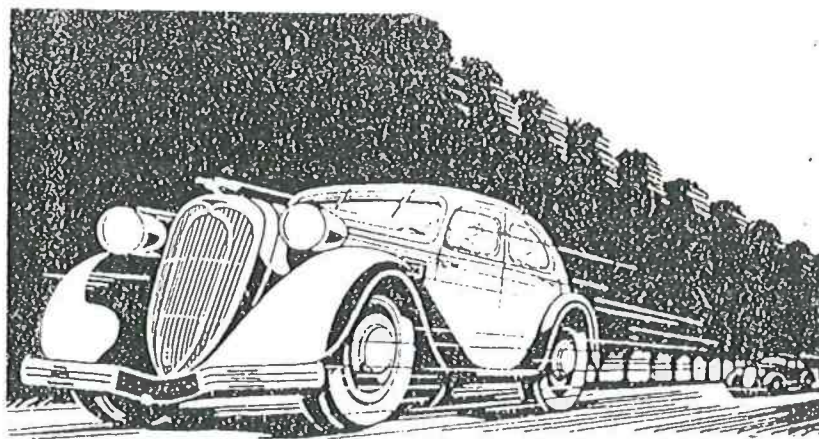


COURS COMPLET **DE** **MECANIQUE & ELECTRICITE** **AUTOMOBILE**

COMPRENANT

l'Étude complète des moteurs à essence et
de tous les organes des véhicules automobiles
Fonctionnement - Dépannage - Entretien - Réparation



ENSEIGNEMENT TECHNIQUE PAR CORRESPONDANCE

Direction - Administration : 65-67, RUE DU DOCTEUR-CORDIER, SAINT-QUENTIN

R. C. 13.252 - Téléphone : 33-49

Adresse Télégraphique : MÉCANAUTO

PRÉFACE

J'ai jugé, Cher Elève, que mes cours devaient suivre les progrès de la technique automobile, qui, chacun le sait, est en constante évolution.

Je vous propose donc l'étude du présent et nouvel ouvrage, que j'ai fait imprimer pour vous.

Vous y pourrez puiser, non seulement toutes les notions théoriques de ce que l'on pourrait appeler la "Science automobile", mais encore les procédés pratiques de montage, démontage, entretien, réparation, détermination des pannes et remèdes à y apporter, ainsi que bon nombre de "tours de mains" expérimentés.

Ce livre, d'ordonnance nouvelle, fruit du travail de son auteur, le Chef de notre Service Technique, secondé en sa tâche par ses collaborateurs, techniciens, praticiens, et dessinateurs, saura apporter chez vous la pratique de la mécanique et de l'électricité de l'automobile, sous la forme d'un guide sûr et constant, toujours prêt à vous donner le renseignement théorique ou pratique que vous cherchez, et à diriger vos efforts lorsque, outils et pièces en mains, vous entreprendrez la réalisation de votre rêve. Vous intégrerez, par votre travail intéressant et lucratif, au vaste corps des spécialistes de l'automobile, et par là, participerez à l'une des industries-clés de l'économie nationale française.

E. A. WITZ

Professeur

*Diplômé de l'École Professionnelle de Mécanique de la Ville de Mons
Administrateur-Directeur des Cours Techniques Automobiles*

R. URIER

*Chef de Service Technique aux C. T. A.
ex-Professeur de l'Enseignement Technique*

*Membre du Jury pour les examens des C. A. P. dans l'Aisne
Auteur du présent ouvrage*

M. LONGUET

Dessinateur-Technicien B.S.M.A.

R. QUEZET

Chef mécanicien, Correcteur

1^{ère} PARTIE

MÉCANIQUE

I. - LE MOTEUR

CHAPITRE I

FIXATION DU MOTEUR SUR LE CHASSIS

Le moteur doit être adapté sur le châssis de la voiture. Comme il en est l'organe-maitre et qu'il est turbulent, on a d'abord songé à le fixer solidement sur ce châssis.

I. LE CHASSIS AUTOMOBILE

On appelle ainsi l'ensemble des pièces rigides sur lequel sont fixés : le moteur, les organes de transmission du mouvement et la carrosserie.

Ce châssis doit être calculé de façon à réunir les meilleures conditions de :

Résistance aux vibrations, à la charge, au choc,

Légereté, car la vitesse du véhicule est en fonction inverse de son poids,

Rigidité, car il devra supporter des effets qui tendront à le déformer, et ces déformations doivent être limitées,

Elasticité, car il doit reprendre sa forme initiale aussitôt l'effort terminé,

Solidarité des pièces qui le constituent. Ces pièces doivent résister aux efforts et aux dénivellements occasionnés par la marche du véhicule, sans se désassembler et sans prendre de jeu.

Ces caractéristiques, on le constate facilement, sont antagonistes, car la rigidité est le contraire de l'élasticité, et on est amené à alourdir les pièces lorsqu'on augmente leur résistance.

D'autre part, la fixation du moteur d'une part, et de la carrosserie, d'autre part, sont délicates, car on doit éviter le synchronisme entre les vibrations des pièces du châssis avec celles du moteur, dont les périodicités, finissant par s'accorder occasionneraient des efforts cumulatifs tendant vers la rupture, et on doit éviter également le "ferraillage" des tôles de la carrosserie.

L'on se rend ainsi compte des efforts que doivent réaliser les ingénieurs carrossiers compte-tenu de l'aérodynamisme, du contenu, et de l'élégance de la voiture.

Chassis classique (Fig. 1 et 2)

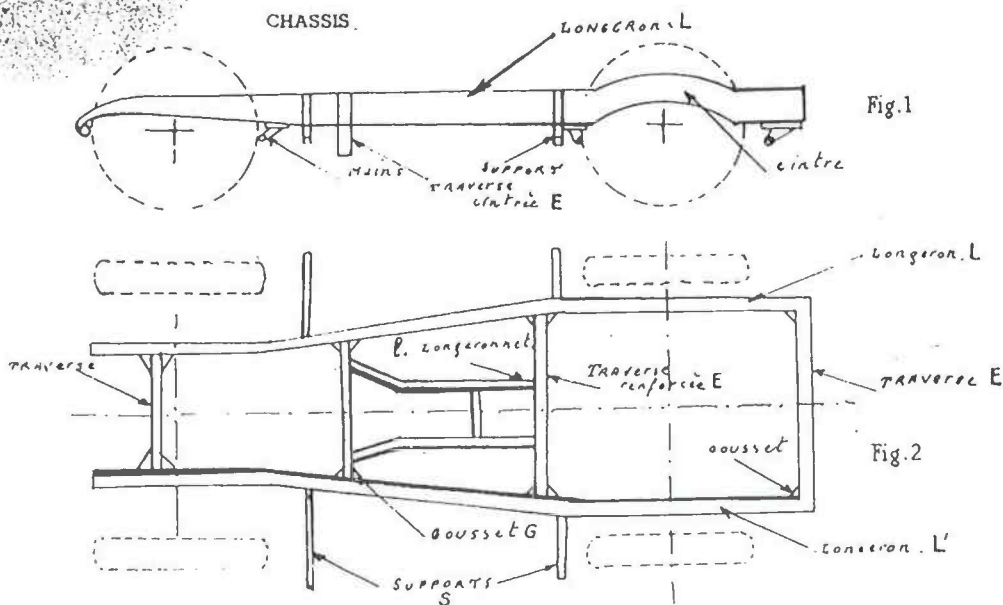
Les pièces sont en tôle d'acier emboutie selon une section en U. Ainsi, l'on peut facilement adapter leur résistance et leurs formes aux conditions qu'elles ont à satisfaire.

Les 2 principales, latérales, sont les longerons (L,L'), maintenus symétriquement par des lames perpendiculaires, appelées traverses ou entretoises (E). Elles sont réparties de façon variable suivant les calculs du constructeur.

Pour prévenir les déformations angulaires, on place judicieusement des pièces d'angle ou goussets (G).

Des supports (S) sont éventuellement destinés à recevoir la carrosserie et les marchepieds.

Le moteur peut reposer sur un faux châssis composé de faux longerons (l) qui reposent sur les entretoises.



L'ensemble de ces pièces est : soit rivé solidement, soit soudé à l'autogène ou électriquement.

En général, les longerons sont rapprochés à l'avant pour permettre un meilleur braquage des roues, et ils sont cintrés en hauteur pour permettre le jeu de l'essieu lors de l'aplatissement des ressorts, sous le choc ou la charge.

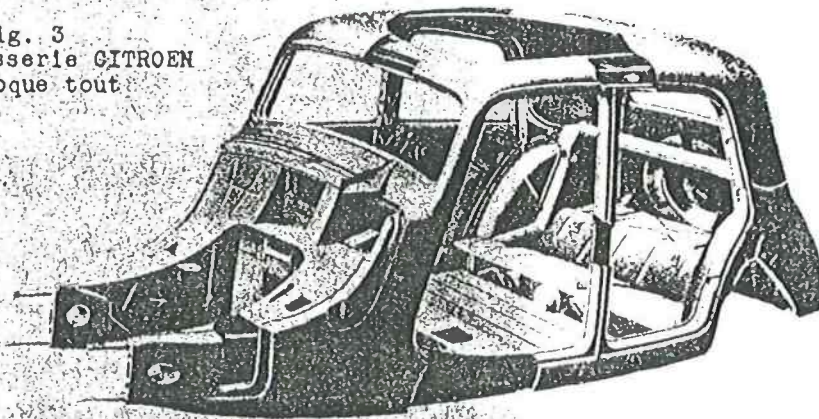
2. CHASSIS COQUE

Nous avons signalé les difficultés que rencontraient les ingénieurs dans l'établissement des liaisons moteur-châssis, et carrosserie-châssis.

Les progrès de la technique ont amené la quasi-suppression du châssis classique dans la construction de la voiture moderne : il est trop bruyant et la liaison insonore et esthétique de la carrosserie est difficile.

On construit donc des châssis coque en tôle emboutie (Traction avant Citroën) ou en quelques pièces massives en alliage léger (Grégoire)(Fig.3).

Fig. 3
Carrosserie CITROËN
Monocoque tout
acier.



La rigidité est énorme dans les deux cas, car la caisse entière de la Citroën T A forme un parallépipède qui supporte et répartit les efforts routiers dans ses multiples dimensions, et l'auvent avec les panneaux longerons massifs en al-pax moulé et renforcé de la Grégoire forment un puissant bouclier laissant une marge de sécurité de 23 kg au mm² environ.

3. FIXATION RIGIDE DU MOTEUR

Il est alors solidement boulonné sur les faux longerons, en trois ou quatre points, avec interposition de joints métallo-caoutchouc pour éviter la transmission exagérée des vibrations du moteur aux pièces du châssis, ou des déformations du châssis aux organes du moteur.

Le système, toujours utilisé sur les poids lourds, est abandonné sur les voitures de tourisme car il présente bien des inconvénients : le moteur donne à la caisse, par l'intermédiaire du châssis, une vibration incessante et bruyante. Ces vibrations accumulant leurs efforts permanents, peuvent déterminer des ruptures à la longue, sur les voitures de tourisme que l'on allège au maximum afin de gagner de la vitesse. Enfin la voiture entière est durement secouée lors des reprises, lorsque le moteur peine.

Aussi, considérant l'étroite liaison du moteur avec les organes de transmission, son poids propre qui tend à l'appliquer sur le châssis, l'existence du couple de renversement qui tend à faire tourner le moteur sur lui-même suivant l'explication qui suit, on a institué le moteur flottant.

LE COUPLE DE RENVERSEMENT : (Fig.4).



Fig. 4
Couple de renversement

La force E de l'explosion est la résultante des 2 forces : V dirigée selon la bielle et l dirigée normalement à la paroi du cylindre.

Le vilebrequin réagit par inertie selon V', parallèle et opposée à V, et l' parallèle et opposée à l. Les forces V et V' concourent à la rotation du vilebrequin, mais les forces l et l' tendent à faire tourner le moteur autour de son axe dans le sens ll', ce que l'on peut constater facilement en soulevant le capot d'une Citroën moteur flottant et en accélérant; le moteur tourne sur lui-même, mais grâce au système de suspension que nous allons exposer, reprend rapidement sa position verticale d'équilibre.

4. FIXATION DU MOTEUR

FLOTTANT SUR LE CHASSIS

Sur la traction avant Citroën, le moteur est fixé en deux points seulement : à l'avant, il est suspendu par un axe monté sur caoutchouc fixé sur le couvercle de la boîte de vitesses, à l'arrière, un tampon carré en caoutchouc, fixé sur le carter de distribution, vient s'emmancher dans la cage formée à cet effet dans la coque. (Fig.5)

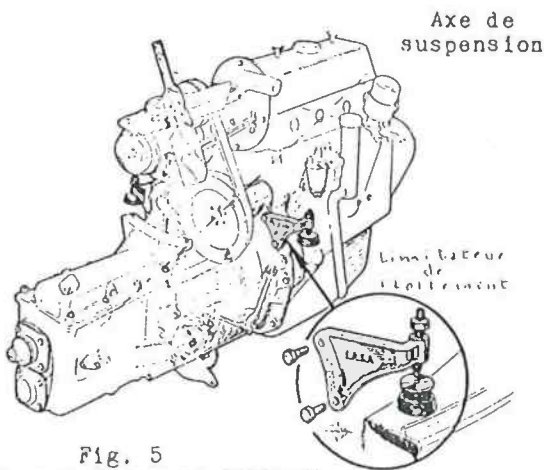


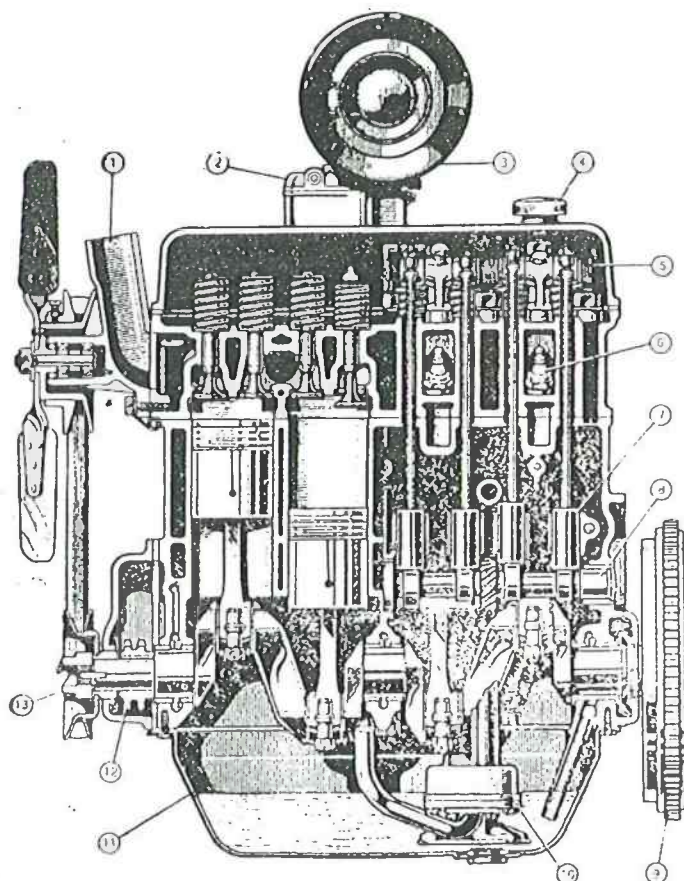
Fig. 5
Moteur flottant CITROEN
(cliché ERSA)

On réalise ainsi une suspension dont l'axe passe par le centre de gravité du groupe moteur et par l'axe d'articulation du cardan (en général) Il s'agit d'une suspension et non d'une fixation. Ainsi, le moteur ne transmet pas ses vibrations au châssis car il peut osciller librement autour de son axe et vibrer sur ses supports métallo-caoutchouc.

Un système élastique, constitué par la suspension Lemaire (système de ressorts) amortit et rétablit le moteur dans la verticale lors de l'impulsion de rotation qu'il reçoit aux reprises brutales (vérifiable en soulevant le capot d'une Citroën et en actionnant l'accélérateur). Ersa fabrique des limitateurs de flottement qui permettent d'éviter les trop grands déplacements du moteur qui se traduisent par des vibrations et des bruits désagréables.

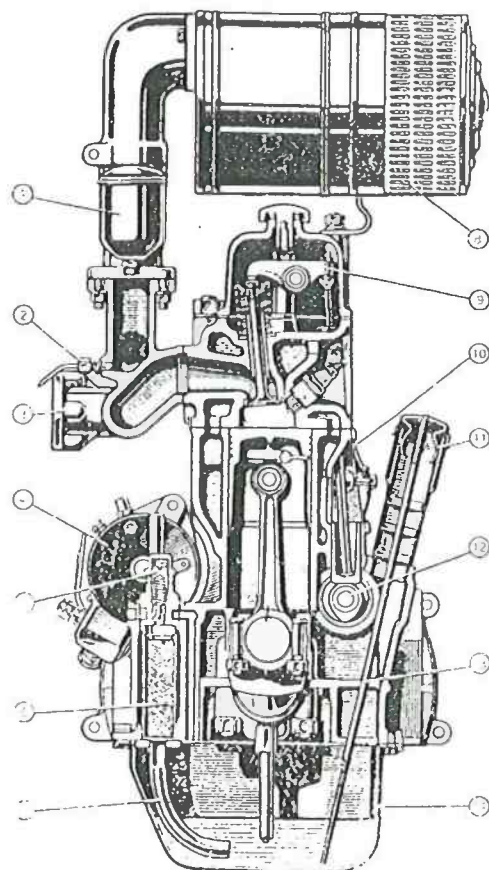
Ce sont des tampons caoutchouc réglables par une vis, installés à droite et à gauche du groupe moteur dont ils sont solidaires et prenant appui sur le longeron lors des gros flottements.

II. - LES ORGANES DU MOTEUR



COUPE LONGITUDINALE DU MOTEUR
(Simca 8)

1. Tuyau de sortie de l'eau de la culasse - 2. Carburateur - 3. Epurateur d'air et silencieux d'aspiration. - 4. Boutons fixant le couvercle des poussoirs - 5. Axes des culbuteurs - 6. Bougies - 7. Poussoirs - 8. Arbre à cames - 9. Couronne dentée du démarreur - 10. Pompe à huile - 11. Carter démontable - 12. Pignon de commande de la distribution - 13. Griffes de lancement



COUPE TRANSVERSALE DU MOTEUR
(Simca 8)

1. Carburateur - 2. Tuyau de décharge - 3. Collecteur d'échappement et d'admission - 4. Démarreur - 5. Clapet de réglage de la pression d'huile - 6. Filtre à huile - 7. Tuyau de la pompe au filtre - 8. Filtre d'air - 9. Culbuteur de commande des soupapes - 10. Couvercle de contrôle. - 11. Tubulure de remplissage d'huile - 12. Arbre à cames - 13. Jauge de niveau d'huile - 14. Carter.

CHAPITRE II

MOTEUR ORDINAIRE A SOUPAPES

5. BLOC CYLINDRES

C'est le bloc qui est fixé au châssis de la voiture. Il doit subir la pression de l'explosion en même temps par le cylindre et par le vilebrequin. On conçoit donc qu'il doit être résistant.

En général, il est en fonte ou en aluminium venu de fonderie (c'est-à-dire coulé et moulé). C'est lui qui comporte les "pattes" de fixation du moteur qui sont venues de fonderie. Il forme une longue boîte qui contient les cylindres, les bielles, le vilebrequin, etc... Il comporte à l'intérieur des cloisons transversales correspondant aux paliers du vilebrequin si celui-ci en comporte.

Les cloisons sont souvent remplacées par un certain nombre de paliers qui sont ainsi constitués :

- Une échancrure semi-circulaire est creusée dans le bloc, puis recouverte par un "chapeau" également semi-circulaire, qui est fixé par des "goujons" dans l'épaisseur du bloc.

L'ouverture circulaire ainsi constituée est garnie d'un coussinet en 2 pièces en bronze réglé (garni d'antifricition) ou non.

Le travail des coussinets doit être attentif et précis, car deux inconvénients aussi graves peuvent se produire : serrage du vilebrequin par le coussinet (d'où échauffement anormal du moteur) ou flottement du vilebrequin dans un coussinet mal serré (usure anormale), ruptures éventuelles.

On trouve aussi sur le bloc, les paliers de l'arbre de commande principal généralement en bronze, ainsi que ceux de la pompe à huile avec son support.

Pour les cylindres proprement dits : voir plus loin.

Sur l'une des faces du carter, on peut voir la tubulure de remplissage d'huile ainsi que la jauge à huile. En avant du carter, est situé le :

6. CARTER DE DISTRIBUTION

Il est fixé sur le carter proprement dit au moyen de prisonniers (tiges filetées dont une extrémité fait corps avec la masse du carter principal).

Son rôle est de protéger les engrenages ou la chaîne de distribution et de recevoir le dynastart, sur les moteurs qui sont équipés avec cet appareil.

7. CARTER

Il est en tôle ou en aluminium mince. Il est établi et fixé de façon à pouvoir se démonter facilement pour vérifier le dessus du moteur et il comporte parfois des ailettes destinées à faciliter le refroidissement de l'huile de graissage dont il est le réservoir.

PLANCHE D'ASSEMBLAGE DES PARTIES FIXES DU MOTEUR 8 CV 30I

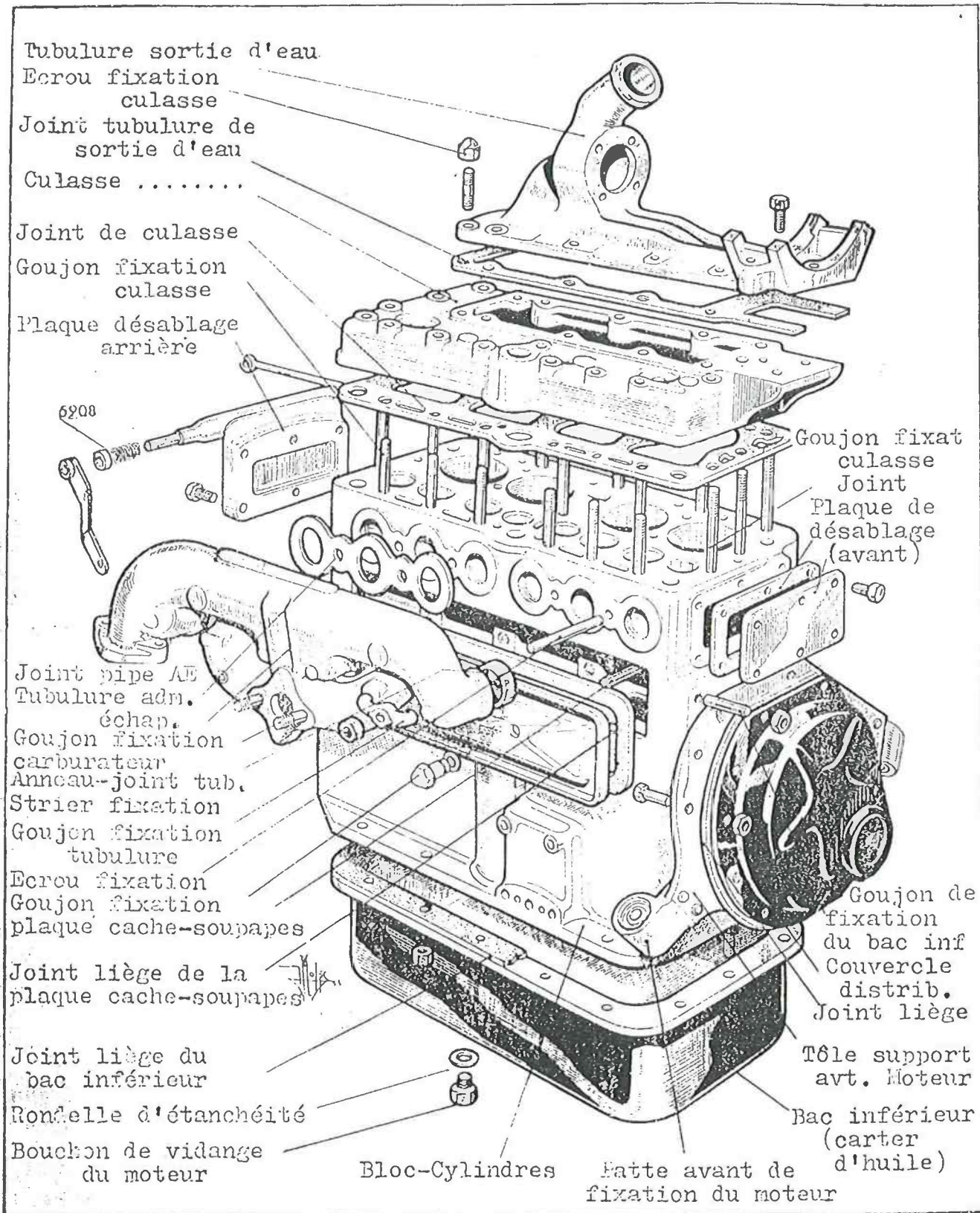


Fig. 6 - Cliché Santucci

Il est boulonné sous le bloc-cylindres et il en est séparé par un tamis à huile ou toile métallique fine. Sa contenance est variable selon les véhicules : 10,5 litres pour un camion américain G.M.C., 7 litres pour une ancienne Renault Monasix et Peugeot 201, 5 litres pour la C4 Citroën.

Il est muni à sa partie inférieure d'un robinet et bouchon de vidange et il contient la pompe à huile.

Certains carters comportent en outre des tubulures spéciales : les "Stella" Renault envoient l'huile dans un refroidisseur spécial, les moteurs G.M.C. brûlent les vapeurs d'huile et d'essence qu'ils récupèrent dans le carter.

8. CYLINDRES OU CHEMISES

Leur rôle est de servir de guide au piston et de permettre à celui-ci de recevoir l'impulsion des gaz en combustion.

Ils sont généralement réunis en un bloc-cylindres coulé d'une seule pièce, en fonte ou aluminium avec chemises en acier. La fonderie de ce bloc demande des soins méticuleux il ne faut ni pailles, ni soufflures, ni cristallisation. L'ensemble est fixé à la partie supérieure du carter ou fait corps avec lui.

On peut voir dans le bloc-cylindres les trous cylindriques des chambres où circule le piston. Ils ont été soigneusement usinés puis rectifiés à la meule pour obtenir une surface parfaitement lisse; il ne faut ni rayure, ni fêlure. L'alésage est effectué et contrôlé avec précision car le diamètre doit être le même sur toute sa hauteur.

La hauteur du cylindre est calculée de façon qu'au point mort bas, le piston en sorte légèrement. D'autre part, on remarque quelquefois au bas du cylindre une entrée conique destinée à faciliter la mise en place des pistons, et des échancrures permettant la course de la bielle.

On y voit encore les logements des soupapes et les orifices de circulation d'eau.

Les soupapes sont logées du même côté dans des sièges, d'axe vertical ou oblique, et créusés de façon conique selon un angle de 45 à 60°. Ils sont très dégagés pour être bien refroidis par l'eau. Ces sièges peuvent être rapportés, c'est-à-dire fabriqués en métal différent de celui du bloc et encastrés dans un orifice percé à cet effet. C'est en particulier le cas des culasses aluminium où les sièges rapportés sont en bronze ou en acier spécial "Stellite" (T.A. performance - Peugeot 202-302-402). Les soupapes glissent dans des guides emmanchés dans le bloc-cylindres sous le siège.

On sait qu'une circulation d'eau refroidit le bloc-moteur. Elle s'effectue dans des chambres spécialement ménagées dans l'épaisseur et de façon à éviter les poches de vapeur. L'arrivée d'eau fraîche se fait par une tubulure placée latéralement sur le bloc-cylindres.

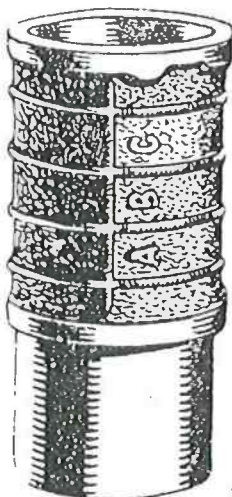


Fig. 7

- Chemise rapportée

9. CHEMISES RAPPORTEES

Nous avons parlé de l'usinage minutieux auquel étaient soumis les cylindres. Ils s'usent à l'usage et s'ovalisent. Ils peuvent être rayés. Il faut alors en effectuer la rectification qui ne peut être faite que par un spécialiste et qui change les caractéristiques du moteur en augmentant l'alésage : Il faut changer les pistons et segments et le joint de culasse.

Pour éviter ces inconvénients, on a inventé les chemises rapportées : ce sont des cylindres rappelant vaguement les anciennes mesures en étain et qui s'encastrant dans un bloc prévu à cet effet. Si l'un d'eux est abîmé, on l'enlève et on le remplace par un neuf sans changer les caractéristiques du moteur. La firme Citroën s'est spécialisée dans ce procédé appelé "chemisage".

10. CULASSE

C'est la partie supérieure du bloc qui ferme les cylindres. Elle est en fonte ou aluminium. Pendant longtemps elle était partie constituante du bloc et venait de fonderie avec lui. Elle comportait des "regards" destinés à placer et observer les soupapes et autres organes.

Maintenant elle est "rapportée", c'est-à-dire qu'elle forme une pièce séparée que l'on fixe au bloc par des vis ou des goujons et des écrous. Cette disposition est extrêmement pratique, aussi bien pour la fabrication que pour l'entretien.

Entre elle et le bloc on interpose un "joint de culasse" métallo-plastique qui assure l'étanchéité. Il est percé suivant le dessin des cylindres, culasses et chambres d'eau, et doit être remplacé en cas de détérioration pour éviter les pertes de gaz... donc de puissance, ainsi que les fuites d'eau dans les cylindres. La culasse est "dressée" sur la face qui s'accroche au bloc-cylindres de façon à s'y appliquer exactement.

Elle présente au-dessus de chaque cylindre un évidement de forme variable et qui constituera "l'espace mort" ou "chambre d'explosion".

Enfin, dans son épaisseur, circule l'eau de refroidissement qui s'échappe par une tubulure ou "pipe" de sortie.

On y voit également souvent les ouvertures où seront vissées les "bougies d'allumage".

Le montage de la culasse est délicat : le serrage des écrous doit être effectué selon les instructions du constructeur, à froid. Puis on refait un tour de clé à chaud, sauf pour les culasses d'aluminium qui sont resserrées après refroidissement du moteur.

On utilise maintenant des "clés dynamométriques" de serrage qui permettent de l'effectuer dans les meilleures conditions.

11. ESPACE MORT OU CHAMBRE D'EXPLOSION

Il se présente, avons-nous dit, sous forme d'un évidement dans la culasse, au-dessus de chaque cylindre. Son volume est d'importance capitale. Il dépend du taux de compression et de la cylindrée. Sa forme varie selon le type du moteur : elle est de plus en plus proche d'un élément de sphère. Ce "ramassage" de la chambre d'explosion permet d'améliorer le rendement en permettant une grande rapidité d'inflammation des gaz qui y sont comprimés.

CHAPITRE III

ENTRETIEN ET REPARATION DES PARTIES FIXES

12. CARTER

Rien de spécial, car il ne s'agit pas là d'organes délicats : le joint est posé par le constructeur et on n'a généralement pas l'occasion d'y toucher.

En cas de brisure ou fêlure consécutive à un coulage de bielle,.... le remplacement s'impose.

Le tamis à huile n'est dégrasé par le mécanicien que lors du démontage du moteur.

L'huile du carter doit être vidangée à chaud après livraison ou réparation de la voiture, puis après 500 km afin d'éliminer avec elle toutes les impuretés (limailles, débris de chiffons, etc...) provenant de l'usinage. On vidangera ensuite après 1.000 autres kilomètres. Le rodage terminé, on pratiquera les vidanges réglementaires tous les

3.000 km pour éliminer avec l'huile les poussières de toutes sortes, l'essence diluée, etc...

On aura soin de bien rincer le carter afin de dégraisser toutes les tuyauteries. Mais on évitera soigneusement le rinçage au pétrole, car pour peu qu'il en reste, il y aura dilution immédiate de l'huile fraîche qui perdra de ses propriétés.

On utilisera des "huiles de rinçage" spécialement prévues et on procédera ainsi :

- 1°. Vidanger à chaud.
- 2°. Laisser égoutter pendant 20 minutes.
- 3°. Remplir le carter d'huile de rinçage jusqu'au trait de jauge.
- 4°. Faire tourner le moteur au ralenti pendant 5 minutes, accélérer plusieurs fois.
- 5°. Vidanger et laisser égoutter pendant 20 minutes.
- 6°. Faire alors le plein à l'huile de graissage.

13. PALIERS ET COUSSINETS

Nous avons signalé à propos de ces organes qu'il fallait apporter beaucoup de soin dans le montage et remontage : pas de jeu excessif ou insuffisant. D'autre part, on se trouvera bien de remettre à chaque coussinet ses 2 parties propres et son chapeau.

14. CYLINDRES

Leur graissage sera envisagé dans le chapitre traitant du graissage général du moteur.

Décalaminage : Théoriquement, il ne devrait plus rester, après combustion des gaz, que de la vapeur d'eau et du gaz carbonique.

Pratiquement, la carburation et l'essence n'étant pas parfaites, il reste du carbone qui s'agglomère avec l'huile et forme un dépôt appelé "calamine" sur les parois de la chambre de combustion et le fond du piston.

L'inconvénient grave présenté par ces dépôts est le risque d'auto-allumage par compression ou échauffement. On appelle ainsi l'inflammation du mélange gazeux qui se produit spontanément.

Par compression, parce que l'espace de la chambre d'explosion est réduit par la calamine. La compression est plus forte et le mélange gazeux comprimé s'échauffe à tel point qu'il s'enflamme avant le jaillissement de l'étincelle électrique.

Par échauffement, parce que la calamine, excellent calorifuge, s'échauffe, rougit, (comme la suie dans les feux de cheminée). Le mélange gazeux, admis dans une chambre d'explosion à 550°, s'enflamme immédiatement.

Dans les 2 cas, le moteur cogne et sa puissance est extrêmement réduite. En outre le moteur, insuffisamment refroidi, s'échauffe à 550° avons-nous dit. Or la règle fond vers 375° ! Si bien que l'on grippe un coussinet, que l'on coule une bielle.

Il faut décalaminer toutes les parties exposées aux gaz en combustion, soit en démontant la culasse et en grattant soigneusement et doucement le dépôt noir partout où il se trouve, mais il faut éviter de rayer le cylindre !

On trouve maintenant dans le commerce un décalaminant liquide dans lequel on fait baigner les pièces démontées. Les dépôts charbonneux s'y dissolvent. D'autres peuvent être ajoutés à l'essence et empêchent la formation de la calamine en la dissolvant.

REALÉSAGE,-

Nous avons signalé l'ovalisation des pistons et cylindres par l'usure. Pour les blocs à chemises-cylindres non amovibles, il faut passer les cylindres à la réalésuse ou machine à rectifier qui, en augmentant leur alésage, rendra la régularité à ce dernier sur tous ses diamètres. Bien sûr il faut changer les pistons. L'opération demande un outillage coûteux et précis et une technique approfondie. Elle ne peut être tentée que par un spécialiste, ou bien il vaut mieux envoyer le bloc-cylindres au constructeur qui procédera à la rectification.

Disons quelques mots de la machine réalésuse :

PLANCHE D'ASSEMBLAGE DES PARTIES MOBILES DU MOTEUR 8 CV 301 - 2 PALIERS

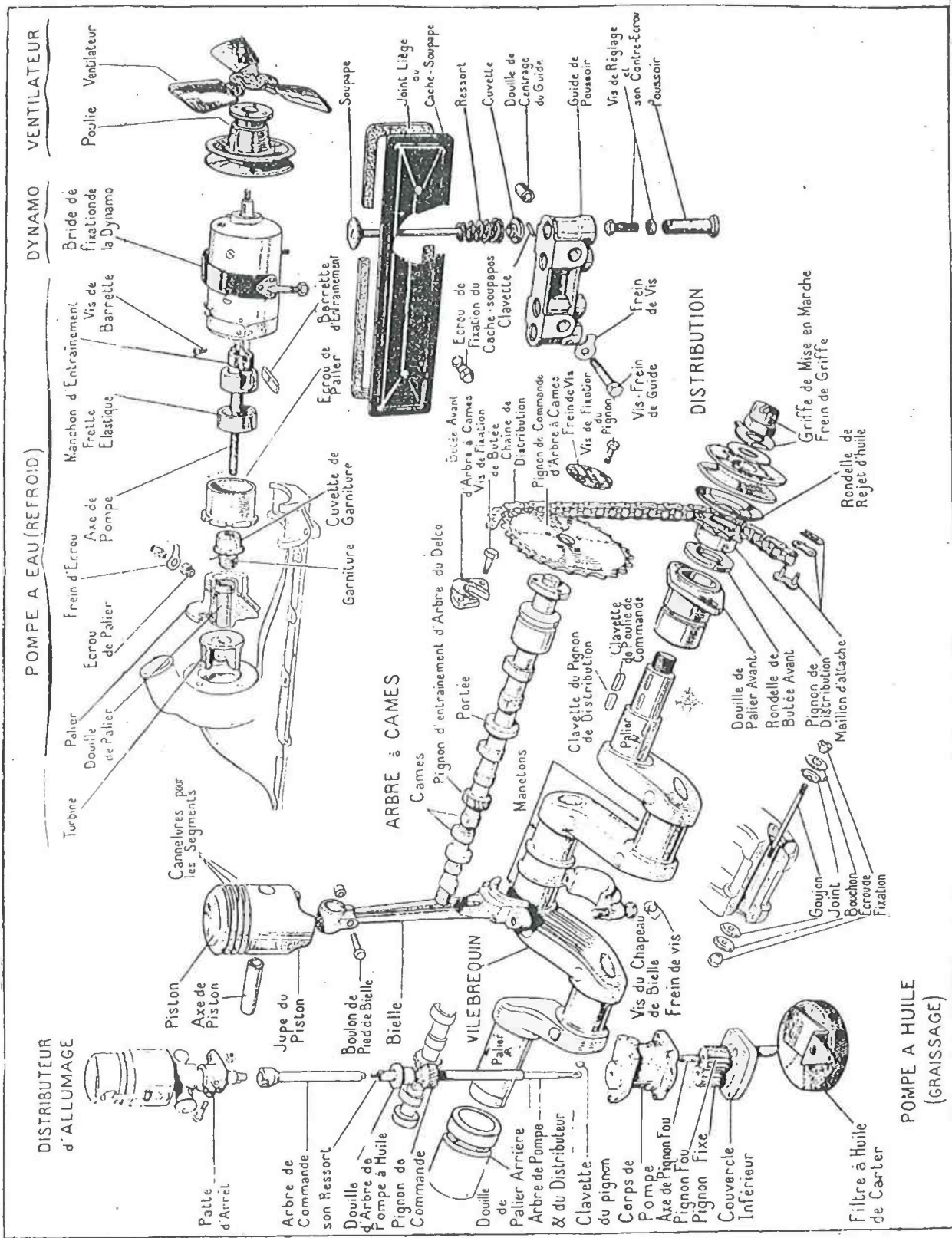
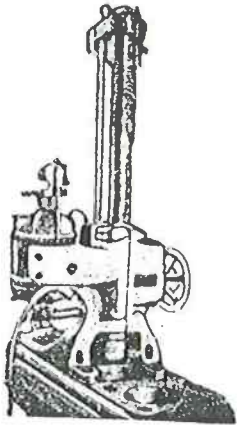


Fig. 8

Cliché Santucci

Elle est composée d'un bâti vertical comportant une machinerie qui actionne l'outil à rectifier ou tête d'alésage. C'est un cylindre massif muni de lames de précision qui rabotent l'intérieur du cylindre en s'y enfonçant progressivement. Des changements de vitesse et une table d'usinage permettent le réglage et l'avance dans le cylindre voulu et à la vitesse convenable : plus on enlève de métal, plus la vitesse doit être réduite.



Réaléuseuse
DERAGNE.

Souvent enfin (toujours chez le constructeur), on glace le cylindre réalésé avec une polisseuse à meules. Il est à noter que la consommation d'huile des moteurs révisés augmente à la suite de réalésages trop nombreux et que cette opération ne peut être effectuée plus de 2 ou 3 fois.

CHEMISAGE.-

Il s'agit de l'opération qui consiste à rectifier les cylindres ovalisés sans changer les caractéristiques du moteur. On réalèse avec la machine précédente à un calibre assez grand, puis on entre à force une chemise rapportée qui rétablit l'alésage initial.

Par exemple un cylindre d'alésage 80 mm est ovalisé à 80,5 mm sur un de ses diamètres. On réalèse à 83 mm et on y place une chemise de diamètre externe 83,05 et diamètre interne 80.

Pour le chemisage des moteurs Citroën à chemises rapportées, on ôte les chemises ovalisées (le repérage est fait au vérificateur) et on les remplace par des neuves. Il est inutile de démonter le bloc-moteur. Cependant, il est toujours préférable de refaire la ligne d'arbre.

Mais on prendra garde de bien placer et coller le joint fin dans le fond du groupe et veiller à ce qu'il ne se déplace pendant le remplacement de la chemise amovible. On aurait des surprises au remontage.

FUITES d'EAU.-

Il arrive que l'eau de refroidissement s'introduise dans la chambre d'explosion.

Il y a plusieurs raisons à ce phénomène parfois sans gravité, mais qui peut amener lorsque la voiture est immobilisée, un piquage des parois par la rouille.

- 1°. Le joint de culasse est détérioré : il faut le changer.
- 2°. La culasse est mal serrée : on en refait le serrage.
- 3°. Le constructeur coule le bloc-cylindres et ce dernier comporte des trous de coulée ou pastilles que l'on rebouche après coup. Il arrive que ces obturations soient imparfaites et que l'eau réussisse à s'infiltrer entre le métal d'obturation et celui du bloc-cylindres.
- 4°. Il arrive que le réalésage découvre une fissure dans le métal, qui met une chambre d'eau en communication avec la chambre d'explosion.

Dans ces deux cas, il est un remède à la portée de tous : on achète une sorte de soudure spéciale visqueuse vendue dans le commerce; on chauffe le moteur, on démonte la durite supérieure de culasse, on verse la moitié de la boîte de produit dans l'eau chaude, on fait tourner le moteur pendant 1/4 d'heure, on verse l'autre moitié, on laisse tourner pendant un autre 1/4 d'heure.

Les fissures sont ainsi rapidement obturées. Quelque temps après, il est prudent de procéder à un ringage du radiateur et des chambres d'eau.

Naturellement, en cas d'insuccès total ou partiel, il sera bon de procéder à la réparation par soudure ou au remplacement des pièces incriminées.

15. CULASSE

C'est une pièce sans pannes, mais dont le montage et le démontage sont délicats : il faut éviter de la briser, car elle est complètement creuse. Le danger est plus grand encore avec l'aluminium.

Lors des vérifications du moteur, on dressera la culasse, c'est-à-dire qu'on la place sur un marbre huilé garni de poudre à rectifier et on lui fait faire plusieurs mouvements de glissement. Si elle est trop abîmée, on l'envoie à la rectification faite par un spécialiste à la machine.

Pour le remontage, on placera correctement un bon joint métallo-plastique. Nous avons signalé son importance. A noter que plus le joint est fin, plus le volume de la chambre d'explosion diminue et plus le taux de compression augmente. Si l'on veut diminuer le taux de compression, on interpose plusieurs joints. Dans le cas où le joint est neuf et la culasse surfacée, on se contente de huiler les surfaces de contact. Autrement il faut faire un montage à l'hermétique : on enduit les deux faces du joint métallo-plastique assez légèrement, mais complètement, puis on le met en place.

Le serrage des écrous doit être minutieux. L'on doit interposer entre une culasse d'aluminium et l'écrou de goujon une grosse rondelle d'acier pour éviter de la détériorer.

Le serrage sera effectué en commençant par le centre et en quinconce. Il sera régulier et on aura intérêt à se servir d'une clé dynamométrique.

Pour une culasse en fonte, on serre à froid et on rend un tour de clé, moteur chaud.

Pour une culasse en aluminium, on serre à froid et après quelques heures de marche on rend un tour de clé, mais à froid.

CHAPITRE IV

PARTIES MOBILES

16. PISTONS

Ils reçoivent l'effort de l'explosion et le transmettent au vilebrequin par l'intermédiaire de la bielle.

Le piston reçoit l'explosion, c'est-à-dire une pression qui peut atteindre 30 kg/cm. Il est animé d'un va et vient très rapide. Il doit se guider lui-même dans le cylindre sans exercer sur ses parois une forte pression, tout en étant ajusté suffisamment pour éviter toute perte d'énergie.

Aussi il doit être : résistant, surtout au fond - de faible inertie, donc léger - de grande surface de contact avec le cylindre.

On a d'abord construit les pistons en fonte; de plus en plus, on les fait en aluminium-alliage. Ainsi on a des pistons légers et très conducteurs, donc faciles à refroidir. L'inconvénient est que l'aluminium se dilate assez fortement et il faut prévoir un jeu suffisant à froid pour qu'il n'y ait pas de serrage à chaud. Comme le fond se dilate davantage, on construit des pistons en quelque sorte tronconiques. Au début de fonctionnement du moteur, il se produit un cliquetis qui disparaît dès qu'il est chaud.

Le fond est renforcé en épaisseur et par des nervures intérieures. Son épaisseur ne doit pas être inférieure à 4mm.

Il est bombé pour mieux résister à la puissance d'explosion, mais on le fait aussi bien plat, renforcé, pour qu'il offre une surface moins grande au dégagement de calories de l'explosion.

Le corps du piston est creusé de rainures appelées gorges. Il y en a généralement 3 ou 4.

C'est dans ces rainures qu'on loge les segments (Fig.10). Celle qui est située le plus bas comporte le segment râcleur, percé pour le retour de l'huile râclée.



Fig. 9

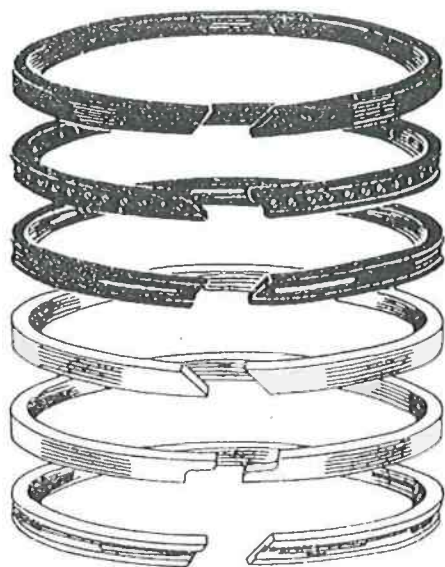


Fig. 10 - 6 types de segments
Diverses coupes

Le rôle des segments est d'assurer l'étanchéité entre les parois en contact du piston et du cylindre. Ils sont en fonte spéciale ou en acier. Ce sont des anneaux de section rectangulaire, non fermés. Aussi on peut les ouvrir pour les placer sur le piston. Introduits dans le cylindre, ils se resserrent. D'autre part ils sont élastiques et exercent une pression indispensable sur les parois du cylindre.

Ainsi on est obligé de laisser un jeu entre les deux lèvres du segment qui est environ de 0,27 mm pour alésage de 100 mm, piston et segment en place dans le cylindre.

La fente est taillée : droite, oblique, (1 et 2), en coupe baionnette (5). La dernière est la plus étanche, mais est trop cassante. La première n'est pas assez étanche. C'est donc la coupe oblique qui est la plus utilisée.

Le rôle du ou des segments râcleurs (2,3,6) est de gratter vers le bas, c'est-à-dire le carter, l'huile qui a servi au graissage du haut de cylindre. Leur forme est spéciale : ils sont chanfreinés à leur partie supérieure.

En ce qui concerne le jeu du segment dans sa gorge, il faut savoir que :

- 1°. Le jeu vertical n'est pas toléré, car il y aurait des fuites de gaz lors de l'explosion et des fuites d'huile lors de l'aspiration.
- 2°. Le segment ne doit pas porter sur le fond de la gorge. On respecte un jeu de 1/2 à 1 mm destiné à permettre la dilatation du piston et à créer pour les segments d'étanchéité une

chambre de détente pour les gaz, et pour les segments râcleurs, une chambre d'évacuation de l'huile.

Des segments de construction spéciale (CORDS - ONDULEX) permettent de remplir au mieux ces conditions et en outre ils s'appliquent sur la paroi interne du cylindre, même en cas d'ovalisation.

On remarquera que les segments sont montés de façon que leurs fentes respectives soient décalées de 1/3 de tour par rapport l'une à l'autre, afin que les gaz de fuite soient obligés d'effectuer un difficile parcours d'échappement.

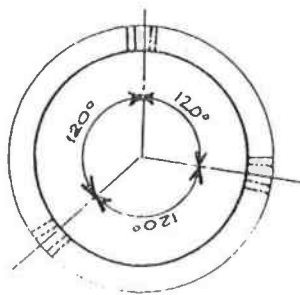


Fig. 11
Vue dessus pour le tierçage des segments

La jupe du piston a pour rôle de servir de guide et d'augmenter la longueur du piston de telle façon que l'effort d'obliquité de la bielle ne force pas le lubrifiant à s'échapper par suite d'une trop forte compression du piston sur la paroi du cylindre.

Elle est fendue par un trait oblique de façon à ce qu'elle soit élastique et s'adapte toujours au diamètre du cylindre, que le moteur soit froid ou chaud. Elle est réunie aux bossages de renfort du fond par des plaquettes d'acier au nickel (métal INVAR).

L'axe de piston est logé dans 2 trous percés en vis-à-vis dans la paroi du piston. C'est sur lui que tourne la bielle, ou c'est lui qui tourne dans la paroi du piston, suivant les moteurs.

De plus en plus on permet au piston et à la bielle de tourner sur lui ensemble. Mais il faut alors l'empêcher de glisser sur le côté où il rayerait la paroi du cylindre.

Chacun de ses bouts comporte alors une pastille de bronze ou d'aluminium,.... qui s'use vite et ne fait que retarder la détérioration.

Ou bien on munit le trou de bossage du piston d'un jonc en acier à ressort pour empêcher l'axe de glisser de côté.

Enfin, on peut munir les trous du piston d'un frein d'axe CIRCLIPS qui est un ressort composé d'une mince lame de métal spécial enroulée sur elle-même sans que ses bords se rejoignent. L'axe est maintenu par leur élasticité constante à toutes températures.

17. LA BIELLE

Elle transmet au vilebrequin l'effort reçu par le piston. Avec le vilebrequin, elle transforme le mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement circulaire continu.

Elle supporte des efforts variés que l'on classe grossièrement en deux catégories :

- 1°. Efforts dus à l'explosion : Flambage en particulier qui tend à courber la bielle sur elle-même pour la briser au centre.
- 2°. Efforts dus à l'inertie : Compression de la bielle, traction exercée sur elle, flexion.

On lui attribue donc certaines particularités de construction que nous allons examiner.

Le pied de bielle est le renflement en olive qui entoure l'axe du piston sur lequel il est monté avec une douille en bronze destinée à atténuer les frottements.

Le corps relie le pied à la tête. Il a la forme d'un I pour résister aux efforts de flambage et d'inertie. On le fait de plus en plus large, quitte à l'ajourer pour l'alléger.

La tête est le plus gros renflement. C'est elle qui s'adapte sur le vilebrequin. Elle est toujours en deux pièces semi-circulaires dont l'une, amovible, est appelée chapeau. Elles sont réunies par des boulons et enserrment un coussinet de tête de bielle en bronze réglé ou non. De plus en plus, on régule directement la tête sans coussinet. Il est à noter que toutes les bielles du même moteur doivent avoir rigoureusement le même poids.

On peut remarquer dans le pied comme dans la tête des orifices appelés "lumières de graissage". Ils communiquent avec des échancrures taillées dans la surface de la partie frottante du pied ou de la tête et qu'on appelle "pattes d'araignée". L'huile de graissage arrive par les lumières, et par les pattes d'araignée, se répand sur toutes les surfaces en contact. Ces pattes d'araignée sont de moins en moins utilisées.

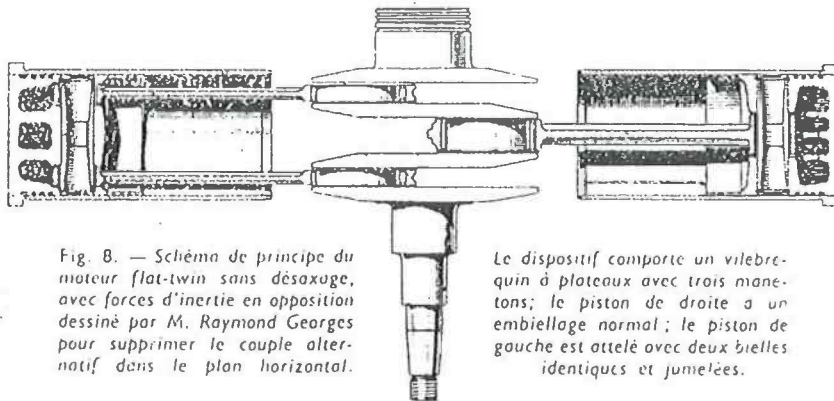


Fig. 8. — Schéma de principe du moteur flat-twin sans désaxage, avec forces d'inertie en opposition dessiné par M. Raymond Georges pour supprimer le couple alternatif dans le plan horizontal.

Le dispositif comporte un vilebrequin à plateaux avec trois manetons; le piston de droite a un embiellage normal; le piston de gauche est attelé avec deux bielles identiques et jumelées.

Fig. 13
Embiellage équilibré
Cliché "Revue de l'Aluminium"

Il est soumis à des efforts énormes de poussée, de torsion, et son usinage doit être particulièrement soigné.

La matière est un acier spécial dont la résistance à la rupture est de l'ordre de 1 tonne au cm². Cet acier est forgé, puis traité. On le laisse revenir au four, puis il est redressé à la presse et usiné.

Nous examinerons les particularités des bielles des moteurs en V lors de l'étude spéciale qui sera consacrée à ces moteurs.

18. LE VILEBREQUIN

Son rôle est de réunir en un seul les efforts individuels de chaque cylindre et de transformer les mouvements alternatifs des pistons en mouvement circulaire. De plus, il actionne les pistons durant les temps morts indispensables : échappement, aspiration compression.

LA BIELLE

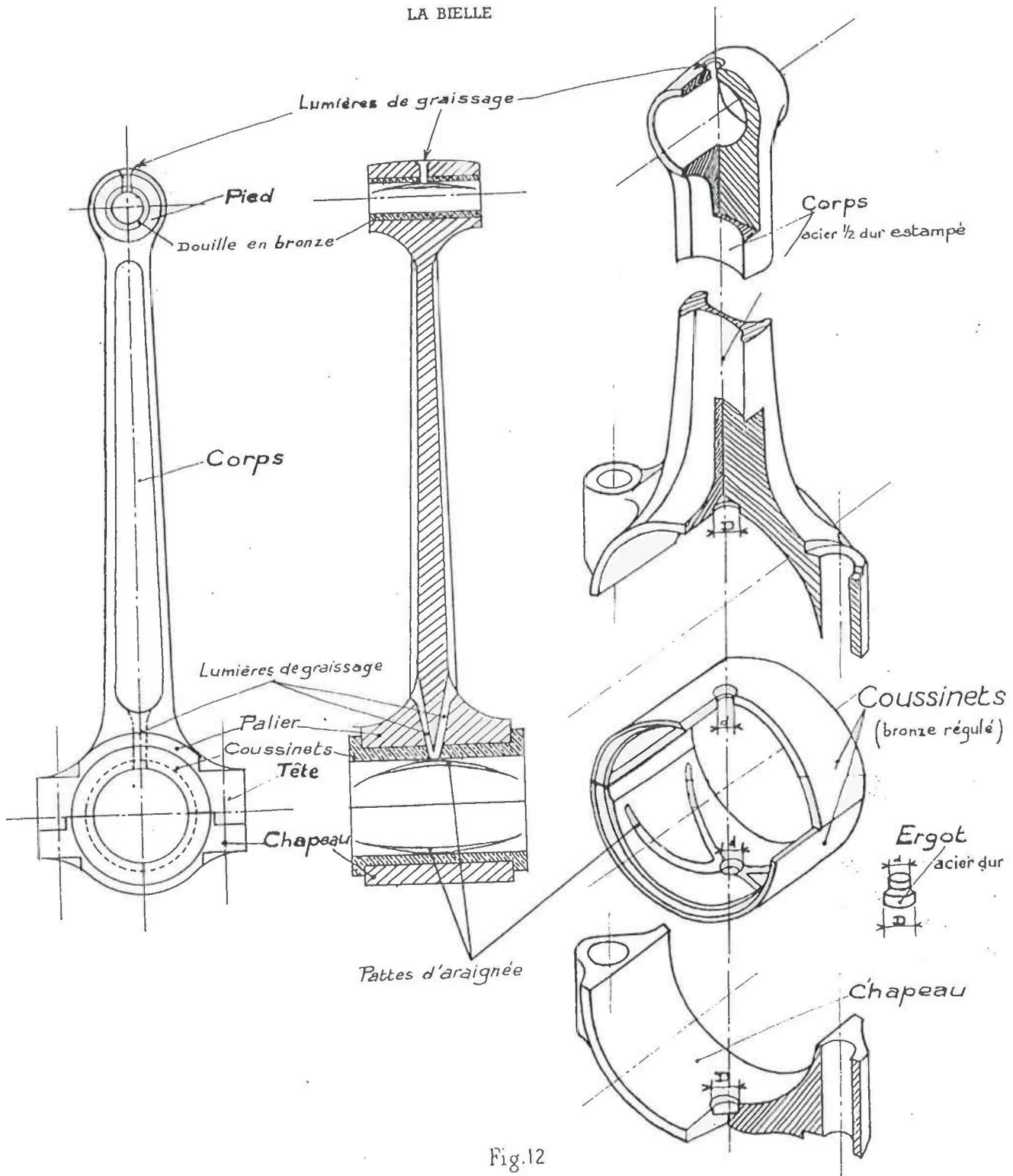
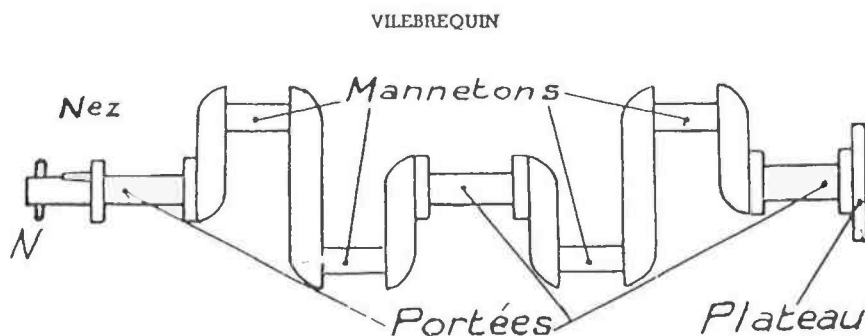


Fig.12

Nous avons déjà parlé des paliers à propos du carter. Les parties du vilebrequin qui tournent dans ces paliers sont appelées portées ou tourillons.

Les têtes de bielles enserrant sur le vilebrequin les parties nommées manetons.

Les manetons reçoivent et transmettent l'effort de l'explosion. Les portées sont les soutiens du vilebrequin et leur nombre varie suivant la puissance du moteur et la longueur du vilebrequin. En général, ce dernier se présente sous forme d'un gros arbre formé d'une série de U. On remarquera que toutes les portées sont situées, évidemment, selon l'axe. Portées et manetons sont généralement cémentés, c'est-à-dire qu'ils subissent dans des caisses garnies de charbon de bois, une longue cuisson au



four qui durcit leur surface à l'extrême. Plus il y a de cylindres, plus le vilebrequin est long et plus il y a de portées pour le soutenir. Quant à la répartition des manetons, elle détermine l'ordre des explosions. Elle est calculée pour réaliser le meilleur équilibrage du moteur : on regardera le vilebrequin selon son axe, en le tenant verticalement, une extrémité posée par terre. Pour un 4 cylindres, les anses en U sont dans le même plan, mais opposées 2 à 2.

Pour un 6 cylindres, les anses sont groupées par 2 dans des plans à 120° .

Pour un 8 cylindres, en ligne par 2 dans des plans à 90° .

Equilibrage du vilebrequin : Il doit être réalisé sous peine d'enregistrer des vibrations désagréables qui amèneraient une détérioration rapide. On y parvient en donnant à ses anses une répartition symétrique, comme il vient d'être signalé, en donnant à chacune de ses parties un poids égal, ainsi qu'aux pièces (bielles) qui en sont solidaires.

Torsion du vilebrequin : On comprend que lors d'efforts puissants, la force développée par les cylindres tend à enrayer le vilebrequin sur lui-même comme une corde tordue. On est obligé de prévoir cet accident en répartissant comme il a été signalé, les efforts de façon équilatérale, en utilisant comme matière composante l'acier spécial, en le renforçant aux points critiques.

Graissage du vilebrequin : Il est d'importance capitale en raison des nombreux frottements des têtes de bielles sur les manetons et des portées dans les paliers.

Le meilleur est le graissage sous pression : le vilebrequin est percé d'un canal axial qui débouche par des ouvertures dans les manetons. L'huile arrive par d'autres ouvertures effectuées dans les paliers, qu'elle graisse, circule dans le vilebrequin, est chassée vers les manetons qu'elle lubrifie et de là retombe dans le carter d'où elle est renvoyée dans sa circulation par une pompe spéciale (pompe de graissage).

19. ARBRE DE COMMANDE A CAMES

C'est lui qui, par le mouvement de ses cames, commande le jeu des soupapes et actionne l'arbre de commande secondaire de l'allumeur et de la pompe à huile.

C'est donc un organe important qui règle toute la distribution du moteur.

Il est constitué par un arbre cylindrique en acier de cémentation trempé et rectifié. FORD a institué les arbres à cames en fonte à haute résistance, au nickel-chrome-molybdène. Ces arbres sont coulés et usinés. Les cames en sont trempées. Leur prix de revient est très inférieur à celui des arbres à cames en acier.

ARBRE A CAMES

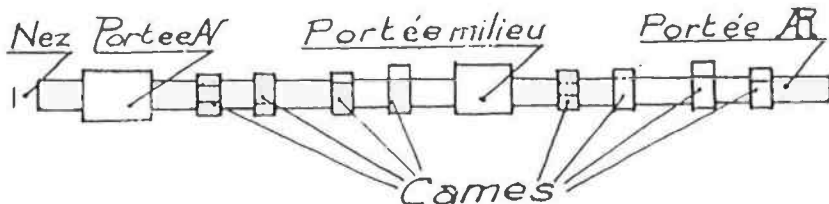


Fig.15

Sur cet arbre on remarque des bossages de forme spéciale appelés cames. Il y en a autant que de soupapes. Les cames d'aspiration ressemblent à une poire, celles d'échappement ont un sommet plus carré. Ainsi le poussoir reposera sur le sommet pendant plus longtemps et la soupape d'échappement demeurera plus longtemps ouverte.

On conçoit l'importance de la forme et du calage des cames. Pourtant, elles sont taillées dans la masse de l'arbre et on ne peut les déplacer qu'avec le corps de l'arbre de commande, en procédant au "calage de la distribution" que nous indiquerons au chapitre suivant.

L'arbre à cames tourne dans des paliers du carter qui lui sont réservés. On remarquera que ses portées sont de diamètre supérieur à celui des cames : ceci pour qu'on puisse l'introduire dans les paliers par un bout.

Le palier avant supporte l'effort de la commande de l'arbre à cames, aussi est-il plus volumineux que les autres, et se fixe-t-il par des boulons, pour faciliter son remplacement.

L'avant de l'arbre à cames comporte une roue d'engrenage en cas de commande directe ou un pignon en cas de commande par chaîne.

Au milieu, on remarque le pignon hélicoïdal (dont le pas rappelle la forme d'une hélice) qui commande l'arbre secondaire de l'allumeur et de la pompe à huile. (N'est pas figuré en 15 - Voir la Planche 8).

COMMANDE DE L'ARBRE A CAMES.-

Il est commandé, c'est-à-dire que sa rotation lui est imprimée, par le vilebrequin. Mais attention ! Une soupape ne s'ouvre qu'une fois pour 2 tours de vilebrequin. Aussi l'arbre à cames qui le commande doit tourner 2 fois moins vite que le vilebrequin.

Il est 3 modes de commande :

1°. Directe : L'engrenage de l'arbre à cames, qui a un diamètre double, est commandé par celui du vilebrequin.

2°. Indirecte par engrenage intermédiaire : L'engrenage de l'arbre à cames est entraîné par un engrenage à 1/2 diamètre, qui est entraîné par un autre de diamètre égal fixé sur le vilebrequin.

3°. Indirecte par chaîne : Le pignon de l'arbre à cames, qui a un diamètre double, est commandé par celui du vilebrequin, à l'aide d'une chaîne silencieuse spéciale qui donne une grande douceur au fonctionnement. L'avantage est le silence, l'inconvénient est l'allongement de la chaîne.

GRAISSAGE DE L'ARBRE A CAMES.-

Les cames et portées sont graissées par projection de l'huile effectuée par le vilebrequin ou par pression. Les roues de commande le sont par des tuyauteries sous pression. Le graissage de l'arbre à cames n'exige aucun soin spécial.

20. ARBRE DE COMMANDE SECONDAIRE

Situé à peu près au centre longitudinal du moteur, il coupe en croix l'arbre à cames. Il est commandé par deux engrenages hélicoïdaux, l'un fixé sur lui, l'autre sur l'arbre à cames. Ils sont de diamètres identiques. Donc l'arbre de commande secondaire tourne à la même vitesse que l'arbre à cames. Nous verrons pourquoi lors de l'étude de l'allumage

Sa partie inférieure plonge dans le faux carter où elle actionne la pompe à huile (voir graissage du moteur). Il est soutenu par une portée centrale et il s'y emmanche

par le dessus ! Attention au montage ! Sa base est soutenue par la pompe à huile.

Il est graissé lui aussi par projection d'huile.

21. LES POUSSOIRS

Ce sont les intermédiaires nécessaires entre la came et la tige de soupape. Ils empêchent son usure et sa déformation latérale. Cependant, tous les moteurs ne sont pas munis de poussoirs. La queue de soupape est alors élargie. On distingue : les poussoirs simples appelés taquets, dont la partie qui entre en contact avec les cames est une tête élargie.

et les poussoirs proprement dits, dont la partie qui porte sur les cames est munie d'un galet, c'est-à-dire d'une petite roue. Ainsi on élimine le frottement de la tête sur la came et le fonctionnement est plus doux.

Dans les deux cas, tête plate du taquet ou galet du poussoir sont en acier cémenté.

Dans les deux cas, le corps du poussoir est un cylindre massif glissant dans un guide-poussoir. Ces guides peuvent être individuels et amovibles.

Ou bien, comme sur les moteurs RENAULT, ils sont réunis en une rampe boulonnée sur le flanc des cylindres. Ou bien encore, ils sont constitués par un simple bossage faisant corps avec le bloc-cylindres. Ils comportent alors une bague de bronze intérieure qui adoucit le glissement.

Enfin la tête du poussoir ou taquet est munie d'une tête mobile à contre-écrou qui sert au réglage des soupapes.

En effet, les soupapes s'échauffent, se dilatent, et leurs tiges s'allongent. Or la dilatation du bloc-cylindres est moins forte. Aussi, à chaud, il y aurait un jeu moindre et la soupape ne s'appliquerait plus exactement sur son siège.

Il faut donc régler la tête du poussoir en la vissant ou dévissant de façon à obtenir à froid le jeu spécifié au 1/10^e et quelquefois au 1/100^e de mm par le constructeur.

En effet, le réglage des soupapes (plus exactement des poussoirs) est d'importance capitale.

Trop de jeu : Les soupapes se lèvent avec retard et se ferment prématurément. Le moteur est bruyant et perd de la puissance.

Jeu insuffisant : Gros risque. Les soupapes ne ferment pas. Le moteur perd de la compression et de la puissance. Il y a coup de chalumeau des gaz qui s'échappent par les ouvertures, chauffent les têtes de soupape jusqu'à les brûler le cas échéant, sans compter les inévitables retours au carburateur, qui sont souvent la cause d'incendies.

22. LES SOUPAPES

Leur rôle est d'assurer la fermeture opportune et hermétique des lumières (orifices d'admission et d'échappement, ainsi que leur ouverture en temps voulu pour laisser passer les gaz.

On y distingue la tête qui est soit plate, soit bombée, ou concave; c'est-à-dire creuse du dessus. On remarque souvent en son centre une fente ou un trou fileté pour le rodage.

La partie de la tête qui pose sur le siège est parfois plate, presque toujours chanfreinée, c'est-à-dire coupée en tronc de cône. L'angle de chanfrein peut se mesurer de deux manières :

- a) avec l'horizontale supérieure de la tête de soupape. Il varie approximativement de 30 à 45°.
- b) avec les prolongements des chanfreins diamétralement opposés. On trouve alors de 90 à 120°.

Il ne faut pas interchanger les soupapes d'aspiration et d'échappement, car les dernières sont en contact avec des gaz à 2.000°, et bien que refroidies, rougissent. Elles sont en acier spécial inoxydable à haute résistance à chaud (800°).

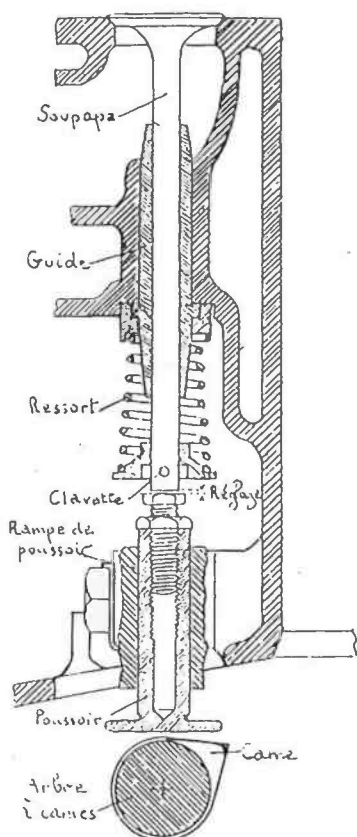


Fig. 16
Ensemble d'une soupape et de sa commande de façon normalisée.

Au-dessous s'allonge la tige de soupape, plus ou moins longue, cylindrique. Au bas on y remarque un trou, rond ou ovale, où s'emmanche une goupille ou clavette qui maintient la cuvette du ressort.

Ou bien on y remarque une gorge creusée tout autour de la base. Cette cuvette est alors maintenue par les deux demi-cônes qui s'emmanchent dans la gorge.

Le ressort de soupape a pour rôle d'assurer l'application franche et hermétique de la soupape sur son siège, et de l'y rappeler lorsqu'elle est libérée de l'influence de la came.

Ce ressort doit être à la fois puissant et très souple car la soupape ne doit jamais être soulevée par la dépression causée par l'aspiration, ni se séparer des cames. Il doit être souple car s'il était trop puissant il détériorerait les soupapes.

Aussi on les fabrique en acier spécial fondu et trempé ou en corde à piano non trempée. Parfois on trouve deux ressorts concentriques, dont l'un est à l'intérieur de l'autre.

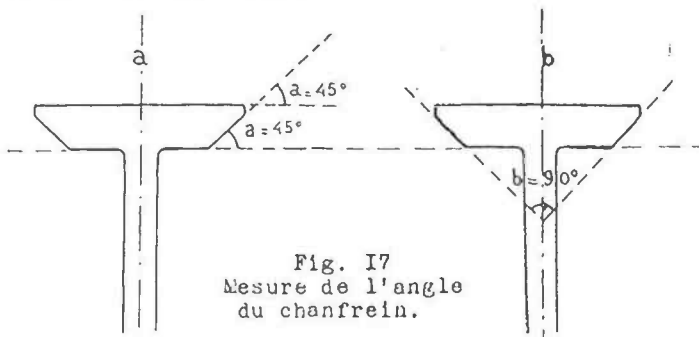


Fig. 17
Mesure de l'angle du chanfrein.

Nous avons déjà dit que le ressort est arrêté par une cuvette ou calotte, maintenue sur la soupape par clavettes ou cônes.

Le guide de soupape est une pièce rapportée dans le bloc-cylindres. Il doit être long et bien calibré pour bien guider la soupape. Il est graissé par les projections d'huile.

CHAPITRE V

ORGANES ANNEXES

Nous avons déjà vu les pignons et la chaîne de distribution. Les autres organes jouent un rôle spécial et bien déterminé et nous les étudierons lors des chapitres qui concernent :

- pour le carburateur : la carburantion,
- pour la magneto-dynamo-allumeur-bougies : l'allumage,
- pour la pompe à huile : le graissage,
- pour le volant : le fonctionnement du moteur.

CHAPITRE VI

ENTRETIEN ET REPARATION DES PARTIES MOBILES

23. PISTONS

Montage de l'axe dans un piston en aluminium :

On plonge le piston pendant 1 ou 2 minutes dans de l'huile chaude et on monte l'axe à chaud. Si on travaillait à froid, on aurait du jeu avec un moteur en marche.

Segments :

Leur montage ou démontage est délicat : ils cassent très facilement. Voici des tours de mains que l'on appréciera :

Démontage : Passer une lame dans la fente et soulever doucement le segment d'un côté. Glisser entre lui et le piston une mince lame de tôle qu'on fera tourner sous le segment autour du piston, d'un quart de tour environ. Glisser alors une deuxième lame identique par la coupe du segment. Continuer de faire glisser la première lame autour du piston, et amener la deuxième à sa place. Agir de même avec 4 languettes, jusqu'à ce que la première soit arrivée au bord de la fente du segment. On fait alors coulisser le segment sur les lames dans le sens de la hauteur du piston.

Remontage : Placer sur le piston 4 languettes de tôle qu'on aura préparées ainsi : on les plie d'équerre de façon à ce qu'elles s'appliquent au long du piston en posant sur le fond par le bout plié. On les coupe de façon qu'elles s'arrêtent juste à la gorge du segment qu'on veut placer.(1)

Il suffit alors d'emmancher sur elles, non posées, le segment, de l'y faire coulisser sur le piston, de rabattre les languettes sur le fond, et d'amener le segment jusqu'à sa gorge par coulissement (Fig.2).

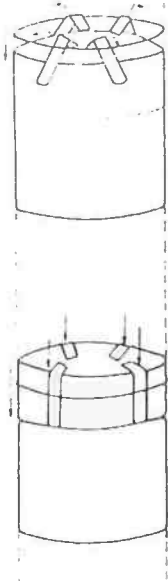


Fig.18

MONTAGE DU PISTON SEGMENTE DANS UN CYLINDRE :

On vérifiera d'abord si les segments sont bien tiercés ou quartés, c'est-à-dire leurs fentes décalées d'un tiers ou d'un quart de tour.(Voir Fig.11)

On s'inspirera du procédé d'atelier suivant qui donne de bons résultats. Mais il faut un outil spécial, facile à fabriquer d'ailleurs : c'est un manchon en tôle muni de 2 papillons de serrage. On le place sur le piston muni de ses segments. On serre les papillons sans forcer, de façon que les segments soient disparus dans leur gorge.

Alors on enfonce le piston dans le cylindre. Le manchon ne peut passer et reste à l'extérieur. Mais il a guidé dans le cylindre les segments qui ne s'y ouvrent qu'après leur libération du manchon. (A noter que ce procédé n'est pas obligatoire).

Décalaminage : Déjà signalé. On n'oubliera pas de vérifier le décalaminage des fonds de gorge du piston, car les segments n'y peuvent plus jouer et on s'exposerait à des accidents.

24. LA BIELLE

Coulage : Il s'agit de la fusion de l'antifriction produite par un échauffement exagéré dû à un manque de graissage. Le moteur se met alors à cogner violemment. Il faut arrêter. On peut rentrer au premier garage venu si on roule très lentement. Il vaudra mieux enlever la bougie du cylindre où la bielle a grillé.

Si on roule à vitesse normale, on s'expose à voir la bielle traverser le carter ou la culasse.

Montage des bielles : Elles doivent être de même poids, avons-nous dit, et on ne remplacera une bielle avariée que par une identique en forme et en poids.

Pour les bielles à tête munie de coussinet, on s'arrangera pour que le serrage soit bien réparti, et que les deux faces du coussinet s'appliquent bien. Le chapeau doit ne donner lieu à aucun jeu, ni sur la bielle, ni sur le coussinet.

25. LE VILEBREQUIN ET LES ARBRES DE COMMANDE

Ne donnent lieu à aucune remarque particulière. En cas de grillage de bielle, le vilebrequin demande une rectification car le maneton est abîmé.

26. ARBRES A CAMES. CALAGE DE LA DISTRIBUTION

Nous avons dit, à propos des cames, qu'elles faisaient corps avec l'arbre et qu'on ne pouvait les déplacer qu'en faisant pivoter l'axe sur son axe. Ce qui donne lieu à l'opération appelée : calage de la distribution.

Tourner le vilebrequin de sorte que les pistons extrêmes soient au P.M.H.

Tourner l'arbre à cames afin que les soupapes du premier et du dernier cylindres soient "en balance", c'est-à-dire de façon à ce que le plus petit déplacement de l'arbre à cames fasse lever l'une ou l'autre des 2 soupapes suivant le sens où l'on tourne.

A ce moment, placer les pignons ou la chaîne, suivant le cas, afin de relier le vilebrequin et l'arbre à cames.

BEMARQUES :

Avec les pignons hélicoïdaux, le problème est un peu plus difficile. Etant donnée l'inclinaison des dents, il faut faire tourner avant engrènement le pignon de l'arbre à cames d'une quantité égale à la distance dont une dent se décale d'un côté à l'autre du pignon. Une fois l'engrènement fait, si l'on n'est pas au point voulu, libérer à nouveau les engrenages et décaler les pignons l'un par rapport à l'autre pour arriver à ce que les soupapes soient en balance lorsque le piston correspondant est au P.M.H.

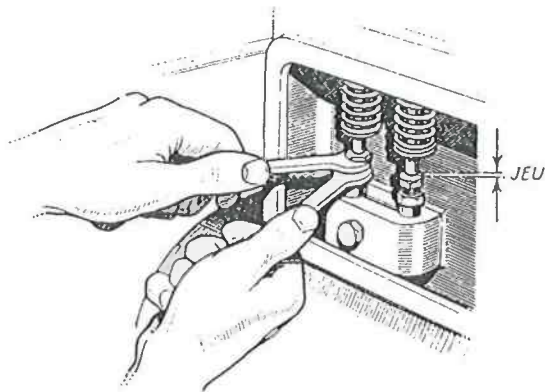
Bien des constructeurs facilitent ce calage en indiquant sur le volant du moteur la position du P.M.H. par un repère qu'on amène en face d'un trait tracé sur le carter.

27. REGLAGE DES POUSSOIRS

Il dépend évidemment de leur disposition, de leur construction, du jeu à donner. Les notices des constructeurs sont très explicites à ce sujet.

Fig.19

La valeur des jeux entre queues de soupapes et laquels doit être rigoureusement observée. Se référer à la notice d'entretien pour en connaître l'importance.



En général, on débloque le contre-écrou, puis on visse ou dévisse la tête jusqu'à ce qu'elle touche une lame qu'on interpose entre elle et la queue de la soupape. Cette lame est, bien entendu, calibrée au jeu à obtenir. Il existe d'ailleurs des jeux de lames de calage. On serre alors fortement le contre-écrou à l'aide de deux clés, l'une tenant la tête de poussoir, l'autre serrant le contre-écrou.

28. SOUPAPES

REGLAGE :

De façon approximative et générale, on admet que la soupape d'échappement a parcouru la moitié de sa course après l'ouverture, quand le piston est au point mort bas. Lorsqu'il est au point mort haut, elle doit en principe être encore ouverte du 1/20ème de sa course.

Les cotes de réglage sont données par les constructeurs pour les soupapes d'échappement et d'admission.

RODAGE :

Ce sont principalement et plus souvent les soupapes d'échappement qui sont toujours touchées par les gaz brûlés dans leur course vers la tuyauterie d'échappement. Ces gaz brûlés ayant 900 à 1.000° de température, font piquer les soupapes au bout d'un certain temps, très court (oxydation du métal). Des désagréments surviennent alors (perte de compression).

Quant aux soupapes d'aspiration, on les touche moins quoique le rodage est utile si elles ne posent plus bien sur leur siège. Les gaz léchant les soupapes d'aspiration n'étant pas oxydants et circulant à basse température. Chaque fois que l'on remplace une soupape, il est nécessaire de la roder sur son siège.

Acheter les pâtes spéciales à roder les soupapes, que l'on trouve dans le commerce. Elles sont composées de potée d'émeri agglomérée dans l'huile.

Enlever la culasse et procéder de la façon suivante :

Débarrasser la soupape de son ressort, siège de ressort et clavette. On retire la soupape, on met sur son siège (chanfrein) à roder, de la pâte gros grain, puis on remplace la soupape sur son siège. Avec un tournevis, dont le bout s'introduit dans la fente se trouvant sur la tête de la soupape, on fait faire à celle-ci un mouvement alternatif sur son siège en modifiant de temps à autre la position de la soupape. En profiter pour remettre la pâte. Chaque soupape doit être rodée pendant au moins 10 minutes suivant l'état où elle est, moins pour celles d'aspiration, puis on achève l'opération à la pâte fine. Ne pas trop appuyer sur le tournevis, roder légèrement. A cet effet, on assoit la soupape sur un ressort de façon à ce que la force exercée soit équilibrée par lui.

Nettoyer le tout à l'essence, soupapes et sièges. Eviter la pâte tombée dans les cylindres. Pour éviter des ennuis, placer un linge sous chaque siège de soupape pour recueillir les particules de pâte qui viendraient à tomber.

RECTIFICATION :

Maintenant on travaille mieux et plus vite en passant les soupapes à la rectification sur une machine meulante spéciale (BLACK et DECKER), pendant qu'on fraise les sièges. Il suffit de terminer l'opération à la pâte à roder fine.

COMMENT RECONNAITRE SI UNE SOUPAPE POSE BIEN SUR SON SIEGE ? :

Tracer sur le chanfrein des traits de crayon noir dirigés selon les rayons de la tête et écartés d'environ 2 à 3 mm chacun. Poser la soupape sur son siège et lui faire faire un tour complet, mais unique. Les traits non effacés marquent les endroits qui ne posent pas.

CHAPITRE VII

ORGANES DES MOTEURS SPÉCIAUX

Nous ferons entrer dans cette catégorie les moteurs qui dérogent de l'ensemble classique et demandent des organes spéciaux ou de formation spéciale :

- Moteurs à culbuteurs à soupapes en tête.
- " en V.
- " sans soupapes.
- " à 2 temps.

Disons tout de suite que dans l'ensemble, les organes sont les mêmes.

29. MOTEURS A CULBUTEURS

On les appelle ainsi parce que les soupapes ont la tête en bas au lieu de l'avoir en haut et nécessitent pour leur commande un levier inverseur appelé culbuteur.

On les appelle encore "à soupapes en tête", parce que les soupapes sont disposées dans la culasse.

L'arbre à cames est placé de façon variable :

Dans le carter à sa place ordinaire. La soupape est alors commandée par une longue tige appelée levier de commande. Cette tige actionne un levier oscillant autour d'un axe et placé au-dessus de la soupape : c'est ce levier qui, sollicité par la tige de commande, actionne la soupape. Il est appelé culbuteur.

Dans certains moteurs, l'arbre à cames commande à la fois les soupapes d'aspiration et d'échappement. Il est alors placé entre les soupapes et au-dessus d'elles, et ses cames actionnent directement les culbuteurs des soupapes sans l'intermédiaire de tiges de commande. C'est le cas des voitures SALISON.

Enfin, l'arbre à cames peut être placé directement au-dessus du cylindre et il actionne la soupape sans culbuteurs ni tiges de commande.

Il n'est rien d'autre à signaler pour ces moteurs, dont les autres parties sont classiques. Ils sont plus nerveux que les moteurs ordinaires.

30. MOTEURS EN V

Ce sont en général des moteurs dont le nombre de cylindres est élevé et qui seraient encombrants en ligne; on dispose ainsi 6 cylindres, plus souvent 8.

Ils sont formés par deux groupes comportant un nombre égal de cylindres, disposés en forme de V, selon un cycle axial de 90°.

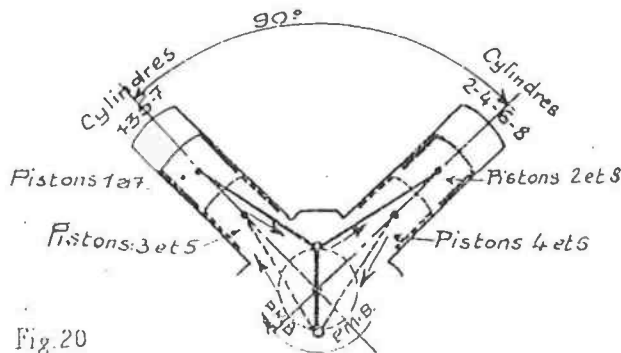


Fig. 20

Ils comportent évidemment deux culasses : 1 pour chaque groupe.

Quant au vilebrequin, il est le même que celui d'un moteur ordinaire avec des manetons plus longs car chacun supporte l'action de deux bielles emmanchées l'une dans l'autre par leurs têtes : l'une a une tête en deux parties en forme de fourche, l'autre a une tête simple qui s'emmanche sur le maneton du vilebrequin entre les 2 branches de la tête fourchue de la première.

On a en quelque sorte la figure exacte de 2 moteurs classiques à 4 cylindres disposés en V. Inutile de signaler que le montage et le réglage du moteur en V est délicat, étant donné l'emmanchement des bielles.

31. MOTEURS SANS SOUPAPES

Il est certain que les soupapes ne sont pas le moyen idéal de distribution et d'échappement. On a vu la complexité de leurs systèmes mécaniques de commande, à laquelle s'ajoutent l'inertie de la masse, ainsi que la résistance des ressorts. D'autre part, les soupapes se détériorent vite et l'on perd aussitôt de la puissance.

Aussi des constructeurs ont cherché à éliminer ces organes à fonctionnement brutal et intermittent en les remplaçant par d'autres, plus simples, de jeu doux, parce que continu.

Éliminons tout de suite un préjugé : le moteur sans soupapes n'est pas le moteur à deux temps où le piston réalise lui-même par son jeu devant les lumières, sa distribution.

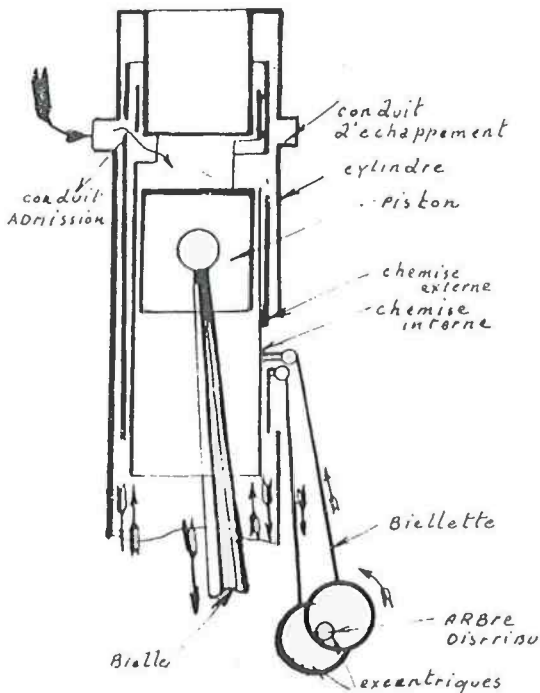


Fig. 21 - Moteur sans soupapes

Il comporte des chemises-fourreaux qui assurent la distribution.

Le type de ces moteurs est le Sans-soupapes Panhard-Levassor, que nous allons décrire. (Voir schéma 21).

Chaque cylindre est muni de deux fourreaux-chemises cylindriques en acier spécial, placés l'un dans l'autre. Ils sont ajustés soigneusement et coulisent l'un dans l'autre, ainsi que dans le cylindre.

Le fourreau-chemise extérieur est réglé intérieurement, sur la surface de frottement de la chemise intérieure. Cette disposition est adoptée pour éviter le grippage des deux. Le piston circule dans le fourreau-chemise intérieur.

Les cylindres et chemises sont percés à leur partie supérieure d'une série d'orifices rectangulaires disposés dans le sens de la hauteur.

Une série de 6 orifices placés du même côté sert à l'aspiration, une autre série de 6 orifices diamétralement opposés sert à l'échappement.

Les chemises sont commandées chacune par une biellette, elle-même commandée par une excentrique calée sur l'arbre de commande qui, comme l'arbre à cames qu'il remplace, tourne à demi-vitesse du vilebrequin.

L'arbre de commande comporte deux excentriques par cylindre, chacune d'elles commandant la biellette de l'une des chemises. Lorsqu'il est en rotation, les chemises sont entraînées dans un mouvement alternatif doux qui donne l'admission ou l'échappement, lorsque les orifices-lumières du cylindre et des deux chemises sont tous en face l'un de l'autre.

Le calage des fourreaux-chemises est combiné de telle façon qu'à partir du moment de l'allumage et pendant tout le temps du travail, la lumière est abritée des gaz chauds par la culasse.

Cette culasse comporte surtout une sorte de bouchon pour chaque cylindre, qui est muni d'un segment large monté à ergot pour éviter sa rotation et qui assure l'étanchéité.

Elle comporte encore des bossages calibrés sur les orifices des chemises et qui s'y engagent. Ainsi, pendant le fonctionnement, les orifices circulent sur des bossages et s'y décrassent.

Le graissage de l'ensemble paraît délicat, or la capillarité assure la remontée de l'huile du carter entre les fourreaux, ce qui est suffisant.

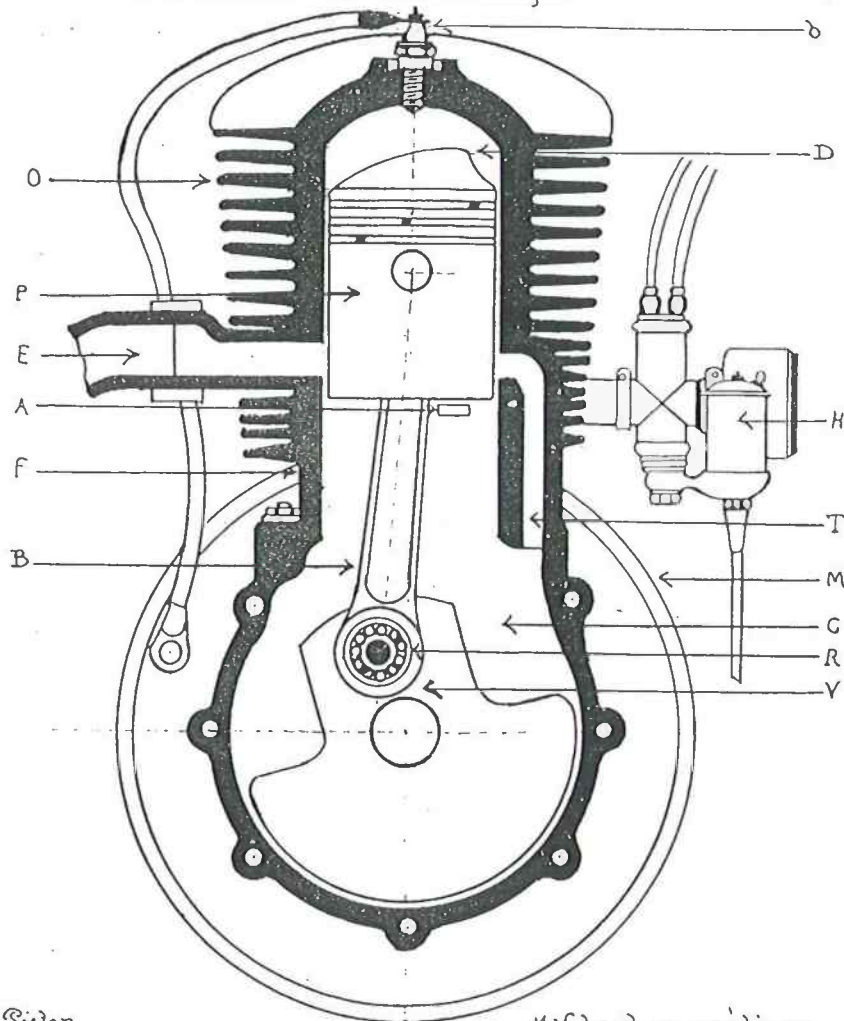
L'on voit que les différences du moteur classique avec le moteur sans soupapes sont surtout physiques. L'ouverture de la soupape d'échappement est ici remplacée par la conjonction des lumières des chemises; il en est de même pour l'admission.

Cependant, le fonctionnement est doux, la fermeture franche et complète, l'ouverture rapide et totale. C'est ce qui fait l'avantage du moteur sans soupapes qui est de puissance élevée, de reprises nerveuses, de consommation réduite.

Tous les moteurs Panhard-Levassor sont des sans-soupapes, cette très importante firme française s'étant spécialisée dans leur fabrication. Depuis 1946, elle paraît revenir au moteur à soupapes, non pas en raison d'un échec, mais de la difficulté de trouver des spécialistes adroits à travailler sur ces moteurs.

32. LE MOTEUR A 2 TEMPS

Moteur à deux temps.



P Piston
D Défecteur
b Bougie
E Canal d'échappement
T Conoil de transfert
B Bielle
Y Vitre requin

Fig. 22

Fig. 22

M Mélange magnétique
C Carter
C Cylindre
A Orifice d'aspiration
H Carburateur
R Roulement ou rouleaux
O. Ailettes refroidissement
à air

Il est très différent des moteurs classiques, aussi bien au point de vue physique que théorique.

On y retrouve toujours les parties fixes : carter, cylindre, piston, bielle, vilebrequin.

Mais on a réussi à supprimer les soupapes, et par conséquent tout leur système de commande : tige, arbre à cames, engrenages de distribution. D'où une construction facile et un prix de revient réduit.

On supprime aussi le système de refroidissement compliqué et encombrant. Le cylindre, qui constitue aussi la culasse, comporte des ailettes radiantes, c'est-à-dire des prolongements circulaires où la chaleur dégagée par l'explosion se disperse pour rayonner dans l'atmosphère.

Le carter, qui ne contient que le vilebrequin, est réduit à une boîte cylindrique. En revanche, il joue son rôle dans l'admission.

Le piston est semblable à celui des moteurs classiques en toutes ses parties, sauf le fond qui comporte une sorte de bosse aigüe appelée "déflecteur". Cet organe est indispensable pour diriger et séparer les gaz frais qui chasseront les gaz d'échappement.

La bielle est classique : il est rare que la tête soit en deux parties. Le coussinet de tête est remplacé par une douille de bronze, ou par un roulement à billes à aiguilles, c'est-à-dire dont les billes sont remplacées par des rouleaux en acier cémenté et trempé.

Le vilebrequin, normal, est souvent monté sur roulements à billes disposés sur les paliers du carter.

Le graissage de l'ensemble est simple; il ne comporte aucun système particulier : on mélange 5 % d'huile spéciale à l'essence, elle se dépose dans la chambre d'explosion, puis coule sur ses parois et file dans le carter.



III. - LE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR

CHAPITRE VIII

QUELQUES DÉFINITIONS

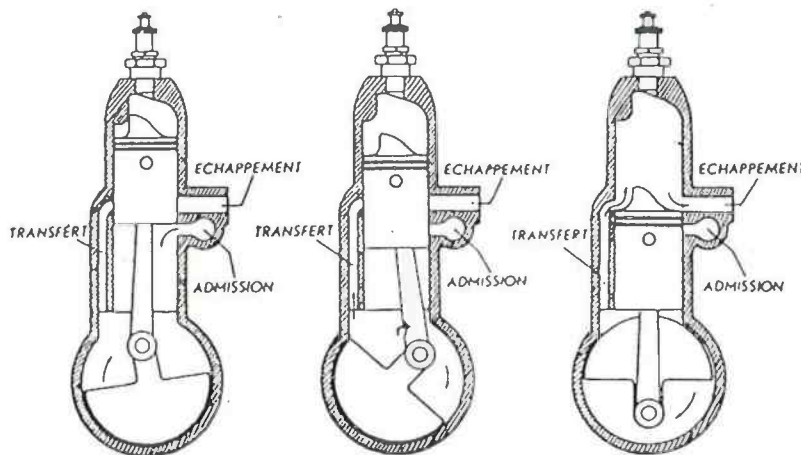
PUISSANCE REELLE ou EFFECTIVE :

Celle qui est disponible au vilebrequin, c'est-à-dire utilisable pour la transmission du mouvement.

On la mesure en accouplant au bout du vilebrequin une dynamo-dynamomètre ou en utilisant les freins de Froude, etc...

PUISSANCE FISCALE :

Puissance pour laquelle les moteurs paient l'impôt. Elle est d'environ le 1/5 de la puissance effective. Le calcul exact est effectué au moyen d'une formule spéciale par le Service des Mines (Voir plus bas).



L'appellation « moteur à deux temps » constitue un véritable barbarisme, puisque nous retrouvons dans son fonctionnement les quatre phases du cycle Beau de Rochas.
De gauche à droite : 1° Le piston remonte sous l'action des contrepoids du vilebrequin. La partie supérieure du piston comprime les gaz, alors que sa partie inférieure crée une dépression dans le carter. Le piston arrive au P.M.H. La partie inférieure de sa jupe démasque une ouverture mettant en communication le carter et le carburateur (admission des gaz frais).
2° L'explosion chasse le piston vers le bas. La lumière d'admission est masquée. La face inférieure du piston comprime les gaz dans le carter.
3° Arrivé au point mort bas, le piston démasque la lumière de transfert, faisant communiquer le carter et l'intérieur du cylindre. Les gaz frais s'engouffrent dans le canal de transfert et achèvent le balayage des gaz brûlés, qui s'ensuient par la lumière d'échappement. Cette dernière est d'ailleurs démasquée avant la lumière de transfert, pour permettre l'évacuation des gaz brûlés par leur force vive.

Fig. 23 - Texte et cliché Moto-Revue, Schéma de fonctionnement du 2 temps.

REGIME D'UN MOTEUR :

C'est sa vitesse exprimée en tours-minute. On le trouve en mesurant avec un compte-tours placé au bout du vilebrequin combien de tours ce dernier a effectué en 3 minutes, puis on divise par 3 pour avoir le régime moyen.

CONSOMMATION d'un MOTEUR :

Quantité d'essence consommée par lui pendant un temps donné à un régime déterminé.

RENDEMENT D'UN MOTEUR :

Rapport entre le travail obtenu (traction d'un véhicule) et l'énergie fournie (en carburant).

ALESAGE :

Diamètre d'un cylindre mesuré à l'intérieur.

COURSE :

Distance parcourue par le piston entre P M H (point mort haut) et P M B (point mort bas).

CYLINDREE:

Volume déterminé par la révolution du cylindre entre P.M.H et P.M.B. Elle s'obtient par la formule :

$$n R^2 C N,$$

où :

- n = 3,1416,
- R² = 1/2 alésage x 1/2 alésage,
- C = course,
- N = nombre de cylindres.

EXEMPLE NUMERIQUE :

Calculer la cylindrée totale d'un moteur de camion américain G.M.C. d'alésage 96,04 et course 101,6. Ce moteur a 6 cylindres.

Solution

On peut chercher la cylindrée d'un cylindre, d'abord.

La formule est : $n R^2 C$, soit :

$$3,1416 \times \frac{96,04}{2} \times \frac{96,04}{2} \times 101,6 = 735.878$$

ou = 0,735 lit.

La cylindrée totale s'obtiendra en multipliant par 6 :

$$0,735 \times 6 = 4,410 \text{ litres ou } 4.410 \text{ centimètres cubes.}$$

N o t a : La formule de calcul de la puissance fiscale des Mins est :

$$P.\text{fisc.} = \frac{K \times C \times 4 \times t}{3,14} \quad \text{où : } K = 0,00015 \text{ pour un 4 cylindres,}$$

C = cylindrée totale en centimètres cubes,
t = nombre de tours-seconde. On fixe forfaitairement ce nombre à 30 pour tourisme.

EXEMPLE NUMERIQUE :

Calculer la puissance fiscale de la Juvaquatre Renault, de cylindrée 1,003 litres ?

Solution

Appliquons la formule : $1,003 \text{ lit.} = 1.003 \text{ cm}^3$.

On a :

$$\frac{0,00015 \times 1003 \times 4 \times 30}{3,14} = 5,75 \text{ CV ou } 6 \text{ CV}$$

Le fonctionnement du moteur

Nous allons maintenant entreprendre l'étude du fonctionnement des moteurs dont nous avons terminé la description.

Nous envisagerons d'abord le fonctionnement des moteurs monocylindriques 4 temps, qui n'a plus guère qu'un intérêt théorique; mais, connaissant son fonctionnement, qui est celui de chaque cylindre de tout moteur automobile, il sera simple d'étudier celui des moteurs 2, 4, 6, 8 cylindres et plus, ces moteurs n'étant qu'une accumulation de monocylindriques.

CHAPITRE IX

MOTEUR MONOCYLINDRIQUE

33. CYCLE D'UN MOTEUR

C'est l'ensemble des phénomènes qui se produisent dans la chambre d'explosion. Il y en a 4 pour un moteur à 4 temps et chacun de ces phénomènes est appelé phase du cycle. Chaque phase correspond à un moment de la course du piston, qui est appelé temps.

On dit du cycle qu'il est "fermé" ou "bouclé" lorsque, la série des phénomènes étant terminée, on revient à la première phase.

Nous devons étudier deux cycles : le cycle théorique, facile à comprendre et qui devrait être réalisé, et le cycle réel, plus délicat car il témoigne des efforts et des artifices des constructeurs pour se rapprocher du cycle théorique, en dépit des échauffements, résistances, pertes.

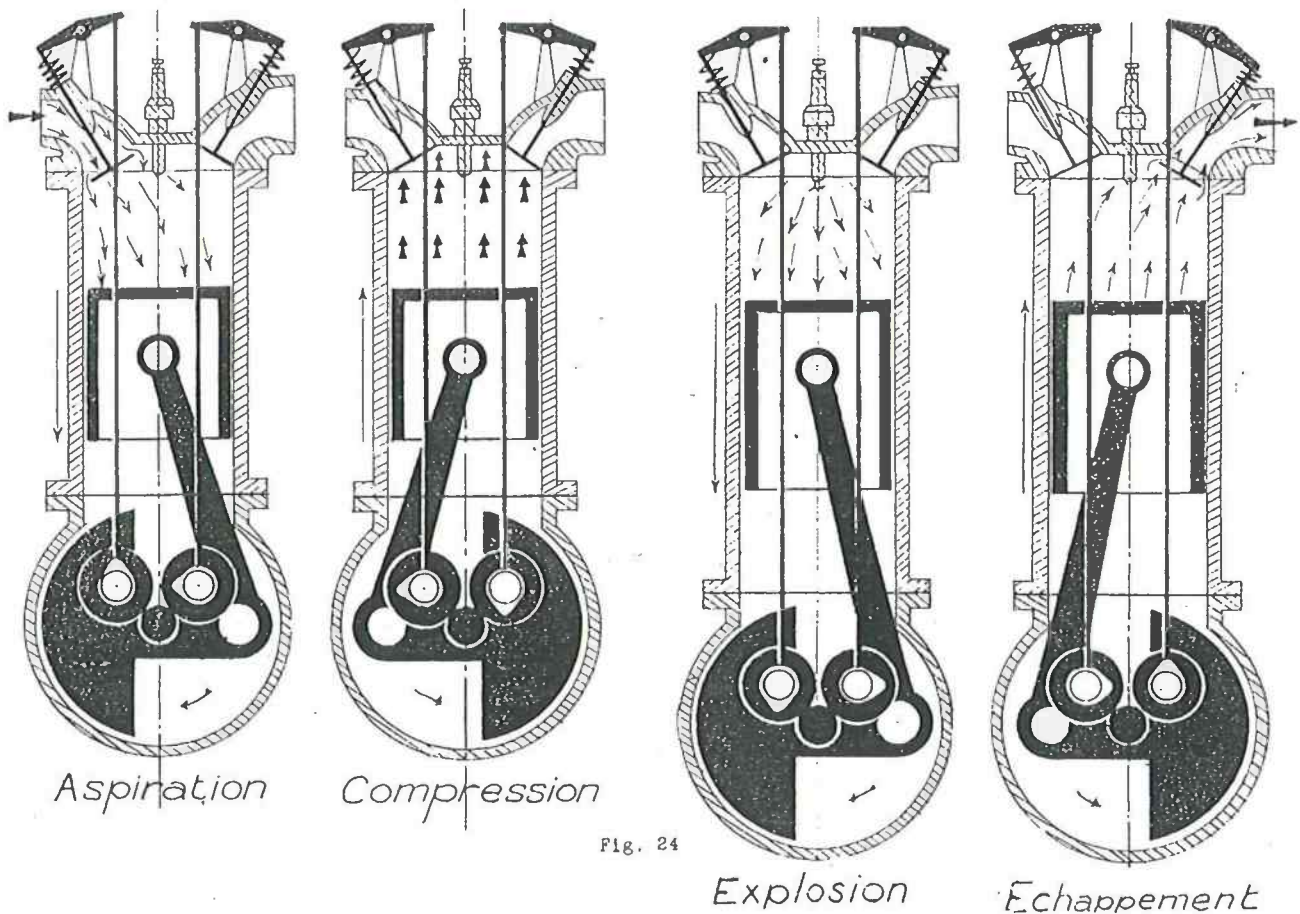


Fig. 24

34. CYCLE THEORIQUE

C'est un cycle qui est formé en 4 phases correspondant à 4 courses du piston : 2 descentes et 2 montées, soit 2 tours de vilebrequin ou 4 temps du piston.

Voici la succession des phénomènes qui constituent le cycle :

1^{er} Temps : ASPIRATION.

Supposons le piston à sa position la plus élevée dans le cylindre. On dit qu'il est au point mort haut (ou P.M.H.). Les soupapes sont alors fermées toutes les deux. Le vilebrequin, entraîné par le volant, tire le piston vers le bas. Il se produit dans la chambre d'explosion, au-dessus du piston, un vide ou dépression.

En même temps, le vilebrequin actionnait l'arbre à cames, dont l'une des cames soulevait la soupape d'admission.

L'air est alors aspiré à travers le carburant en entraînant une quantité convenable d'essence. Le mélange gazeux ainsi réalisé remplit le cylindre, jusqu'à ce que le piston soit arrivé tout en bas du cylindre, au point mort bas (ou P.M.B.). Alors l'aspiration cesse.

La came abandonne alors la soupape d'aspiration qui se referme. Le cylindre, bien fermé, est rempli du mélange gazeux. On évalue sa capacité en litres. C'est la cylindrée que nous avons étudiée.

2^{ème} temps : COMPRESSION.

Toujours entraîné par le volant, le vilebrequin continue sa course et pousse le piston du PMB vers le PMH. Le piston comprime alors fortement le mélange, jusqu'à le réduire au volume de la chambre d'explosion, suivant le taux de compression qui est évalué en kg par cm².

Il est :
- pour l'essence, de 5,7 à 7,2 suivant les moteurs,
- pour le benzol et l'alcool, de 6 à 9 suivant les moteurs,
- pour le gaz pauvre de gazogènes, de 9 environ.

On peut mélanger à l'essence des produits anti-détonants comme le tétraéthyle de plomb, qui permettent d'augmenter ce taux de compression. En effet, plus il est élevé, plus l'explosion sera entière et puissante. Mais il faut éviter la trop forte compression qui détermine l'auto-allumage, c'est-à-dire l'inflammation spontanée des gaz portés à très haute température par la compression.

3^{ème} Temps : EXPLOSION - TEMPS CAPITAL ou TEMPS MOTEUR.

Le vilebrequin a terminé son premier tour. Le piston est revenu au PMH. Les gaz sont comprimés au maximum possible. Le dispositif d'allumage intervient alors : une étincelle enflamme le mélange gazeux qui explose. La pression des gaz atteint alors 30 kg par cm².

Cette énorme pression chasse violemment le piston vers le PMB. C'est l'unique temps sur les 4 où le piston lance le volant par le vilebrequin et où il fournit du travail au lieu d'en absorber.

Les gaz se détendent à mesure que le piston descend.

4^{ème} Temps : ECHAPPEMENT.

Le piston arrive au PMB. Alors une came ouvre la soupape d'échappement : les gaz fuient par cette ouverture et la pression dans le cylindre baisse.

Le volant continue à entraîner le piston qui remonte vers le PMH en expulsant les gaz usés.

Le cycle est bouclé. Le vilebrequin a accompli ses 2 tours pendant lesquels le piston a parcouru ses 4 phases dans une seule, la 3^{ème} a été motrice.

L'ensemble des phénomènes va continuer à se poursuivre.

Notons dès maintenant que ce cycle idéal ne fournit que 50 % de l'énergie calorifique fournie, car les gaz d'échappement emportent avec eux sous forme de 900° de chaleur la moitié de cette énergie.

On dit que le rendement du cycle théorique n'est que de 50 %.

35. CYCLE REEL

On se rend compte, après examen du cycle théorique, qu'à raison de 1 temps moteur sur 4, on ne peut obtenir une grande puissance en un temps réduit. On a donc tout intérêt à augmenter :

- 1°. le régime du moteur,
- 2°. le nombre de cylindres.

N'envisageons que le premier cas, celui des moteurs à plusieurs cylindres étant ultérieurement étudié.

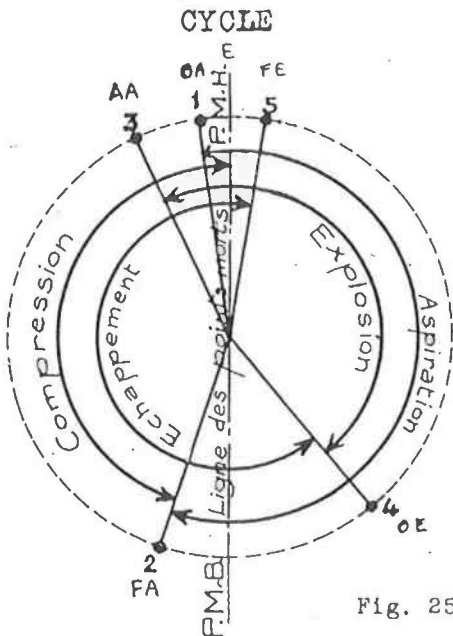


Fig. 25

- 1 - Avance à l'ouverture à l'aspiration
- 2 - Retard à la fermeture à l'aspiration
- 3 - Avance à l'allumage
- 4 - Avance à l'ouverture à l'échappement
- 5 - Retard à la fermeture à l'échappement.

On augmente alors le régime jusqu'à la limite de sécurité et les moteurs d'automobile tournent maintenant à 3.600 tours-minute, 4.000 et plus sur les voitures surpuissantes, 6.000 sur les voitures de course.

Voyons ce qui se passe lors de la rotation d'un moteur à 3.000 t/m. La durée d'une phase en temps n'est plus que de 1/100 de seconde, et chaque explosion n'est séparée de la suivante que par 1/25 de seconde.

On conçoit qu'en un temps si court, les phases ne peuvent s'accomplir intégralement: l'admission est incomplète, l'échappement aussi, et l'explosion n'est pas entière car elle se propage dans la masse gazeuse selon une onde explosive qui enflamme les gaz comprimés par tranches successives à partir de l'étincelle. Cette combustion, quoique très rapide, demande cependant un temps supérieur à 1/25 de seconde.

Il résulte de ces constatations des pertes cumulatives de puissance.

Pour y pallier, on allonge les phases du cycle dont l'expérience prouve qu'elles sont essentielles, en empiétant sur les autres.

En bref, voilà ce que l'on fait : on allonge le temps de l'admission afin qu'elle soit la plus complète possible, en faisant fermer la soupape d'admission après le PMB, le temps de la compression est diminué. C'est le retard à la fermeture de l'admission.

REPRESENTATION PRATIQUE DU CYCLE A 4 TEMPS

(Durée des Temps)

relativement à la circonférence décrite par le vilebrequin

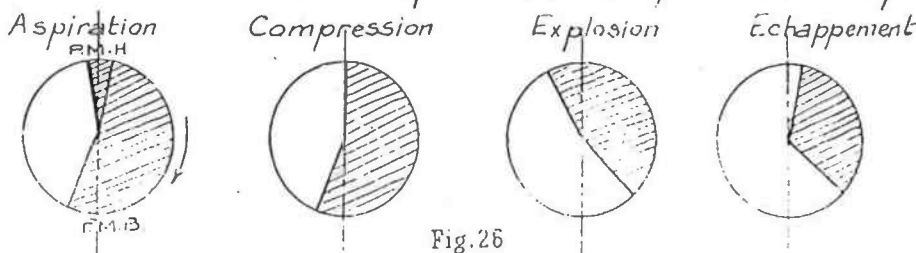


Fig. 26

On allonge aussi le temps d'échappement en diminuant la détente. La soupape d'échappement s'ouvre avant le PMB. C'est l'avance à l'ouverture à l'échappement.

On détermine l'explosion avant que le piston n'ait atteint le PMH. C'est l'avance à l'allumage.

Ces opérations se déterminent empiriquement, c'est-à-dire en tâtonnant sur une série d'expériences faites lors des essais des moteurs.

Aussi, chaque sorte de moteur a ses cotes de réglage particulières, qu'il faut demander au constructeur avant de se lancer dans des réglages personnels.

Voyons quelles sont les modifications du cycle, et les évolutions qui s'y produisent

1^{er} Temps : ASPIRATION.

a) On fait commencer l'aspiration prématurément en faisant s'ouvrir la soupape d'aspiration avant que le piston n'ait atteint le PMH. Cette avance à l'ouverture à l'aspiration (OA) se traduit par un certain angle de décalage d'avec le cycle théorique, de "a" degrés.

But : Lorsque le piston descendra, la lumière d'admission sera ouverte et l'aspiration ne sera pas gênée par les frottements gazeux.

b) On fait finir l'aspiration par fermeture tardive de la soupape après franchissement du PMB par le piston. Ce retard à la fermeture de l'admission (FA) se traduit par un décalage angulaire de "b" degrés.

But : Permettre une meilleure cylindrée, car, lorsque le piston arrive au PMB, il existe encore dans le cylindre une certaine dépression. Elle ne sera comblée que si on permet au gaz de continuer à arriver pendant la remontée même du piston.

2^{ème} Temps :

a) La compression ne commence évidemment qu'après fermeture de la soupape d'admission FA et se prolonge jusqu'à ce que le piston soit au PMH.

b) L'allumage se produit avant que le piston soit au PMH, c'est-à-dire pendant la compression. Le décalage angulaire "c" représente l'avance à l'allumage AA.

But : Permettre aux gaz de s'enflammer entièrement pour qu'ils puissent fournir la puissance maximum lorsque le piston aura dépassé le PMH.

Remarque : L'allumage se produit en AA. L'explosion se produit 1/2.000 de seconde après en E, juste après le PMH.

3^{ème} Temps :

a) L'explosion commencée en E se poursuit, mais

b) la détente des gaz s'effectue dès OE, avance à l'ouverture de l'échappement. Décalage angulaire avec le PMB : "d".

But : Permettre aux gaz de se détendre à fond afin d'éviter une contre-pression lorsque le piston remontera.

4^{ème} Temps :

a) L'échappement commencé en OE continue jusqu'en PE, après que le piston a dépassé le PMH. C'est le retard à la fermeture de l'échappement, d'écart angulaire "e".

But : Permettre une expulsion la plus complète possible des gaz usés par le piston (jusqu'au PMH) et par l'arrivée de balayage des gaz d'admission depuis OA.

Le cycle continuera ainsi avec tous les décalages indiqués. Il est à remarquer que plus le régime du moteur est lent, plus le cycle réel se rapproche du cycle théorique.

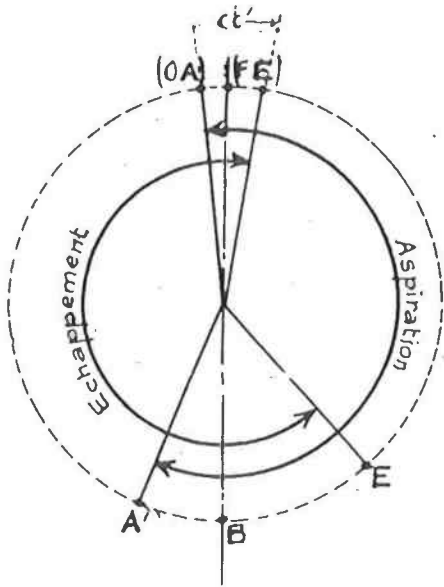
Mais le cycle réel donne moins de travail et l'on perd encore 15 % sur le rendement théorique de 50 %. Si bien que le rendement réel d'un moteur à essence oscille autour de 35 %, ce qui est faible. On cherche constamment à l'améliorer.

36. CHEVAUCHEMENT DES SOUPAPES

En examinant le cycle réel schématisé, l'on s'aperçoit que les 2 phases successives 4^{ème} : échappement - 1^{ère} : aspiration, chevauchent, puisque la soupape d'échappement ne se ferme qu'en FE, alors que la soupape d'aspiration s'ouvre en OA.

Les 2 soupapes sont donc ouvertes ensemble pendant l'angle CC'. Le but a été signalé : permettre une meilleure cylindrée par évacuation aussi complète que possible des gaz usés, et aspiration aussi complète que possible des gaz frais.

Chevauchement
des soupapes ASP. ECH.



- (OA). Ouverture à l'aspiration
- A'. Fermeture à l'échappement
- E. Ouverture à l'échappement
- (FE). Fermeture à l'échappement
- CC'. Chevauchement
- HB. Ligne des points morts

Fig. 27

Cet artifice s'appelle "chevauchement des soupapes". L'on pourrait s'étonner que les gaz usés, encore à 1.000°, ne passent pas par la lumière d'admission découverte pour faire des "retours au carburateur".

Le chevauchement est établi aux essais de telle façon que ce phénomène ne puisse se produire à chaud. Mais il arrive que, le cycle étant imparfait lors d'une mise en route, des retours se produisent : les gaz d'échappement enflammés passent dans la pipe d'admission et peuvent incendier le carburateur.

37. ROLE DU VOLANT

On appelle volant une roue lourde circonférentiellement et qui est capable d'emmagasiner de l'énergie mécanique qu'elle a reçue sous forme d'énergie cinétique, de façon à la restituer lorsque l'énergie mécanique fournie baisse d'intensité.

Le volant est un accumulateur de puissance qui absorbe toutes les augmentations pour les restituer lors des diminutions.

Mais sur le moteur à explosion, il sert encore de régulateur de cycle. Nous venons de voir que ce cycle court sur 4 phases ou temps : aspiration - compression - explosion - échappement, dont 1 seul est moteur : le temps explosion, tous les autres absorbant du travail. C'est là que le volant joue son rôle normal. Pendant l'explosion, il y a énorme augmentation de l'énergie : le volant, lancé, tourne mais emmagasine une bonne part de cette énergie.

Ensuite, il la restitue pendant 1 tour 1/2 de façon à assurer l'échappement, à actionner le piston pendant l'aspiration et la compression.

Le volant est donc un organe important. Très lourd sur les moteurs monocylindriques il peut devenir de plus en plus léger à mesure qu'on augmente le nombre de cylindres, car il y a beaucoup plus de temps moteurs répartis sur un tour de vilebrequin.

CHAPITRE X

FONCTIONNEMENT DES MOTEURS PLURICYLINDRIQUES DU CYCLE A 4 TEMPS

Nous savons que l'on peut augmenter la puissance des moteurs en augmentant le régime et aussi le nombre de cylindres. Nous avons dit aussi à propos du volant que plus le nombre de cylindres était élevé, plus il y avait d'explosions par tour du vilebrequin, et enfin que les constructeurs distribuait l'allumage dans les cylindres de façon à équilibrer les efforts sur le vilebrequin.

Nous allons envisager au cours de ce chapitre les caractéristiques des moteurs pluricylindriques, particulièrement, qui ne portent guère que sur la disposition des manetons du vilebrequin et surtout, l'ordre d'allumage.

Tous aurons l'occasion d'envisager les cas des moteurs en V qui, au point de vue fonctionnement, se comportent comme deux moteurs symétriques accouplés sur le même vilebrequin.

38. CONSIDERATIONS GENERALES

Le cycle à 4 temps avec ses 4 phases : aspiration, - compression, explosion, échappement est connu; chaque cylindre doit effectuer ces 4 phases successivement pendant que les autres travaillent également. Mais on sait d'autre part qu'une seule phase du cycle fournit le travail moteur, l'explosion, l'aspiration et la compression absorbant du travail; il est donc obligatoire que, quel que soit le type du moteur (4, 6, 8 cylindres), on combine le cycle de façon qu'à une certaine position du vilebrequin (le secteur variant selon le nombre de cylindres) corresponde le temps moteur explosion pendant que les cylindres effectuent une phase absorbante tout en répartissant les temps explosion de tous les cylindres de façon symétrique sur l'axe du vilebrequin, compte-tenu de sa rotation complète sur 1 tour.

On sait aussi qu'il faut 2 tours du vilebrequin pour qu'un cylindre boucle le cycle (1 tour = 360°). On conçoit donc que les cycles de chaque cylindre seront décalés par rapport l'un à l'autre d'un nombre de degrés correspondant au quotient de $360 \times 2 = 720^\circ$ par le nombre de cylindres.

Nous prendrons comme base de départ du cycle l'explosion qui est le temps moteur seul intéressant pour la puissance.

Ainsi, pour un moteur monocylindrique, il y a une explosion tous les :

$$720 : 1 = 720^\circ \text{ soit 2 tours;}$$

pour un bicylindrique, (2 cylindres) il y en aura une tous les :

$$720 : 2 = 360^\circ \text{ (1 à chaque tour);}$$

pour un quadricylindrique (4 cylindres), 1 explosion tous les :

$$720 : 4 = 180^\circ \text{ (1 à chaque demi-tour);}$$

pour un hexacylindrique (6 cylindres), 1 explosion tous les :

$$720 : 6 = 120^\circ \text{ (1 tous les 1/3 de tour);}$$

pour un octocylindrique (8 cylindres), 1 explosion tous les :

$$720 : 8 = 90^\circ \text{ (1 tous les 1/4 de tour);}$$

pour un dodécacylindrique (12 cylindres), 1 explosion tous les :

$$720 : 12 = 60^\circ \text{ (1 tous les 1/6 de tour).}$$

D'ailleurs, les cylindres ne travaillent pas dans leur ordre d'alignement pour les raisons d'équilibrage des efforts sur le vilebrequin. Le premier est toujours celui qui est situé à l'avant de la voiture, et pour les moteurs en V, la rangée des cylindres 1, 2, 3, 4, etc... est celle que l'on rencontre la première en regardant l'avant du moteur dans le sens de rotation. Celle des cylindres 5, 6, 7, 8, etc... est celle qui lui fait vis-à-vis, 5 en face de 1, 6 opposé à 2, ainsi de suite.

On numérote également dans l'ordre :

Rangée de droite : 1 3 5 7

Rangée de gauche : 2 4 6 8

C'est sur le premier que nous baserons notre tableau de fonctionnement.

39. MOTEUR 4 CYLINDRES

Nous avons schématisé les ordres d'allumage utilisés dans la pratique : 1-3-4-2 et 1-2-4-3, le premier étant le plus courant. On constatera facilement sur le tableau, lu horizontalement, que :

1°. L'ordre des explosions est bien : 1er, 3ème, 4ème, 2ème cylindre.

2°. Que chaque cylindre accomplit bien les 4 phases du cycle complet sur 2 tours de vilebrequin.

3°. Que pendant qu'un des cylindres effectue le temps explosion : travail T, les trois autres effectuent un temps absorbant : aspiration A, compression C, échappement E.

Nous venons de donner l'ordre de numérotage des cylindres, mais on n'oubliera pas que l'ordre d'allumage est différent et ce serait une grave erreur que de brancher le fil 1 du distributeur sur la bougie du cylindre 1, le fil 2 sur le cylindre 2, et ainsi de suite !

Les fils doivent être branchés dans l'ordre d'allumage et l'on doit se rappeler que les numéros du distributeur donnent les successions d'allumage : 1er, 2ème, 3ème, 4ème, et sur les numéros des cylindres.

Ainsi, pour l'ordre d'allumage 1-3-4-2 du 4 cylindres, il est clair que :

le 1er allumage est pour le cylindre 1,
le 2ème " " " " 3,
le 3ème " " " " 4,
le 4ème " " " " 2,

donc le fil 1 du distributeur ira à la bougie du cylindre 1, le fil 2 à la bougie du cylindre 3, et ainsi de suite.

40. MOTEUR 6 CYLINDRES

Ici les ordres sont : 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4 ; 1 - 2 - 3 - 6 - 5 - 4 ; 1 - 4 - 2 - 6 - 3 - 5. Le premier est le plus utilisé.

Les explosions ont lieu selon la répartition des manetons sur le vilebrequin : tous les 120°, de sorte que, pendant qu'un cylindre accomplit son cycle entier sur les 2 tours du vilebrequin, les 5 autres ont eu le temps d'agir de même, de façon à ce qu'il y ait une explosion par 120° de rotation.

Dans tous les cas, un temps court sur une rotation de 180° du vilebrequin, et le cycle de chaque cylindre s'effectue sur 2 tours.

Bien entendu, pour l'ordre d'allumage le plus utilisé : 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4, on branchera ainsi les fils du distributeur :

Distributeur :	Cylindre :
fil 1	bougie 1
" 2	" 5
" 3	" 3
" 4	" 6
" 5	" 2
" 6	" 4

Il sera facile de trouver soi-même le branchement pour les autres ordres que nous avons signalés.

41. MOTEUR 8 CYLINDRES EN LIGNE

Les manetons du vilebrequin sont ici calés par paires sur 90° et les explosions se produisent tous les 90°, ce qui permet un excellent fonctionnement, puissant, souple et équilibré.

Les ordres d'allumage peuvent être : 1 - 5 - 2 - 6 - 8 - 4 - 7 - 3,
1 - 6 - 2 - 4 - 8 - 3 - 7 - 5.

Le plus courant est : 1 - 6 - 2 - 5 - 8 - 3 - 7 - 4.

On remarquera que le fonctionnement du 8 cylindres revient par le fait au fonctionnement de 2 moteurs 4 cylindres, l'un placé au centre sur les manetons 3, 4, 5, 6, l'autre réparti par 2 cylindres en bout : 1-2 à l'avant, 7-8 à l'arrière.

La fixation des fils du distributeur sera, bien entendu, répartie ainsi :

<u>Distributeur</u>		<u>Cylindre</u>	
Fil	1	Bougie	1
"	2	"	6
"	3	"	2
"	4	"	5
"	5	"	8
"	6	"	3
"	7	"	7
"	8	"	4

Mentionnons pour terminer les moteurs en ligne, les 10 cylindres où les manetons sont calés à 72° et où il y a une explosion par 1/5 de tour.

L'ordre d'allumage est : 1 - 6 - 2 - 7 - 3 - 10 - 5 - 9 - 4 - 8,

et les 12 cylindres où les manetons sont calés à 60° et où chaque explosion a lieu par 1/6 de tour.

L'ordre d'allumage est : 1 - 4 - 9 - 8 - 5 - 2 - 11 - 10 - 3 - 6 - 7 - 12.

Il est probable que nos élèves ne rencontreront ces moteurs qu'à titre de curiosité.

42. MOTEUR 8 CYLINDRES EN V

1°. Moteur en V à 90° avec vilebrequin ordinaire 4 cylindres (manetons à 180°).

Il n'est rien d'autre à signaler que ce qui a déjà été dit sur ce moteur.

L'ordre d'allumage sera : 5 - 4 - 7 - 2 - 8 - 1 - 6 - 3.

<u>Distributeur</u>		<u>Cylindre</u>	
fil	1	bougie	5
"	2	"	4
"	3	"	7
"	4	"	2
"	5	"	8
"	6	"	1
"	7	"	6
"	8	"	3

2°. Moteur en V à 80° avec vilebrequin avec maneton de 90° (Ford).

L'ordre d'allumage sera : 1 - 8 - 4 - 2 - 7 - 3 - 6 - 5.

<u>Distributeur</u>		<u>Cylindre</u>	
fil	1	bougie	1
"	2	"	8
"	3	"	4
"	4	"	2
"	5	"	7
"	6	"	3
"	7	"	6
"	8	"	5

43. MOTEUR 12 CYLINDRES EN V

C'est un moteur composé de deux 6 cylindres. Ils sont en général disposés en V à 60° au lieu de 90°.

L'ordre d'allumage sera : 7 - 6 - 11 - 8 - 9 - 4 - 12 - 1 - 8 - 5 - 10 - 3.

Le fonctionnement du 12 cylindres avec ses explosions tous les 60°, au 1/6 de tour soit 6 par tour de vilebrequin, est d'une grande régularité et d'une très grosse puissance.

es. Le volant peut être réduit.

C'est le moteur peu courant en France, vu sa consommation et son prix de revient, qui équipait les grosses voitures de luxe ou grand sport : Ford, Lincoln.

Parmi les autres moteurs, le 4 cylindres est de beaucoup le plus courant car son rendement est bon; il est peu encombrant, peu compliqué et de prix de revient intéressant. Sa consommation est normale.

Les 6 et 8 cylindres sont des moteurs réguliers et puissants utilisés sur les voitures de luxe, de sport, ou sur les véhicules utilitaires.

Le bi-cylindre, tombé en défaveur après son utilisation sur les taxis de Paris, revient à l'actualité avec le moteur "flat-twin" qui est un bi-cylindre latéral 4 temps.

Le monocylindrique, d'usinage relativement peu coûteux, trépide violemment et a un rendement relatif. Il a encore des applications industrielles et il reprend de la vogue pour des raisons d'économie avec les motocars (Rovin-Julien).

CHAPITRE XI

MOYEN PRATIQUE DE DETERMINER L'ORDRE D'ALLUMAGE

C'est un "truc" intéressant que celui-ci, car on n'a pas toujours sous la main les cotes du constructeur.

Il suffit d'observer les soupapes et de les différencier. Quand on a trouvé l'ordre d'admission, ou l'ordre d'échappement, on a aussi trouvé l'ordre d'allumage.

Un moteur 4 cylindres dont l'admission s'effectue dans l'ordre : 1 - 3 - 4 - 2 est un moteur dont l'ordre d'allumage est aussi : 1 - 3 - 4 - 2.

Voici comment on procède :

- 1^o. Démonter les cache-soupapes,
- 2^o. Dévisser les bougies,
- 3^o. Faire tourner le moteur avec la manivelle, le volant, ou la courroie de ventilation dans son sens normal,
- 4^o. Observer chaque paire de soupapes qui commande chaque cylindre. Celle qui se lève aussitôt que la seconde se pose sur son siège est la soupape d'admission. On y fait un trait de craie.
- 5^o. On agit de même pour chaque cylindre et il suffit de regarder parmi les soupapes d'admission repérées, dans quel ordre elles s'ouvrent.



IV. - LE RÉFROIDISSEMENT

CHAPITRE XII.

44. LE RÉFROIDISSEMENT

Le moteur doit être refroidi pour plusieurs raisons :

1^o. Les gaz porteraient très vite les organes à leur température d'explosion (2.000^o), ce qui les dilaterait, les amollirait, ferait fondre l'antifricition.

2^o. D'ailleurs, le graissage des organes en mouvement est indispensable pour éviter leur échauffement par frottement, leur grippage, leur usure, leur oxydation. Or l'huile se décompose à 300^o.

On munit donc tout moteur d'un système de refroidissement qui ne lui permet pas de chauffer, à moins de désordre, au-delà des limites permises pour le meilleur graissage et le meilleur rendement des organes en mouvement.

Ce système doit être combiné de façon à pouvoir éliminer 35 % de la chaleur totale de combustion, soit en moyenne 875 calories par CV/heure.

Donc, pour une motocyclette de 1 CV 1/2 = 1315 calories environ à l'heure,
pour une voiture de 10 CV = 8750 " " "

On comprend facilement que les systèmes de refroidissement doivent être différents selon que l'on a affaire à des moteurs de forte ou faible puissance.

Deux sont actuellement utilisés parce qu'ils donnent satisfaction en automobile.

Faible puissance : Refroidissement par air.

Grande puissance : Refroidissement par eau refroidie par air. On sait qu'à pression atmosphérique normale, l'eau bout à 100^o et ne peut dépasser cette température. Pour peu qu'on la refroidisse, elle n'atteint plus que la température de 85 à 90^o qui est celle où elle est dans les chemises d'eau.

Nous allons étudier successivement ces 2 systèmes.

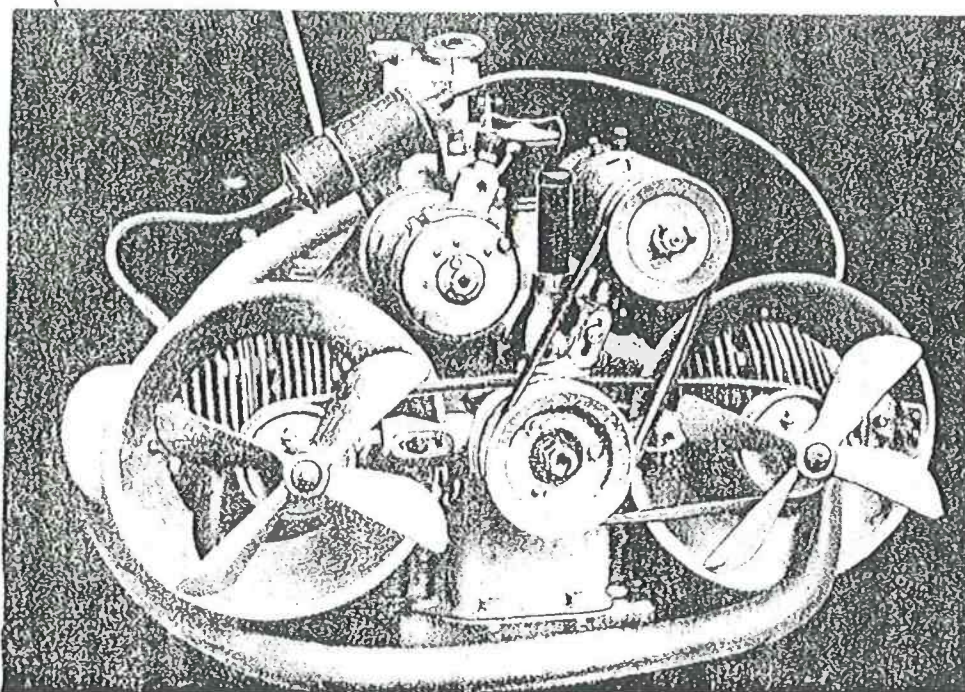
45. RÉFROIDISSEMENT PAR AIR

C'est le type de refroidissement utilisé pour les motocyclettes et les moteurs réduits des voitures légères de fabrication 1946 (Grégoire - Dyna Panhard - Motocars).

Le cylindre et la culasse sont prolongés circulairement par des ailettes. La chaleur dégagée par l'explosion se répand dans la masse métallique, puis dans les ailettes. La surface de refroidissement est augmentée et permet une meilleure fuite des calories dans l'air extérieur. En marche, ces moteurs atteignent un régime élevé et chauffant davantage, mais la vitesse du véhicule accentue le courant d'air qui ramasse les calories dégagées sur la grande surface des ailettes.

Le moteur flat-twin de la voiture Grégoire est muni de sortes d'entonnoirs qui dirigent le courant d'air sur les ailettes radiantes des cylindres qu'il souffle en quelque sorte.

Dans chaque entonnoir tourne 1 ventilateur actionné par le moteur, et qui l'empêche de chauffer en été lorsque l'air atmosphérique déjà chaud, absorbe peu des calories de l'explosion. En hiver, on peut débrayer les ventilateurs.



Flat-Twin Gregoire

Cliché "Revue de l'Aluminium"

Refroidissement par air au moyen de turbines ventilatrices et entonnoirs directeurs

Fig. 28

46. REFROIDISSEMENT PAR EAU

Le principe en est simple : le bloc-cylindres et la culasse sont creusés de cavités appelées chemises d'eau ou chambres d'eau, en relation par la base du bloc-cylindres et le sommet de la culasse avec un appareil appelé radiateur. L'eau circule dans les chambres d'eau, emporte les calories rencontrées au contact des cylindres, au radiateur, où l'air atmosphérique les disperse. (Voir Fig.31).

Il y a donc circulation d'eau. Comment s'effectue-t-elle ?

1°) CIRCULATION PAR THERMO-SIPHON :

Elle est basée sur le fait que la densité de l'eau diminue lorsqu'elle s'échauffe. Donc l'eau chaude est plus légère que l'eau froide, et comme ferait une goutte d'huile versée dans l'eau, elle monte au-dessus de l'eau froide. Mais une rupture d'équilibre se produit : cette eau chaude qui vient de monter est remplacée par l'eau froide. Une circulation s'établit ainsi dans les chemises d'eau, le radiateur, où monte l'eau chaude qui s'y refroidit, puis redescend pour passer à nouveau dans les chemises et ainsi de suite.

Conditions d'une bonne circulation : Pour que la vitesse du courant soit convenable, il faut :

- a) une différence de température importante entre la pipe de sortie d'eau chaude, et la pipe d'arrivée d'eau froide,
- b) des tuyauteries très inclinées et de gros diamètre.

En pratique, on arrive à obtenir une vitesse de circulation de 15 cm/seconde avec un bon radiateur, car c'est de lui que dépendent les différences de température.

RADIATEURS

Circulation par Thermo-siphon.

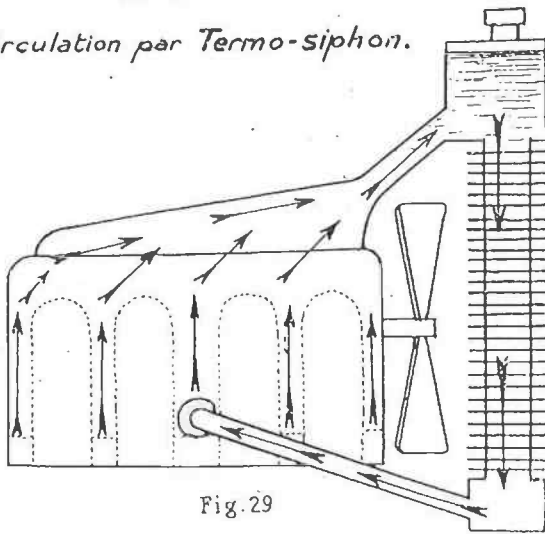


Fig. 29

Circulation par pompe.

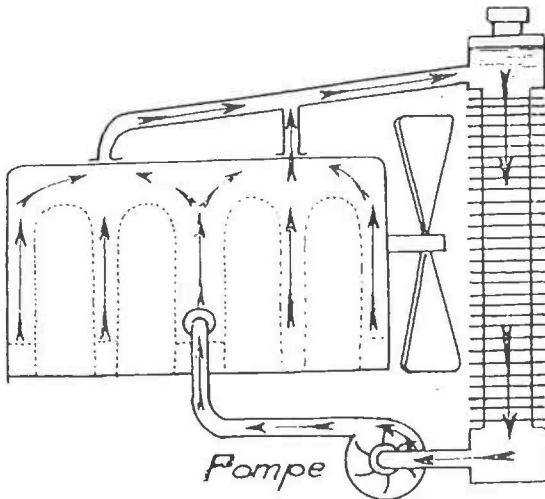


Fig. 30

Il est composé d'un réservoir supérieur réuni à un réservoir inférieur par un faisceau tubulaire, c'est-à-dire un ensemble de tubes réunis côte à côte en un paquet de 10 cm d'épaisseur au maximum.

Le réservoir supérieur est muni de l'orifice de remplissage d'eau, fermé par un bouchon.

Le bouchon est percé d'un trou pour l'échappement de la vapeur, ou au contraire il est rendu étanche pour permettre une surpression qui élève la température de l'eau. Ce dernier cas est celui des véhicules américains.

On y voit encore le tube de trop-plein qui débouche au-dessus du niveau de l'eau et communique avec l'atmosphère : c'est par lui que s'écoule l'eau que l'on verse en excès.

Le thermo-siphon est intéressant à cause de sa simplicité, mais abandonné en raison de son encombrement et des inconvénients de fonctionnement (bulles de vapeur qui arrêtent la circulation, dépôts calcaires qui la ralentissent).

2°) CIRCULATION PAR POMPE :

On a compris l'intérêt que l'on avait à activer la circulation d'eau pour obtenir un meilleur refroidissement, tout en réduisant l'encombrement total de l'appareillage.

Aussi on intercale dans le circuit de circulation de l'eau (sur la tuyauterie d'amenée d'eau froide au moteur) une pompe mue par le moteur. Le thermo-siphon existe toujours, mais la pompe quadruple la vitesse de circulation qui est de 60 cm par seconde, avec un radiateur et des tuyauteries réduits (Voir Fig. 32)

3°) CIRCULATION DE L'AIR DANS LE RADIATEUR :

Elle se fait naturellement lorsque la voiture est en route, mais à l'arrêt le refroidissement serait insuffisant et le moteur chaufferait exagérément.

D'ailleurs, en côte montante, où le moteur a un régime rapide et la voiture un déplacement lent, le refroidissement serait aussi insuffisant.

On active mécaniquement cette circulation d'air par un ventilateur qui est combiné en puissance et en régime, avec la surface radiante et la vitesse de circulation d'eau, pour obtenir un refroidissement convenable du moteur, aussi bien à l'arrêt qu'en marche et en côte montante. (Voir Fig. 8).

47. APPAREILLAGE

RADIATEUR :

FIXATION ET CANALISATION D'EAU DU RADIATEUR
(Citroen Traction)

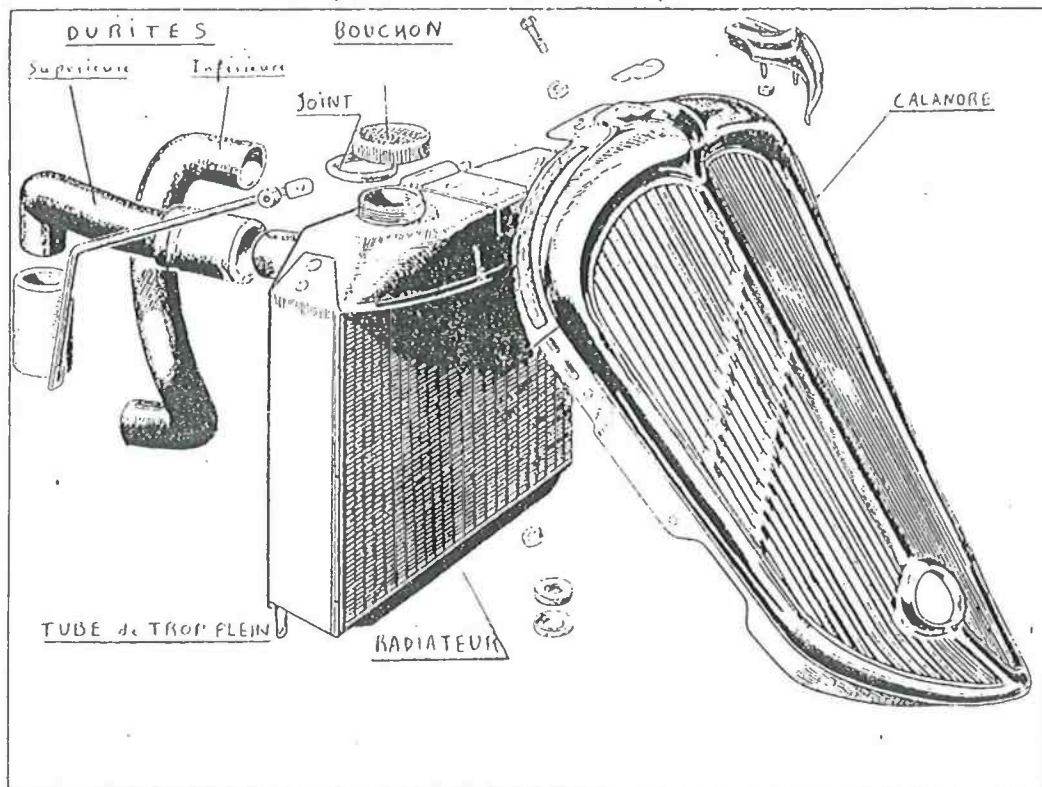


Fig.31

Sa partie arrière est prolongée en un tube qui est raccordé à la pipe d'eau de la culasse par une conduite en toile caoutchoutée appelée "durite", qui est serrée à force sur le métal par les colliers de serrage. Ce raccord est souple pour permettre les vibrations et oscillations du moteur, alors que le radiateur est fixe.

Le faisceau tubulaire est constitué par des tuyaux cylindriques, plats ou à ailettes, et à nids d'abeilles; ces derniers tirent leur nom de leur aspect provenant de ce que les tubes sont disposés selon l'axe du moteur, obturés à leurs extrémités par de la soudure. L'aspect général est celui d'un gâteau de cire.

Le plus courant est le radiateur à ailettes embouties ou soudées. On peut trouver des faisceaux tubulaires composés d'éléments amovibles facilitant leur remplacement.

Le réservoir inférieur est relié au bloc-cylindres et à la pompe par une ou deux durites. Il comporte un bouchon ou un robinet de vidange.

Le tout est étamé pour l'étanchéité et ne doit être peint qu'au noir de fumée (mat spécial) car toute autre peinture est isolante.

VENTILATEUR : (Voir Fig.8)

Il est représenté par une hélice à trois ou 4 pales montée sur roulements à billes à l'avant du moteur, mais derrière le radiateur.

L'axe est excentré, c'est-à-dire qu'il peut se déplacer circulairement par rapport au centre. Ainsi on peut tendre la courroie qui le commande.

Le ventilateur aspire l'air à travers le radiateur, puis le souffle vers l'arrière. Il faut donc que le capot soit muni de volets qui permettent l'échappement de l'air échauffé.

POMPES :

Ce sont des appareils rotatifs dont le fonctionnement est continu lors de la marche du moteur. On a utilisé une pompe à palettes, dont le fonctionnement est simple mais qui se dérègle et s'use rapidement : un papillon excentré tourne dans un corps de pompe cylindrique. Il est muni de 2 rigoles contenant chacune une palette qui est appliquée sur les parois du corps par un ressort. On comprend facilement que le corps est ainsi partagé en 2 parties par les palettes qui chassent l'eau vers la sortie.

LES POMPES:

Pompe centrifuge

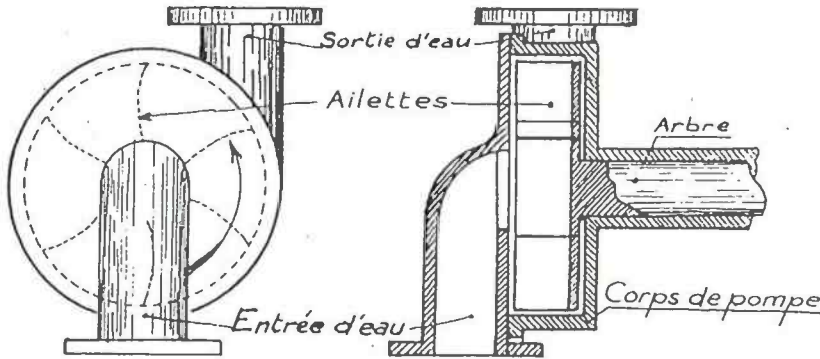


Fig. 32

On utilise maintenant la pompe centrifuge, composée d'un corps en limaçon dont la partie la plus large est la sortie. A l'intérieur tourne une turbine, sorte de roue munie d'ailettes périphériques. L'eau arrive par le centre, dans l'axe de la turbine qui la chasse vers la tubulure de sortie par la force centrifuge. La turbine est actionnée par la courroie du ventilateur sur l'axe duquel elle est montée.

Réglage du refroidissement

En hiver, où l'air ambiant est très froid, il est bon, surtout au démarrage, de fermer les volets du capot et d'aveugler à l'occasion le radiateur.

Citroën, Renault avaient monté un thermostat qui ouvrait ou fermait automatiquement un vasistas placé devant le radiateur. Cet appareillage trop délicat a été abandonné.

On trouve cependant encore des volets thermostatiques sur certaines voitures anglaises de luxe : Rolls-Royce.

CHAPITRE XIII

ENTRETIEN, INCIDENTS DE FONCTIONNEMENT DEPANNAGE DU SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

48.

L'entretien est minime . Il suffit :

- 1°. de veiller à maintenir le niveau d'eau à la hauteur convenable.
- 2°. de procéder à un détartrage du système lorsqu'on s'aperçoit que des dépôts calcaires commencent à s'y accumuler.

DETARTRAGE :

Le principe du détartrage est toujours le même : on ajoute un dissolvant du calcaire à l'eau du radiateur, on fait tourner le moteur pendant un moment, on vidange en faisant tourner à la main, on rince à l'eau pure en faisant tourner le moteur et en vidangeant ensuite. On remplit enfin à l'eau de pluie.

On peut utiliser comme dissolvants :

1. la potasse,
2. l'acide chlorhydrique.

Mais il vaut toujours mieux utiliser un des détartrants spéciaux qui sont vendus dans le commerce, car les produits cités attaquent toujours les pièces avec lesquelles ils sont en contact, particulièrement le radiateur et les culasses en aluminium. On s'expose à des détériorations et à la perte de la garantie des constructeurs.

PRECAUTIONS EN CAS DE GELEE :

On sait que la glace a un volume supérieur à celui de l'eau, car sa densité est inférieure. Aussi l'on constate des éclatements, des fissures dans les récipients après la gelée, et l'on comprend quels dégâts peut constater l'automobiliste imprudent s'il laisse geler son système de refroidissement.

Il est donc essentiel de prendre certaines précautions en hiver suivant les cas.

1°. Le soir la voiture est remise au garage.

On peut choisir entre les moyens suivants :

- a) vidanger le radiateur en faisant tourner le moteur ;
- b) placer sous le capot recouvert d'une couverture un réchaud catalytique, un petit réchaud électrique branché sur le secteur, etc... Ce moyen excellent assure le matin un bon départ car le moteur est chaud ;
- c) ajouter dans l'eau du radiateur un des mélanges antigels spéciaux vendus dans le commerce, s'il ne gèle pas au-dessous de -10° . On peut à la rigueur utiliser la glycérine ou l'alcool que l'on verse dans l'eau. L'alcool est peu économique et s'évapore. La glycérine attaque et dissout les durites.

Voici un mélange plus recommandable et qui permet de soutenir une température de -20° :

Glycérine pure : 1 partie,
Alcool dénaturé : 1 partie.

Bien mêler et ajouter ce mélange à l'eau du radiateur dans la proportion de 40 %. De temps à autre, il faudra rajouter de l'alcool seulement car lui seul s'évapore.

L'emploi du chlorure de calcium est sévèrement interdit, ainsi que celui de sel (chlorure de sodium),

2°. La voiture doit être abandonnée au dehors par grands froids :

L'emploi de l'antigel, que nous avons signalé, est recommandable. Mais il faut aussi une housse, qui est vendue par le constructeur, ou une couverture, dont on recouvre le moteur qui gardera sa chaleur.

Le réchaud catalytique sera utile lors des arrêts prolongés.

3°. La voiture roule par grands froids :

L'anti-gel jouera son rôle. Mais il est bon de protéger le radiateur contre le refroidissement trop intense provoqué par le courant d'air de la marche : on placera dans le bas un carton attaché qui bouchera la partie inférieure du radiateur. L'emploi de la housse réglable du constructeur est évidemment préférable. On fermera les volets latéraux du capot.

NETTOYAGE DU RADIATEUR :

La circulation d'air peut être interrompue par la boue, les insectes, un oiseau tué qui bouchent les trous d'air. On aura la patience de passer dans chaque trou une aiguille à tricoter, puis de laver à l'eau.

Evidemment, le garagiste utilisera le jet d'air comprimé.

49. DEPANNAGE

LE RADIATEUR FUIT :

1°. En route, on peut gagner une station en aveuglant une fuite avec de l'argile ou du savon de Marseille pétris avec de la ficelle en charpie.

S'il y a jet d'eau : écraser le tube qui fuit à la pince, ou bien vider le radiateur,

gâcher du plâtre et l'appliquer sur la fuite, attendre qu'il sèche, ce qui est rapide avec un moteur chaud... Remplir et repartir.

On peut ajouter à l'eau du radiateur un produit spécial qui bouche les fuites : "Tri-rad" ou autres. Respecter alors les indications spéciales de la notice d'emploi.

Dans tous les cas, à l'arrivée, confier la réparation définitive au garagiste qui agira par soudure ou remplacement.

UNE DURITE FUIT :

En route : ligaturer avec un bout de chambre à air, puis chattertonner l'ensemble. On devrait toujours avoir une durite de rechange.

LA POMPE A EAU FUIT :

Il s'agit sûrement du presse-étoupe. Le resserrer, puis graisser.

L'EAU BOUT :

Le thermomètre de bord, s'il y en a un, marque 100°, et de toute façon un jet de vapeur sort du trop-plein. Il faut alors arrêter le moteur et attendre la fin du bouillonnement, On en profitera pour vérifier s'il y a une fuite car certainement on constatera à son endroit un échappement d'eau ou de vapeur. Puis on enlèvera avec précaution le bouchon pour vérifier le niveau d'eau.

On recherchera alors la raison de l'échauffement exagéré, qui a des causes multiples, avec leur remède propre.

1°. Mauvais réglage de poussoirs et soupapes. Jeu à vérifier, avances et retards à contrôler;

2°. Après révision du moteur par un garagiste : réglage trop serré des coussinets qui chauffent et brûlent l'huile;

3°. Pistons de mauvaise qualité qui se dilatent trop vite : il les faut changer;

4°. Mauvais fonctionnement du système de refroidissement : radiateur vide ou entartré, obstrué par les débris de durites, courroie de ventilation détendue, pompe défectueuse, fuite d'eau;

5°. Mauvais graissage dû à l'emploi d'une huile non convenable, d'un fonctionnement défectueux de la pompe, de l'équipement de la réserve d'huile, d'un encrassement du filtre. Se traduit le plus souvent par le "coulage d'une bielle";

A ce sujet, éviter soigneusement le mélange d'huiles américaines avec d'autres huiles françaises ou étrangères : il y aurait décomposition et danger grave pour la mécanique ; les huiles américaines sont détergentes. (Voir graissage du moteur).

6°. Mauvais réglage du carburateur qui donne un mélange trop riche (fumée noire et âcre, explosion à l'échappement) ou trop pauvre (mauvais démarrage, retours au carburateur, soupapes échauffées);

7°. Emploi d'essence à indice d'octane trop élevé (essence d'aviation);

8°. Dépôts charbonneux (calamine);

9°. Mauvais réglage de l'avance à l'allumage : les soupapes d'échappement s'ouvrent avant la fin de la combustion complète.

LE BAS DU RADIATEUR EST GELE :

Ce qui arrive si on a omis de le protéger. Au garage on chauffera à la vapeur, à l'électricité, au brasero. Mais en route il faut user d'astuce : recouvrir radiateur et capot d'une couverture ou de manteaux. Attendre environ 1/4 d'heure en tâtant le bas du radiateur : s'il est tiède, on peut partir. Sinon enlever la housse, faire tourner le moteur, laisser bouillir l'eau et arrêter. Répéter l'opération jusqu'à ce que le bas tiédisse.

Attention ! Si la pompe est gelée, ce qui est rare, ne pas faire tourner le moteur, on la broierait.

V. - LE GRAISSAGE DES MOTEURS

CHAPITRE XIV

LE GRAISSAGE

50. UTILITE DU GRAISSAGE

Les moteurs doivent être graissés pour éviter des pertes d'énergie par frottements, et les dangers mécaniques consécutifs à l'échauffement des pièces par suite de leur frottement à sec.

51. LES QUALITES D'UN BON LUBRIFIANT

L'huile de graissage du moteur doit répondre à plusieurs qualités dont les principales sont : la résistance à la température d'explosion, la viscosité étendue sur des températures allant de 10° centigrades à 100°.

On décelera la bonne qualité d'une bonne huile à sa consistance, à sa couleur qui tire sur le jaune.

Quand on l'observe par transparence, il y a fluorescence, c'est-à-dire transparence laiteuse avec reflets; elle est mi-fluide et de densité 0,9 environ.

Bien entendu, il est d'autres produits de graissage plus légers ou plus épais; l'huile de vaseline pour les frottements délicats et rapides (dynamo), l'huile épaisse pour les pignons (boîtes de vitesses, différentiel), la graisse pour les frottements aux grands déplacements (axes des ressorts par exemple).

La graisse minérale est obtenue par la saponification d'huiles par la chaux.

Les huiles végétales ne sont guère représentées que par l'huile de ricin de densité 0,96. Elle est de viscosité stable à haute température et résiste facilement à 300°; pour cette raison, est utilisée dans les moteurs rapides et chauds (aviation, voitures de compétition).

Dispositions et dispositifs pour le graissage des moteurs

52. DISPOSITIONS

Les surfaces soumises au frottement, et par conséquent au graissage, sont glacées, c'est-à-dire qu'on les rend lisses et brillantes comme le verre avec des machines à rectifier. Ainsi, pas de bosses et de creux, d'éraflures, de traces.

On aide le graissage en faisant entrer en contact des métaux choisis pour la douceur de leur frottement, même à sec : métal antifriction ou régule sur l'acier.

On le favorise en ajustant les pièces avec un jeu minime prévu pour les films d'huile.

On le répartit en creusant dans les surfaces frottantes des rigoles en X dont le centre est le trou d'arrivée d'huile et qu'on appelle "pattes d'araignées" (voir bielle).

53. DISPOSITIFS DE GRAISSAGE D'UN MOTEUR

Pendant longtemps on a utilisé le graissage par barbottage : le carter était rempli d'huile à une hauteur suffisante pour que les têtes de bielles, munies de cuillères, la projettent sur tous les organes en mouvement. L'huile montant dans les cylindres par capillarité, c'est-à-dire par le phénomène qui fait qu'un liquide monte tout seul entre des surfaces resserrées (exemple du morceau de sucre).

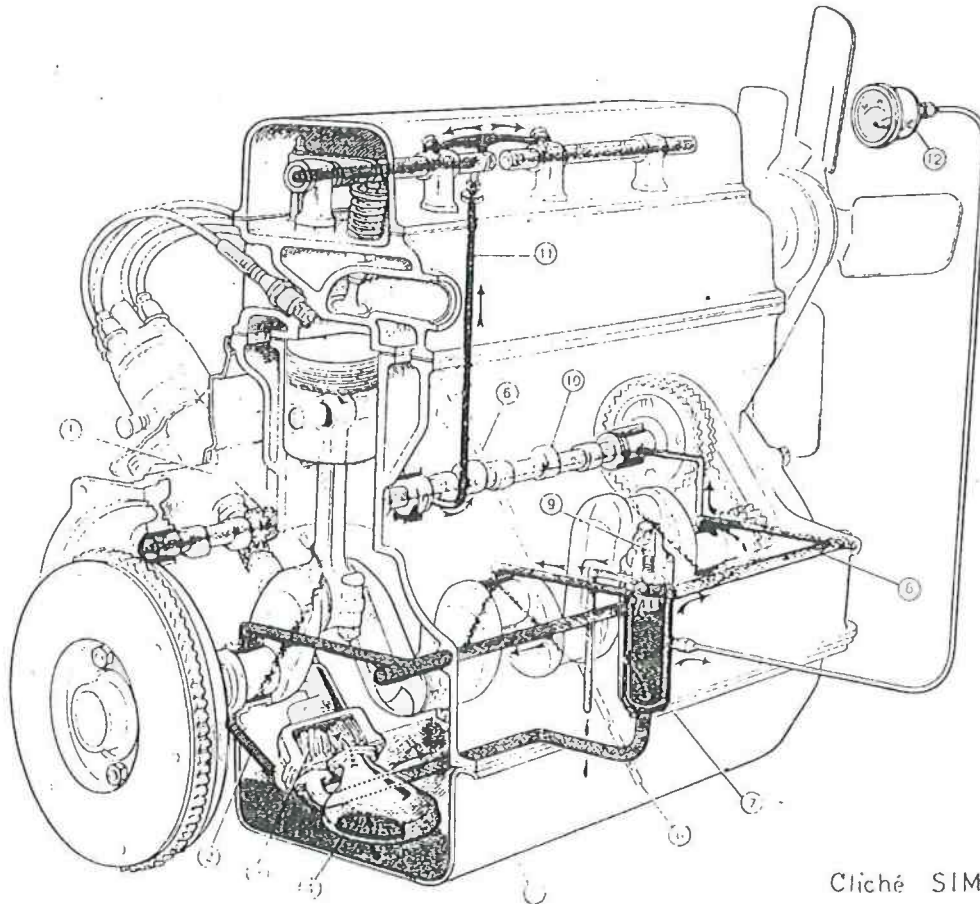


Fig. 33

Schéma de graissage du moteur.

1. Engrenages de commande de la pompe à huile.
2. Tube de retour d'huile.
3. Pompe à huile.
4. Filtre d'aspiration.
5. Carter.
6. Jauge de niveau d'huile.
7. Filtre de refoulement.
8. Canalisation de refoulement aux supports du vilebrequin.
9. Clapet de pression d'huile.
10. Arbre à cames.
11. Canalisation d'arrivée d'huile aux supports des axes de culbuteurs.
12. Manomètre.

Cliché SIMCA 8

Il est évidemment peu compliqué, mais mauvais en raison des secousses de la marche qui balancent l'huile dans le carter, et les montées et descentes qui font que l'huile se rassemble d'un seul côté du carter, en abandonnant le graissage de l'autre.

On n'utilise plus que le graissage sous pression, surtout depuis l'avènement du Delco qui nécessite l'arbre de commande secondaire : il est facile d'y monter la pompe de graissage (Voir Fig.8).

Le principe en est simple : une pompe puise l'huile dans le carter inférieur, et par des tuyauteries, des canalisations dans les arbres (le vilebrequin est creux et percé de trous) des pattes d'araignées, arrive aux parties à graisser et s'égoutte dans le carter en passant sur le tamis-filtre; parfois elle circule en outre dans un filtre et un radiateur spécial.

RESERVOIR :

C'est le faux carter déjà étudié. On le remplit sur le côté, on vérifie le niveau de l'huile avec une tige y plongeant qu'on appelle jauge, on le vidange par un bouchon

vissé ou un robinet placé à sa partie inférieure.

POMPE :

Fixée sur le carter par le dessous et commandée par l'arbre secondaire, elle est entourée d'un grillage ou crépine, et plonge dans le carter inférieur, ou réservoir d'huile.

Elle est très simple : 2 engrenages tournent sans jeu dans une boîte close, l'huile est attirée dans la tubulure d'aspiration par les dents des engrenages qui la chassent par la tubulure de refoulement.

Un clapet de pression permet de régler la pression de circulation de l'huile.

FILTRE DECANTEUR :

Il n'existe pas sur tous les véhicules, mais Ford en monte un : c'est un appareil inerte composé d'un treillis métallique fin et épais, puis de plaques de tôle contrariées. La pompe aspire l'huile au travers du filtre décanter. Celle-ci est filtrée par le treillis et s'y débarrasse des impuretés, ainsi que sur les tôles contrariées. Il doit être démonté et nettoyé souvent.

RADIATEUR D'HUILE :

C'est le carter-réservoir qui joue ce rôle ; il est en tôle et de surface et de capacité spécialement prévues pour assurer le refroidissement de l'huile qui vient de travailler et qui s'est échauffée. Parfois on trouve un radiateur d'huile sur les moteurs à grosse puissance. L'huile y est envoyée par la pompe ; une circulation d'air par déplacement de la voiture la refroidit.

54. LE GRAISSAGE DES HAUTS DE CYLINDRES. LE SUPERHUILAGE

Les hauts de cylindres sont toujours de graissage délicat, d'autant plus que les pitons sont maintenant munis de segments râcleurs destinés à gratter vers le bas l'excès d'huile. On constate donc à l'usage l'ovalisation plus prononcée des hauts de cylindres qui sont insuffisamment graissés. Pourtant, ils nécessitent au plus haut degré la présence du lubrifiant, d'autant plus qu'il s'agit en quelque sorte de la chambre d'explosion, exposée aux dessèchements qui sont intenses avec l'alcool et les gaz comprimés et qui doit supporter les efforts de l'explosion transmis par le piston.

GRAISSAGE ORDINAIRE DES HAUTS DE CYLINDRES :

Il s'effectue par éclaboussures et capillarité : l'huile du carter réussit par ce phénomène physique à remonter au long des parois. Seulement ce graissage accidentel, si l'on peut dire, ne suffit pas..... car l'huile se fraie difficilement un passage entre la paroi d'acier et le segment qui s'y colle, et elle arrive avec une telle température au sommet du cylindre qu'elle perd de son pouvoir lubrifiant.

SUPER-HUILAGE :

On provoque le graissage des hauts de cylindres par des moyens artificiels.

1°. Incorporation d'huile à l'essence : On verse dans l'essence, dans la proportion de 0,50 à 0,80 pour cent, une huile spéciale qui doit être :

très fluide pour être facilement miscible à l'essence,

très onctueuse et résistante aux hautes températures afin de bien remplir son rôle dans la chambre d'explosion.

On améliore ses qualités en y incorporant du graphite à l'état colloïdal, c'est-à-dire réduit en particules extrêmement fines qui restent en suspension dans l'huile.

Le mécanisme du graissage est simple : le moteur aspire avec les vapeurs d'essence des gouttelettes qui emportent l'huile spéciale. Pendant la compression, l'essence s'évapore et abandonne l'huile dans les hauts de cylindres.

2°. Utilisation d'appareils spéciaux :

Type : Interlub fabriqué par Klaxon - Cet appareil atomise dans la chambre de combustion une parcelle d'huile spéciale qui forme une pellicule sur les parois supérieures des cylindres, les soupapes et leurs sièges.

Utilité du super-huilage : On ne se persuadera jamais assez de ce qu'il est indispensable, on gagne environ 3 % sur le rendement du moteur, sans compter qu'on prolonge sa vie, qu'on augmente sa souplesse, ses aptitudes aux accélérations et sa vitesse, qu'on diminue sa consommation par une étanchéité accrue, et qu'on espace le rodage des soupapes, gagnant ainsi sur le tarif réparations ce que l'on croyait avoir inscrit dans le passif "frais supplémentaires".

Le super-huilage est indispensable et il constitue une économie, mais il ne doit être réalisé qu'avec des huiles strictement réservées à cet usage.

55. LES INCIDENTS ET ACCIDENTS DU GRAISSAGE

On ne doit utiliser que de la bonne huile pure. Attention aux débris de toutes sortes qui s'accumulent dans un carter mal vidangé et mal rincé et qui, s'interposant entre la tête de bielle et le maneton, peuvent supprimer le graissage et faire "couler" la bielle ou gripper un piston.

L'huile peut être diluée, c'est-à-dire étendue par l'essence ou un carburant non adapté comme le pétrole ou le gas-oil dans un moteur à essence. Pas de bricolage. Utiliser un moteur à essence avec du pétrole ou gas-oil, c'est diluer l'huile de graissage, "laver" les cylindres, s'exposer à une démolition complète par grippage général. Certains moteurs mal réglés comportent un excès d'essence non brûlée qui dilue quand même l'huile.

L'huile peut être émulsionnée, c'est-à-dire que l'eau s'infiltrant dans le carter forme une émulsion, c'est-à-dire une suspension de gouttelettes qui obstruent fatalement les canalisations. D'où : grippage et accidents.

L'huile peut être décomposée : c'est le cas du mélange d'huiles étrangères avec l'huile américaine qui est détergente, c'est-à-dire contient des produits spéciaux destinés à "décrasser" les organes baignés par elle. Lorsque les proportions des deux huiles sont convenables, une réaction se produit, il y a formation de mousse..... et grippage !

LA CONSOMMATION D'HUILE DES MOTEURS REVISÉS :

On constate parfois qu'un moteur révisé consomme plus d'huile. Cela tient à plusieurs causes : le moteur a pu être réalésé au-delà des limites prévues, les cylindres se dilatent irrégulièrement, ce qui engendre des frottements plus accentués en certains points, des ruptures du film de graissage et un brûlage d'huile.

D'autre part, le mauvais refroidissement du moteur occasionne un échauffement exagéré, d'où brûlage de l'huile et par conséquent une plus grande consommation.

Un conseil : détartre régulièrement, ou utiliser un appareil détartreur (polyradia) et ne pas réalésé des moteurs au-delà des limites fixées par le constructeur.

56. GRAISSAGE DES MOTEURS 2 TEMPS

Nous avons dit que son graissage s'effectuait par incorporation d'huile dans l'essence.

Cette incorporation doit être totale et il ne suffit pas de verser la dose d'huile (8 à 10 %) dans le réservoir. Il faut réaliser le mélange au préalable en agitant convenablement, puis le verser dans le réservoir après repos. Bien entendu, l'huile doit être de meilleure qualité encore que celle d'une automobile car, avant de lubrifier bielles et vilebrequin, elle est soumise aux pressions et à la température de l'explosion.

57. REGLAGE DU GRAISSAGE

On l'effectuera de façon à ce que la pression d'huile soit en marche, celle indiquée par le constructeur. A cet effet, on vissera ou dévissera la vis du clapet de décharge (ou réglage de pression d'huile).

CHAPITRE XV

LES PANNES DE GRAISSAGE

POUR LES EVITER :

Vérifier le niveau d'huile avant chaque sortie. Surveiller le manomètre en route (s'il y en a un). Nous conseillons son montage qui est indispensable en raison de la gravité des pannes du graissage.

En général : LA PRESSION TOMBE D'UN SEUL COUP à C :

Il faut arrêter le moteur aussitôt.

Souvent il s'agit d'une rupture du tuyau qui amène l'huile du moteur au manomètre. Il faut l'obturer immédiatement, de même pour un manomètre avarié. S'il n'y a pas rupture apparente, désaccorder le tuyau du manomètre, faire tourner le moteur au démarreur sans contact. Si l'huile sort du tuyau, c'est que le manomètre est abîmé. Il suffit de raccorder et de repartir. On changera le manomètre ensuite.

Si l'huile ne sort pas, la circulation d'huile est arrêtée pour une raison ou une autre.

En route : Graisser par barbottage après raccordement du tuyau du manomètre. On fera le plein d'huile, puis on dépassera le niveau normal de 1/2. Il suffira d'ajouter environ 0,5 litre d'huile tous les 50 km.

Au garage : Il faudra vérifier l'ensemble du système de graissage.

PARFOIS LA PRESSION SAUTE IRREGULIEREMENT DU 0 AU NIVEAU ET VICE-VERSA.

Le clapet de décharge est déréglé. Il faut revisser ou dévisser pour refaire le réglage.

Ou bien le niveau d'huile est trop bas par insuffisance ou fuite à laquelle il faut remédier sans retard. Les sautes du manomètre proviennent des amorçages et désamorçages de la pompe.

