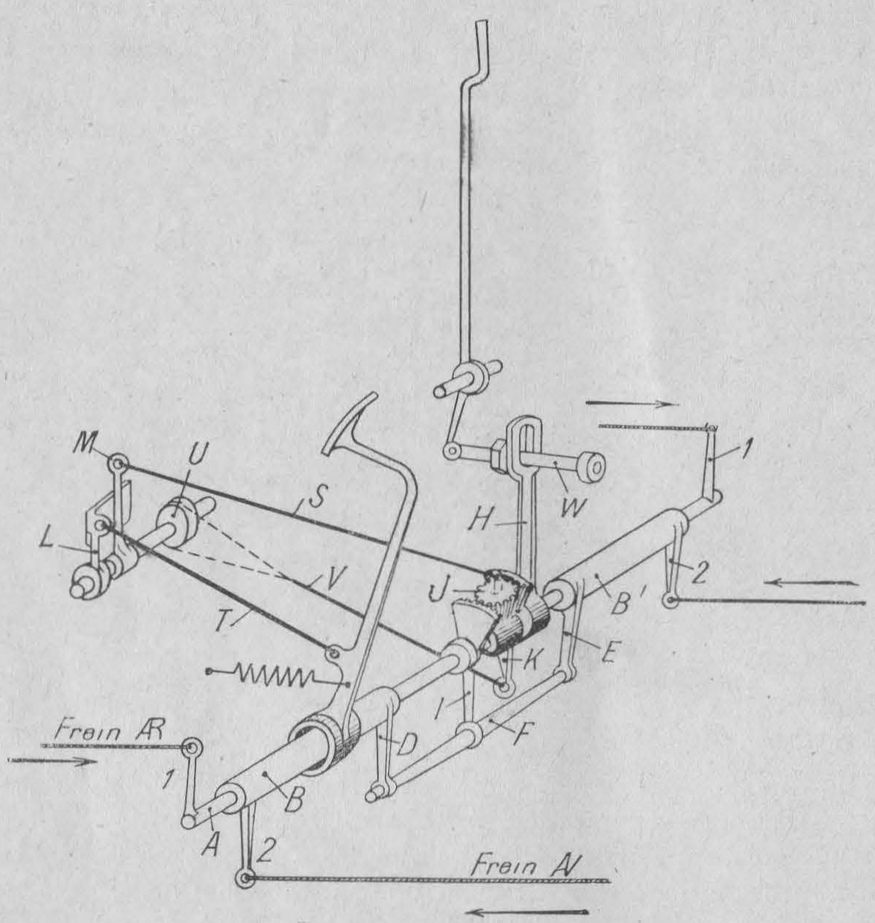


Fig. 177. — Ensemble d'une commande de frein.

par des leviers D et E et par un palonnier F oscillant dans un levier 1 placé entre B et B′.

Ce levier 1 est monté sur l'axe central A à frottement doux pour tourner librement; il se prolonge au-dessus de l'axe par un secteur denté.

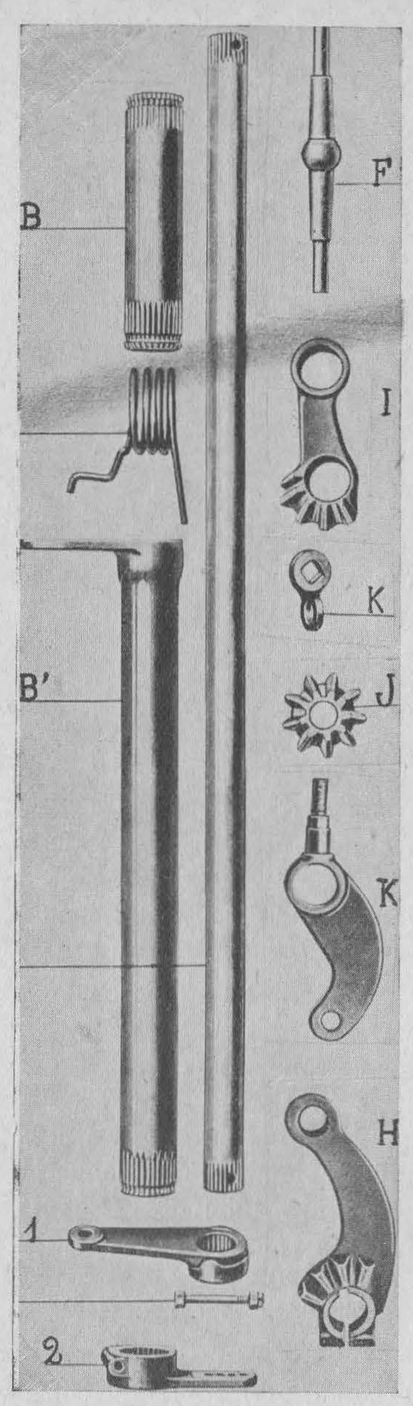


Fig. 178. — Ensemble des pièces du frein.

Entre les axes tubulaires, est également monté à frottement doux un levier K à deux branches; la branche inférieure est reliée à la chaîne U du servo-frein et la branche supérieure avec le levier M par une tige S.

Sur la branche supérieure, est également montée une roue conique dentée J s'engageant dans le secteur prolongeant le levier 1 et dans un secteur placé sur le levier H.

Le levier H, à la différence des autres, est solidaire de l'axe A. Son extrémité se termine par une fourchette dans laquelle se déplace une tige W actionnée par le levier à main.

Celui-ci ne peut agir qu'en poussant la fourchette qui peut se déplacer en avant indépendamment de lui.

La pédale de frein est montée folle sur l'axe tubulaire B et un ressort tend à la relever. La pédale est reliée au levier L du servo-frein par une tige T.

FONCTIONNEMENT. — 1° *Commande à main.* — En tirant sur le levier à main, on pousse le levier H qui, étant fixé sur l'axe A, actionne les freins arrière.

Un dispositif à cliquet permet de fixer le levier en place à la position de serrage.

Le réglage se fait par un écrou et un contre-écrou venant buter sur le levier H.

2° *Commande au pied.* — Supposons que le servo-frein ne fonctionne pas; en appuyant sur la pédale, le levier L vient en avant et son doigt entraîne le levier M qui pousse le haut du levier J par la tige S. Celui-ci, par les dents de son pignon, entraîne les secteurs dentés et les leviers I et H qui en font partie.

Le levier 1, par le palonnier F, actionne les bras D et E, qui, transmettant par les arbres tubulaires B et B′ le mouvement aux bras 2-2, actionnent les freins avant.

Le levier H coulisse le long de la tige W et laisse le levier à main au repos, mais, étant claveté sur l'axe A, il entraîne les leviers 1-1 et par suite actionne les freins arrière.

Commande du servo-frein. — La pédale agissant sur le bras L repousse M vers la droite et provoque le pincement du disque

du servo-frein qui entraîne la poulie U, la chaîne V et le bras de levier K; celui-ci agit comme précédemment sur les 4 roues.

En continuant, en cas de déréglage, l'action de la pédale, le doigt de L vient entraîner M qui, poussant le haut du levier K,

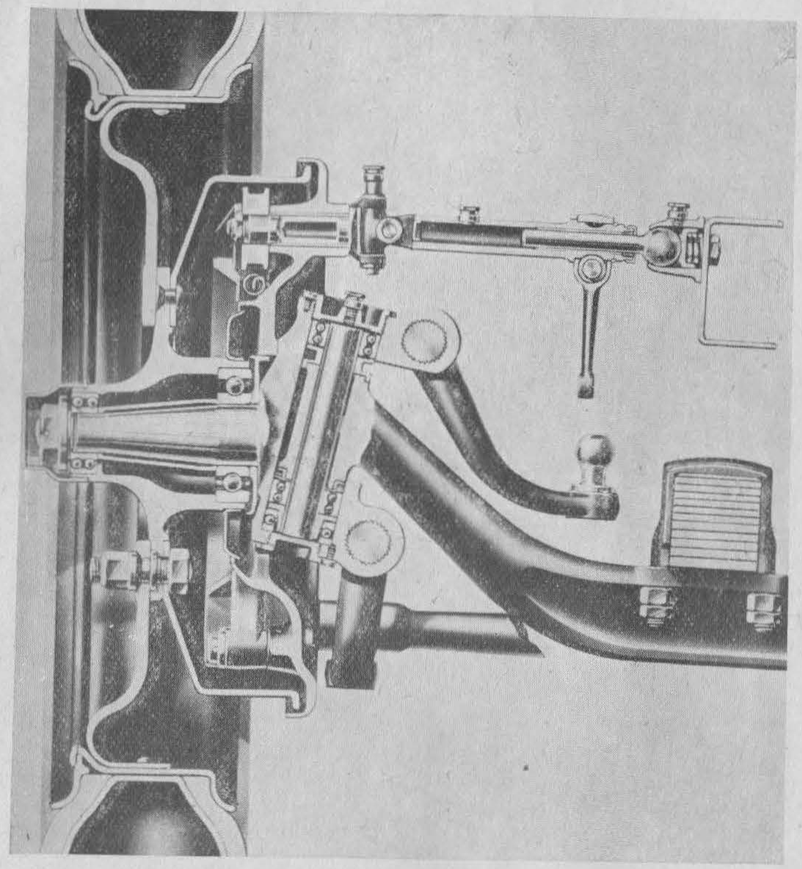


FIG. 179. — Frein avant.

superpose son effort à celui du servo-frein tirant le bas du levier K.

Les actions de la pédale et du servo-frein sont donc bien indépendantes et se superposent.

COMMANDE DES MACHOIRES DE FREINS. — Des câbles relient les leviers 1-1 et 2-2 aux leviers montés sur les axes de chaque doigt de commande de mâchoires.

1° *Frein arrière.* — Le réglage par vis sans fin a déjà été indiqué, c'est celui des voitures de tourisme; pour les camions, on visse la tige de commande dans un axe placé dans la chape du levier.

La commande des freins n'est pas directe entre l'axe central

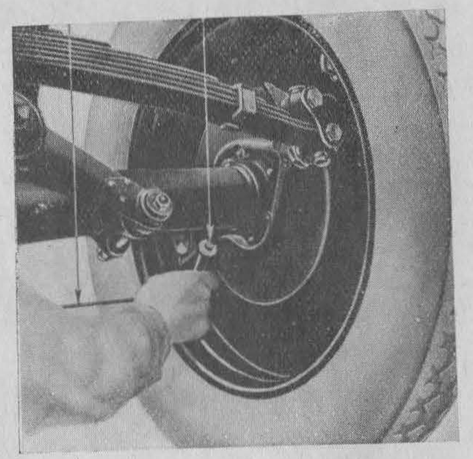


FIG. 180. — Réglage du frein arrière.

et les freins, on se sert d'un intermédiaire, soit levier, soit poulie.

2° *Frein avant* (fig. 179). — La commande du frein avant est spéciale et doit permettre le pivotement des roues. Un seul point du doigt est fixe, c'est l'intersection de la ligne passant par le centre de l'axe avec celle du centre du pivot.

En ce point, on place une cardan dont un bras est monté sur l'axe du doigt et dont l'autre est relié au châssis.

Les roues et le châssis, étant deux organes dont la distance est essentiellement variable, la tige de commande les reliant est à coulisse, l'extrémité montée sur le châssis étant à rotule.

Le levier de commande se monte sur la partie femelle et se règle comme le levier arrière par une vis sans fin.

ENTRETIEN DES FREINS. — Les freins doivent être très surveillés, leur garniture s'use. Tant que les doigts des mâchoires ont suffisamment de course pour donner un serrage efficace, il suffira de les régler pour que l'action de la pédale soit immédiate.

Pour changer les garnitures, il faut enlever les roues et les

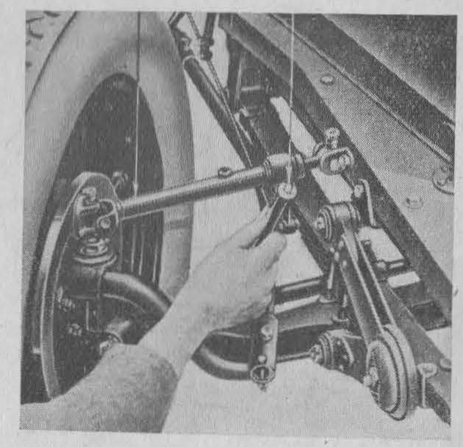


FIG. 181. — Réglage du frein avant.

moyeux avec les tambours; au remontage, il faudra à nouveau régler les freins.

Il faut éviter les projections d'huile sur les tambours et s'assurer que les trous d'évacuation ne sont pas bouchés.

CHAPITRE XIX

ROUES ET BANDAGES

§ 1er. *Roues.* — Qualité. Roue disque. Moyeu. Roue fil. Roues jumelées. Roue en acier. Roue de tracteur.

§ 2. *Bandages.* — Enveloppe. Chambre à air. Choix d'un pneumatique. Entretien.

§ 1er. — Roues

Les roues supportent le poids de la voiture transmis par les essieux et prennent contact avec le sol au moyen de bandages en caoutchouc.

Qualités. — Une roue doit être légère pour augmenter le moins possible l'inertie des essieux, être indéformable et cependant élastique pour amortir les chocs.

Elle doit pouvoir se poser et se fixer facilement sur le moyeu; enfin elle doit permettre le montage facile des bandages.

Dans les voitures de tourisme Renault, les roues sont le plus généralement à disque, mais il existe également des roues en fil d'acier; les roues bois ont été abandonnées.

Dans les poids lourds, les plus légers sont équipés avec des roues disques et les plus lourds avec des roues en acier coulé.

Dans les tracteurs agricoles, les roues sont en fer.

Roues disque (fig. 182). — Ce type de roue est constitué par un disque en tôle emboutie de quelques millimètres d'épaisseur. La surface en est légèrement bombée pour lui donner plus de rigidité.

Le centre du disque est ajouré pour le passage du moyeu; sur celui-ci, sont fixés un certain nombre de boulons pour la fixation de la roue.

La périphérie du disque est rabattue et reçoit une jante pour le montage du bandage.

Cette jante présente la forme d'un cercle muni de rebords plus ou moins retournés suivant la nature du bandage. Dans certains modèles, le creux de la jante est très accentué sur une portion de celle-ci pour faciliter le montage de l'enveloppe. Pour les bandages de fortes dimensions, un des bords de la jante est souvent démontable.

La roue disque est facile à fabriquer en grande série et très économique; elle équipe la presque totalité des voitures.

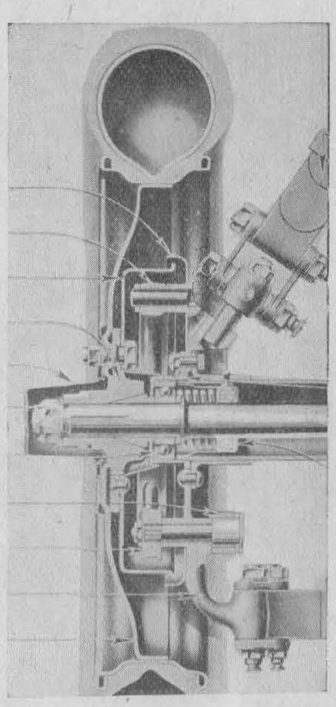


Fig. 182. — Roue disque.

Moyeu. — Le moyeu est constitué par un plateau d'acier portant en son centre un bossage.

Dans les roues avant, le moyeu est monté sur la fusée de l'essieu au moyen de deux roulements à billes maintenus à leur écartement par un tube conique.

Une rondelle et un écrou vissé sur la fusée bloquent les roulements à leur position; aucun jeu ne doit exister entre les roues et la fusée, mais la roue doit tourner librement.

Dans les roues arrière, qui sont motrices, le moyeu est fixé sur l'arbre de commande au moyen de rainures; un écrou vissé sur l'arbre assure le blocage.

L'arbre de commande est supporté dans l'essieu arrière par un roulement à billes fixé par une rondelle vissée.

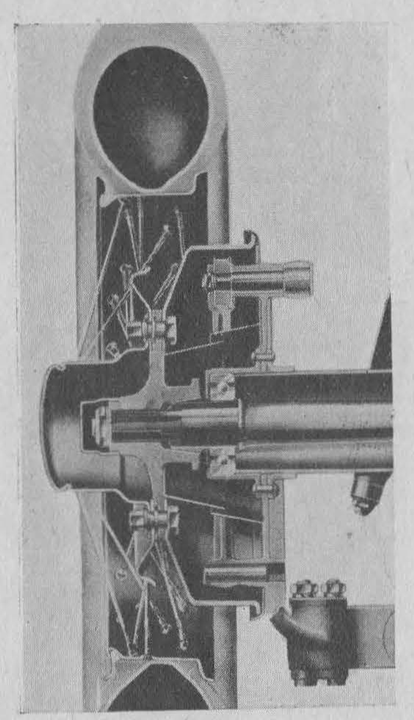


Fig. 183. — Roue fil.

Roues fil. — Dans ce type de roue, le disque est remplacé par des rayons en fil d'acier disposés sur plusieurs rangs pour obtenir une meilleure résistance latérale.

Les rayons sont montés sur un faux moyeu central servant à la fixation de la roue sur le moyeu.

Dans les roues fil ce sont les rayons supérieurs, qui, travaillant à la traction, supportent le poids de la voiture.

Ce type de roue est très rigide tout en étant élastique. Son prix de revient est plus élevé que celui de la roue disque, car le montage et le centrage des rayons doit se faire à la main.

Roues jumelées (fig. 184). — Lorsque la charge sur une roue est très grande on est amené à augmenter le diamètre des bandages ou mieux à doubler le bandage au moyen d'une deuxième roue placée côte à côte avec la première.

Ces roues sont dites jumelées; la disposition à disque convient très bien à leur montage; il suffit de bomber les disques un peu plus et de mettre les parties bombées l'une contre l'autre.

Roues en acier coulé (fig. 185). — Dans les véhicules indus-

triels, où la charge sur les essieux atteint plusieurs tonnes, les bandages sont pleins et se fixent sur des roues en acier coulé.

Ces roues sont constituées par un moyeu et une jante reliés par des bras, le tout étant venu de fonderie d'un seul bloc.

Cette disposition est nécessaire pour éviter la dislocation de

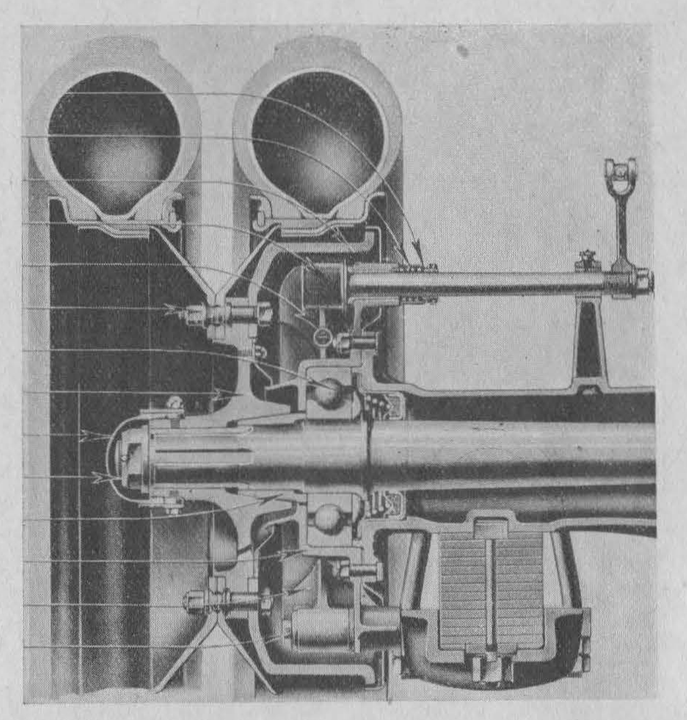


Fig. 184. — Roues jumelées.

la roue; par contre elle n'est plus amovible comme les précédentes.

Le moyeu repose par des roulements à billes sur l'essieu alors que dans les voitures de tourisme, la roue repose sur l'arbre de transmission.

Ici, cet arbre est indépendant et actionne un petit engrenage

en prise avec trois autres qui, eux-mêmes, entraînent une couronne fixée à la roue.

Roues de tracteur agricole (fig. 186). — Ces roues sont très spéciales; le tracteur étant prévu pour travailler dans les

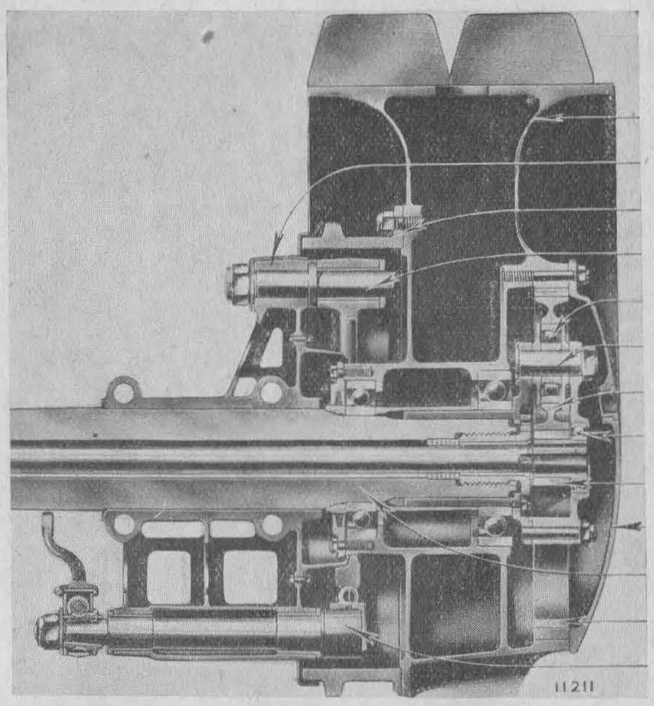


Fig. 185. — Roues en acier coulé.

champs, on augmente l'adhérence en munissant le pourtour de la jante de palettes s'enfonçant dans le sol.

Les roues avant n'étant pas motrices, mais directrices, leur stabilité est augmentée par une saillie circulaire.

Les rais sont en tôle rivée sur le moyeu et sur la jante.

Pour éviter la détérioration des routes, on monte sur les roues à palettes des cercles d'acier supplémentaires.

§ 2. — Bandages

Les bandages servent d'intermédiaires entre les roues et le sol;

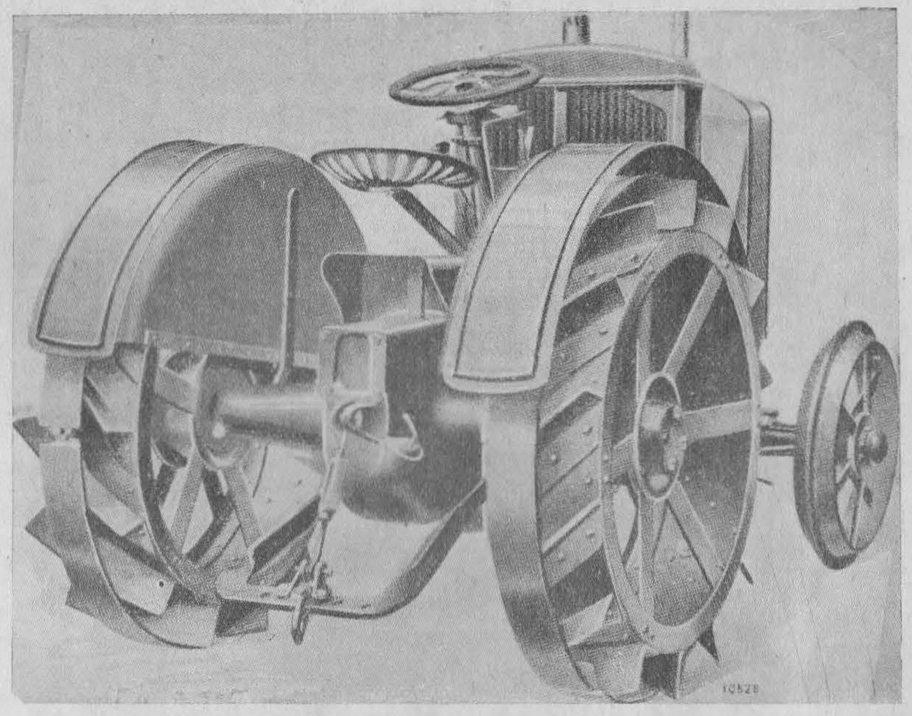


Fig. 186. — Roues de tracteur.

d'après le Code de la route, les bandages sont obligatoirement en caoutchouc. Ils sont pneumatiques ou pleins suivant leur destination.

Un pneumatique se compose de deux parties, l'enveloppe et la chambre à air.

ENVELOPPE. — L'enveloppe est une couronne circulaire ouverte à l'intérieur et affectant la forme d'un fer à cheval.

Elle se compose à l'intérieur d'une bande de toile tissée en biais pour l'élasticité et recouverte alternativement de bandes de caoutchouc et de toile sur une certaine épaisseur.

Les bords de l'enveloppe sont repliés pour former un bourrelet qui viendra se poser dans les bords de la jante.

Le pneu est dit à talons quand le bourrelet est très accentué et composé de toiles, il est dit à tringles quand le bourrelet est pourvu d'un anneau en fil d'acier.

Dans le premier cas, les rebords forment crochet, dans le second, ils sont presque droits.

Sur les bandes de toile est placée une chape en caoutchouc pourvue elle-même d'une surépaisseur formant talon. La surface du talon est pourvue de creux affectant, par leur répétition, la forme d'un dessin.

Ces creux sont destinés à empêcher ou tout au moins à atténuer les dérapages.

CHAMBRE A AIR. — La chambre à air forme la partie agissante du pneumatique en maintenant l'enveloppe et en permettant sa déformation momentanée.

Elle se compose d'un anneau creux en caoutchouc et est munie d'une valve permettant de la gonfler et susceptible de maintenir la pression.

CHOIX D'UN PNEUMATIQUE. — Dans un pneu, il y a deux dimensions principales, son diamètre extérieur et sa grosseur.

Le diamètre extérieur est choisi par le constructeur et est appareillé avec les organes de démultiplication de la voiture; on ne doit pas le changer.

La grosseur du bandage est également choisie par le constructeur suivant les prévisions probables de charge, dont le propriétaire est seul maître.

Suivant le service de la voiture, il y a intérêt à prendre la

grosseur au-dessus de la dimension normale, à condition toutefois que le pneu convienne à la jante.

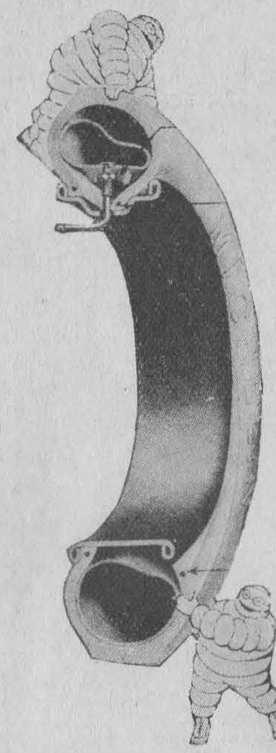


FIG. 187.

La plaquette de la chambre étant repoussée, si on enfonce un des bourrelets dans le creux de la jante (à la valve et là seulement)... à l'opposé (là où la jante est plate), on peut, sans effort, faire entrer ou sortir ce même bourrelet.

Voilà tout le secret du montage et du démontage du "Confort-Bibendum"

FIG. 188.

L'écrou de la valve maintient la plaquette dans le creux de la jante.

Les bourrelets INEXTENSIBLES ne pouvant plus descendre, le pneu est INDÉJANTABLE.

La maison Michelin donne le tableau suivant concernant le « Confort Bibendum » :

CONFORT BIBENDUM

Dimensions	Charge par essieu	Pression	Dimensions	Charge par essieu	Pression
9×48	300 kg 350 kg 400 kg	1 kg 500 1 kg 750 2 kg	14×45 14×50	800 kg 900 kg 1.000 kg	1 kg 750 2 kg 2 kg 250
10×48	400 kg 450 kg 500 kg	1 kg 500 1 kg 750 2 kg	15×45 15×50	800 kg 1.000 kg 1.200 kg	1 kg 750 2 kg 250 2 kg 750
11×45	350 kg 450 kg 550 kg	1 kg 500 1 kg 750 2 kg	16×50	1.100 kg 1.300 kg 1.500 kg	2 kg 250 2 kg 750 3 kg 250
12×45	500 kg 600 kg 700 kg	1 kg 750 2 kg 2 kg 250	17×50	1.400 kg 1.600 kg 1.800 kg	2 kg 500 3 kg 3 kg 500
13×45	650 kg 750 kg 800 kg	1 kg 750 2 kg 2 kg 250			

Par exemple, prenons une voiture 1.200 kilos chargée et supposons qu'en pesant séparément chaque essieu, on trouve 720 kilos pour l'essieu arrière et 480 kilos pour l'essieu avant; pour avoir des roues interchangeables, il faut prendre le même bandage pour les deux essieux, soit 13 × 45 correspondant à la charge la plus forte.

Les pneus avant ne supportant que 480 kilos seront gonflés à 1.750 kilos et les pneus arrière à 2.250 kilos.

Si la voiture doit souvent circuler avec une charge plus élevée, il ne faut pas hésiter à prendre des 14 × 45.

Les nombres 13 × 45, 14 × 45 qui désignent les bandages signifient que la largeur est de 13 ou 14 centimètres et se montent

sur une jante ayant 45 centimètres de diamètre; dans l'exemple ci-dessus, il faut prendre du 14 × 45 et non du 14 × 50 correspondant à une jante plus grande.

ENTRETIEN DES PNEUS. — La notice Michelin « *Ne gaspillez pas vos pneus* » est très explicite, son résumé est le suivant :

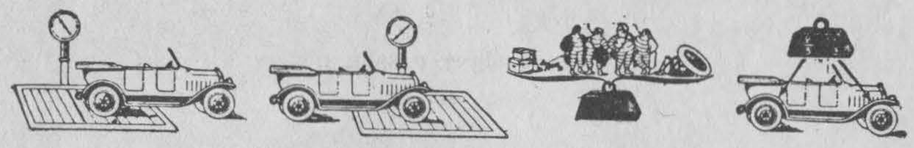


FIG. 189. — Pesez votre voiture!

PESEZ VOTRE AUTO AVEC SA CHARGE MAXIMUM

Pesez l'avant puis l'arrière pour connaître le gonflage.

PAS DE PNEUS TROP PETITS

Des pneus trop petits roulent surchargés; 50 ou 100 kilos de surcharge = 500 ou 1.000 francs perdus par an.

LE 1er ET LE 15 DU MOIS, UN COUP DE GONFLAGE

A chaque coup de gonflage 50, 100 francs économisés.

SURCHARGÉS OU MAL GONFLÉS VOS PNEUS N'IRONT PAS LOIN.

Les flancs touchent le sol, risquant d'être entaillés par un silex ou percés par un clou.

NE MASSACREZ PAS VOS PNEUS EN ROULANT A PLAT

Quand un pneu roule à plat, les toiles se disloquent.

MONTEZ DES PARE-CLOUS

Vous éviterez 80 % des crevaisons.

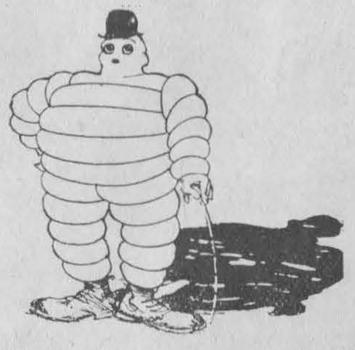


FIG. 190. — Vérifier les roues qui marchent à la Charlot.

Pas de réparation a la va-vite

Ayez toujours une chambre à air soigneusement pliée dans un sac.

Entretenez toujours vos jantes en bon état

Grattez la rouille, essuyez-les, passez-les au vernis à l'alcool, talquez. Faites redressez les jantes déformées.

Bouchez les trous qui laissent passer l'eau

Mais enlevez avant les silex et les graviers.

Vérifier les roues qui marchent a la Charlot

Les roues ont pris du jeu, des pièces de direction sont faussées.

Pas d'emplatre de fortune

Les emplâtres doivent avoir des bords biseautés et non coupants.

Soyez bons pour la valve

Pas de pinces, pas de coups.

Un dernier conseil

Que vos freins soient également réglés sur chaque roue... car la roue dont le freinage est brusque use 2 à 3 fois plus de pneus.

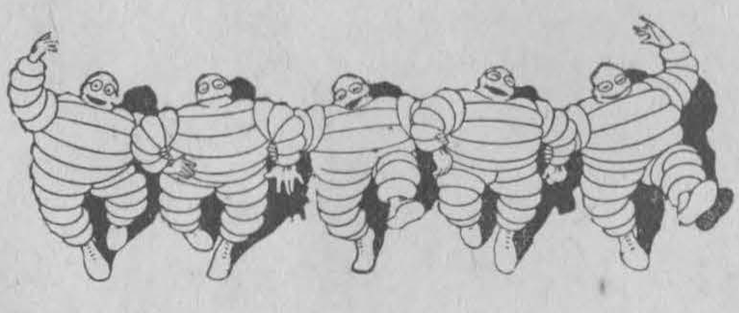


Fig. 191. — Un dernier conseil!

CHAPITRE XX

CHASSIS ET SUSPENSION

§ 1er. *Châssis.* — Qualités. Description. Garnitures.

§ 2. *Suspension.* — Description. Ressorts. Entretien.

§ 3. *Amortisseur.* — Rôle et qualités. Amortisseur à friction. Amortisseur à huile.

§ 1er. — Châssis

Le châssis est le bâti sur lequel s'attache le mécanisme et la carrosserie.

QUALITÉS. — Un châssis doit être léger, mais rigide et élastique de façon à ne subir aucune déformation permanente.

Un châssis subissant toujours des déformations momentanées, les différents éléments du mécanisme sont reliés entre eux par des joints élastiques permettant un léger déplacement relatif des organes.

Dans les voitures Renault, le moteur et l'embrayage forment un bloc et le changement de vitesse oscille par une rotule sur une traverse en acier coulé servant également de support à toutes les commandes.

DESCRIPTION (fig. 192). — Un châssis se compose de deux poutres longitudinales formant les longerons. Leur section est en ⊏.

Leur hauteur varie d'une extrémité à l'autre en diminuant vers l'avant et vers l'arrière.

Les longerons vus au-dessus sont droits; vue en élévation, ils sont courbés à l'avant et surélevés à l'arrière pour éviter l'essieu.

Ils sont réunis entre eux par un certain nombre de traverses également en ⊏, et pour obtenir l'indéformabilité de l'ensemble, on les triangule par des goussets ou par des petites traverses obliques.

Entre les deux longerons se placent, vers l'avant, deux traverses spéciales pour supporter le moteur et, vers le milieu, la traverse-support de changement de vitesse et des commandes.

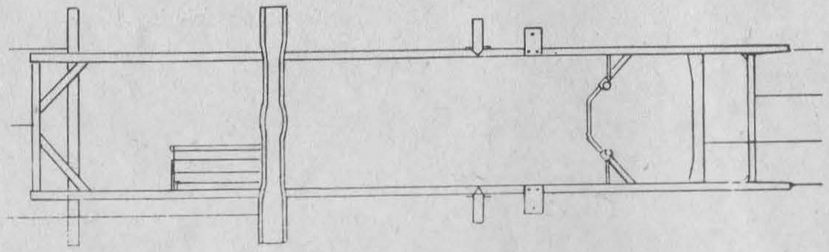


Fig. 192. — Châssis Monasix.

Dans les voitures 15-24-32 CV un caisson est placé entre les longerons. Ce caisson travaille à la torsion et prévient tout déplacement angulaire des longerons l'un par rapport à l'autre.

Garniture du chassis. — Sur le châssis se montent à demeure, par rivetage, un certain nombre de supports servant à l'attache des organes. Ces supports varient avec le type du véhicule.

Pour attacher les ressorts, des mains en acier sont fixées aux longerons ou à une traverse. Pour la carrosserie, des bras débordent le châssis.

Les attaches des marchepieds, des ailes, le tablier, la roue de secours, etc., sont également prévus.

Le châssis peut être complété par des pare-chocs à l'avant et à l'arrière.

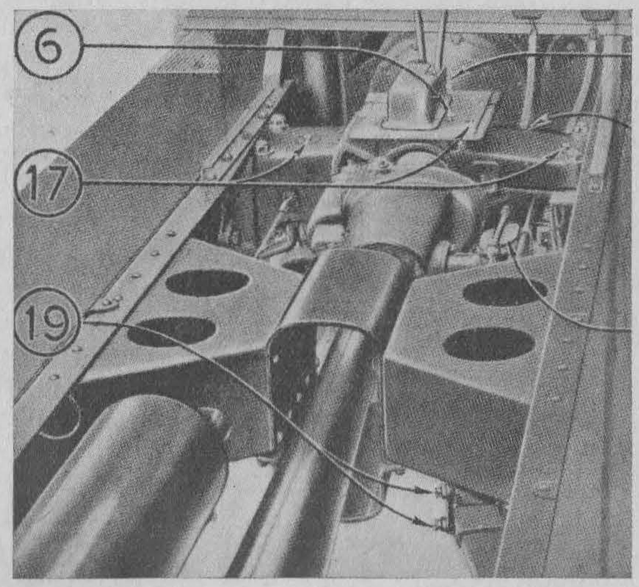


Fig. 193. — Caisson entretoise.

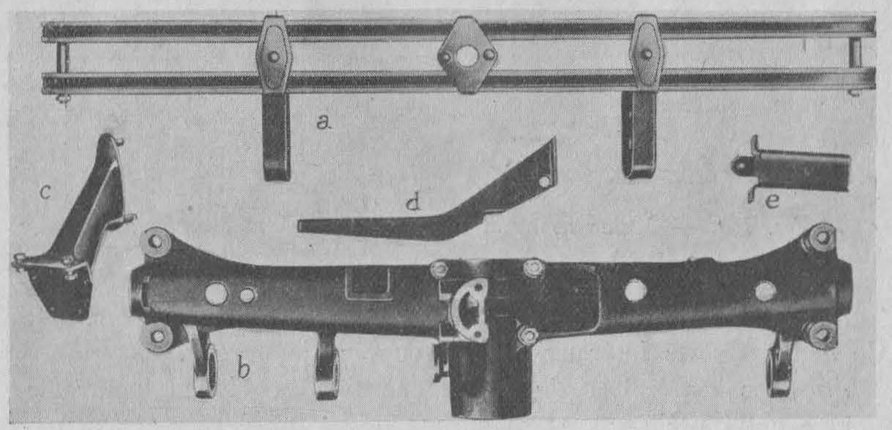


Fig. 194. — *a*, pare-choc; *b*, traverse-support des commandes *c*, support de roue de secours; *d*, de marchepied; *e*, de carrosserie.

§ 2. — Suspension

La suspension relie le châssis aux essieux; elle doit être élastique pour amortir les chocs, mais ses mouvements sont freinés par des amortisseurs une fois le choc absorbé.

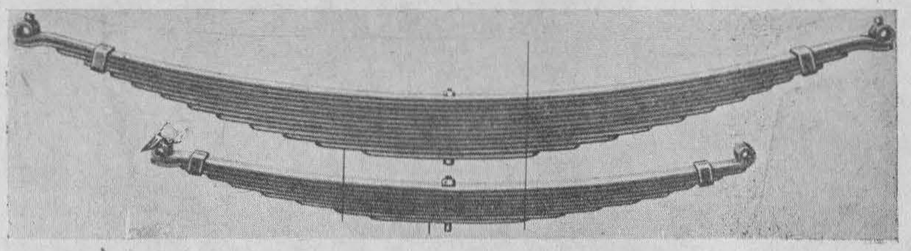


Fig. 195. — Suspension.

Description. — Une suspension se compose de deux systèmes de ressorts, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, composés différemment suivant les types de voiture.

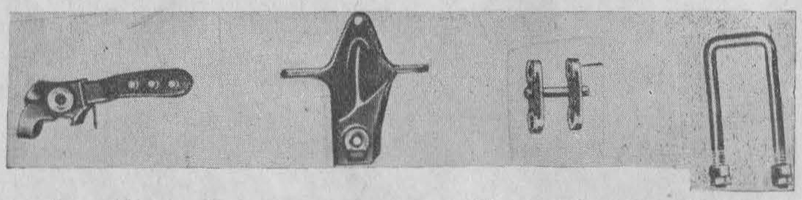


Fig. 196. — Mains avant et intermédiaires. Jumelles, étriers.

Dans les voitures Renault la suspension avant est composée de deux ressorts latéraux placés sous les longerons.

Une des extrémités du ressort se fixe sur la main avant; l'autre extrémité sur une main intermédiaire. Des jumelles permettent aux ressorts de s'allonger en fléchissant soit à l'avant soit à l'arrière, mais de préférence à l'avant.

Les jumelles consistent en deux plaquettes encadrant le ressort à son extrémité.

La suspension arrière varie également avec le type de véhicule : sur les châssis 8, 10 et 15 CV de série, il n'existe qu'un seul ressort transversal fixé en son milieu au centre du châssis et,

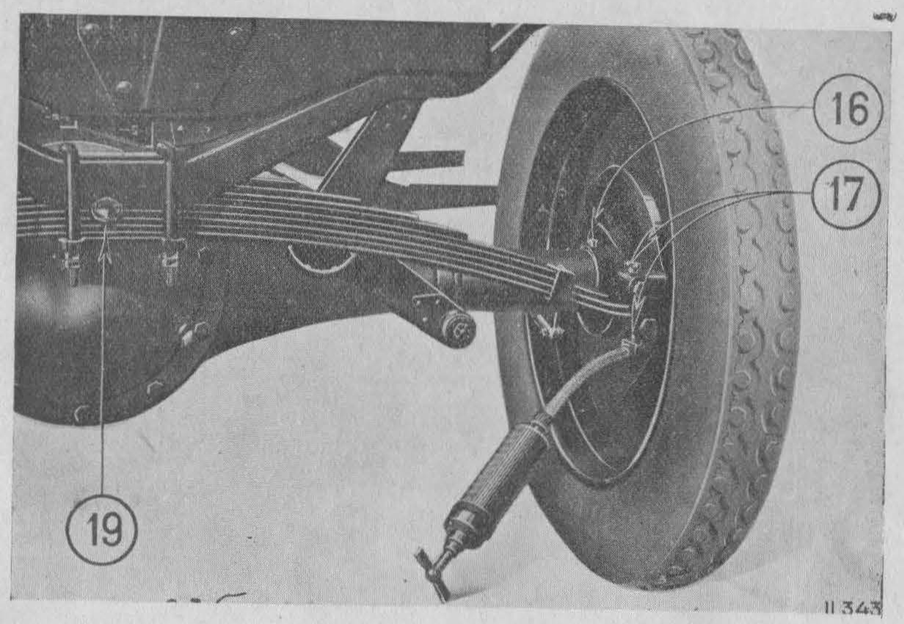


Fig. 197. — Graissage de la suspension.

à ses extrémités, à des mains venues de forge avec la plaque-support de frein.

Sur les autres châssis, outre ce ressort transversal on trouve deux ressorts obliques légèrement inclinés sur l'axe longitudinal de la voiture.

Pour ceux-ci, le milieu du ressort est fixé au châssis par une attache oscillante; les extrémités son fixées, l'une à l'essieu arrière, l'autre à une traverse du châssis (Cantilever).

Dans les camionnettes et camions, la suspension arrière se compose de deux ressorts latéraux parallèles au châssis.

L'avant du ressort est fixe et sert à la poussée du véhicule; l'arrière est articulé sur des jumelles travaillant en compression.

Graissage. — Les points de pivotement de la suspension sont tous pourvus d'un dispositif de graissage par graisse consistante. Ces articulations travaillent constamment et fatiguent beaucoup; il y a lieu de les surveiller attentivement.

RESSORTS. — Les ressorts sont composés d'un paquet de lames d'acier fixées ensemble en un point par un boulon et des étriers.

La maîtresse lame forme un œil à chaque extrémité pour s'attacher sur les mains ou sur les jumelles.

Les autres lames sont de moins en moins longues et reposent les unes sur les autres.

Pour éviter leur déplacement latéral, on se sert de petits anneaux plats fixés à la lame maîtresse.

Les ressorts sont du type ellipique; quand le milieu du ressort se déplace verticalement, tandis que les extrémités restent sensiblement dans le même plan, mais se déplacent dans le sens de la longueur, le ressort travaille à la flexion simple.

Dans un ressort Cantilever, le milieu oscille, une extrémité est fixe et l'autre se déplace verticalement; le ressort travaille par double flexion.

Dans les voitures Renault, les ressorts obliques sont Cantilever.

ENTRETIEN. — Les ressorts travaillent continuellement et, dans leur déplacement, les lames glissent les unes sur les autres; il y a lieu de les graisser. A cet effet, il faut soulever la carrosserie et les lames s'écartent très légèrement.

§ 3. — Amortisseurs

RÔLE ET QUALITÉS. — Lorsque les roues rencontrent un obstacle, elles subissent un choc qu'absorbe les ressorts en fléchissant. Ce même effort réagit sur le châssis et tend à le lancer verticalement; le rôle de l'amortisseur est de freiner cette réaction.

Il existe deux types d'amortisseurs, l'un à friction, l'autre à huile.

AMORTISSEUR A FRICTION (fig. 198). — Il se compose d'un disque A garni sur ses deux faces de rondelles de tissu amianté B.

Sur ces rondelles viennent se serrer deux disques extérieurs C

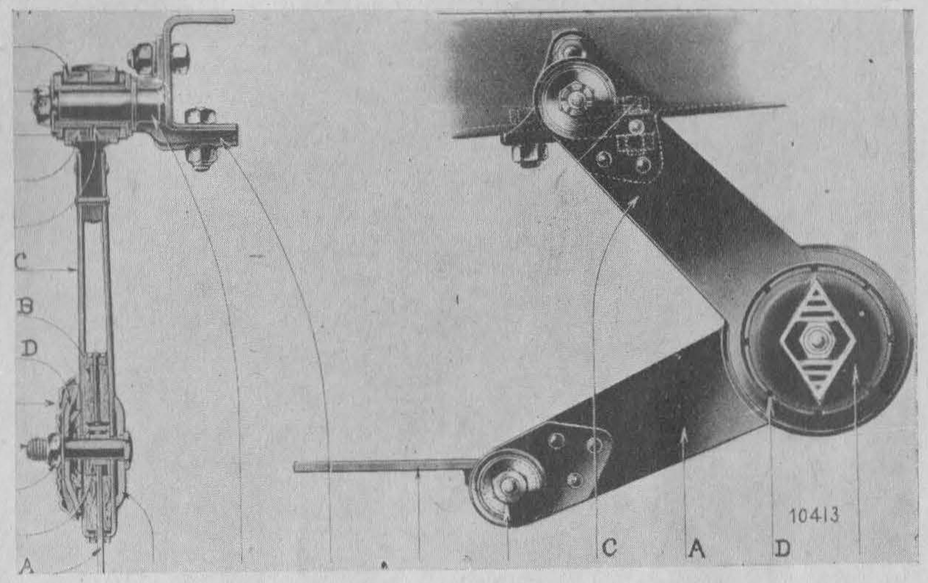


FIG. 198. — Amortisseur à friction.

par le moyen d'un ressort en forme de coupelle dentelée D comprimé par un boulon et des rondelles.

Le disque A est muni d'un bras fixé à l'essieu mais pouvant tourner autour d'un point de fixation.

Les disques C sont munis également de bras venant se fixer sur le châssis et pouvant également osciller autour de leur point de fixation.

Lorsque le ressort fléchit, les ciseaux formés par les bras tendent à se fermer, les disques sont freinés par leur friction mutuelle

et développent un effort suffisant pour maîtriser la réaction du ressort.

Amortisseur a huile (fig. 199). — Son principe consiste dans le forcement d'un liquide à travers de petits orifices; plus la vitesse est rapide, plus la résistance est grande.

Un amortisseur à liquide se compose d'un volet *A* tournant autour d'un axe O dans une capacité cylindrique divisée en

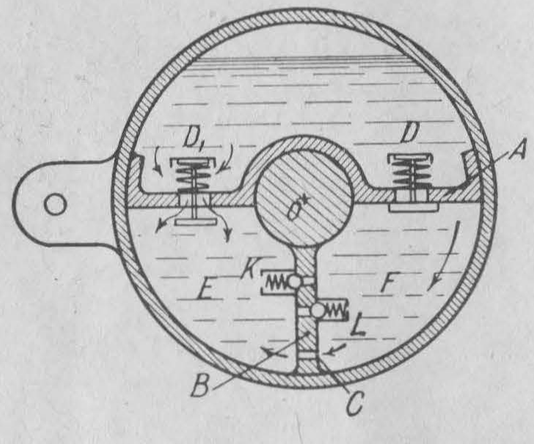


Fig. 199. — Frein à huile.

deux compartiments E et F, par une cloison B fixe percée d'un orifice C.

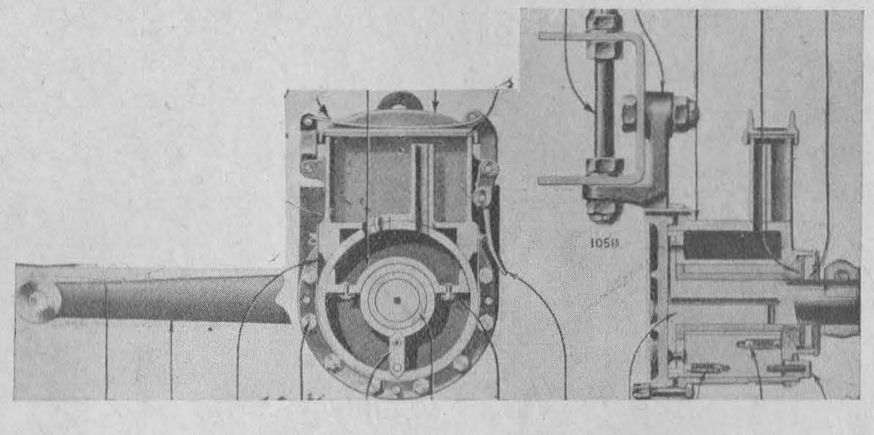
La capacité est remplie d'huile ainsi que le dessus du volet. Deux clapets D et D_1 sont placés sur le volet et peuvent s'ouvrir vers les compartiments.

Le volet est relié par un bras à l'essieu et le corps de l'appareil est relié au châssis.

Lorsque le volet tourne de gauche à droite, il comprime l'huile en F et fait le vide en E en sorte que l'huile de F est forcée dans l'orifice C; le clapet D se ferme et le clapet D_1 s'ouvre laissant pénétrer, s'il y a lieu, l'huile contenue au-dessus du volet.

Si le volet tourne dans l'autre sens, la compression aura lieu en E et le vide en F; le fonctionnement sera identique.

Application (fig. 200). — L'amortisseur Renault est construit sur ce principe; il comporte de plus, dans la cloison, des billes K



F(4. 200. — Amortisseur à huile.

et L formant soupapes de sûreté, en sorte que, si la pression est trop forte, les soupapes laissent passer l'huile et empêchent une rupture de se produire.

Le dessus du volet est en relation avec une boîte formant réservoir et muni d'un tube de dégagement d'air.

Nota. — Sur les modèles 1930, le dispositif à volet est remplacé par un dispositif à piston dont l'effet est plus constant, la viscosité de l'huile étant sensiblement indépendante de la température.

CHAPITRE XXI

ÉCLAIRAGE ET DÉMARRAGE

§ 1er. *Eclairage.* — Emploi des feux. Principe de l'éclairage. Dynamo. Accus. Electrolyte. Conjoncteur-disjoncteur.

§ 2. *Démarrage.* — Moteur. Dynastart. Entretien.

§ 1er. — Eclairage

Le but de l'éclairage peut se résumer en « voir et être vu ».

Emploi des feux. — L'éclairage est régi par les prescriptions du Code de la route dont les dernières en date sont celles du décret du 5 octobre 1929, article 24.

Son résumé est le suivant :

« A l'avant deux feux blancs, à l'arrière et à gauche un feu rouge; le numéro arrière doit être éclairé.

Pour la route, un ou plusieurs feux pouvant éclairer à 100 mètres au minimum, distance pouvant être ramenée à 25 mètres pour éviter l'éblouissement.

En ville, dans les voies pourvues d'un éclairage public, les premiers feux suffisent.

Pendant les stationnements, il est toléré une seule lanterne donnant un feu blanc à l'avant et un feu rouge à l'arrière placé de manière à couvrir le véhicule du côté où s'effectue la circulation. »

En général les feux éclairant à l'avant sont combinés pour

donner l'éclairage à 100 mètres ou à 25 mètres par l'emploi dans le même phare de deux lampes de pouvoir éclairant différent.

Le feu arrière sert à la fois à l'éclairage de signalisation et à celui de la plaque arrière.

Outre l'éclairage prévu par le Code, on trouve sur les voitures des lampes pour éclairer l'intérieur du véhicule (plafonnier, tableau de bord, baladeuse, etc.).

Principe de l'éclairage. — Le courant électrique est produit par une dynamo actionnée par le moteur avec interposition d'une batterie d'accumulateurs sur le circuit; le courant alimente les lampes et charge la batterie à la fois.

A l'arrêt ou en marche, lorsque le courant est trop faible, la dynamo s'isole et les accus restent seuls en fonctionnement. Le dispositif servant à cette discrimination prend le nom de conjoncteur-disjoncteur.

Pour mettre les lampes dans le circuit, on se sert de dispositifs habituels de commutateur permettant l'allumage individuel par groupe. Un interrupteur général manœuvré avec une clef de sûreté permet la fermeture du circuit et la marche du moteur.

La commande des commutateurs est placée au centre du volant, tandis que le commutateur est placé en dessous du carter de direction (voir fig. 173). L'interrupteur est fixé sur la planche avant.

Le conducteur se rend compte du fonctionnement électrique au moyen d'un ampèremètre indiquant le sens et l'importance du courant passant par les accumulateurs.

Dynamo (fig. 201). — La dynamo produit le courant, mais pour que ce courant soit utilisable, il faut qu'il ait un certain voltage. Ce voltage est obtenu quand la dynamo atteint une certaine vitesse, généralement 900 tours.

Le rôle du conjoncteur-disjoncteur sera d'isoler la dynamo en dessous de 900 tours et de l'intercaler au-dessus dans le circuit.

Le voltage des dynamos varie avec leur vitesse, et leur emploi n'est possible qu'avec un système de régularisation permettant,

dès que le voltage suffisant est atteint, de l'empêcher de croître avec la vitesse.

Le courant produit est ramassé ou collecté au moyen de balais frottant sur les lames d'un collecteur.

Une partie du courant sert au fonctionnement même; il passe dans un bobinage entourant des masses de fer doux (inducteur) et les aimante : c'est l'excitation.

Cette aimantation agit sur le bobinage de la partie tournante appelée induit et produit le courant.

Plus la dynamo tourne vite, et plus l'excitation augmente; pour la réduire, on se sert d'un troisième balai placé dans une position bien déterminée sur le collecteur, en sorte que le courant ramassé par ce balai diminue automatiquement l'excitation. On dit qu'il y a distorsion du champ magnétique.

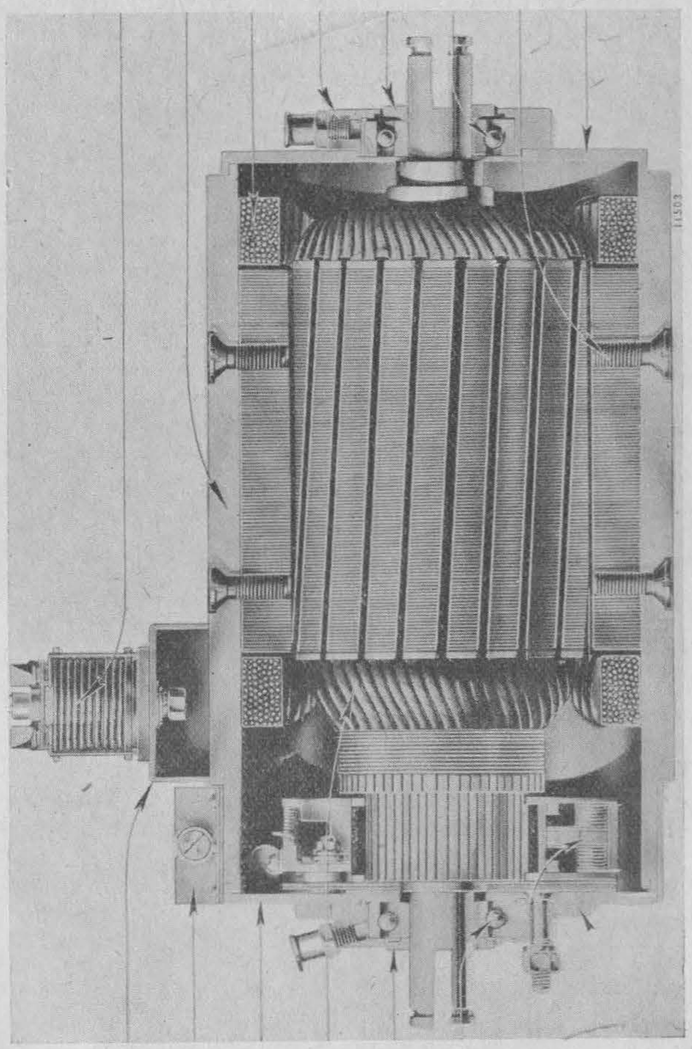
Le débit est généralement de 10 ampères sous une tension de 14 à 15 volts, permettant de charger une batterie de 12 volts; on emploie également des batteries de 6 volts (15 et 24 CV) et le courant de charge correspond à ce voltage.

ACCUMULATEURS. — Ils sont constitués par des plaques de plomb garnies d'oxyde de plomb. Ces plaques baignent complètement dans un liquide appelé électrolyte composé de une partie d'acide sulfurique pur ($SO^4 H^2$) et de 4,5 parties d'eau distillée; le mélange doit marquer 26 à 28° Beaumé suivant le degré de charge. Les accus sont composés d'éléments formés de deux plaques, l'une positive, l'autre négative.

Le voltage d'un élément étant de 2,8 chargé et de 1,8 déchargé, il faudra 6 éléments pour produire le courant moyen de 12 volts et 3 éléments pour 6 volts.

Vérification de la batterie. — A l'arrêt, la batterie doit donner entre 12 et 16 volts; en la plaçant en décharge, le minimum doit être de 12 volts; au-dessous, la batterie est déchargée pour l'éclairage, mais peut servir à l'allumage du moteur.

A défaut de voltmètre, il suffit de regarder les filaments des lampes qui rougissent au lieu de blanchir.



F(4. 201. — Dynamo d'éclairage.

Quand une batterie est déchargée, il ne faut pas s'en servir avant d'avoir procédé à la recharge.

La baisse de voltage peut également provenir d'un sulfatage de l'oxyde de plomb; on s'en aperçoit à la couleur blanche de l'électrolyte ou des plaques; dans ce cas, la résistance intérieure augmente d'une façon anormale.

Entretien et charge. — L'entretien d'une batterie est très important et, neuf fois sur dix, le mauvais fonctionnement du circuit provient d'une négligence à ce sujet.

Une batterie ne se conserve en bon état et n'assure le rendement maximum qu'à la condition de travailler constamment soit en charge, soit en décharge — ce qui évite le sulfatage — de plus les plaques doivent toujours être recouvertes par l'eau acidulée.

Pour conserver une batterie sans la faire travailler, il est de toute nécessité de la charger au maximum périodiquement tous les mois environ et de lui faire subir une charge supplémentaire de 8 à 10 heures à un régime correspondant à 1/10e de sa capacité.

On se rend compte de la fin de la charge à ce que le liquide bouillonne; le courant pris aux bornes de la dynamo est d'environ 2,7 volts par élément.

Pour charger une batterie, il faut se servir d'un courant continu ou d'une soupape électrique dans le cas d'un courant alternatif. Le pôle + est relié au pôle + de la ligne et les pôles — entre eux.

Electrolyte. — L'électrolyte employé ne doit contenir que des produits purs (acide sulfurique au soufre et eau distillée).

Le mélange se fait dans un vase de grès ou de verre. Il faut verser l'acide dans l'eau et non l'eau dans l'acide, à cause du dégagement de chaleur qui, vaporisant l'eau instantanément, provoquerait des projections d'acide.

Il faut vérifier l'acidité du mélange et corriger le degré en conséquence, mais sans verser d'acide pur directement dans les éléments.

Conjoncteur-Disjoncteur (fig. 203). — Cet appareil consiste en une bobine entourant un noyau de fer doux; lorsque le courant passe, le noyau s'aimante et attire une palette établissant le circuit.

Pour ne fermer le circuit que lorsque le voltage est suffisant,

Fig. 202. — Contrôle de l'électrolyse.

on retient la palette par un ressort dont la tension règle le voltage. Le réglage du conjoncteur-disjoncteur se fera par suite en faisant varier la tension du ressort.

Le bobinage est double et composé de fil fin et de gros fil; le fil fin est relié aux bornes de la dynamo, et le gros fil aux accus.

Si le voltage de la dynamo est supérieur à celui de la batterie, la palette de fer doux est attirée, le circuit se ferme et la dynamo

charge la batterie. Le champ magnétique créé par le courant de gros fil assure une pression plus forte sur les contacts.

Si, pour une raison quelconque, le voltage baisse à la dynamo, la batterie change le sens du courant dans le gros fil, la palette subit un effort d'attraction moins grand et le ressort, en la redressant, coupe le circuit.

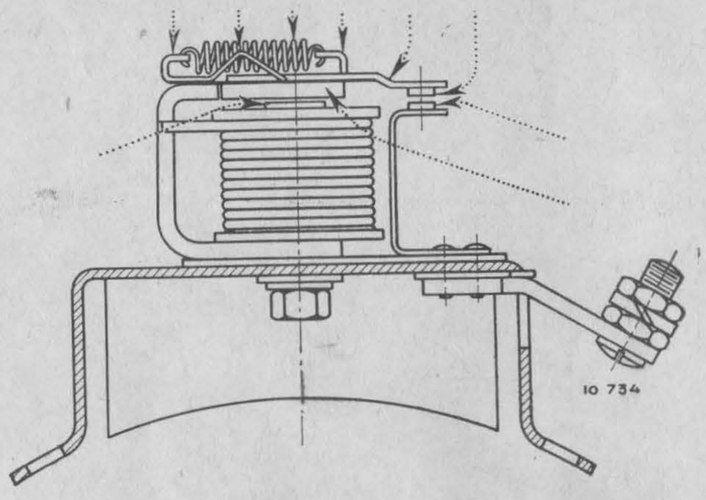


Fig. 203. — Conjoncteur-disjoncteur.

§ 2. — Démarrage

Moteur électrique (fig. 204). — La mise en marche du moteur de la voiture s'obtient en actionnant le vilebrequin au moyen d'un moteur électrique dont le courant provient des accus.

Le circuit est fermé par un commutateur appelé contacteur actionné par le conducteur.

Dans certaines voitures Renault, le moteur actionne une couronne dentée fixée sur le volant. Les dents entrent en prise à la mise du contact et désengrènent dès que le moteur de la voiture est en marche.

A cet effet l'induit du moteur électrique se déplace longitu-

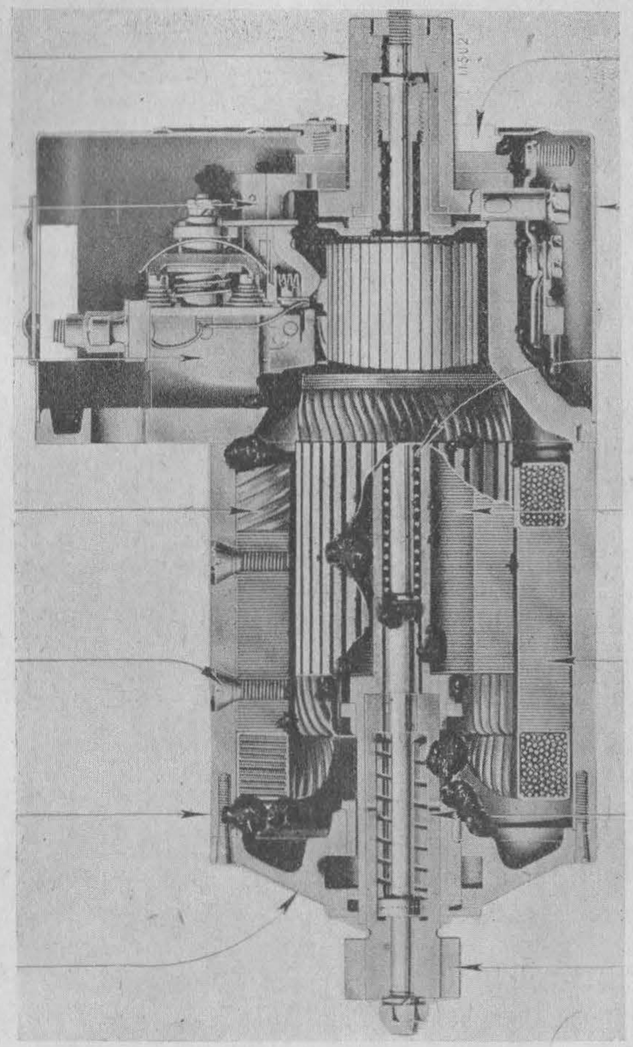


Fig. 204. — Moteur de démarrage.

dinalement sous l'influence de l'aimantation des inducteurs; l'embrayage et le débrayage sont donc automatiques.

Dynastart (fig. 205). — Pour produire le courant, nous avons une dynamo et pour la mettre en route un moteur électrique; dans certaines des voitures Renault, ces deux appareils ont été combinés en un seul appelé dynastart (8 et 10 CV).

L'induit est le même pour les deux, mais les inducteurs sont différents, mais fixés sur la même carcasse, en sorte que les deux appareils forment un tout placé à l'avant du vilebrequin.

Les inducteurs de la dynamo sont branchés sur le 3e balai et ceux du moteur sont branchés en shunt; toutefois, pour le fonctionnement en moteur, les quatre inducteurs agissent simultanément, ce qui donne un couple plus puissant.

Entretien. — Pour avoir un bon fonctionnement électrique, en dehors de la batterie des accus, il faut prendre les précautions suivantes :

Les balais et les collecteurs doivent être toujours propres. Pour nettoyer le collecteur, il faut se servir d'un morceau de bois blanc taillé en biseau entouré d'une toile fine ne s'effilochant pas et imbibée d'essence de térébenthine.

En général, les lames de cuivre du collecteur dépassent le mica, ce qui améliore le rendement; par suite de l'usure, le cuivre affleure le mica, puis c'est le mica qui désaffleure.

A ce moment, les balais s'usent très vite, le débit de la dynamo diminue, le collecteur chauffe. Il faut alors avoir recours à un spécialiste qui remet le collecteur en état sur une machine à rectifier.

On doit également s'assurer que les fils sont bien fixés; un fil n'étant pas maintenu risque de se couper par les vibrations.

Les installations électriques étant spéciales à chaque voiture, il n'est donné que celle de la Monastella en renvoyant aux notices d'entretien très détaillées et très complètes.

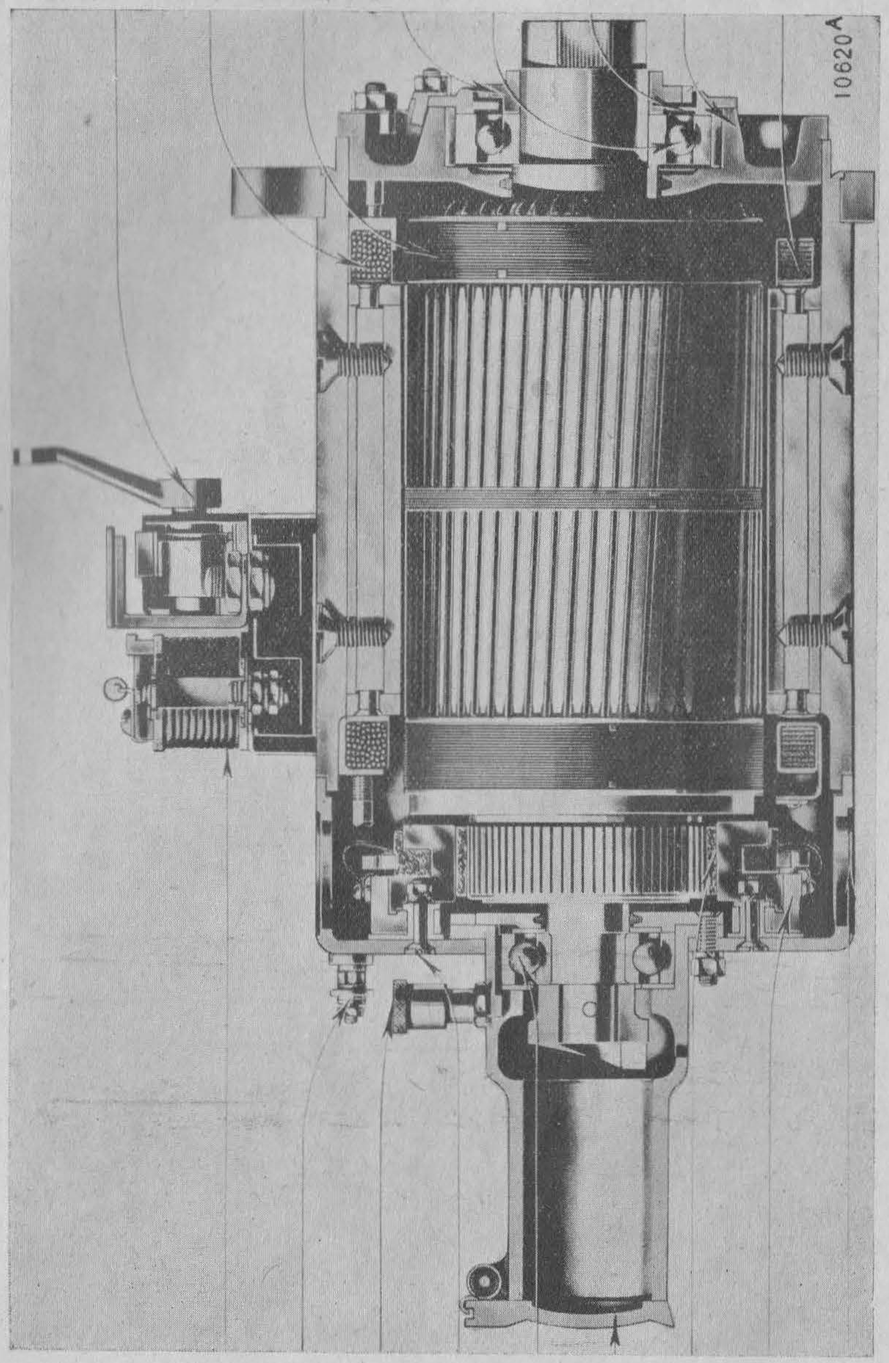


Fig. 205. — Dynastart.

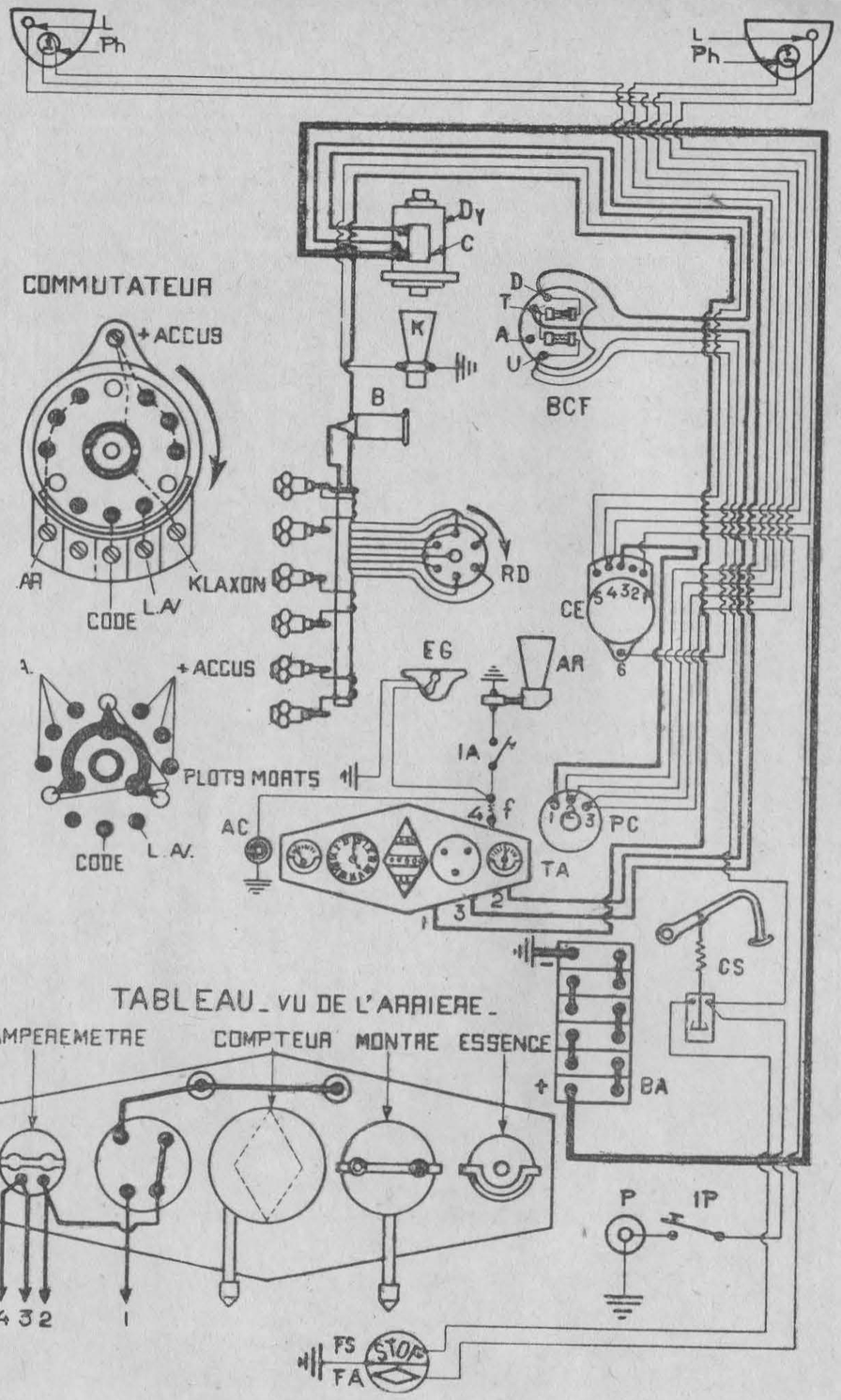


FIG. 206. — Schéma de l'installation électrique.

SCHEMA D'INSTALLATION ELECTRIQUE

L - Lanternes avant
Ph - Phares.
Dy - Dynastart.
C - Contacteur et conjoncteur dis joncteur.
K - Avertisseur.
BCF - Boîte de connexions et fusibles.
A - Borne inutilisée.
D - Arrivée dynamo (conjoncteur).
T - Départ vers tableau (ampèremètre).
U - Alimentation commutateur.
U - Alimentation stop.
B - Bobine d allumage.
RD - Rupteur distributeur
CE - Commutateur éclairage
TA - Tableau.
PC - Pédale code.
CS - Contact stop
BA - Batterie.
P - Plafonnier.
IP - Interrupteur plafonnier
FS - Feu stop.
FA - Feu arrière.
AR - Avertisseur (son route).
IA - Bouton d'avertisseur
EG - Essuie-glace.
F - Fusible.
AC - Allume-cigare.

Pour Monastella seulement.

Couleur du repère des fils

Tableau (TA).	1 -	Interrupteur bobine d'allumage	Rouge
	2 -	Arrivée dynamo de la boîte de connexions (T)	Bleu.
	3 -	Alimentation tableau	Blanc.
	4 -	Allume-cigare pour Monastella	Jaune.
Boîte de connexions et fusibles (BCF).	D -	Arrivée dynamo (conjoncteur)	Violet.
	T -	Départ vers tableau (ampèremètre)	Bleu.
	A -	Borne inutilisée	
	U -	Alimentation commutateur bas de la direction	Noir.
		Alimentation contact stop	Rose.
Commutateur à la base de la direction (CE).	1 -	Alimentation feu arrière	Jaune
	2 -	Inutilisée	
	3 -	Alimentation pédale code	Vert.
	4 -	Alimentation lanterne avant, côté gauche	Marron
		— — — côté droit	»
	5 -	Alimentation avertisseur	Blanc.
	6 -	+ Accus. Alimentation générale	Noir.
Pédale code (PC).	1 -	Alimentation pédale code ACC	Vert.
	2 -	Alimentation phare code gauche. (C)	Blanc
		— — — droit .. (C)	Rose.
	3	Alimentation phare gauche. (B)	Vert.
		— — droit .. (B)	Noir

Câblages divers

Contact stop à lampe stop		Marron
Contact stop à alimentation plafonnier		Noir.
Borne primaire bobine à rupteur distributeur		Marron
En supplément pour Monastella seulement.	Alimentation allume-cigare	Jaune.
	— essuie-glace	»
	— avertisseur son route	