OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE N°:23 REPARATION DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION DU MOTEUR

SECTEUR : REPARATION DES ENGINS A MOTEUR

SPECIALITE : MAINTENANCE MECANIQUE, ELECTRIQUE ET ELECTRONIQUE AUTOMOBILE

NIVEAU : TECHNICIEN SPECIALISE

Document élaboré par :

Nom et prénom	*EFP*	*DR*
DIMANOV DIMAN	ISIC	DRGC

SOMMAIRE

	Page
Présentation du module	*6*
Résumé de théorie	*7*
I. Réparation du circuit de lubrification du moteur…	
I.1.Fonction à remplir	*9*
I.2.Notions de base sur le frottement	9
I.3.Les différents types de frottement	10
I.4.Evolution du coefficient de frottement en fonctionnement de moteur	11
I.5.Effet de frottement	
I.6. Les lubrifiants	12
I.7.Classification des huiles	12
I.8.LE circuit de graissage	13
I.9 Les différents éléments du circuit de lubrification	14
	17
Guide de travaux pratique	*19*
I. TP1 Vérification de la pression d'huile moteur…	**30**
I.1. Vérification de niveau d'huile	
I.2. Déposer le contacteur de pression d'huile……	
I.3. Poser le manomètre d'huile	
I.4. Vérifier la pression d'huile…	
I.5. Reposer le contacteur de pression d'huile…	
II. TP2 Vidange de l'huile et remplacement du filtre à huile…	31
II.1. Vidange du circuit de lubrification……	
II.2. Remplacement du filtre à huile.	
III. TP3.Vérification des pompes à huile	34
III.1. Vérification de la pompe à rotors.	
III.2. Vérification de la pompe à engrenages	35
III.3Vérification de la pompe à rotors de type Eaton.	
	36
Evaluation de fin de module	36
Liste bibliographique	39
Annexes	

MODULE 23 : REPARATION DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION DU MOTEUR

Code: Durée : 50 h

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit réparer le circuit de lubrification du moteur selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent :

CONDITIONS D'EVALUATION

- Individuellement ;
- Par un contrôle sur les différents éléments du circuit de graissage ;
- A partir de questionnaires et schéma à compléter ;
- A partir de situations simulées ;

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Préparation du poste de travail ;
- Analyse de pannes par élimination de cas possibles ;
- Ordre de contrôle et d'exécution des opérations ;
- Choix et utilisation adéquats de l'outillage et d'appareils de contrôle et de diagnostic dans les limites du besoin ;
- Respect des règles d'hygiène et de sécurité ;
- Entretien du poste de travail ;
- Mesures de protection de l'environnement ;

PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
A. Faire la vidange du circuit de lubrification du moteur.	– Vidange du moteur à une température de 80°C ; – Choix du lubrifiant approprié ; – Ordre des étapes d'une vidange d'huile moteur ; – Propreté et sécurité ; – Conditions de stockage des huiles usées ; (à suivre)

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT (suite)	
PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
B. Contrôler l'usure et le jeu fonctionnel de la pompe à huile ;	– Choix minutieux d'outillage ; – Mesure du jeu d'engrènement et le jeu entre pignon et carter de pompe ; – Mesure de planéité du couvercle de la pompe ; – Respect des tolérances et normes du constructeur ;
E. Tarer le régulateur de pression d'huile moteur ;	– Choix d'outillage et installation du régulateur sur le dispositif d'entraînement ; – Préparation du bain d'huile à 70°C ; – Réglage de raideur du ressort pour obtenir la pression désirée ; – Respect d'hygiène et de sécurité ;
D. Contrôler la pression d'huile du moteur.	– Choix d'outillage ; – Utilisation des données techniques ; – Branchement correct du manomètre à la place du manocontact ;
E. Contrôler le manocontact d'huile.	– Choix correct d'outillage et d'instrument de mesure ; – Connections au manocontact l'arrivée d'air et la lampe témoin ;
F. Contrôler le niveau et la consommation d'huile moteur.	– Manipulation adéquate – Estimation de surconsommation ; Moyens de contrôle et d'ajustement ; – Ordre des opérations ; – Respect des règles d'hygiène ;

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

Le stagiaire doit maîtriser les savoir, savoir-faire et savoir percevoir jugés préalables aux apprentissages directement requis pour l'attente de l'objectif de premier niveau, tels que

- **Avant d'apprendre à faire la vidange du circuit de lubrification du moteur (A) :**
  1- Décrire le rôle du système de lubrification et des lubrifiants ;
  2- Citer les principales caractéristiques des huiles ;
  3- Identifier les huiles selon la classification SAE et leurs utilisations ;
  4- Justifier l'importance de filtration dans le circuit de graissage ;
  5- Déduire l'importance d'une certaine périodicité de vidange et la connaître pour chaque classe de véhicules ;

- **Avant d'apprendre à contrôler l'usure et le jeu fonctionnel de la pompe à huile (B) :**
  6- Décrire le principe de fonctionnement des différentes pompes à huile ;
  7- Citer les éléments constitutifs de la pompe à huile ;
  8- Connaître les normes et les tolérances d'utilisation ;

- **Avant d'apprendre à tarer le régulateur de pression d'huile moteur (C) :**
  9- Décrire le rôle du régulateur de pression d'huile dans le circuit ;
  10- Situer l'emplacement du régulateur dans le circuit ;
  11- Déduire du principe de fonctionnement du régulateur la possibilité de tarage de ce dernier ;
  12- Maintenir la pompe à huile sur un support avec un dispositif d'entraînement ;

- **Avant d'apprendre à contrôler la pression d'huile du moteur (D) :**
  13- Citer les différents types de frottements rencontrés dans le moteur à combustion interne ;
  14- Décrire les principaux modes de lubrification ;
  15- Connaître le circuit de lubrification et ses éléments ;
  16- Faire une déduction du résultat obtenu ;

- **Avant d'apprendre à contrôler le manocontact d'huile (E) :**
  17- Décrire le rôle du manocontact dans le circuit ;
  18- Connaître le principe de fonctionnement du manocontact d'huile ;
  19- Connaître la pression d'ouverture du manocontact ;

- **Avant d'apprendre à contrôler le niveau et la consommation d'huile moteur (F) :**
  20- Mesurer le niveau d'huile et situer l'état du moteur ;
  21- Identifier une huile usée par le simple touche de cette dernière ;
  22- Utiliser le catalogue pour la détermination de la consommation normale d'huile moteur ;

PRESENTATION DU MODULE

L'étude du module N 23 Réparation du circuit de lubrification du moteur doit commencer après l'étude de la constitution du moteur. Le stagiaire doit savoir les noms des organes moteurs, leur rôle et disposition dans l'ensemble du moteur. Les opérations de démontage et

Remontage doivent précéder l'étude et la réparation du système de graissage du moteur thermique.

L'étude du module en question va se dérouler comme suite :

- Le stagiaire va avoir une idée sur les différents types de frottements et leur influence néfaste sur les formes géométriques des organes moteurs et les jeux fonctionnelles entre eux. Etude des différents lubrifiants utilisés dans le moteurs thermiques et leur classification suivant les différents standards.
- Sur le deuxième niveau sera l'étude de différents systèmes de lubrification,les rôles de leur parties constitutifs,leur fonctionnement et disposition.

A la troisième place les stagiaires vont étudier les instruments de surveillance et gestion du circuit de lubrification du moteur.

La troisième grande partie du module va traiter l'entretient et la réparation du circuit de graissage du moteur.

- La durée totale d'étude du module sera 50 heures dont 20 seront allouée aux travaux pratique.

Module 23 : REPARATION DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION DU MOTEUR

RESUME THEORIQUE

CIRCUIT DE LUBRIFICATION DU MOTEUR

INTRODUCTION

La lubrification des machines doit être considérée comme une nécessité vitale pour leur fonctionnement et longévité. Les conditions du travail des pièces en frottement sont très complexes et diverses, qu'elles exigent des qualités spéciales des produits de lubrification.
Certaines exigences sont nettement spécifiques lors de la lubrification des moteurs thermiques.
Etant une machine thermique, le moteur à combustion interne travail aux grandes vitesses, charges mécaniques et thermiques élevées
Les questions de frottement et de l'usure dans la technique sont fondamentales et sans leurs résolutions aucune machine ne peut pas exister dans la technique
La science qui s'occupe avec le frottement et les prossesuces qui l accompagne
S'appelle <<la tribologie>> (de la langue grec Tribus – frottement et Logos – science*)*
Etant une discipline scientifique la tribologie englobe les recherches théorico – expérimentales de phénomènes physiques, chimiques et biologiques reliées au frottement.

I. Présentation du circuit de lubrification

Le circuit de lubrification amène l'huile du moteur aux pièces en mouvement et aux pièces animées d'un mouvement alternatif, ceci de manière à assurer leur bon fonctionnement. L'huile joue un rôle également important dans le refroidissement du moteur.
Le circuit de graissage se compose essentiellement du carter d'huile qui sert à accumuler l'huile, la pompe à huile qui envoie l'huile à tous les points de graissage du moteur,le clapet de tarage qui règle la pression d'huile maximum,le filtre à huile qui retient les impuretés entraînées par l'huile , la sonde de pression d'huile (manocontact)
Qui réagit à la pression d'huile, enfin la jauge d'huile qui permet de mesurer le niveau d'huile dans le carter.

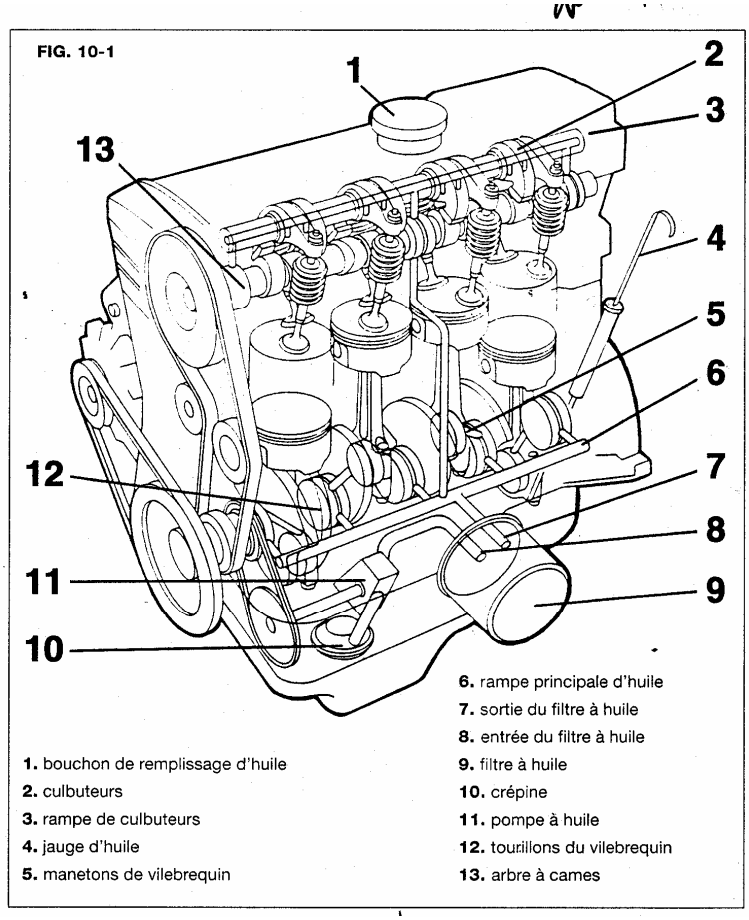


Fig.1

I.1. Fonctions à remplir

- Réduire les frottements.
- Protéger les surfaces.
- Refroidir les organes internes du moteur.
- Evacuer toutes les impuretés.
- Assurer un rôle d'étanchéité.
- Permettre la mise en mouvement des pièces quelle que soit la température du moteur.
- Protège les pièces contre la corrosion.

I.2.Notions de base sur le frottement

Le déplacement des organes mobiles dans le moteur engendre des frottements .Les éléments soumis aux frottements sont présentés dans le tableau 1.

Mouvement	Organes	Sens de déplacement
Rectiligne Alternatif	Piston dans le cylindre	Haut Bas
Oscillant	Axe du piston	Bascule
	Culbuteurs	Balancement
Circulaire	Vilebrequin	
Continue	Arbre à cames	

Une pièce (1) s'appuie sous l'effet de son poids (P) appliqué au centre gravité (G) sur un support (2) (fig.2). Pour obtenir un mouvement relatif de la pièce (1),il faut exercer une force (F) parallèle au plan de contact .Dés que le déplacement commence, on peut dire que la force (F) est égale à la force de frottement (T).
Comme le poids est équilibré par la réaction du support (N) égale à (P) mais de sens opposé, on voit que la résultante de ces deux forces (T) et (N) est une force (R), inclinée d'un angle a par rapport à la verticale.

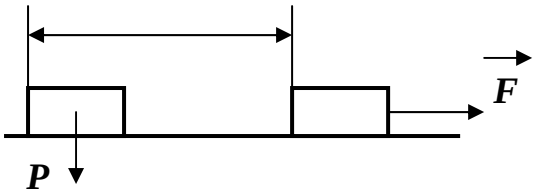


Fig.2

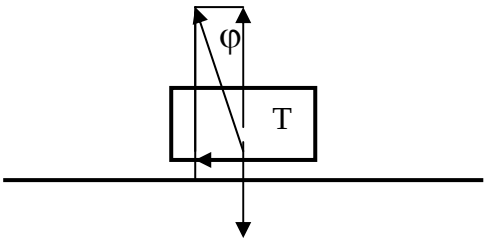


Fig. 3

Le rapport de la force (T) sur N constitue le coefficient de frottement (f)L'angle φ varie avec le coefficient de frottement. Si on observe la fig.3 on peut écrire :

$T=R \sin\varphi$ ou encore $T=N \operatorname{tg} \varphi$

$$T=N \times f \qquad f = T / N$$

Conclusion

Le frottement dépend du coefficient de frottement (f) qui est le rapport entre la force nécessaire au mouvement et le poids de la pièce à déplacer.
Il varie en fonction :

- De la nature des matériaux
- Du poli des surfaces

I.3 Les différents types de frottements

a) Le frottement sec

Les deux pièces (A) et (B) sont directement en contact sans interposition d'huile.
Exemple : embrayage, tambours et disques de freins. (fig.4).

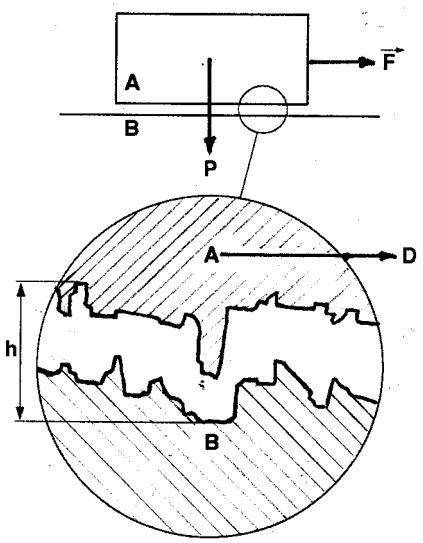


Fig. 4

b) Le frottement gras

Appelé également lubrification limitée ou graissage onctueux. Pour améliorer le glissement entre les deux pièces A et B, on a recours à une simple couche d'huile « l'épilamen », interposée entre les surfaces. L'épilament E, vient combler les irrégularités de métal et permet un frottement gras (fig.5)

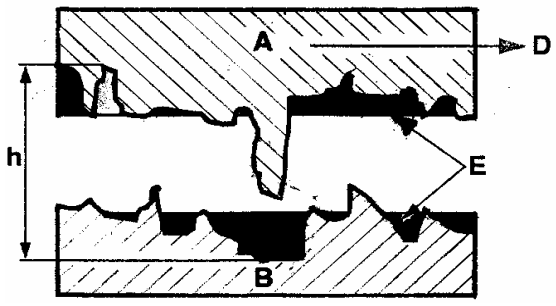


Fig. 5

Le renouvellement de l'huile est assuré par le barbotage ou simple écoulement.
Ce système de graissage convient pour certains éléments du moteur ainsi qu'aux organes de transmission (fig.6). Une fine pellicule d'huile favorise le frottement sans empêcher le contact des aspérités .
Exemple : frottement du piston sur le cylindre.

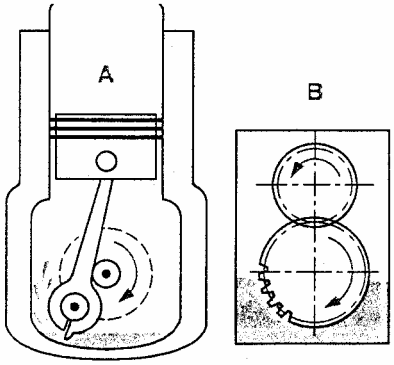


Fig.6

Coefficient de frottement à sec	
Nature des surfaces	**Valeur au démarrage**
Caoutchouc sur chaussée sèche	1
Acier sur acier	0,5
Acier rectifié sur bronze	0,08
Fer sur glace	0,03

Coefficient de frottement onctueux	
Nature des surfaces	Valeur au démarrage
Acier doux sur la Fonte graissée	0,05
Acier rectifié sur Bronze lubrifié	0,02

c) **Frottement fluide ou hydrodynamique**

La pellicule de lubrifiant est suffisante pour isoler complètement les surfaces métalliques. Exemple : la portée de vilebrequin sur son palier.

1 .Déplacement linéaire

Les deux pièces sont séparées par une couche de lubrifiant appelée « film d'huile », dont le débit est abondant (fig.7)

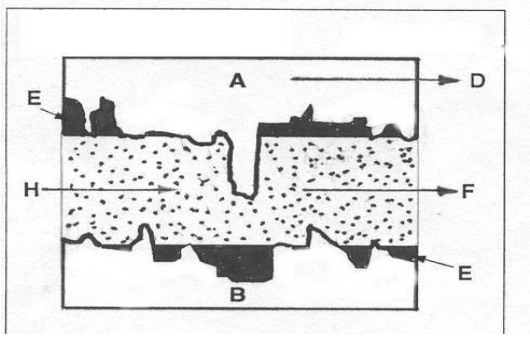


Fig. 7

i la pression unitaire des pièces en contact n'est pas trop élevée et que la vitesse relative des surfaces est important (v> 5 m :s), les deux surfaces se séparent par une montée de pression de l'huile interposée.

Le filme d'huile supprime le contact métal sur métal.

Deux épilamens plus un film d'huile donne un graissage parfait ou hydrodynamique

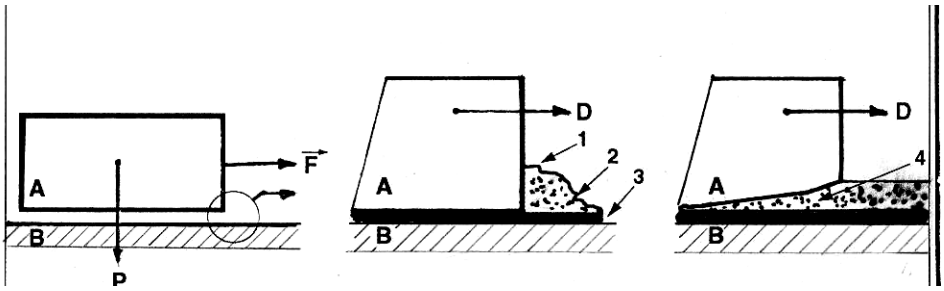


Fig. 8

Ce phénomène est favorisé par la formation d'un coin d'huile pour des déplacements linéaires. Le coefficient de frottement est fortement diminué

Coefficient de frottement hydrodynamique	
Nature des surfaces	Valeur au démarrage
Acier rectifié sur Fonte lubrifiée	0 ;02 à 0,015

Le *frottement hydrodynamique varie en fonction :*

- De la viscosité et de la nature de l'huile
- De la vitesse de glissement ;
- De la pression entre les surfaces ;
- Du jeu entre les pièces ;

2) Déplacement circulaire

Dans le cas où les pièces en mouvement ont :

- De bons états de surface ;
- Un jeu modéré entre les pièces ;
- Un lubrifiant pas trop fluide ;
- Un débit de lubrifiant très abondant.

On constate que les surfaces se séparent légèrement sous l'action de l'huile qui se met sous pression. C'est le phénomène « du coin de l'huile » (fig.9)

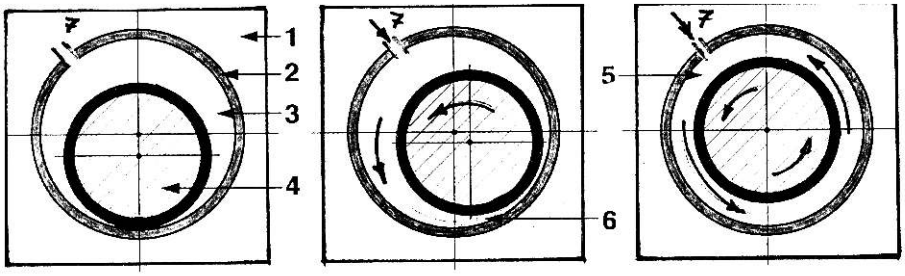


Fig. 9

I.4 Evolution du coefficient de frottement en fonctionnement

Au cours du fonctionnement d'un mécanisme, ces trois types de frottement peuvent exister successivement.(fig.10)

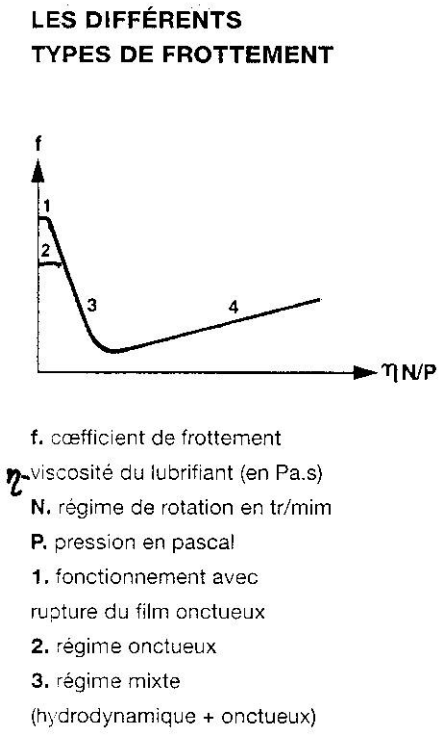


Fig.10

- Au démarrage, le frottement a lieu à sec (1)
- Lorsque la lubrification est réalisée par un débit d'huile faible ou quand la vitesse est lente, le frottement est onctueux (2) + (3)
- Si toutes les conditions précédemment énoncées sont simultanément réalisées, il y a frottement hydrodynamique (3) + (4)

I.5. Effet du frottement

Le frottement provoque :

-un échauffement donc une dilatation des pièces (grippage)

- une usure des surfaces en contact (arrachement des particules de métal)
- une diminution du rendement mécanique .

Comment réduire l'effet du frottement :

- Par le choix des matériaux : matériaux antifriction
- Par amélioration des états de surfaces (rectification –polissage -chromage,etc.)
- Par l'utilisation de roulements,
- Par le graissage : interposition d'un corps gras appelé en automobile :

Questions pour le contrôle continue

1. Quelles sont les fonctions du circuit de lubrification ?
2. Ouels types des frottement trouve-t on pendant le fonctionnement d'un moteur thermique ?
3 .Lequel parmi les frottements est le plus dangereux pour le moteur thermique et pourquoi ?
4. Quelle est la différence entre le frottement onctueux et le frottement hydrodynamique ?
5. De quoi dépend le coefficient de frottement à sec ?

I.6Les lubrifiants

I.6.1.Fonctions à remplir

:Un lubrifiant est une matière fluide ou solide interposée entre deux corps dont le rôle est de :

- réduire les forces de frottement ;
-éliminer les impuretés ;
-évacuer la chaleur ;
-participer à l'étanchéité (segmentation)
réduire les bruits mécaniques ;
-préserver les pièces de l'usure, de la corrosion.

I.6.2. Différents types de lubrifiants

a) Les huiles végétales – Huiles onctueuses (de ricin, de colza…) qui conviennent pour les moteurs de course et d'aviation soumis à des conditions très dures .Ces huiles sont instables et leur prix est élevé.

b) Les huiles minérales – Elles ont les propriétés d'être stables et visqueuses. Elles conviennent dans plupart des applications en automobile .Les huiles à la base minérale sont obtenues à partir de raffinage du pétrole brute.

c). Les huiles de synthèse – Elles sont obtenues par réactions chimiques en laboratoire à partir de dérivés du pétrole. Dans cette famille, on trouve les poly glycols, les esters et les hydrocarbures de synthèse. Leur mise au point est relativement récent .Elles ont la particularité d'être peu sensibles aux variations et hautes températures, de posséder une excellente stabilité thermique et de répondre aux exigences les plus sévères.

d) Les graisses consistantes – Mélange de chaux et d'huile végétale avec une huile en émulsion qui convient pour des faibles vitesses.

e) Le graphite – En poudre très fine, incorporé à l'huile ou à la graisse consistante (graisse à haute performance), améliore le coefficient de frottement.

I.6.3.Caractéristiques physiques

La couleur des huiles de graissage varie du jaune clair au noir avec des reflets fluorescents La fluorescence varie suivant le degré de raffinage ou la nature des produits d'additions. (Additifs) Au vieillissement, l'huile prend une teint plus foncée que lorsqu'elle est neuve,mais sans que sa qualité en soit altérés.

a) ***La viscosité*** – C'est la difficulté ou la résistance d'écoulement dans un tube à température donnée ; le temps mis par l'écoulement indiquera le degré de viscosité (fig 10) La viscosité se mesure à l'aide d'un viscosimètre.

b) ***L'onctuosité*** – C'est la faculté d'adhérence d'une huile ; plus elle est onctueuse, plus elle adhère et plus elle résiste aux pressions élevées sans que le film d'huile soit cassé.

c) ***Le point d'inflammation*** – C'est la température à laquelle l'huile émet des vapeurs. Ces vapeurs risquent de s'enflammer. Elle se situe aux environs de 200 à 250°C.

d) ***Le point de congélation*** - C'est la température où l'huile ne s'écoule plus. Le point de congélation doit être le plus bas possible, pour les régions tempérés,elle est de l'ordre de -25 à – 20 °C.

e) ***La stabilité*** – C'est la résistance du lubrifiant à la décomposition et à l'altération sous l'action des gaz (air, essence, gaz brûlés) et de la température.

I.6.4 Les caractéristiques chimiques

Les huiles de graissage ne doivent pas contenir d'acides minéraux qui attaqueraient les métaux,et avoir une teneur en carbone aussi faible que possible. Pour en améliorer la qualité,on ajoute à l'huile certains produits chimiques appelés « additifs » ou « dopes « .

Pouvoirs des additifs

- Anti-oxydant bloquer ou retarder les réactions chimiques de l'oxygène avec les huiles.
- Anti-usure améliore les conditions de frottement pour les contacts métal métal.
- Antirouille empêche la formation de la rouille sur les surfaces métalliques.
- Extrême pression renforce les molécules d'huile contre la destruction mécanique.
- Anticorrosion neutralise les éléments acides contenus dans l'huile.
- Détergent empêche ou diminuer les dépôts sur les surfaces.
- Ils améliorent l'indice de viscosité
- Antimousse résorber la formation de mousse
- Abaissent le point d'écoulement modifier les propriétés d'écoulement à basse température

I.7.Classification des huiles

Les huiles de graissage sont classifiées suivant : *l'indice de viscosité et l'indice de performance*

I.7.1. Classification établie par la SAE (Society of Automotive Engneers) en fonction de leur viscosité sans considération de qualité. Elle définit un grade pour les huiles suivant leur comportement à chaud et à froid.

Ce sont les huiles **< mono grades>**

I.7.2. Les huiles mono grade

Leur viscosité est donnée pour une valeur de la température .Dans ce classe on trouve les huiles d'été et les huiles d'hiver.

a) **Les huiles d'été** Elles sont désignées comme suite : SAE 20, SAE 30, SAE40, SAE50 et SAE 60.Leur viscosité augmente avec augmentation du chiffre .Par exemple : l'huile SAE 60 doit être utilisée quand un véhicule va travailler dans le désert. Si la température ambiante est entre

. 18 °C et 38°C il faut utiliser l'huile d'été SAE40 et pendant le printemps e l'automne SAE 30.

b) Les huiles d'hiver Elles sont désignées SAE 0W, SAE 5W,SAE 10W,SAE 15W,SAE 20W,SAE 25W.Plus le chiffre est faible,plus la viscosité de l'huile est faible .La lettre W indique

c) que la valeur de la viscosité a été mesuré à -18°C.

Cependant, les recherches des fabricants ont permis de commercialiser des huiles qui conservent leur viscosité malgré l'élévation de la température .Elles peuvent ainsi être utilisées aussi bien en hiver qu'en été. Ce sont les huiles dites < multi grades.

I.7.3.Les huiles multi grades

Un code bien particulier les caractérise :

- il est composé de deux chiffres, d'une lettre et de deux autres chiffres
- le premier nombre deux chiffres suivis de la lettre W représentent l'indice de viscosité de l'huile à froid (W pour Winter qui signifie hiver en anglais). Plus le nombre est élevé, plus l'huile est visqueuse .Le second nombre de deux chiffres également, indique l'indice de viscosité à chaud. Là aussi, plus l'indice est élevé et plus l'huile sera visqueuse moteur chaud.

Désignation SAE	VI minimum calculée
5W20	146
5W30	205
10W30	145
10W40	169
10W50	190
20W40	113

Index de viscosité de certaines huiles

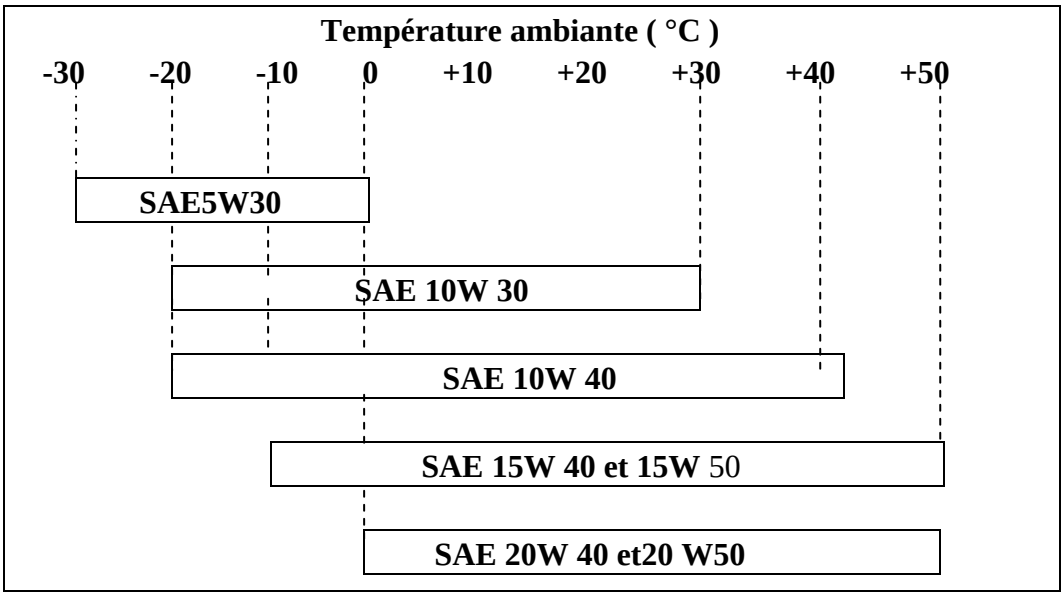
Une huile SAE 20W40 sera plus visqueuse à froid qu'une huile SAE10W40.De même une huile SAE20W50 sera plus visqueuse à chaud qu'une huile SAE20W40.

Le choix de la viscosité d'une huile est assez difficile car les exigences à froid et à chaud sont opposées :

- A froid, on souhaite avoir une viscosité faible pour diminuer les pertes de puissance absorbées par frottement, notamment au démarrage, en raccourcir le temps mis par l'huile pour atteindre les différents points du circuit.

- A chaud, on souhaite avoir une viscosité assez élevée pour assurer une épaisseur minimale du film d'huile entre les surfaces à lubrifier.

Vous trouverez dans le tableau ci-dessous une indication des grades SAE utilisables en fonction de la température ambiante.



Grades SAE utilisables en fonction de la température ambiante

I**.7.4. Classification des huiles selon l'indice de performance** Les tests de performance sont effectués par trois organismes principaux qui établissent classification qui leur est propre, en fonction des résultats obtenus.

a) Classification API (American Petroleum Institute)

Elle distingue deux types d'huiles .Les huiles pour les moteurs à essence et pour les moteurs Diesel.

- **Les huiles pour moteur à essence** Elles sont repérées par une première lettre **<S>**

Suivie d'une seconde lettre définissant un niveau de performance .*Plus la lettre avance dans l'alphabet,et plus l'huile est performante.*

SE – huile destinée aux moteur à essence non turbocompressés, avec des qualités non oxydantes à haute température, antirouille, et dispersante à basse température.

SF – plus stable à l'oxydation que la précédente, possédante des performance anti usure améliorées par rapport à la norme SE. Protection accrue contre le dépôt ; la rouille et la corrosion .Huile de qualité supérieure à toutes normes qualité des huiles essence précédentes.

SG – qualité maximale atteinte actuellement et vendue sur le marché.

- **Les huiles pour moteur Diesel**

Elles sont repérées par une première lettre **<C>** suivie par une deuxième lettre définissant un niveau de performance. *Ainsi, plus la seconde lettre avance dans l'alphabet, et plus l'huile est performante.*

CC – pour moteurs Diesel légèrement suralimentés et utilisés dans des conditions modérées.
CD – pour moteur Diesel suralimentés ou non, travaillant dans des conditions extrêmes de vitesse et de charge et nécessitant une protection contre l'usure et des dépôts.
CD II- huile spécifiquement pour moteurs Diesel répondant aux exigences plus sévères .Cette huile permet un espacement des vidanges avec un maximum de sécurité.
CE – pour moteur Diesel suralimentés en service très sévère. Qualité maximale atteint actuellement et vendue sur le marché.

b) La classification CCMC (Comité des Constructeurs du Marché Commune)

Cette classification reprend en partie les conditions d'essais des huiles suivant les spécifications américaines mais intègre également des essais typiquement européens. Elle fait, elle aussi, la différence entre les huiles destinées aux moteurs à essence et celles destinées aux moteurs Diesel. Pour les moteurs à essence les huiles sont classées : **G1, G2, G3, G4, G5,**selon leurs comportement lors d'essais de plus en plus sévères. ***Ainsi, plus le chiffre qui suit la lettre G est élevé, plus l'huile est performante*** De même, les huiles pour moteur Diesel sont homologuées suivant deux classes PD1 et PD2
La référence PD2 étant supérieure à PD1, c'est elle qui doit être employée actuellement .Pour les véhicules industriels la classification est différents : D4, D5.

I.7.5.Les huiles synthétiques

Les avantages des huiles synthétiques par rapport aux huiles à la base minérale :

- ❖ Meilleure caractéristique température – viscosité – s.v.d. que dans la plage thermique d'utilisation d'huile la viscosité varie faiblement
- ❖ Très bonnes qualités rhéologiques
- ❖ Une plus grande résistance au vieillissement
- ❖ Meilleurs qualités de lubrification
- ❖ Meilleures qualités écologiques
- ❖ Plus grande possibilité d'utilisation dans les moteurs avec un niveau thermique de fonctionnement élevé

Ces qualités des huiles synthétiques sont favorables pour le fonctionnement des moteurs thermiques dans les directions suivantes :

- ✓ Diminution de la consommation d'huile et de carburant –Les huiles synthétiques n'influent pratiquement sur la consommation d'huile, ce qui n'est pas le cas des huiles minérales. Pour une variation de la viscosité de 18 mm^2/s à 12 mm^2/s la consommation de l'huile peut doublé
- ✓ Diminution de l'usure des pièces en mouvement – surtout pour les moteurs qui subissent plusieurs mise en marches et arrêts en temps froid. Grâce à sa fluidité plus élevée à basse température l'huile synthétique atteint très rapidement les zones de frottement et ainsi diminuer l'usure <froide> du moteur.
- ✓ La plus grande résistance au vieillissement est dû aux plus lent processus d'oxydations malgré sa charge thermique plus élevée. Cela lui assure quasiment deux fois plus grande parcoure entre deux vidanges, par rapport aux au huiles minérales meilleure qualité.

- ✓ Avantages par rapport à l'écologie dans deux directions : D'abord, grâce à sa plus faible aptitude de vaporisation elles polluent moins l'environnement avec des hydrocarbures .Les pots catalytiques sont ainsi protégés et leur efficacité protégée.

  Les huiles synthétiques sont les seules à tenir à la haute température pendant le rodage des moteurs Diesel compound ou ainsi dite moteur adiabatiques.

Questions pour le contrôle continue

1. Quelles fonctions doit remplir un lubrifiant dans le moteur thermique ?
2 .Classifier les huiles de graissage de point de vue de leur origine.
3. Définir la viscosité et l'onctuosité d'une huile.
4. Selon quel critère la société SAE fait la classification des huiles motrices ?
5. Dans quels cas doit-on utiliser les huiles mono grades ?
6. De quoi diffèrent les huiles multi grades par rapport aux huiles mono grades ?

1.8. Le circuit de graissage

1.8.1. Les différents modes de lubrification

La lubrification par barbotage existe encore sur des moteurs anciens ,mais à l'heure actuelle,se système est abandonné. La lubrification par pression est le mode de graissage le plus adopté sur tous les véhicules automobiles. Elle permet de doser la circulation de l'huile et l'évacuation de la chaleur.

1.8.2. Principe de fonctionnement

L'huile est prélevée dans le carter inférieur par une pompe qui la dirige ensuite sous pression vers le filtre à huile puis vers la rampe principale.Cette dernière assure l'alimentation de tous les points à graisser sous pression. (fig.12)

l

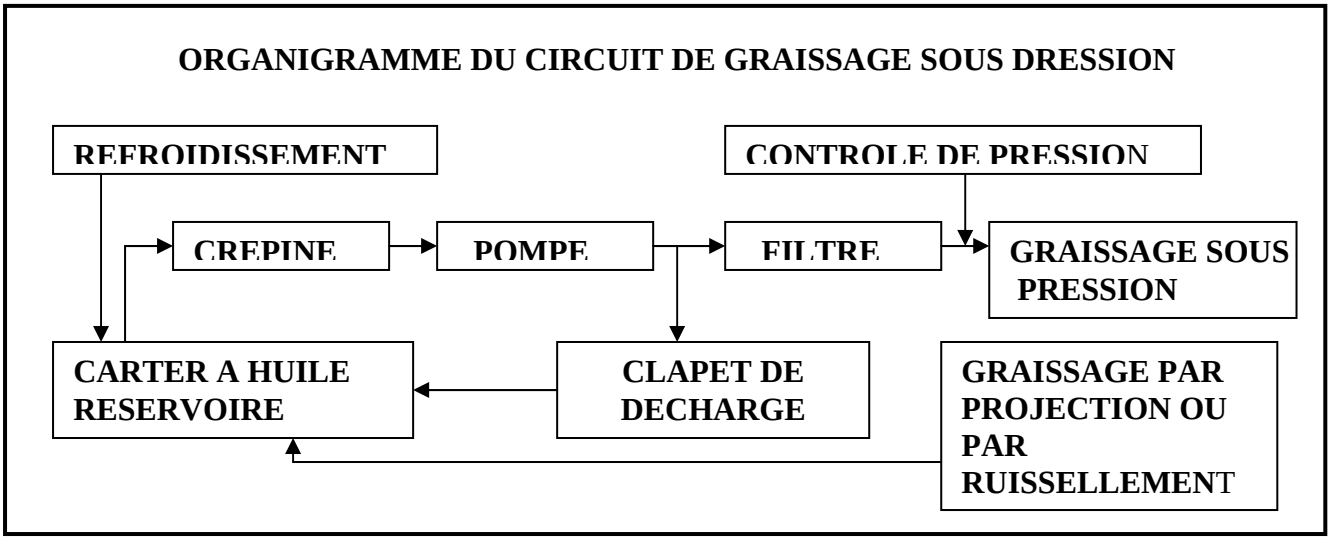


Fig.12

1.8.3 .Description (fig.13)

Eléments graissés par projection ou ruissellement :

- ➢ Les chemises
- ➢ Les queues de sou

- Les pistons et leurs axes
- Les tiges de culbuteurs
- Les cames de l'arbre à cames
- Les poussoirs

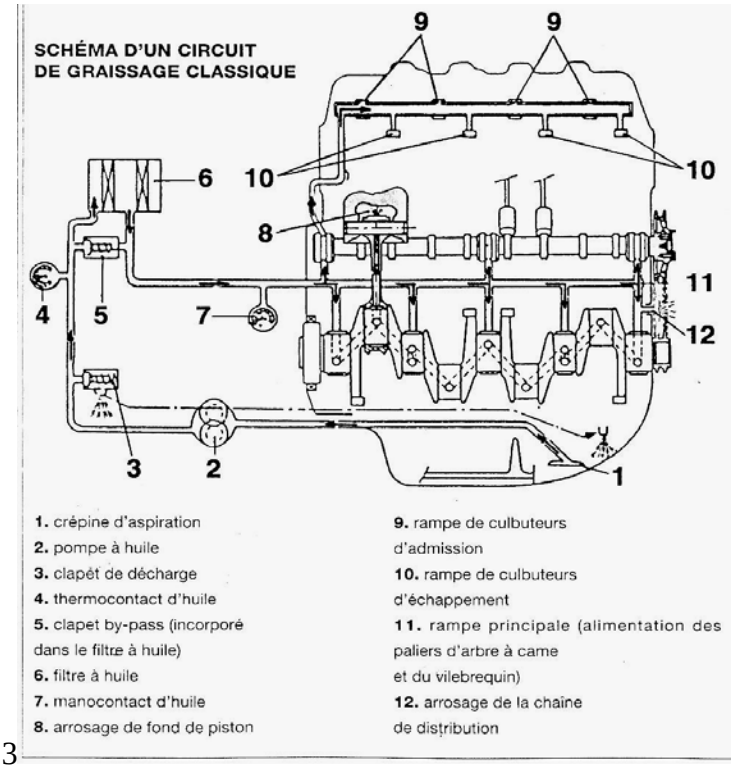


Fig.13

I.8.4. Les différents types de graissage sous pression

a)Le graissage ordinaire – La circulation de l'huile est assurée par une pompe et des canalisations. Le vilebrequin, les têtes de bielles, l'arbre à cames, la rampe de culbuteurs et le système de distribution reçoivent une pression d'huile contrôlée par le clapet de décharge. L'huile provenant de la rampe principale de graissage est dirigée par des canaux vers les paliers du vilebrequin. Des perçages pratiqués dans les flasques du vilebrequin permettent l'arrivée de l'huile au niveau des coussinets des pieds des bielles pour les lubrifier sous pression.

b) Le graissage par projection – L'huile retombe dans le carter à partir des manetons et des tourillons .Etant donné qu'elle s'échappe sous pression de ces endroits, elle est projetée sur les parois de la chemise et partie intérieure du piston .Elle assure le graissage (onctueux) entre le piston et la chemise, ainsi que le graissage de l'axe de piston.

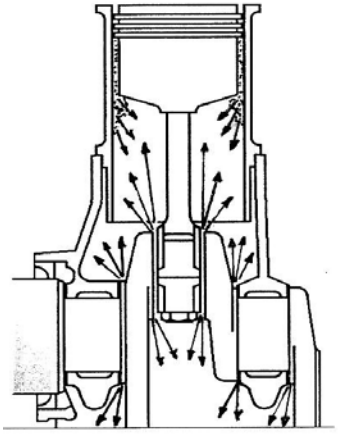


Fig.14

c**) Le graissage intégral** – C'est l'équivalent d'un graissage ordinaire sous pression, avec en plus :

- Le montage d'un radiateur huile – air pour les véhicules équipés d'un turbocompresseur pour refroidir l'huile.
- L'arrosage de la chaîne de distribution
- L'arrosage du fond du piston, soit par perçage de la bielle, soit par gicleur d'huile (fig.15)

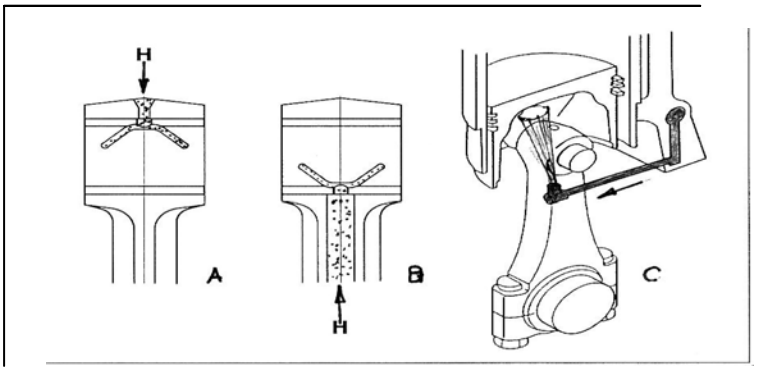


Fig.15

Particularités :

-Dans le cas d'un axe flottant, il faut graisser la bague en bronze. On réalise cette opération soit par retombée d'huile sous le piston, soit par remontée d'huile grâce à un perçage pratiqué dans le corps de la bielle.

- Pour certains moteurs très chargés, on peut être amené à refroidir le fond du piston. Un gicleur fixé dans le bloc moteur et débouchant sous le piston est alimenté en huile sous pression par la rampe principale. Ce gicleur muni de clapet ne s'ouvre que à partir d'une certaine pression (environ 2 bars) ce qui correspond à un certain régime. En effet, le refroidissement des fonds de

pistons est surtout nécessaire à haut régime. Il y a parfois une rampe spécifique d'alimentation de ces gicleurs.

- Conséquences de la température du turbocompresseur sur la lubrification- Le turbocompresseur nécessite un débit d'huile important pour les paliers supportant l'arbre reliant les roues de la turbine et de compresseur. Si le débit est insuffisant, l'huile risque d'être chauffée localement à des températures excessives pouvant entraîner sa décomposition physique .Pour palier ces problèmes, on installe sur le circuit de lubrification un radiateur ou un échangeur de chaleur permettant de refroidir l'huile.(fig. 16)

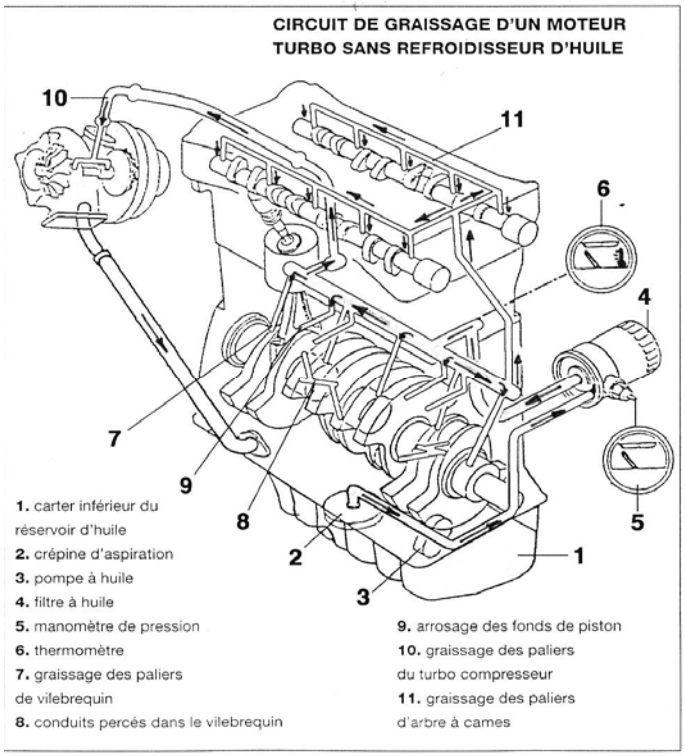


Fig.16

d) Graissage sous pression et à carter sec

Sur certains véhicules tout terrains (forte déclivité) ou sur les véhicules de compétition (fortes accélérations) l'huile ne peut être stabilisée dans le carter et sus certaines conditions la crépine d'aspiration de la pompe ne baigne plus dans l'huile, d'où un désamorçage de la pompe. On a alors recours à la technique du < **carter sec** > :l'huile qui retombe dans le carter est aussitôt aspirée par une pompe d'assèchement et refoulée vers un réservoir d'huile séparé du moteur. De là, l'huile est aspirée puis refoulée sous pression par une pompe d'alimentation analogique dans le circuit de lubrification du moteur. Ce schéma de graissage présente outre ça d'autres avantages : - l'huile de graissage n'est plus en contact avec les gaz de carter, d'où une augmentation de sa longévité ; - l'évacuation de l'huile dans le réservoir assure son refroidissement et dégazage, ce oui est favorable pour sa santé. (fig.17).

Circuit de graissage sous pression et à carter sec :

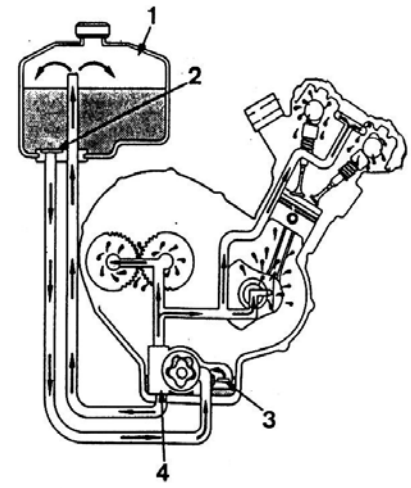


figure .8. Circuit à carter sec de moto.
1. Réservoir d'huile.
2. Crépine d'huile.
3. Tamis de crépine d'huile.
4. Pompe à huile

Fig.17

I.9.Les différents éléments du circuit de graissage

I.9.1.La pompe à huile

La pompe à huile est entraînée soit :

- Par un arbre commandé par l'arbre à cames à l'aide d'un renvoi d'angle ;
- Directement en bout d'arbre à cames ;
- A partir d'un pignon situé sur le vilebrequin

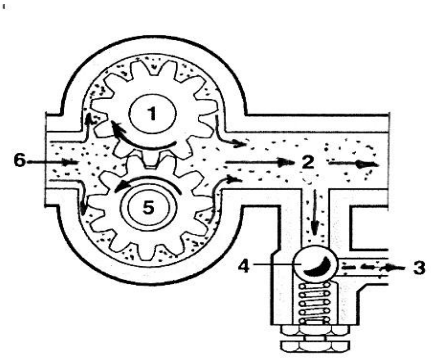
Une démultiplication permet de faire tourner la pompe à une vitesse de rotation donnant un débit suffisant quel que soit le régime moteur.

Il existe 3 types de pompes utilisées dans les moteurs thermiques :

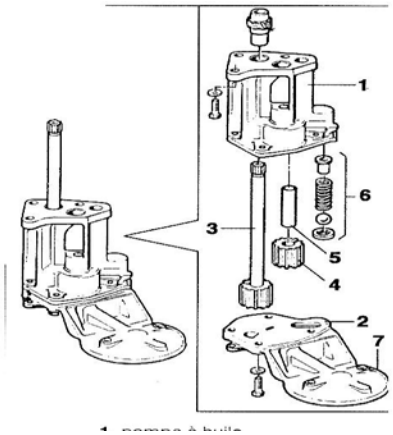
- Pompes à engrenages (intérieur ou extérieur)
- Pompes à rotor
- Pompes à palettes

I.9.1.a.La pompe à engrenages extérieurs (fig.18)

C'est la pompe la plus utilisée dans les moteurs de véhicules automobiles. Elle se compose de deux pignons cylindriques s'engrenant l'un dans l'autre. L'un des pignons est solidaire de l'arbre de commande de la pompe. Ce pignon (émetteur) est entraîné par le moteur, tandis que l'autre tour<fou> autour de son axe (fig. 18)



1. Pignon moteur
2. sortie huile sus pression
3. retour au carter
4. Clapet à bille
5. Pignon fou
6. Entrée de l'huile



1 .Pompe à huile
2 .Couvercle de la pompe
3. Arbre et pignon de commande
4. Pignon fou
5. Axe
6. Clapet de décharge
7. Crépine

Fig.19

L'huile pénètre dans la chambre d'aspiration, c'est-à-dire du côté où les dents se séparent.
Elle remplit l'espace compris entre les dents et le corps de la pompe ; elle est entraînée entre les dents vers la chambre de refoulement située du coté opposé à l'entrée. (fig.18).La pression générée par la pompe est limitée par un clapet de décharge implanté dans le corps de la pompe ou dans le semi carter inférieur du bloc moteur

I.9.1.b.La pompe à rotor du type « Eaton » (ou trochoïdale) (fig.20)

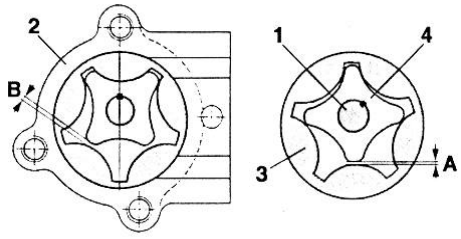


Fig.20

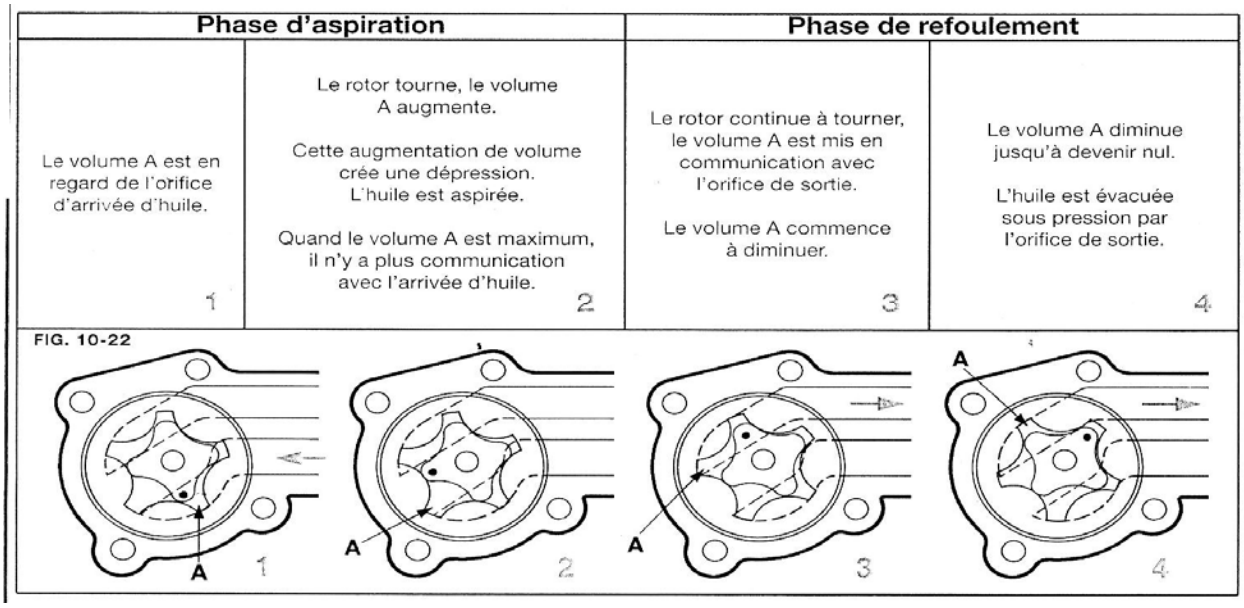


Fig..21

La pompe est composée de :

- Un rotor extérieur (1) tournant dans le logement du carter de distribution (2) qui constitue le corps de pompe à huile.
- Un rotor intérieur (3) claveté sur l'arbre (4) solidaire du pignon de commande. Le fonctionctionnement est présenté sur la fig.21

I.9.1.c.La pompe à palettes La pompe à palettes se compose d'un boîtier cylindrique dans lequel tourne un arbre excentré par rapport au carter est terminé par une tête fendue .Dans cette tête glissent deux palettes constamment écartées l'une de l'autre par un ressort qui les force à s'appuyer contre les parois du boîtier, l'axe de rotation ne coïncidant pas avec l'axe fixe du carter. (fig.22)

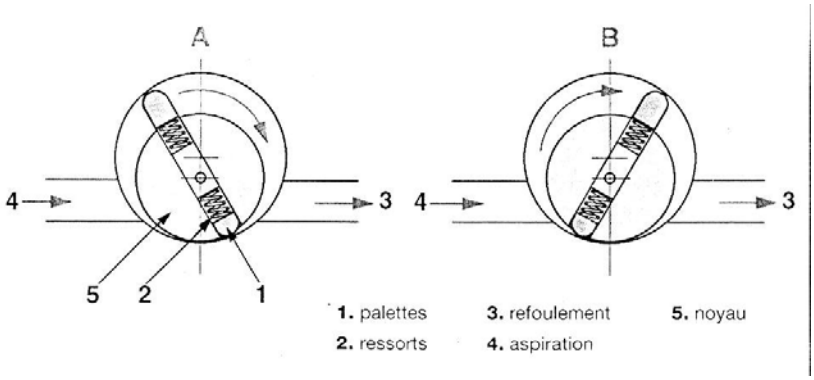


Fig.22

Le noyau tournant dans le sens de la flèche, on voit qu'en raison de l'excentration du noyau, les volumes des deux compartiments formés par les palettes, les parois du boîtier et la tête de l'arbre, varie. Il y a donc aspiration dans le compartiment dont le volume augment et refoulement dans celui dont le volume diminue. Cette pompe assure une pression supérieur à celle de la pompe à engrenages .Elle nécessite également un limiteur de pression.

I.9.1.d.Alimentation en huile à régulation volumétrique

Une pompe à huile conventionnelle absorbe un couple moteur non négligeable. Pour réduire la consommation d'énergie de la parte de la pompe à huile, certaines constructeurs, comme BMW par exemple utilisent une pompe à huile à régulation volumétrique. Cette pompe ne refoule que la quantité d'huile qui est rendue nécessaire par la plage de fonctionnement instantanée du moteur .Dans les plages de moindre charge, aucune quantité excessive d'huile n'est refoulée. La consommation de carburant du moteur est ainsi réduite et l'usure de l'huile ralentie.
La pompe utilisée est une pompe cellulaire à tiroir oscillant. L'arbre de la pompe est décentré à l'intérieur du carter lors de l'activation de la pompe .Le rotor se déplace radialement au cours de la rotation. De ce fait, les chambres forment des volumes différents sur le rotor. Lorsque le volume augmente, l'huile est aspirée. Lorsque le volume diminue, l'huile est refoulée dans les canalisations d'huile.

I.9.2.Limiteur de pression ou clapet de décharge

La pression d'huile motrice dépend :

-de l'état d'usure du moteur ;
-de la viscosité de l'huile
-du régime de rotation moteur
-de la température de l'huile

Si la pression d'huile augment, on peut constater :

- ✓ Des risques de détérioration de la pompe
- ✓ Des risques de rupture du système d'entraînement de la pompe
- ✓ De forte projection d'huile sur la partie inférieure des chemise, ce qui provoquera une consommation d'huile exagérée. Il est nécessaire de réguler la pression d'huile par un limiteur de pression ou clapet de décharge.
- ✓

Le clapet de décharge a pour fonctions;

- ❖ Permet de limiter la pression de refoulement à environ 3 bars
- ❖ Il est intercalé dans le circuit de refoulement. Il est soit à bille ou à piston (fig.22 et 23) et se trouve implanté au corps de la pompe ou dans le semi carter inférieur du moteur ;

La bille ou (le piston) est maintenue sur son siège lorsque la pression est inférieure au tarage d'un ressort hélicoïdal. Si la pression est supérieure au tarage du ressort, le clapet se soulève, la bille (ou le piston) n'est plus sur son siège, ce qui permet à l'huile de retourner dans le carter d'huile.
Si la pression chute, le ressort repousse la bille sur son siège et l'on revient au cycle d'un fonctionnement normal.

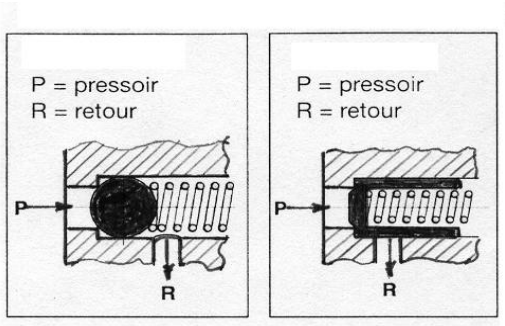


Fig.23

I.9.3.Le filtre à huile

I.9.3.a.Rôle – Fixé sur le bloc moteur il retient toutes les particules métalliques dues à l'usure, tous les résidus d'oxydation de l'huile, tous les déchets charbonneux de la combustion et toutes les boues formées par une mauvaise combustion et l'eau de condensation qui apparaît lorsque le moteur est froid.

I.9.3.b.Description (fig.24 et 25)

Il est composé d'un papier poreux (soit lisse, ou plissé, ou en chevron) dont le seuil de filtration ne permet le passage qu'aux particules de 15 à 20 microns, voire 5 à 10 pour les moteurs turbocompressés. Quand le papier est complètement colmaté, un clapet de sécurité à l'intérieur de la cartouche, taré de O,5 à 1 bar, permet de court circuiter l'élément filtrant et assure le graissage sous pression des éléments du moteur.(fig.24)

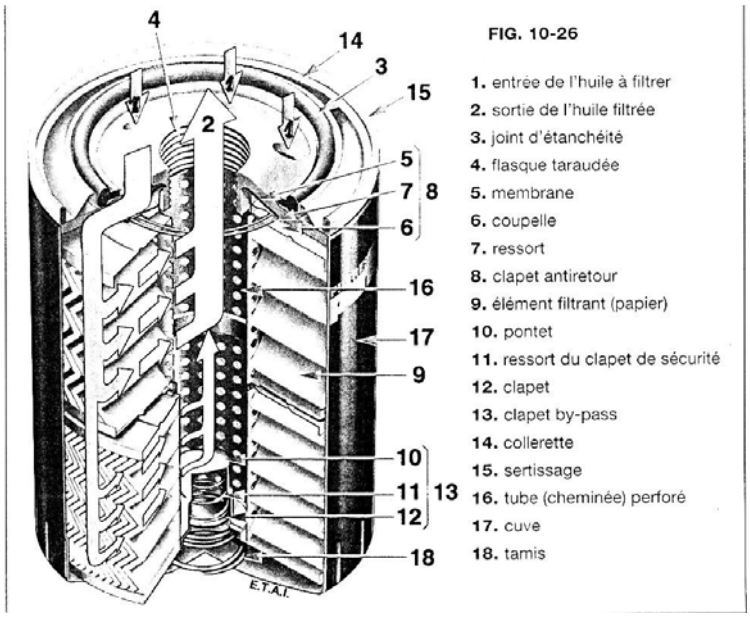


Fig.24

I.9.4. Le refroidissement d'huile moteur

Il est nécessaire que la température de l'huile moteur ne dépasse pas 100°C car au-delà de 125°C environ l'huile perd brutalement ses propriétés lubrifiants. C'est pourquoi sur certains moteurs un refroidisseur d'huile est prévu, il permet de refroidir l'huile du moteur.

Il existe deux types de refroidisseurs d'huile : un refroidisseur d'huile refroidi par air et un refroidisseur d'huile refroidi par eau.

- **Refroidisseur d'huile à air** Avec un refroidisseur d'huile classique refroidi par air, une partie de l'huile débitée par la pompe est envoyée dan le refroidisseur, puis ramenée dans le carter d'huile .Lorsque le régime moteur est faible et que la pression de l'huile fournie par la pompe est faible (environ 3,O kg/cm² ou moins), le clapet de tarage du circuit de refroidisseur est fermé et l'huile n'emprunte pas le circuit de refroidisseur.

  Lorsque la vitesse du moteur augmente et que la pression de refoulement de la pompe Augment au-dessus d'une valeur déterminée, le clapet de tarage s'ouvre et l'huile circule dans le refroidisseur et revient dans le carter d'huile.

  Le refroidisseur et revient dans le carter d'huile. (fig.25)

- **Refroidisseur d'huile à eau** – Dans ce cas la totalité de l'huile aspirée par la pompe passe par le refroidisseur d'huile où elle est refroidie. (fig.26) Le clapet de tarage est destinai à éviter tout risque de détérioration du refroidisseur à la suite de l'augmentation de la viscosité d'huile à basse température.

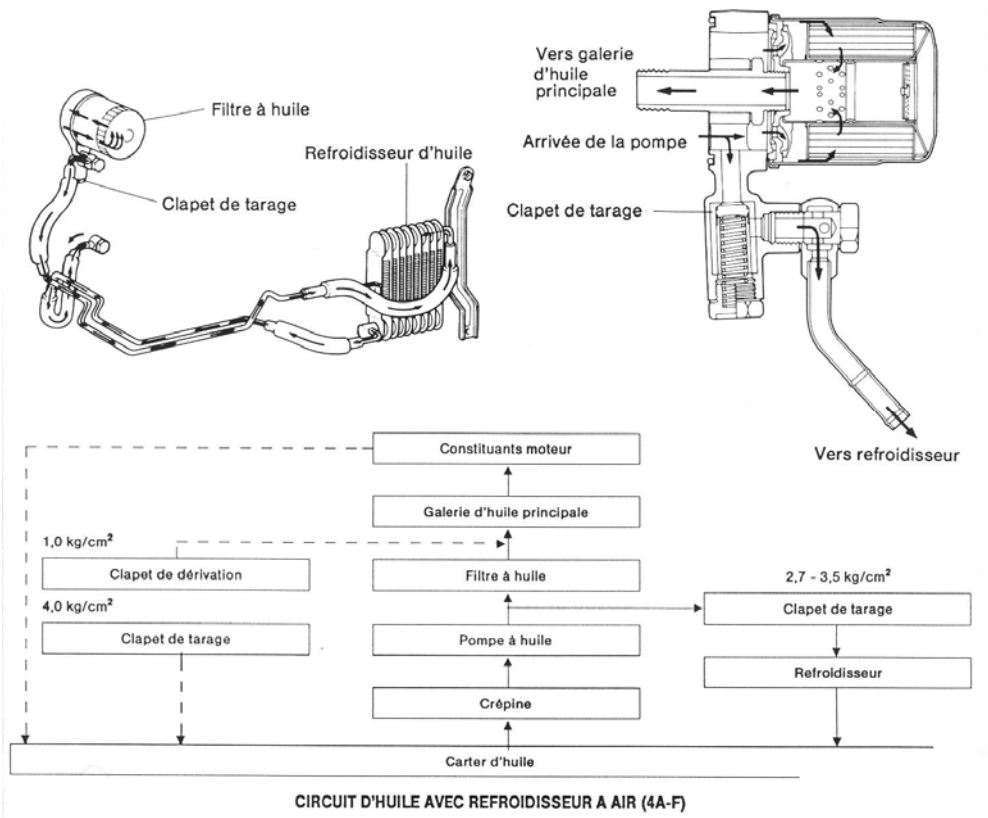


Fig.25

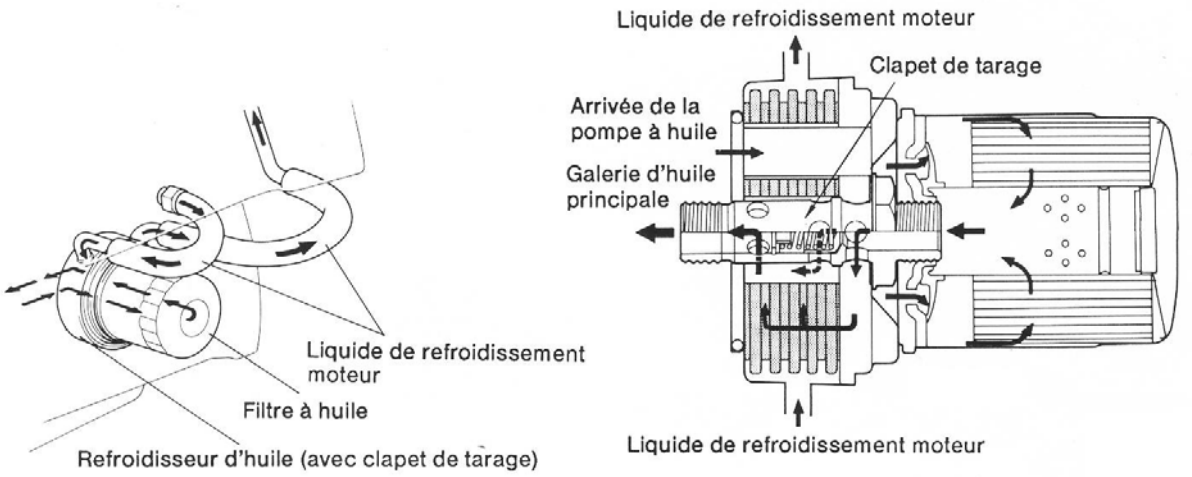


Fig.26

I.9.5.Ventilation du carter d'huile

I.9.5.a.Origine des gaz de carter Ils sont créés par les fuites de gaz au niveau de la segmentation et présent un débit non négligeable (jusqu'à 80 l/min sur un moteur de 3 l de cylindrée). Ces gaz ne peuvent rester dans le bloc moteur car la pression dans celui-ci augmenterait .Leur présence est nuisible de deux point de vue :

- **L'huile moteur** sera exposée et au contact prolongé avec des gaz à haute température ce qui va accélérer son vieillissement et oxydation. Les vapeurs de carburant contenues dans ces gaz vont la diluée.
- **Une augmentation de la pression** dans le carter moteur gène la retombée de l'huile dans le carter et peut détruire l'étanchéité dynamique au niveau de vilebrequin, provoquer des projections d'huile sur le moteur.

Pour ces raisons le carter du moteur doit être ventilé s v dire les aspirés et les faire entrer dans les cylindres du moteur..C'est le travail du circuit de ré aspiration des gaz du carter ou le circuit de **blow-by.**

I.9.5.b.Le circuit des gaz de carter ou blow-by (fig.27)

Ces gaz qui sont récupérés dans le bloc cylindre ou dans la culasse par les moteurs ayant une grande communication entre le bloc et culasse (par exemple : moteurs à entraînement de la distribution par chaîne) doivent être récupérés uniquement dans le bloc cylindre pour les autres moteurs .L'inconvénient dans ce cas est que la pression dans la culasse et dans le bloc peuvent être

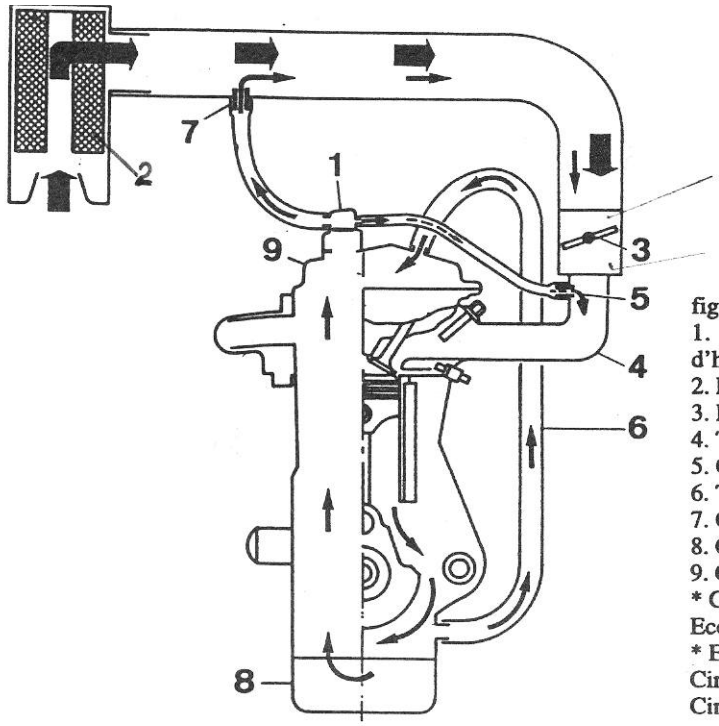


figure 30 Circuit des gaz de carter.
1. Piquage de réaspiration des gaz de carter avec arrêt d'huile
2. Filtre à air
3. Papillon des gaz
4. Tubulure d'admission
5. Gicleur
6. Tuyau de liaison carter inférieur - couvre-culasse
7. Orifice calibré
8. Carter inférieur
9. Couvre-culasse
* Circuit d'air
Ecoulement air extérieur:
* Ecoulement des gaz de carter
Circuit primaire (papillon fermé): - - - - - - →
Circuit secondaire (papillon ouvert): ——→

Fig.27

différents, ce qui gêne la redescente d'huile. On réalise généralement dans ce cas une communication externe au moteur pour équilibrer les pressions entre le haut et le bas moteur.
Les gaz de carter sont ensuite mélangés à l'air d'admission, brûlés dans le moteur puis évacués par l'échappement.
On distingue deux circuits de ré aspiration

- **Circuit primaire:**

Il relie le piquage de ré aspiration des gaz de carter (1) à la tubulure d'admission (4)
Papillon fermé : la dépression est faible en amont du papillon (3) et forte en aval dans la tubulure d'admission. Les gaz de carter traversent un tampon métallique qui arrêt le gouttelettes d'huile.Ils parviennent ensuite à la tubulure (4) par l'intermédiaire du gicleur (5) (diamètre de l'ordre de 1 à 3 mm).

- ✓ Lorsque la différence de pression de part et d'autre du gicleur augmente, le débit qui le traverse commence par augmenter.
- ✓ Si l'on dépasse une certaine différence de pression, le débit à travers le gicleur n'augment plus et reste constant

Le gicleur (5), contrôlant le débit des gaz de carter, permet de ne pas perturber le régime de ralenti.

- **Circuit secondaire :**

Il relie le bouchon de ré aspiration (1) au filtre à air (2).
Papillon ouvert : la dépression est faible en aval du papillon (3) et suffisante en amont pour ré aspirer les gaz au travers de l'orifice calibré (7) (diamètre de l'ordre de 6 à 12 mm). Celui-ci permet d'obtenir les caractéristiques de ré aspiration exigées et de limiter la pression dans le carter aux vitesses de rotation élevées.
Dans les positions intermédiaire du papillon – les circuits primaires et secondaires fonctionnent simultanément.

I.9.6.Etanchéité du moteur, consommation d'huile et les points de consommation d'huile

- **Etanchéité du moteur** - un moteur est considéré comme étanche si l'écart de débit de gaz de carter entre moteur avec ré aspiration branchée est inférieur à 30 l :min.
- **Consommation d'huile** - Objectif : 0,1 l/1000 km. Certaines corrélations entre les essais sur véhicule et au banc moteur permettent de dire qu'une consommation de 20 g/h au banc en essai d'endurance équivaut environ à 0,1 l/1000 km.
- **Points de consommation d'huile** :
  - ✓ Passage par la segmentation : entre les segments et les cylindres ; entre les segments et les fonds de gorges des pistons (le pompage d'huile)
  - ✓ Passage entre guide soupape et queue de la soupape
  - ✓ Entraînement par la ré aspiration des gaz de carter
  - ✓ **Dans les moteurs turbo compressés** –aspiration de l'huile cotée compresseur, laquelle huile entre dans les cylindres du moteur pouvant provoquer ainsi l'emballement du moteur .Aspiration d'huile coté turbine à gaz et refoulement dans la ligne d'échappement, catastrophique pour les pots catalytiques et les pots d'échappement.
- **Points de fuites d'huile sur le es moteurs thermiques** -
  - ✓ Fuites au niveau de l'étanchéité dynamique du vilebrequin les par à huile
  - ✓ Fuites au niveau des carters : carter à hile, carter de la distribution, le cache culbuteurs, le filtre à huile, radiateur à huile.
- **Lieus de mélangeants d'eau et d'huile** :
  - ✓ Joint de culasse détérioré
  - ✓ Joints toriques et joints d'embase de la chemise détériorée
  - ✓ Le serpentin de refroidisseur d'huile par eau percée

I.9.7.Appareils de contrôle du circuit de graissage

I.9.7.a.Temoin de pression d'huile – Le manocontact de pression d'huile est monté sur le bloc cylindre, il réagit à la pression de l'huile dans la galerie d'huile principale. (fig.28 et 29)

- ❖ **Pression d'huile trop faible**

Les contacts incorporés au manocontact de pression d'huile sont fermés lorsque le moteur est à l'arrêt ou lorsque la pression d'huile est faible (en principe inférieure à 0,2 kg/cm²), ce qui se traduit par l'allumage du témoin

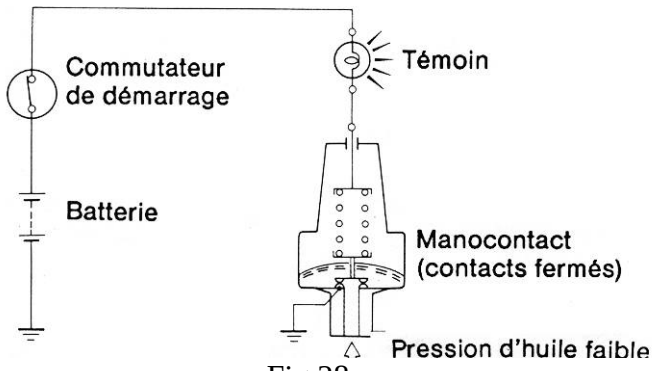


Fig.28

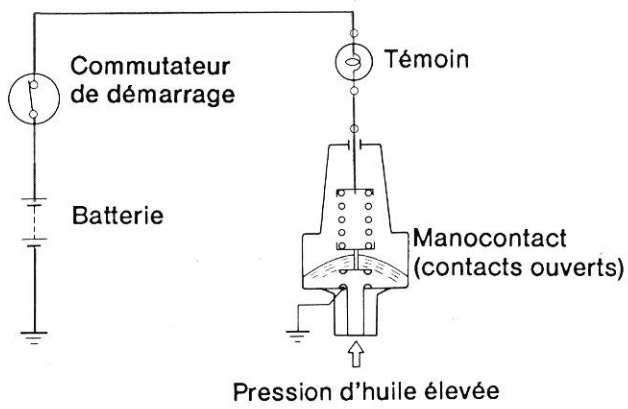


Fig.29

- **Pression d'huile élevée**

Au démarrage du moteur et lorsque l'huile est à une pression supérieure à une valeur déterminée, cette pression agit sur la membrane incorporée au manocontact. Dans ce cas, les contacts s'écartent et le témoin s'éteint.

I.9.7.b.Manomètre de pression d'huile (fig.30 et 31)

L'émetteur du manomètre de pression d'huile est monté sur le bloc et réagit à la pression de l'huile dans la galerie principale.

Lorsque le commutateur de démarrage est amené en position marche, la résistance est alimentée et chauffe le bilame qui est alors déformé.

- **Pression d'huile faible**

Lorsque la pression d'huile est faible, les contacts incorporés au manomètre sont légèrement en contact ente eux. Dès que le bilame incorporé au manomètre se déforme légèrement, les contacts s'ouvrent de sorte qu'une faible intensité alimente alors le manomètre. Le bilame incorporé au manomètre se déforme légèrement et l'aiguille du manomètre ne se déplace que légèrement vers la droite.

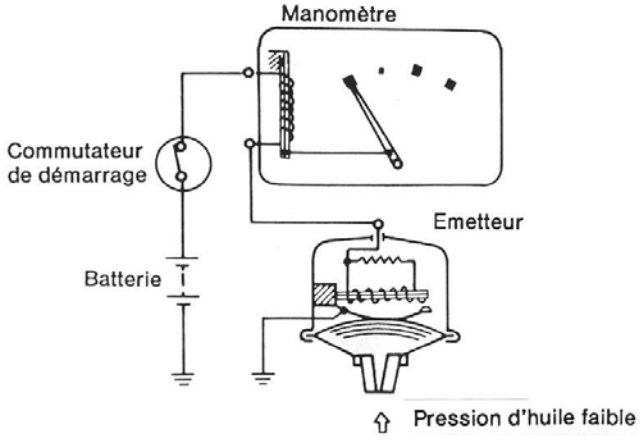


Fig.31

❖ **Pression d'huile élevée**

Lorsque la pression d'huile est élevée, cette pression repousse fortement la membrane, les contacts sont alors fermement rapprochés. Etant donné qu'un certain délai est nécessaire pour que le bilame de l'émetteur se déforme et pour que les contacts s'ouvrent, l'intensité du courant qui aliment la résistance du manomètre est élevée .En conséquence, le bilame se déforme fortement, entraînant avec lui le déplacement de l'aiguille vers la droite.

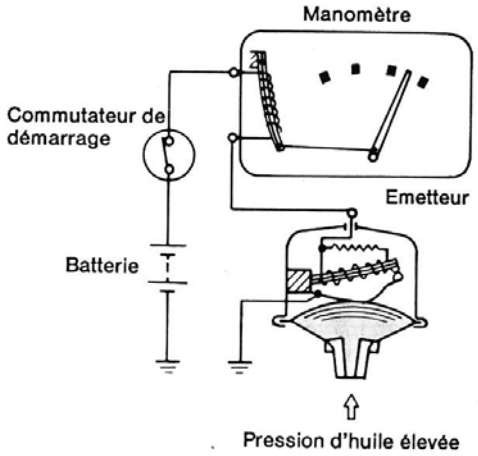


Fig.31

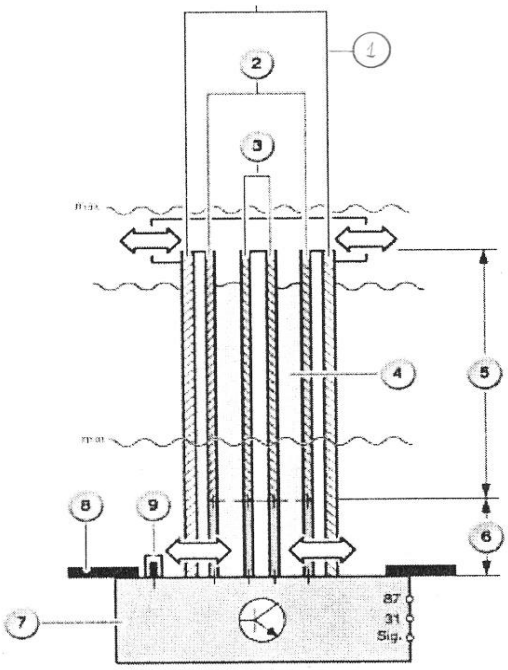
I.9.1.d.Contrôle du niveau d'huile et de la qualité de l'huile

Le niveau d'huile est mesuré par un capteur thermique de niveau d'huile et visualisé sur l'écran central d'information (CID). La température d'huile du moteur et le niveau d'huile sont également détectés ou calculés par le capteur thermique de niveau d'huile .Le signal du capteur thermique est analysé par le DME (Moteur digital)

Cette détection du niveau d'huile permet d'éviter tout niveau d'huile insuffisant et en conséquence de protéger le moteur de toute avarie résultante.Une quantité d'huile trop importante dans le moteur, susceptible de provoquer des fuites, est signalée sous la forme d'un message du **check-contrôl.**

- **Capteur thermique de niveau d'huile**
  - ✓ Composition (fig.32)

- ✓ **Mode de fonctionnement**
- ✓



Indice	Explication
1	Boîtier
3	Tube intérieur
5	Plage de mesure du capteur de niveau d'huile
7	Electronique de traitement du capteur thermique de niveau d'huile
9	Sonde de température

Indice	Explication
2	Tube extérieur
4	Huile moteur
6	Plage de mesure du capteur thermique de niveau d'huile
8	Carter d'huile

Le capteur thermique de niveau d'huile comporte deux condensateurs cylindriques superposés. La détermination du niveau d'huile est réalisée par le condensateur inférieur plus petit. Deux tubes métalliques sont disposés l'un dans l'autre pour servir d'électrodes du condensateur. Entre ces électrodes se trouve l'huile moteur qui sert de milieu électriquement non conducteur (diélectrique).

La propriété électrique de l'huile moteur varie au fur et à mesure de l'usure et de la dégradation des additifs de l'huile. Cette variation des propriétés électriques de l'huile moteur fait varier la capacité du condensateur. Cette valeur de capacité est analysée par l'électronique de traitement intégrée pour fournir un signal numérique .Le signal numérique du capteur sert d'information sur l'état de l'huile moteur qui est transmise à l'électronique numérique moteur (DME). Cette valeur réelle est exploitée par le DME pour calculer le prochain service vidange/graissage.

Le niveau d'huile est déterminé par la partie supérieure du capteur. Cette partie du capteur se trouve à la hauteur du niveau d'huile à l'intérieur du carter d'huile .Lorsque le niveau d'huile baisse, la capacité du condensateur varie en conséquence. Cette valeur de capacité est transformée par l'électronique de traitement en un signal numérique qui est également transmis au DEM .Une sonde de température est montée sur l'électronique de traitement pour mesurer la température du moteur.

La détection du niveau, de la température et de la qualité de l'huile du moeur'effectue en continu dès que le contact d'allumage est mis sous tension.

Questions pour le contrôle continue

1. Quels sont les types de graissage utilisés dans les moteurs thermiques ?
2. Quels sont les particularités du graissage intégral ?
3. Donner les endroits où la pompe à huile peut être implantée sur le moteur ?
4. Quel est le rôle du clapet de décharge et où est-il situé sur le moteur ?
5. Citer les avantages du circuit de graissage à carter sec.
6. D'où viennent les gaz de carter et quelles sont leur actions sur l'huile moteur se trouvant dans le carter moteur ?

Module 23 : REPARATION DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION DU MOTEUR

GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES

TP 1 : VERIFICATION DE LA PRESSION D'HUILE MOTEUR

I.1. Objectif visé /Contrôler la pression de l'huile moteur :

I.2. Durée du TP: 1 heure

I.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- Un moteur en état de marche
- Un manomètre d'huile conforme au moteur disponible
- Clé appropriée pour la dépose de manocontact d'huile ou le transmetteur de manomètre d'huile

Matière d'œuvre :

Patte d'étanchéité

- Carburant
- Chiffons

I.4. Description du TP :

En appliquant les étapes du TP le stagiaire sera capable de contrôler correctement la pression de l'huile du moteur au régime de ralenti et aux charges partielles.

I.5. Déroulement du TP

I.5.1.Vérifier le niveau d'huile –

Le niveau d'huile doit se situer entre les repères « MINI et MAXI » tracés sur la jauge. Si le niveau est bas, rechercher d'éventuelles fuites et faire jusqu'à température normale de l'appoint jusqu'au repère « MAXI »

1.5.2 .Déposer le manocontact de pression d'huile

A l'aide d'une clé spéciale déposer le manocontact

I.5.3.Poser le manomètre d'huile

I.5.4.Faire chauffer le moteur

Lasser chauffer le moteur

I.5.5. Vérifier la pression d'huile

Pression d'huile :

Au ralenti 29 kPa (0,3 kg/cm^2) minimum

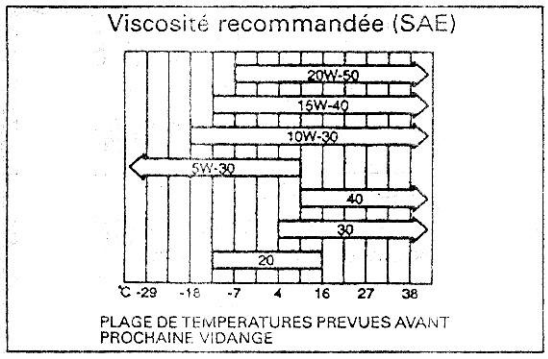
A 3000 tr/min 294-539 kPa (3,0-5,5 kg/cm^2)

I.5.6. Déposer le manomètre d'huile

I.5.7. Reposer le manocontact d'huile

- Appliquer du produit adhésif sur 2 ou 3 filets du contacteur de Pression d'huile.
- A l'aide de la clé spéciale, reposer le manocontact à sa place.
- Serrer à couple prescrit par le constructeur : 15 Nm.

I.5.8. Démarrer le moteur et rechercher d'éventuelles fuites d'huile.



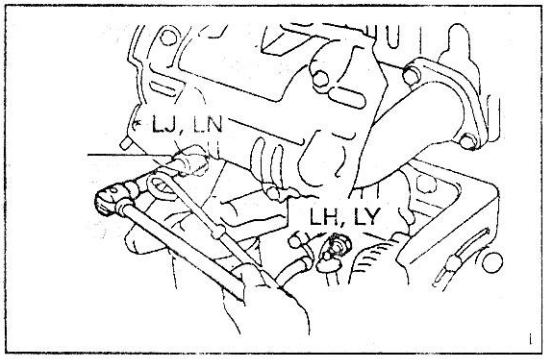


Fig.1

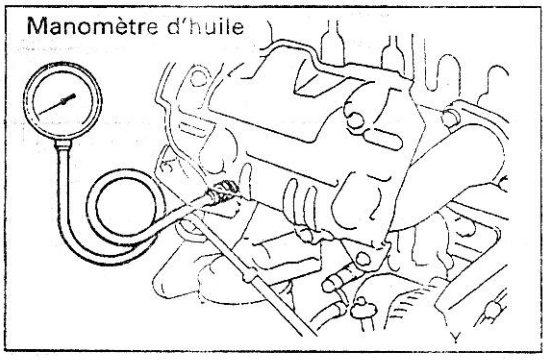


Fig. 2

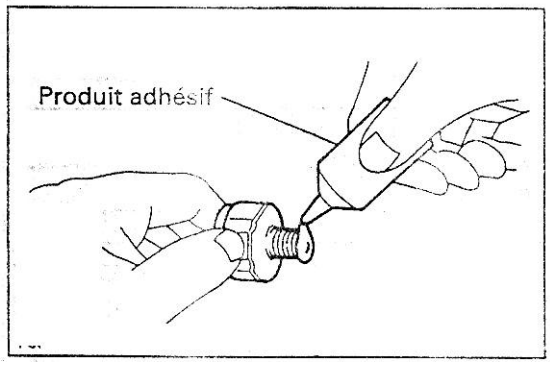


Fig. 3

. 1

II. TP 2 Vidange de l'huile et remplacement du filtre à huile

II.1. Objectifs visés :

- Vidanger le circuit de graissage
- Changer le filtre à huile

II.2.Durée du TP 4 heures

II.3.Matériel (Equipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement

- Moteur thermique en état de marche
- Caisse d'outillages.
- Bac de vidange
- Clé spéciale pour la dépose et pose du filtre à huile.
- Jeu de clés de vidange.

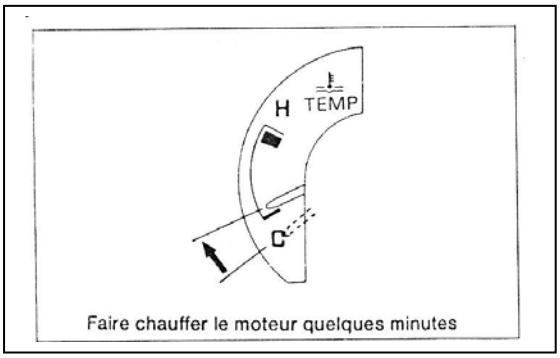
b) Matière d'oeuvre

- Filtre à huile neuf
- Huile moteur – marque et quantité conformes au moteur en disponibilité.
- Entonnoir
- Chiffonnes

II.4.Description du TP

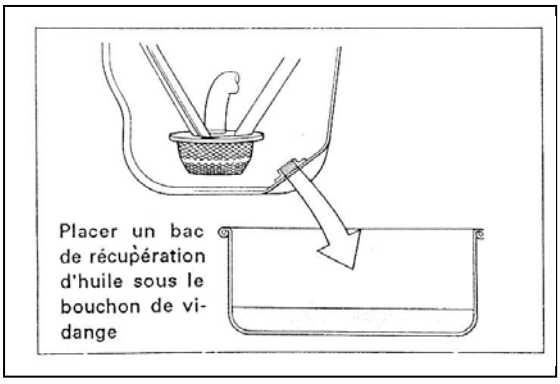
En appliquant les instructions de déroulement du TP, le stagiaire sera capable de vidanger l'huile de moteur et changer le filtre à huile et contrôler les opérations effectuées sur le moteur.

II.5. Déroulement du TP



1. CONFIRMATION DE LA TEMPERATURE MOTEUR

Vérifier que le moteur n'est pas froid, mais que sa température n'est cependant exagérée. Lorsque le moteur est froid, le démarrer et le faire fonctionner quelques minutes.



2. VIDANGE DE L'HUILE MOTEUR

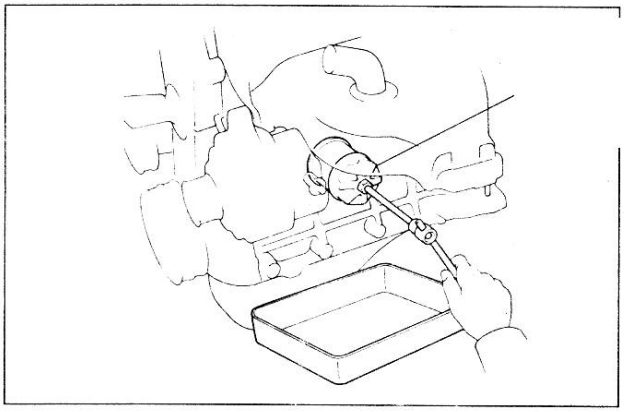
a)Déposer le bouchon de remplissage d'huile sur le couvre culasse

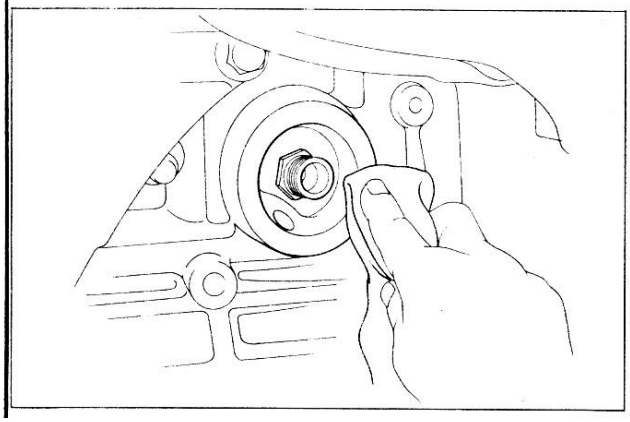
b) Soulever le véhicule et placer un bac de vidange sous le bouchon de vidange. Le véhicule doit être strictement horizontal

c) Desserrer le bouchon de vidange de plusieurs à l'aide de la clé.

d) Tout en repoussant le bouchon contre le carter, le dévisser à main, puis le tirer rapidement

e) Terminer la vidange jusqu'à ce que quelques gouttes s'écoulent du trou de vidange

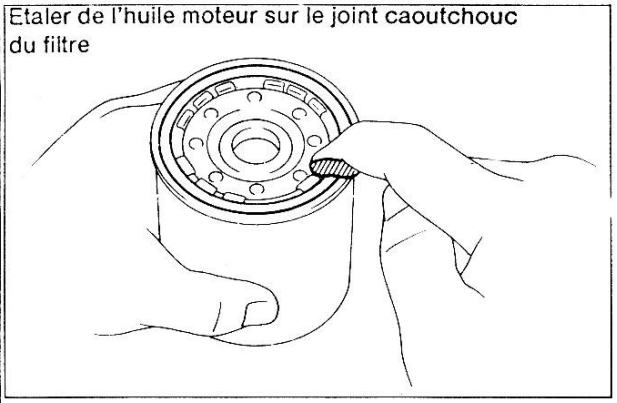


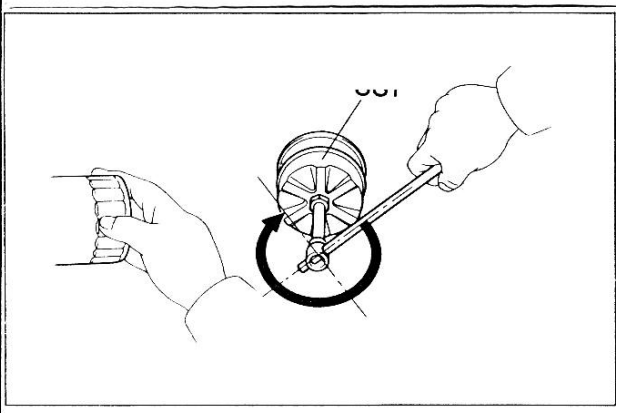


3. DEPOSE DU FILTRE A HUILE

a) A la dépose du filtre à huile, l'huile contenue dans celui-ci s'écoule hors du moteur, il faut donc placer un bac sus le filtre à huile.

b) A l'aide de la clé à filtre à huile déposer le filtre.



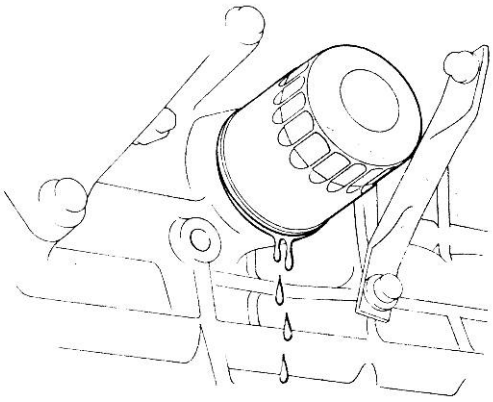


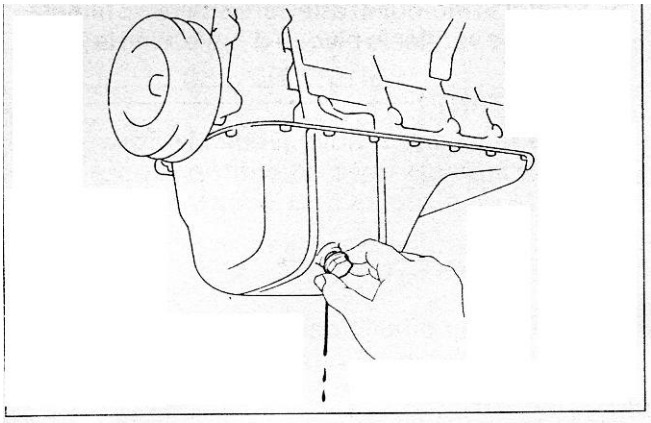
4. POSE DU FILTRE A HUILE NEUF

a) Nettoyer le plan d'appui de la tête de filtre.

b) Vérifier que le joint caoutchouc est en place sur le filtre neuf et du bout de doigt i'enduire d'un peu d'huile moteur.

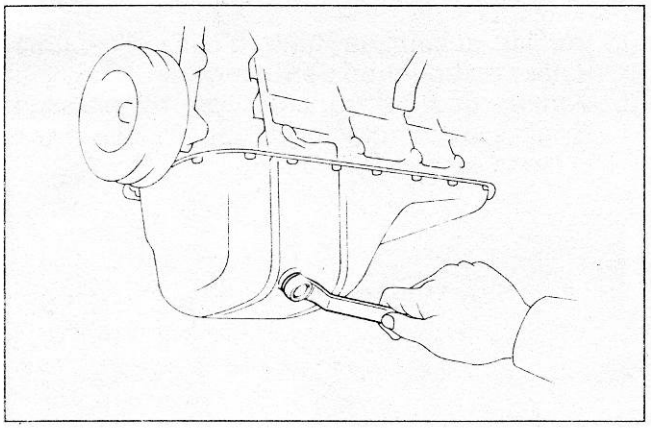
c) Visser le filtre à la main jusqu'à ce qu'une résistance soit perceptible. Puis, à
l'aide de la clé, faire effectuer au filtre ¾ de tour supplémentaire.

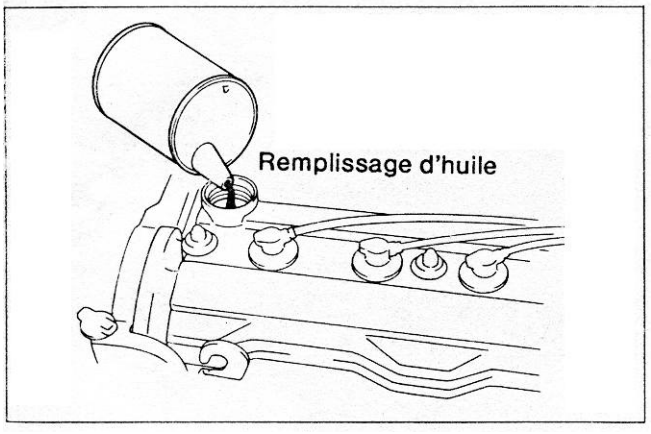




5. MISE EN PLACE DU BOUCHON DE **VIDANGE**

Mettre en place le bouchon de vidange, celui-ci sera muni d'un joint neuf. Essuyer l'huile sur le pourtour du bouchon de vidange avant de descendre le véhicule au sol.

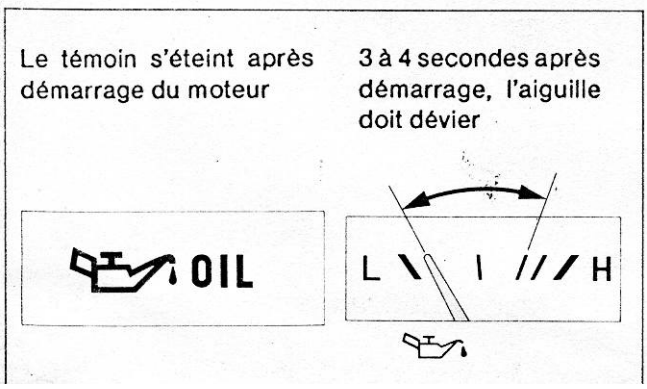




6. REMPLISSAGE DU MOTEUR AVEC DE L'HUILE NEUVE

a) Verser la quantité d'huile prescrite dans le moteur. Essuyer l'huile sue le pourtour de l'orifice de remplissage.

b) Remettre en place le bouchon de remplissage.



7. CONTROLE DU NIVEAU D'HUILE

a) Faire fonctionner le moteur.Le témoin de pression doit s'éteindre 3 ou 4 secondes après le démarrage, l'aiguille doit dévier.

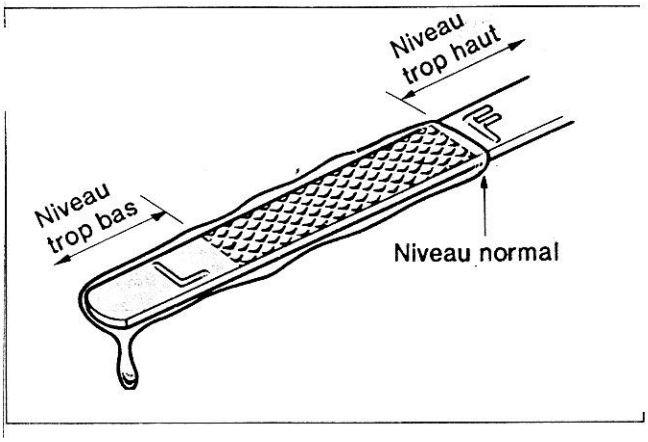
Si le témoin de pression d'huile ne s'éteint pas ou si l'aiguille du manomètre de pression ne devit pas après démarrage du moteur, ce que le remplissage d'huile n'a pas été effectuer correctement .Arrêter immédiatement le moteur et vérifier la réalisation de la vidange.

b) Arrêter le moteur et attendre 5 minutes environ avant de vérifier le niveau d'huile avec la jauge.

Vérifier le niveau d'huile, véhicule horizontal.

Essuyer la jauge avec un chiffon propre et la remettre en place, la tirer à nouveau et lire le niveau.

c) Si le niveau est au-dessous du repère F, faire l'appoint d'huile et procéder à une vérification de la même manière.



8 .CONTROLE DE L'OPERATION

a) Vérifier qu'aucune fuite d'huile n'apparaît autour le bouchon de vidange.

b) Vérifier que le bouchon de remplissage d'huile est correctement remis en place et que la jauge est engagée à fond.

c) Vérifier qu'aucune fuite n'apparaît au niveau du filtre à huile. Si oui resserrer le filtre d'avantage.

III. TP.3.VERIFICATION DES POMPES A HUILE

III.1.Objectifs visés :

- Vérification de la pompe à huile à rotors
- Vérification de la pompe à huile à engrenage

III.2. Durée du TP 4 heures

III.3 .Matériel (Equipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

b)-Pompes à huiles- à rotors, à engrenages.

c) Caisse d'outillages.

d) Palmaire

e) Règle rectifiée

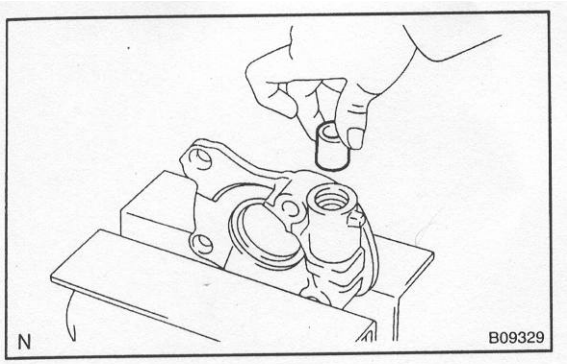
III.4. Description du TP

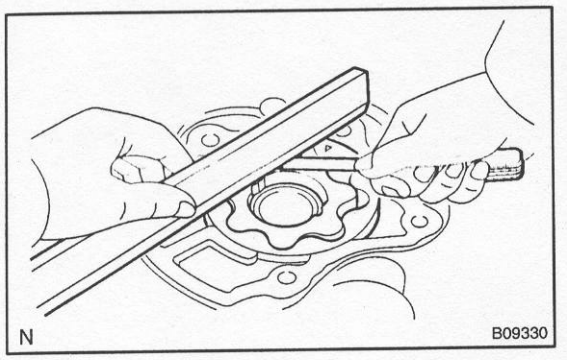
En appliquant les instructions du TP le stagiaire sera capable de contrôler différents types de pompes à huile utilisées dans les moteurs thermiques actuels.

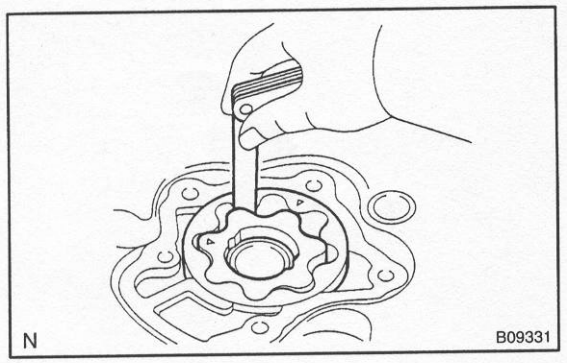
Déposer la pompe à huile du moteur et la remettre à sa place après les contrôles et éventuelle réparation.

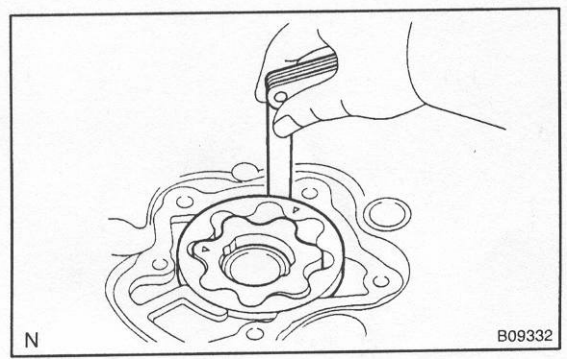
III.5. Déroulement du TP :

III.5.1.Vérification de la pompe à huile à rotors









1. VERIFIER LA SOUPAPE DE DECHARGE

Enduire la soupape d'huile moteur et s'assurer qu'elle tombe sans résistance dans l'orifice, sous l'effet de son propre poids.Si ce n'est pas le cas, remplacer la soupape de décharge. Si nécessaire, remplacer la pompe à huile.

2. VERIFIER LE JEU LATERAL DU ROTOR

A l'aide d'un jeu de cales et d'une règle de précision, mesurer le jeu entre les rotors et la règle de précision.

Jeu latéral nominal :
0,03 – 0,09 mm
Jeu latéral maximal :
0,15 mm

Si le jeu latéral mesuré est supérieur à la valeur maximal constructeur, remplacer la pompe à huile

3. VERIFIER LE JEU EN BOUT DU ROTOR

A l'aide d'un jeu de cale d'épaisseur, mesurer le jeu entre les extrémités du rotor d'entraînement et du rotor mené.

Jeu en bout nominale : 0,060-0,180 mm
Jeu en bout maximale : 0,28 mm

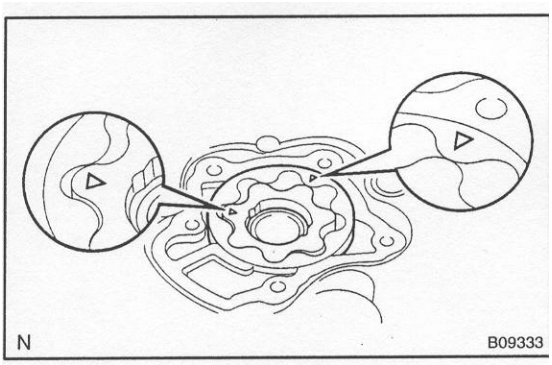
Si le jeu trouvé est supérieur à la valeur maxi, remplacer l'ensemble de rotors.

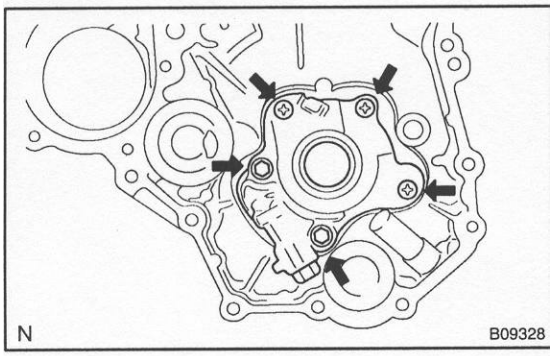
4. VERIFIER LE JEU ENTRE LE ROTOR ET LE CORPS DU ROTOR

A l'aide d'un jeu de cales d'épaisseur, mesurer le jeu entre le rotor mené et le corps de rotor.

Jeu nominal rotor mené/corps du rotor :
0,250-0,325 mm
Jeu maxi rotor mené/corps du rotor :
0,425 mm

Si le jeu rotor mené/corps du rotor est supérieur à la valeur maximale, remplacer l'ensemble de rotors .Si nécessaire, remplacer la pompe à huile.





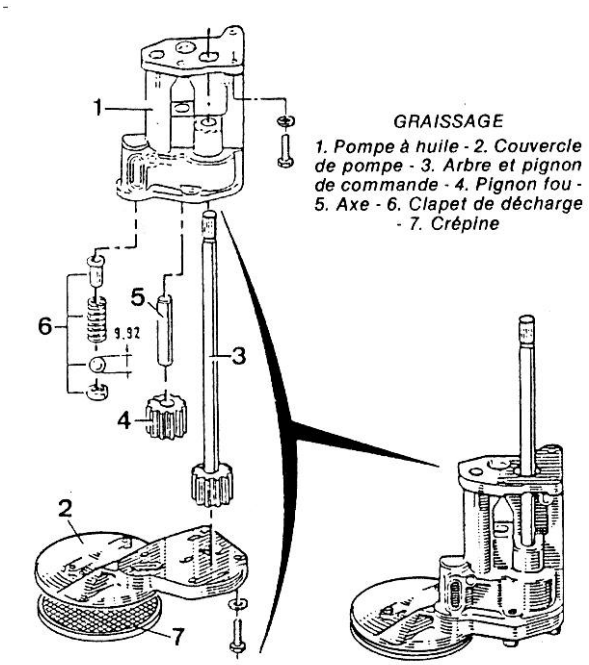
REPOSE

1. Reposer la pompe à huile
2. Placer le rotor d'entraînement et rotor mené

dans le carter de chaîne de distribution avec les repères orientés vers le côté du carter de la pompe à huile.

3. Poser le couvercle de pompe à huile dans le carter de la distribution avec les boulons prévus.
4. Couple de serrage :9,0 N.m
5. Reposer le carter de la distribution.
6. Remplir de l'huile le moteur.
7. Rechercher tout fuite éventuelle. ?

III.5.2. Vérification de l'état d'une pompe à huile à engrenages



- Pompe à huile du moteur Renault 5

1. VERIFICATION VISUELE

a)Vérifier l'état de la crépine – colmatage, les trous du tamis doivent être uniformes.

b) Vérifier si les pignons ne présentent pas d'usure ni d'écaillures.

c) Vérifier que l'axe du pignon moteur ne présent pas d'usure.

d) Vérifier l'état de la bille : pas de races d'oxydation ni de grippage.

e) Vérifier si le ressort n'est pas cassé ou rouillé.

2. VERIFICATION DU JEU D'ENGRENEMENT

a) Placer les pignons dans le corps de la pompe

b) Vérifier le jeu d'engrènement à l'aide d'un jeu de cales.

Valeur du jeu :

Neuf : 0,05 mm

Limite d'usure : 0,20 mm

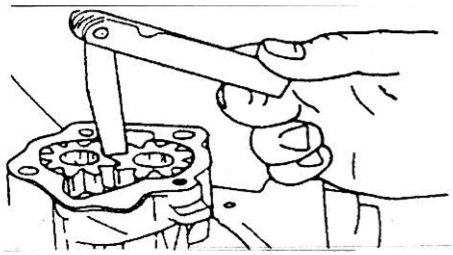
Si le jeu mesuré est plus grand de la valeur limite d'usure, remplacer la pompe.

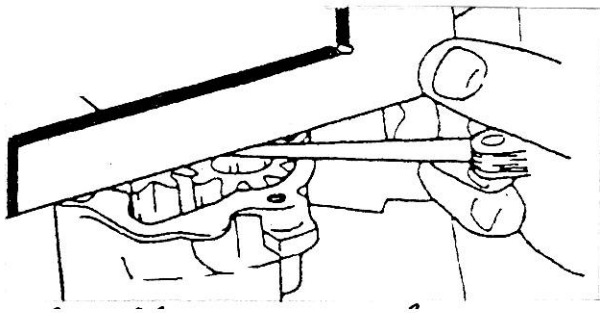
3. VERIFICATION DU JEU AXIAL

a) Vérifier le jeu axial à l'aide d'un jeu de cales et une règle de précision.

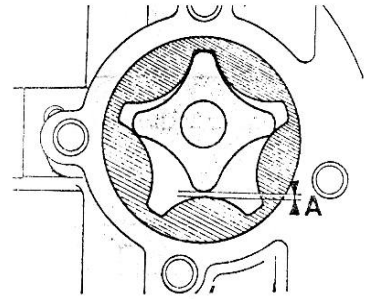
Limite d'usure : 0,15 mm

Si le jeu axial est supérieur à la limite d'usure, rectifier le couvercle ou le corps de la pompe.





III.5.3. Vérification d'une pompe à rotors de type Eaton



— Jeu entre les rotors de la pompe à huile.

En cas de perte de charge d'une pompe à huile, il y a lieu de vérifier son état. On doit s'assurer :

1. Que le siège de la bille n'est pas déformé.
2. De l'état correct de l'ensemble piston, guide de ressort (dans le cas d'un clapet de décharge à piston)
3. De la planéité du plan de joint de la bride de crépine ; un surfaçage s'impose si l'on constate une déformation.
4. De la planéité du couvercle de pompe ; le remplacer en cas de déformation.
5. De l'importance de l'usure du rotor extérieur et intérieur en plaçant le deux pièces dans leur carter .Contrôler suivant les positions indiquées sur les figures.

Au-dessus des tolérances, il faut remplacer les deux rotors. En principe, le rotor intérieur est livré avec son arbre de commande.

O F P P T

Office de la Formation Professionnelle
Et de la Promotion du Travail

Direction Régionale

Examen de fin de module
M :23 Réparation du circuit de lubrification du moteur
Année

Filière :
Niveau : Technicien Spécialisé **Epreuve théorique**
Durée : 2 H **Barème : / 25**

Nom Prénom Code	Barème
1 .Définir les fonctions qui doit remplir le circuit de lubrification	/3,5
2. Citer les types de frottements qu'on peut trouver dans un moteur thermique.	/2,5
3. Donner les organes constitutifs d'un circuit de graissage à carter humide.	/3,5
4. Quels sont les avantages d'un circuit de lubrification à carter sec par rapport au circuit de graissage à carter humide?	/3,5
5. Expliquer les notions suivantes :la viscosité, l'onctuosité, limite de pompage.	2,5
6. A quel endroit est situé le clapet de décharge et quel est son rôle?	/2,5
7. Quels sont les avantages des huiles synthétiques par rapport aux huiles à la base minérale?	/3,5
8. Pourquoi l'huile de graissage doit être refroidie et comment son refroidissement est réalise pratiquement?	/3,5

O F P P T
Office de la Formation Professionnelle
Et de la Promotion du Travail

Direction Régionale DU

Examen de fin de module

M 23. Réparation du circuit de lubrification du moteur
Année

Filière :
Niveau : Technicien Spécialisé **Epreuve pratique**

Durée : 2 H **Barème : /15**

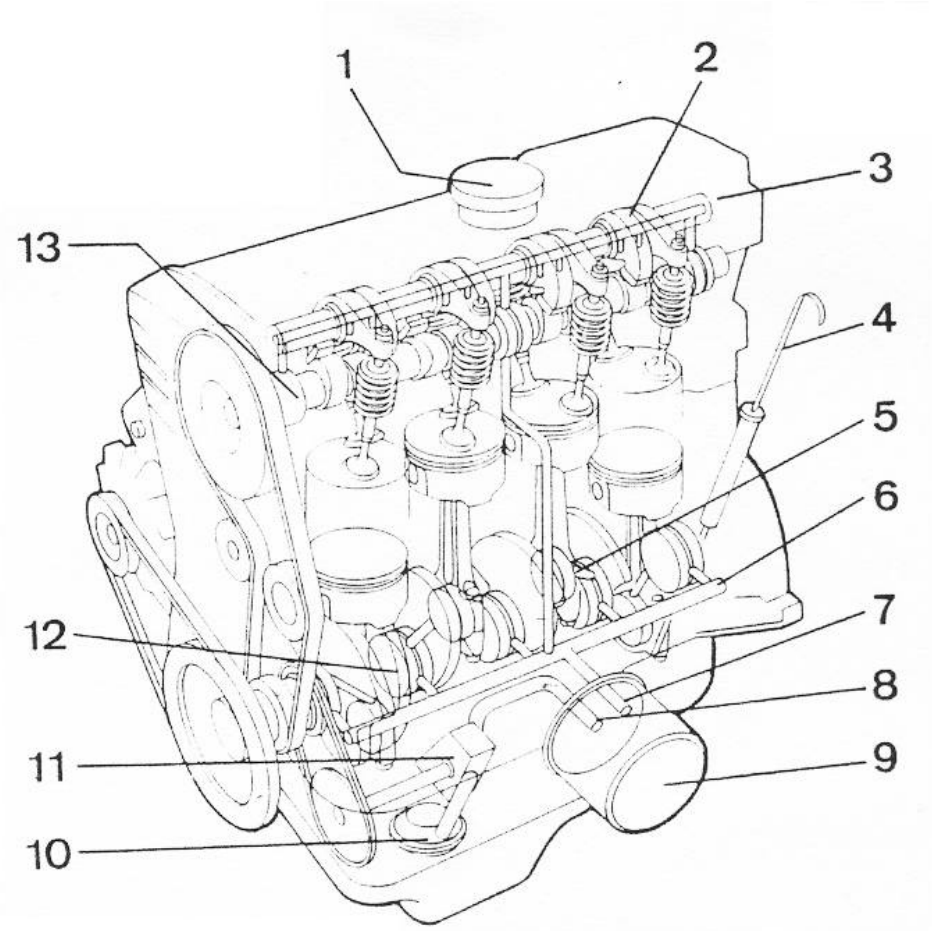
Nom Prénom Code	Barème
1. Déposer, démonter, contrôler et remonter une pompe à huile (suivant le cas)	/4
2. Vidange du circuit de graissage avec échange du filtre à huile.	/6
3. Contrôler la pression de l'huile de graissage du moteur	/5

Liste des références bibliographiques

Ouvrage	Auteur	Edition
L'automobile	Antoine Martine	E.T.A.I
Les lubrifiants	Lubin Traykov	T U Varna
Préparation avant la livraison et Entretient périodique	Toyota	
Principes de base de l'entretient	Toyota	
La suralimentation des moteurs	M. Delanette	E T A I
Manuel de constructeur moteurs diesel 2 L, 2 C	Toyota Motors Corporation	

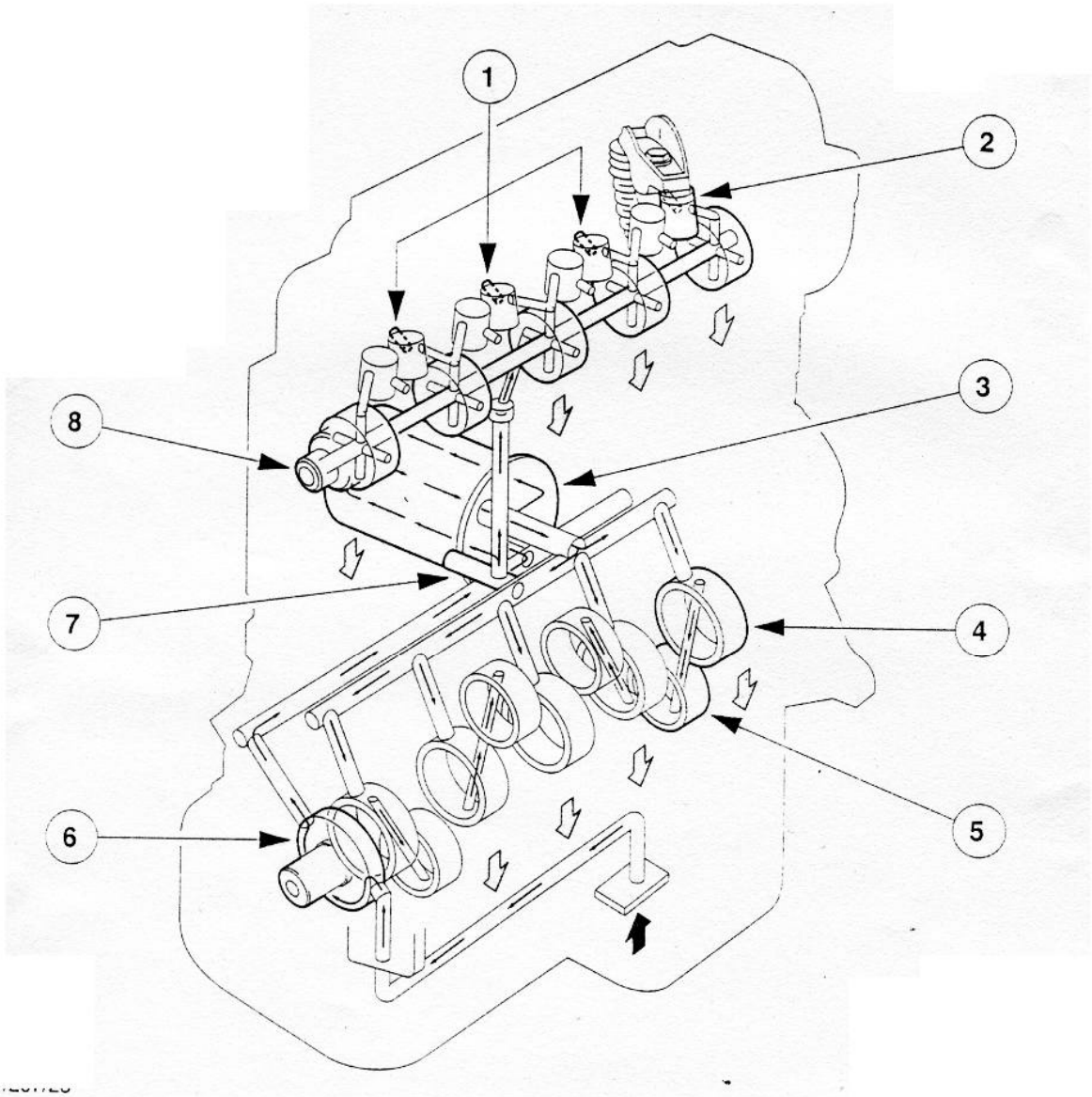
ANNEXES

ANNEXE 1 SCHEMAS DE DIFFERENTS CIRCUITS DE GRAISSAGE



1 - bouchon de remplissage d'huile / 2 - culbuteurs / 3- rampe de culbuteurs / 4 - jauge à huile
5 - coussinets de tête de bielle / 6 - canalisation prinicipale d'huile / 7 - sortie du filtre à huile / 8 - entrée du filtre à huile
9 - cartouche filtrante retenant les impuretés / 10 - crépine / 11 - pompe à huile / 12 - palier de vilebrequin
13 - palier d'arbre à cames.

Fig.A1 1



Huile d'aspiration et de refoulement — Retour d'huile

1 Huile vers les culbuteurs
2 Poussoirs hydrauliques
3 Filtre à huile
4 Paliers de vilebrequin
5 Paliers de bielle
6 Pompe à huile (entraînée par le vilebrequin)
7 Huile vers le manocontact de pression d'huile
8 Arbre à cames

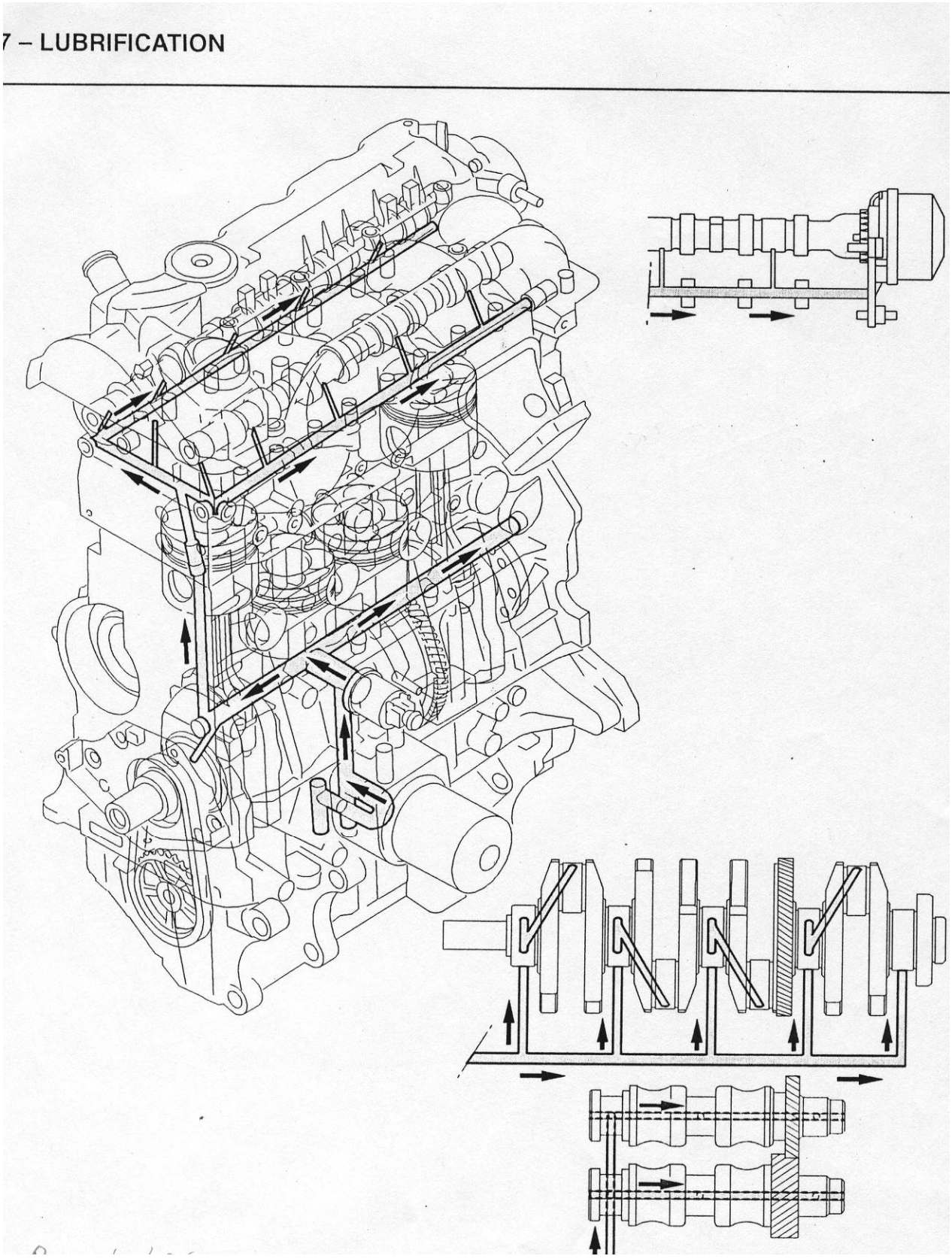


Fig.A1 3

CIRCUIT DE GRAISSAGE.

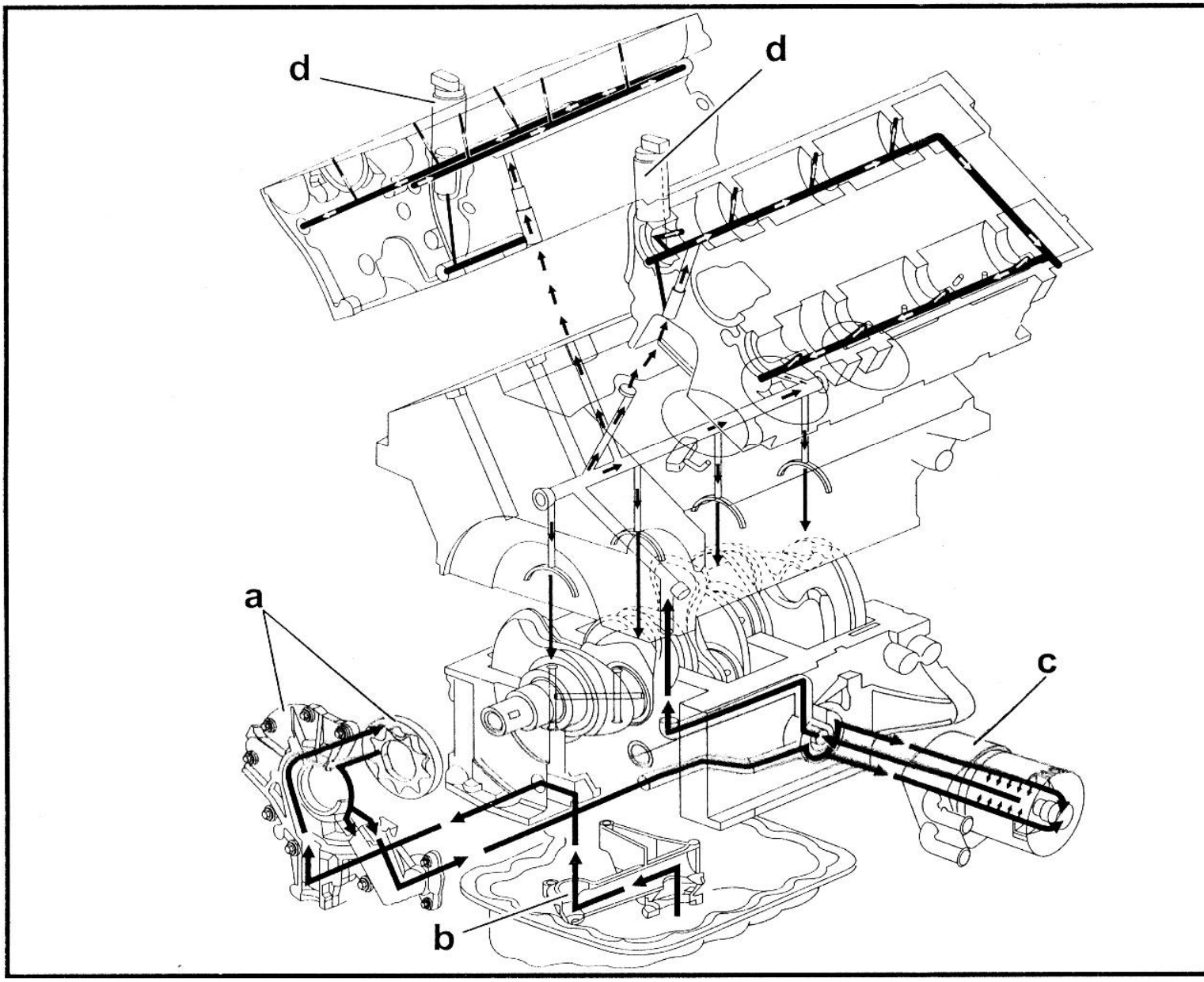


Fig.A.1 4

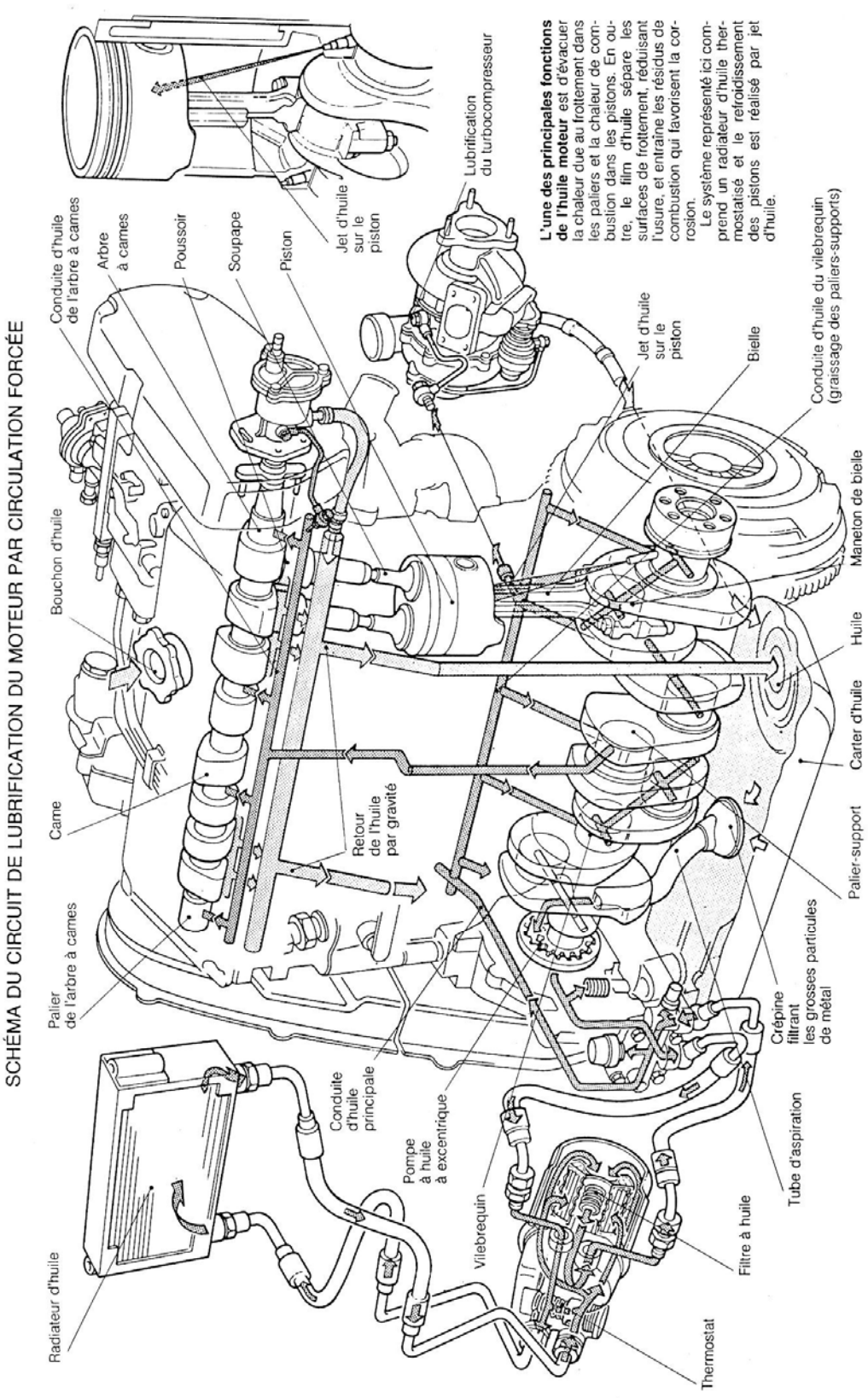


SCHÉMA DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION DU MOTEUR PAR CIRCULATION FORCÉE
L'une des principales fonctions de l'huile moteur est d'évacuer la chaleur due au frottement dans les paliers et la chaleur de combustion dans les pistons. En outre, le film d'huile sépare les surfaces de frottement, réduisant l'usure, et entraîne les résidus de combustion qui favorisent la corrosion.
Le système représenté ici comprend un radiateur d'huile thermostatisé et le refroidissement des pistons est réalisé par jet d'huile.
Conduite d'huile de l'arbre à cames
Arbre à cames
Poussoir
Soupape
Piston
Jet d'huile sur le piston
Lubrification du turbocompresseur
Bouchon d'huile
Came
Palier de l'arbre à cames
Retour de l'huile par gravité
Conduite d'huile principale
Pompe à huile à excentrique
Vilebrequin
Radiateur d'huile
Thermostat
Filtre à huile
Tube d'aspiration
Crépine filtrant les grosses particules de métal
Palier-support
Carter d'huile
Huile
Maneton de bielle
Bielle
Conduite d'huile du vilebrequin (graissage des paliers-supports)

Fig.A1 5

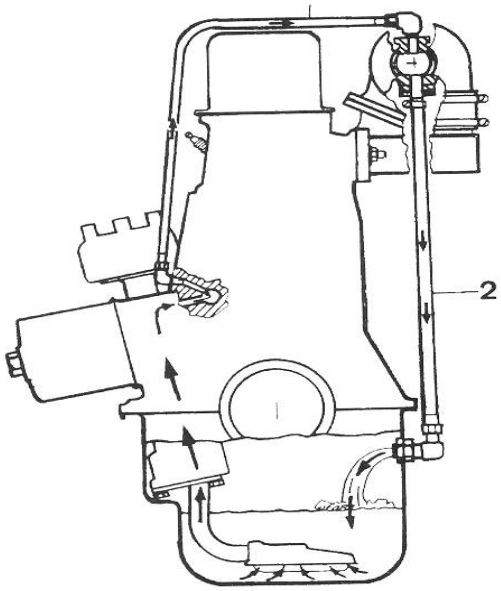
ANNEXE 2 LUBRIFICATION DES MOTEURS SURALIMENTES

1. Qualité et nature d'huile

En général un fabricant de turbocompresseurs n'impose pas de marque ou de qualité particulière de lubrifiant pour les produits de sa gamme. Il est en effet admis que si le constructeur choisi en accord avec son fournisseur de lubrifiant première monte une huile bien adaptée au besoins de son moteur (paliers de ligne d'arbre –segmentation - coussinets d'AAC – distribution - étant principalement concernés) elle le sera également au système de paliers et de butée du turbocompresseur.

2. Préconisation d'installation

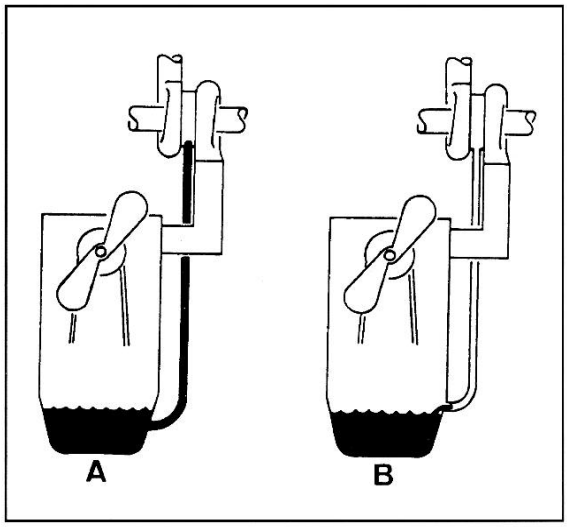
L'huile servant au graissage des turbocompresseurs est généralement la même que celle assurant la lubrification des moteurs sur lesquels ils sont montés .La tuyauterie d'arrivée d'huile aura un diamètre intérieure minimum recommandé par le fournisseur (environ 9 à 10 mm), le retour se faisant par gravité quelles que soit les conditions de charge du moteur (fig.A2 1)



- Schéma de principe de la lubrification du turbocompresseur par l'huile moteur
1. Tube d'arrivée d'huile - 2. Tube de retour d'huile

Fig.A2 1

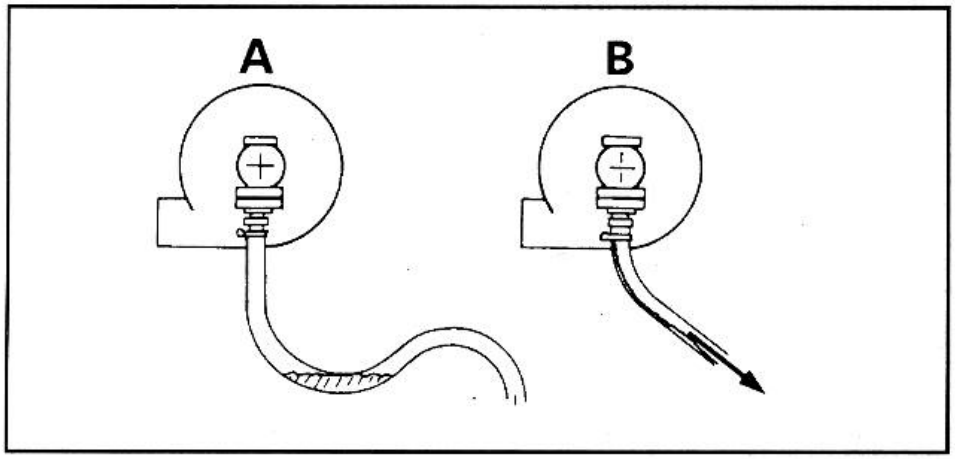
Pour permettre un bon drainage, le débouché du tube de retour devra se situer au-dessus du niveau d'huile dans le carter (fig.A2 2), et des inclinaisons limitées du tube de retour seront imposées.



- Débouché du tube de retour d'huile dans le carter moteur
A. Mauvais montage - B. Bonne installation

Fig.A2 2

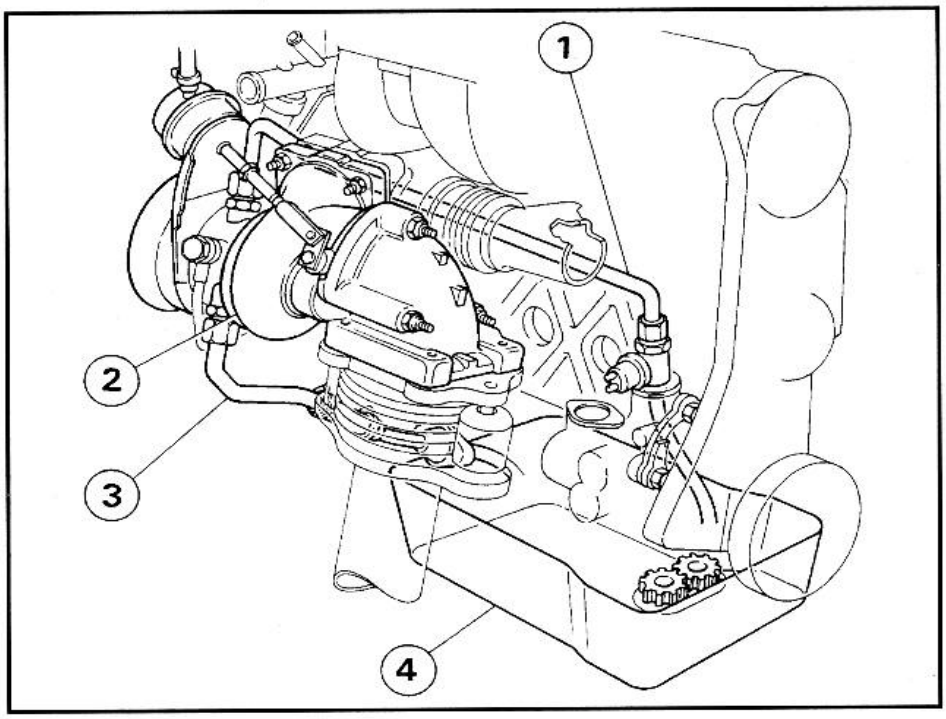
La tuyauterie de retour (diamètre d'environ 20 mm) ne devra donc présenter ni boucle, ni écrasement, ni angle aigu susceptible de freiner l'écoulement (fig.A2 3)



- Cheminement du tube de retour d'huile entre turbocompresseur et carter moteur (dessins Roto-Master)
A. Mauvaise disposition - B. Montage correct

Fig.A2 3

La pression d'huile à l'entrée du turbo doit être de 0,7 bar au ralenti et de 2,00 bars à partir de la vitesse de couple maximum. Apres un remplacement du turbo, il convient de vérifier que le circuit de graissage fonctionne dans des bonnes conditions. (Fig.A2 4)



- Implantation du circuit de graissage du turbocompresseur sur un moteur d'automobile (dessin Volvo)
1. Canalisation d'amenée d'huile - 2. Turbine - 3. Canalisation de retour d'huile - 4. Cuvette moteur

Fig.A2 4

Pour ce faire ,virer le moteur à l'aide de démarreur, la commande de stop étant tirée sur certaines versions diesels,et ce jusqu'à l'obtention d'une pression d'huile suffisante. Après le démarrage du moteur, il faut s'assurer, en desserrant légèrement la bride d'accouplement de la canalisation d'arrivée d'huile au turbocompresseur, que le lubrifiant arrive normalement.

,

3. Filtration d'huile

Rappel :

La filtration a pour objet de retirer les sédiments d'origines multiples apparaissant dans l'huile au fur et à mesure des heures de marche du moteur. On distingue 2 types de contamination :

a)Contamination externe

-sable de fonderie et déchets d'usinage dans les moteurs neufs ou sortant de révision,

- poussière atmosphérique apportée par l'air comburant où parle reniflard s'il n'est pas protégé,

- particules métalliques provenant de l'usure du moteur,

- dérivés charbonneux et produits de combustion incomplète, promoteurs de vernis et de cokes,

- peinture de pièces internes du moteur.

b.) Contamination interne

- produits de l'oxydation de l'huile,

- déchets solides de la combustion : cendres, carbone, vernies durs, ayant pour origine les gaz passant dans le carter moteur par << Blow - by >>
- condensation d'eau véhiculant des acides corrosifs plus ou moins concentrés résultant de la dilution des imbrûlés entraînés vers le carter moteur.

4. Nature du filtre

Il est souhaitable que le circuit de graissage soit équipé d'un filtre capable de traiter toute l'huile débitée par la pompe avant que celle-ci ne parvienne aux bagues de paliers et au système de butée du turbocompresseur.

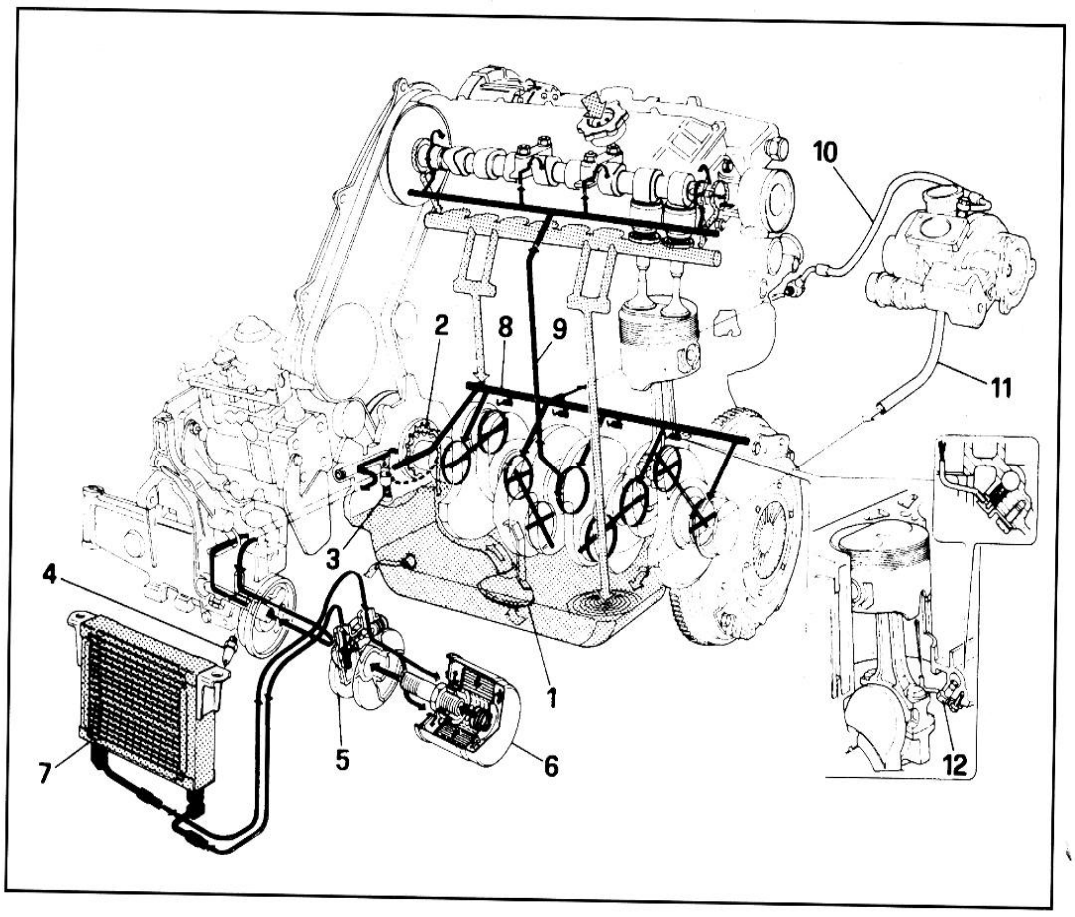
Il s'agit d'un filtre plein débit (full flow) monté en série muni généralement d'un clapet by – passe afin d'assurer le passage de l'huile en cas de colmatage de l'élément filtrant.

5. Mécanisme de graissage

L'ensemble tournant étant soumis aux hautes températures des gaz d'échappement et à l'échauffement dû à la compression de l'air, il est nécessaire d'assurer une bonne lubrification et un bon refroidissement des surfaces en contact.

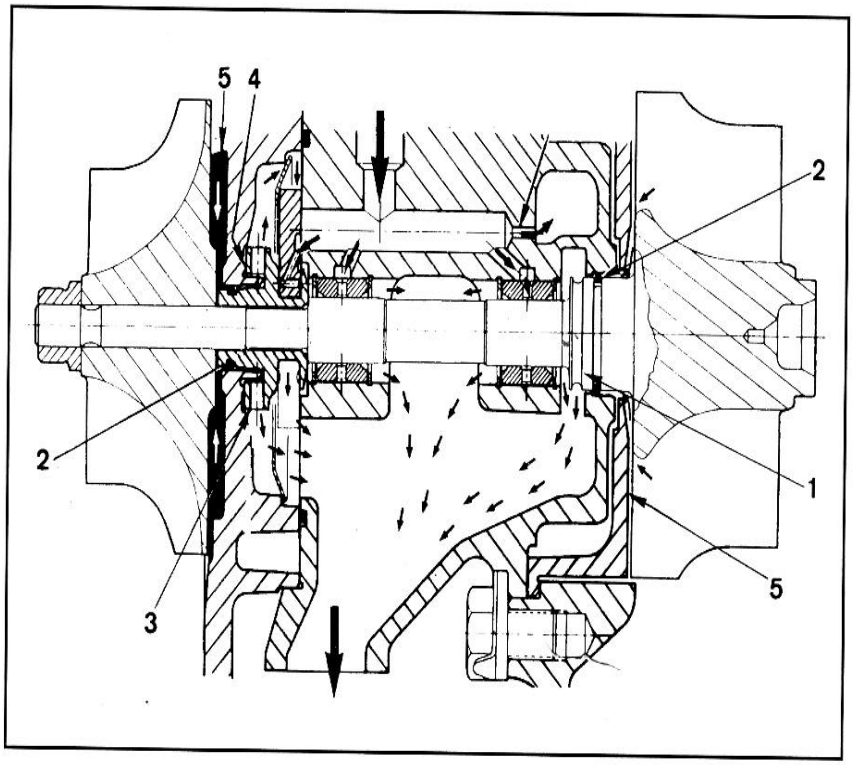
La distribution aux bagues de paliers et au système de butée se fait comme le montre le schéma (fig.A2 5) qui se veut assez universel sur les turbomachines à paliers lisses que l'on trouve aujourd'hui sur le marché.

A noter que les étanchéités tant du côté compresseur que du côté turbine sont du type à << Joints dynamiques >> ; c'est-à-dire qu'ils ne jouent leur rôle qu'à partir du moment où le mobile est en rotation.



- Schéma du circuit de lubrification du moteur turbo diesel équipant la « Tipo » 1930 DT (document Fiat Auto) 1. Crépine d'aspiration d'huile - 2. Pompe à huile à engrenages - 3. Clapet de régulation de pression d'huile - 4. Contacteur d'insuffisance de pression d'huile - 5. Support de filtre avec clapet thermostatique (en-dessous de 78°, l'huile passe directement du filtre au moteur ; au-dessus de 84°, l'huile est déviée dans le radiateur d'huile) - 6. Filtre à huile à cartouche - 7. Radiateur d'huile - 8. Conduite d'alimentation principal - 9. Conduite d'alimentation de l'arbre à cames - 10. Conduite.d'alimentation du turbocompresseur - 11. Conduite de retour du turbo vers le carter - 12. Gicleurs de refroidissement des pistons (munis d'un clapet à bille qui s'ouvre à 1,25 bar)

Fig.A2 5



- *Schéma type de la circulation d'huile au travers du système paliers-butée d'un turbocompresseur (dessin Garrett)*
1. La forme de la gorge produit un effet déflecteur évitant le passage de l'huile au travers du système d'étanchéité - 2. Le segment est le composant essentiel du système d'étanchéité air/huile - 3. L'entretoise porte-segment tourne à la vitesse de l'arbre, l'huile est pompée et rejetée au travers des trous percés radialement - 4. Zone d'étanchéité limitant l'accès de l'huile au dispositif d'étanchéité - 5. Les pressions régnant côté compresseur et côté turbine s'opposent au passage d'huile au travers des dispositifs d'étanchéité

Fig.A2 6

	Auteur	*Edition*

NB : Outre les ouvrages, la liste peut comporter toutes autres ressources jugées utiles (Sites Internet, Catalogues constructeurs, Cassettes, CD,…)