



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°:07 **ENTRETIEN DES SYSTEMES DE
REFROIDISSEMENT ET DE
LUBRIFICATION**

SECTEUR : **REPARATION DES ENGIN A MOTEUR**

SPECIALITE : **REPARATION DES ENGIN A MOTEUR**
OPTION : **AUTOMOBILE**

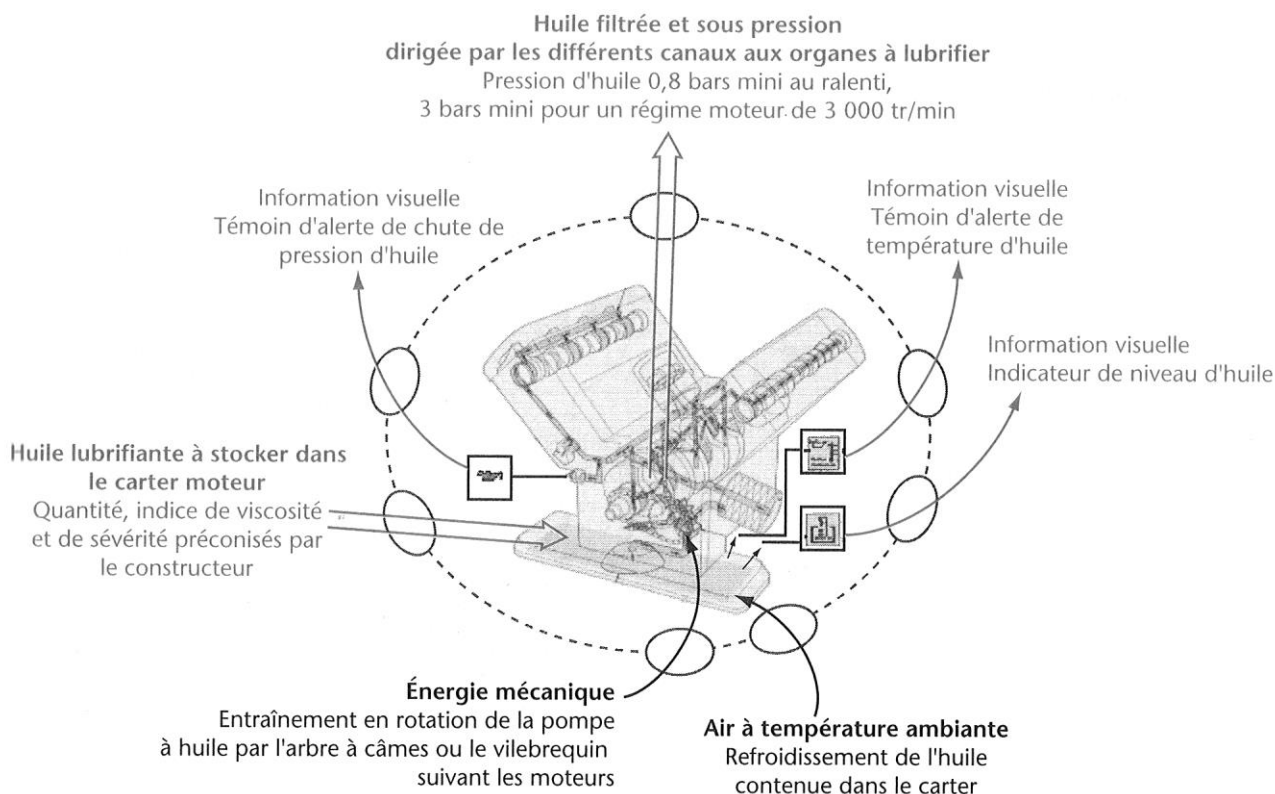
NIVEAU : **TECHNICIEN**

SOMMAIRE

<u>1-La lubrification</u>	3
1-1. Concept du système.....	3
1-2. Le système doit satisfaire aux contraintes suivantes	3
1-3. Organisation structurelle.....	4
1-4. Organisation fonctionnelle.....	5
1-5. Principe de fonctionnement.....	6
1-6. Circuit de lubrification moteur.....	8
<u>2-Classification SAE lubrifiants moteurs</u>	9
2-1.(SAE) Société Américaine des Ingénieurs d'Automobile.....	9
2-2.Huiles mono grades.....	9
2-3.Huiles multigrades.....	9
2-4.Indice de viscosité.....	9
<u>3-Classification API</u>	10
3-1. Classifications des lubrifiants pour moteurs à essence 2 temps.....	11
3-2. Classifications JASO et ISO.....	11
3-3. Classification des huiles pour moteurs essence de moto 4 temps.....	12
<u>4- Classification ACEA</u>	14
4-1. Lubrifiants pour moteurs de véhicules légers.....	15
4-2. Catégories Normal-SAPS.....	16
4-3. Catégories Low-SAPS.....	17
4-4. Lubrifiants pour moteurs Diesel industriels.....	17
<u>5- Lubrifiants pour transmission mécanique et ponts</u>	19
5-1. Classification SAE.....	19
5-2. Classification API.....	20
<u>6- Comparaison entre les différents grande de viscosité</u>	21
<u>7- Le refroidissement</u>	22
7-1. Concept du système.....	22
7-2. Le système doit satisfaire aux contraintes suivantes.....	22
7-3. Organisation structurelle.....	23
7-4. Organisation fonctionnelle.....	24
7-5. Principe de fonctionnement.....	25
7-6. Système de refroidissement, principe	27
<u>8- Le liquide de refroidissement</u>	28
8-1. Principe d'utilisation	28
8-2. Composition.....	29
8-3. Les principaux additifs.....	29
8-4. Les principaux problèmes des circuits de refroidissement.....	29
8-4.1 La corrosion.....	29
8-4.2 La cavitation.....	29
8-4.3 Conclusion.....	30
<u>9-Travaux pratique</u>	31
1- Remplacer le liquide de refroidissement.....	31
2- Contrôler le circuit de refroidissement.....	33
3- Vidanger un moteur.....	35

1- LA LUBRIFICATION

Le système de lubrification permet d'assurer le graissage de l'équipage mobile et de certains organes de la distribution et du turbocompresseur quand il existe.



1-1. Concept du système

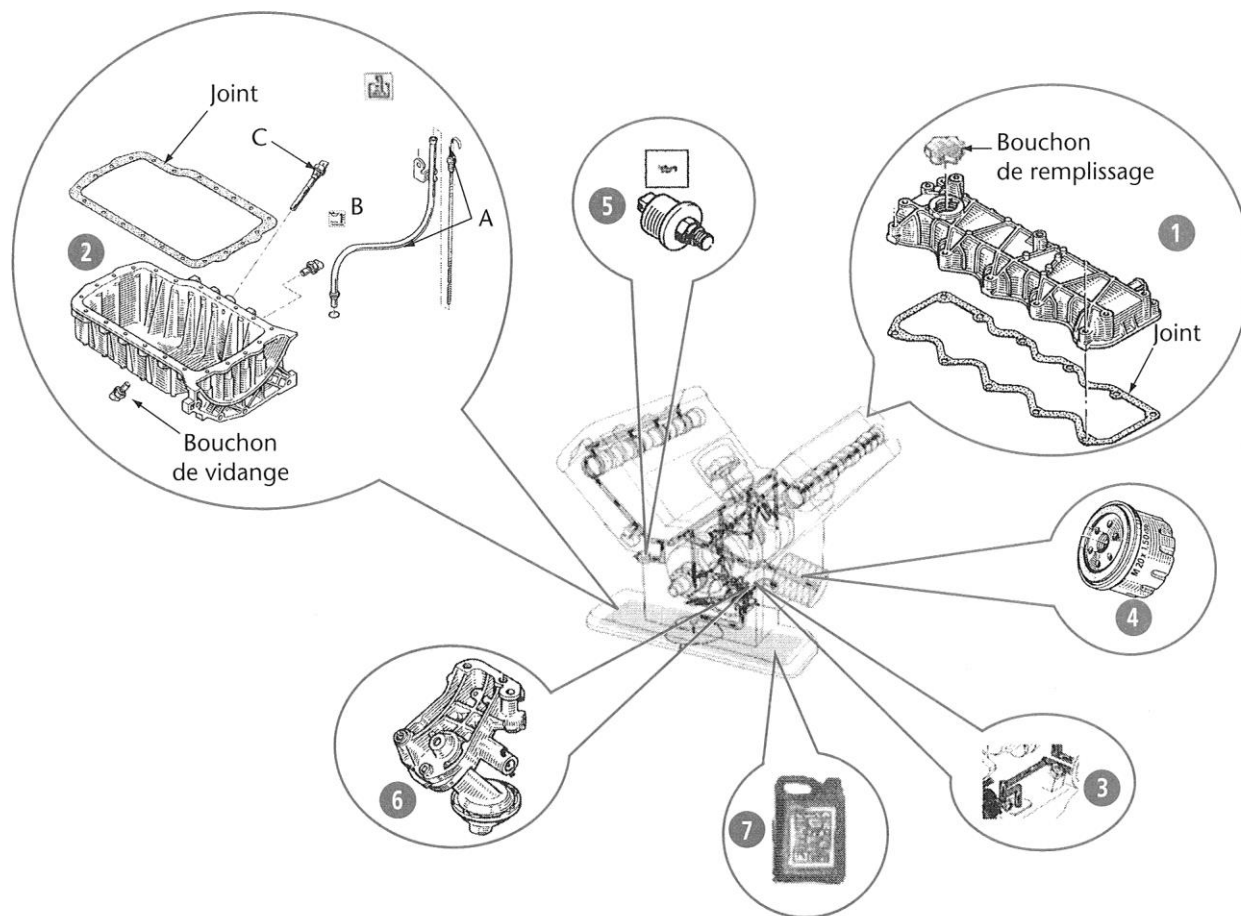
Le système de lubrification intercale continuellement un film d'huile sous pression entre les surfaces de frottement des organes mobiles du moteur.

Ceci permet de réduire l'usure et d'éviter le grippage de ces mêmes organes.

1-2. Le système doit satisfaire aux contraintes suivantes :

- assurer un débit et une pression d'huile variant avec le régime de rotation moteur ;
- diminuer le frottement et donc l'usure des pièces en mouvement ;
- participer au refroidissement et éviter l'oxydation des organes mobiles du moteur ;
- assurer l'élimination des particules issues de l'usure des pièces.

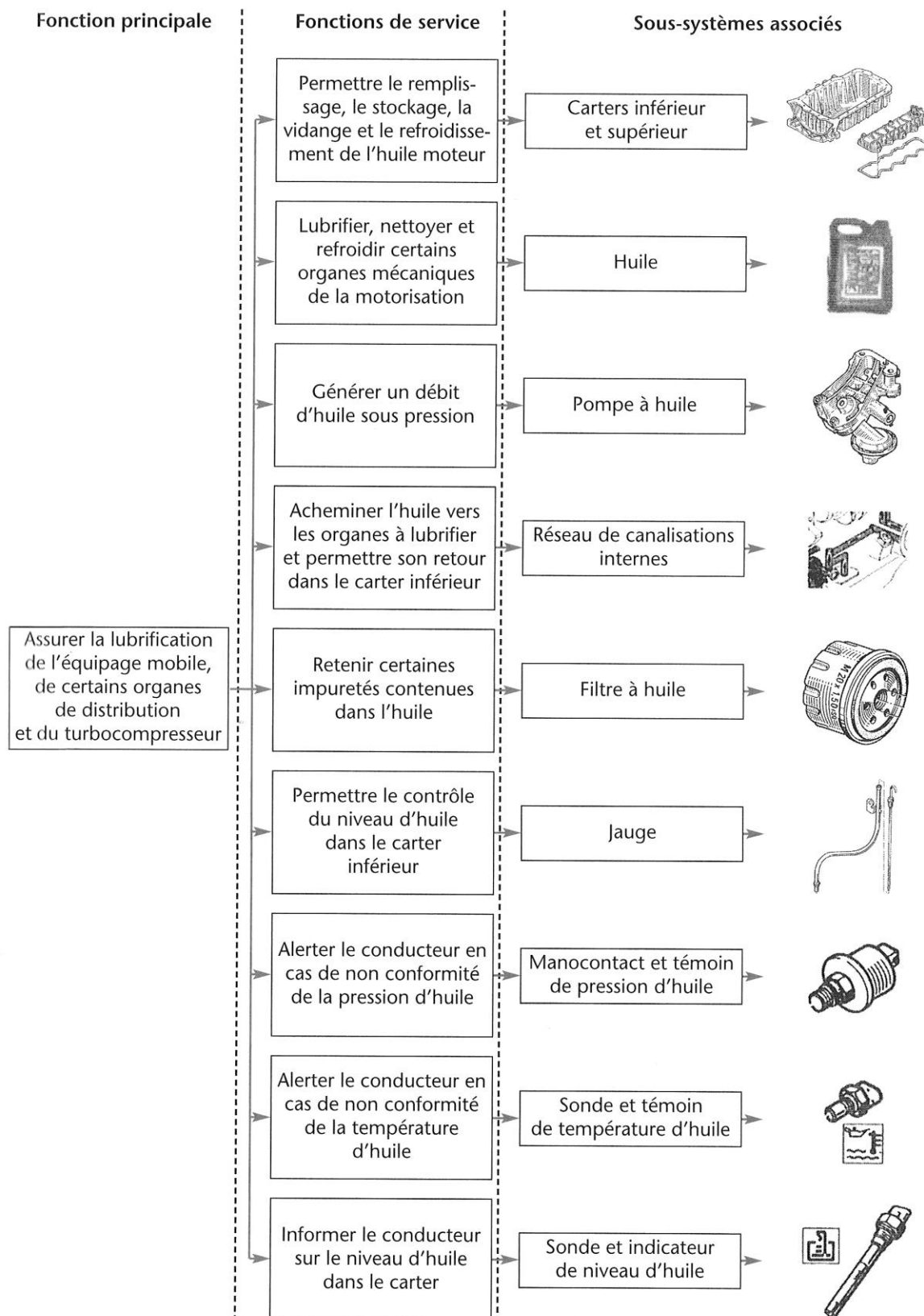
1-3. Organisation structurale



Système de lubrification	
1	<i>Carter supérieur (Cache culbuteur).</i>
2	<i>Carter inférieur.</i>
2A	<i>Jauge de niveau d'huile.</i>
2B	<i>Sonde de température d'huile.</i>
2C	<i>Sonde de niveau d'huile.</i>
3	<i>Réseau interne de canalisation d'huile.</i>
4	<i>Filtre à huile.</i>
5	<i>Manocontact de pression d'huile.</i>
6	<i>Pompe à huile.</i>
7	<i>Huile moteur.</i>

1-4. Organisation fonctionnelle

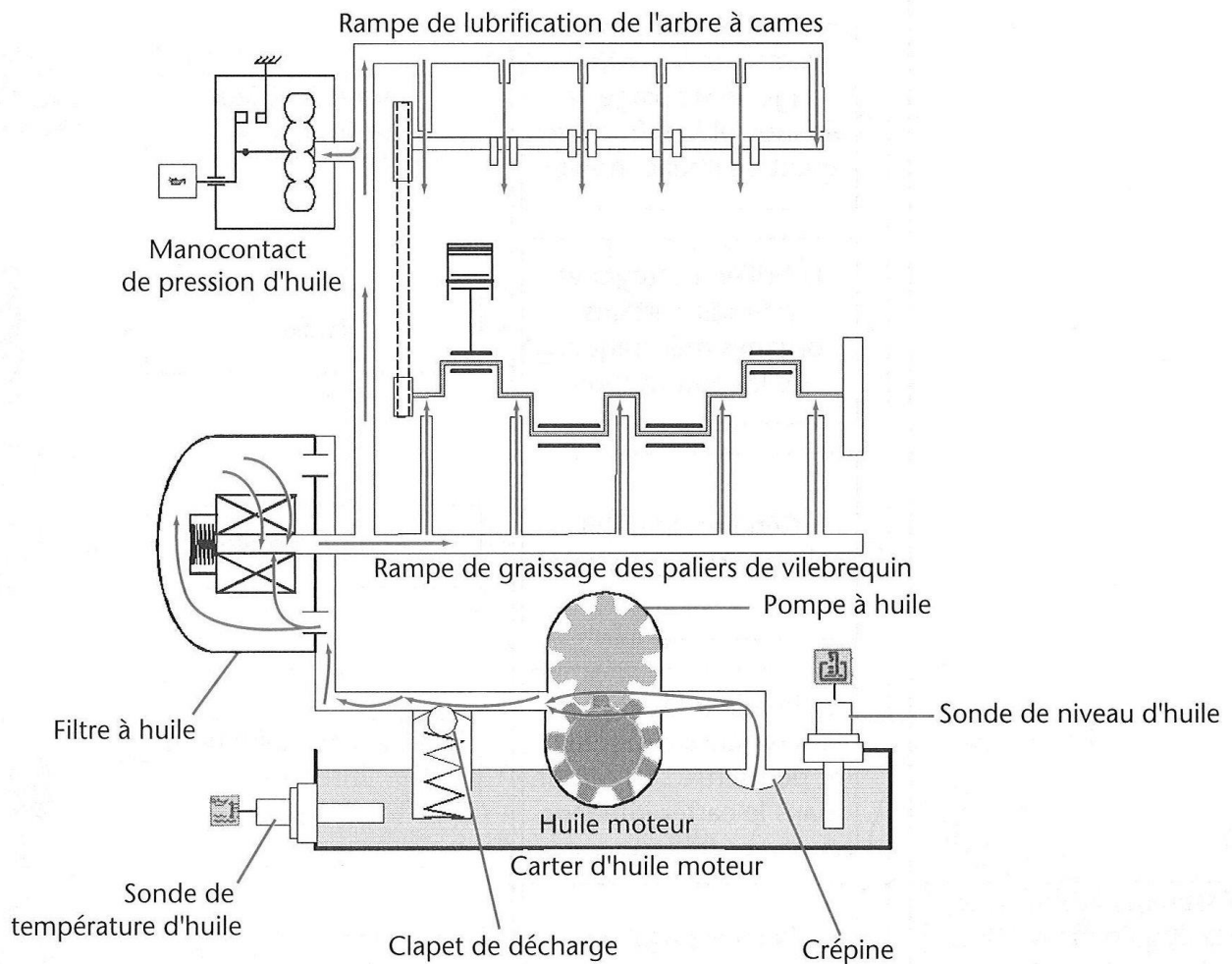
Pour que le système réalise sa fonction principale, il doit faire appel à plusieurs sous-systèmes assurant chacun une fonction de service.

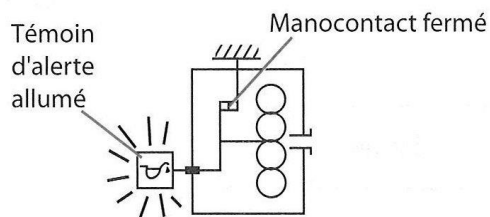


1-5. Principe de fonctionnement

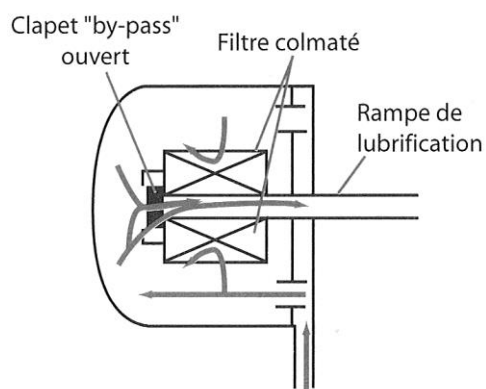
La pompe aspire l'huile du carter moteur et la refoule sous pression (de 2 bars à 4 bars pour les moteurs essence et de 6 bars à 8 bars pour les moteurs diesels) à travers le filtre à huile vers les rampes de graissage qui distribue l'huile aux organes à lubrifier.

L'huile retourne alors vers le carter.

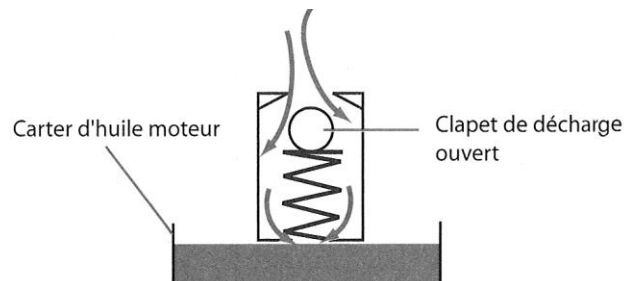




Si la pression de lubrification devient supérieure à une certaine valeur, le clapet de décharge s'ouvre, dévie une partie d'huile vers le circuit de retour au carter.

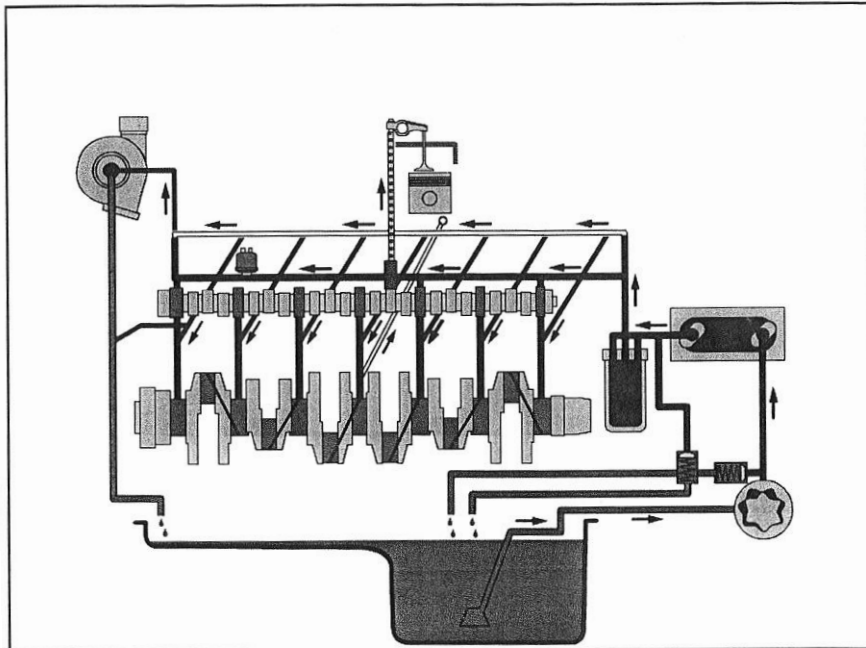


Si la pression d'huile devient inférieure à un certain seuil (entre 0,7 bar et 0,5 bar), le témoin d'alerte s'allume au tableau de bord par l'intermédiaire du manocontact.



En cas de colmatage du filtre à huile, le clapet «by-pass» s'ouvre sous l'action de la surpression d'huile. Le lubrifiant est alors directement dirigé vers la rampe de graissage.

1-6. Circuit de lubrification moteur



2- CLASSIFICATION SAE LUBRIFIANTS MOTEURS

2-1. (SAE) Société Américaine des Ingénieurs de l'Automobile.

Elle a pour but de classer les huiles de graissage pour moteurs en fonction de la viscosité à une température de référence. Elle ne fournit aucune indication sur les autres caractéristiques de l'huile ; en particulier, elle ne donne **aucun renseignement sur le type de service** que l'huile est capable d'assurer, ni sur ses performances.

Cette classification est basée sur la mesure de la viscosité :

- à 100 °C pour les grades non suivis de la lettre W (initiale de Winter = hiver).
- de -10 à -35°C pour les grades suivis de la lettre W.

2-2. Huiles monogrades

Elles sont définies par :

- leur grade de viscosité à froid : \Rightarrow SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W.
- leur grade de viscosité à 100°C : \Rightarrow SAE 20, 30, 40, 50, 60.

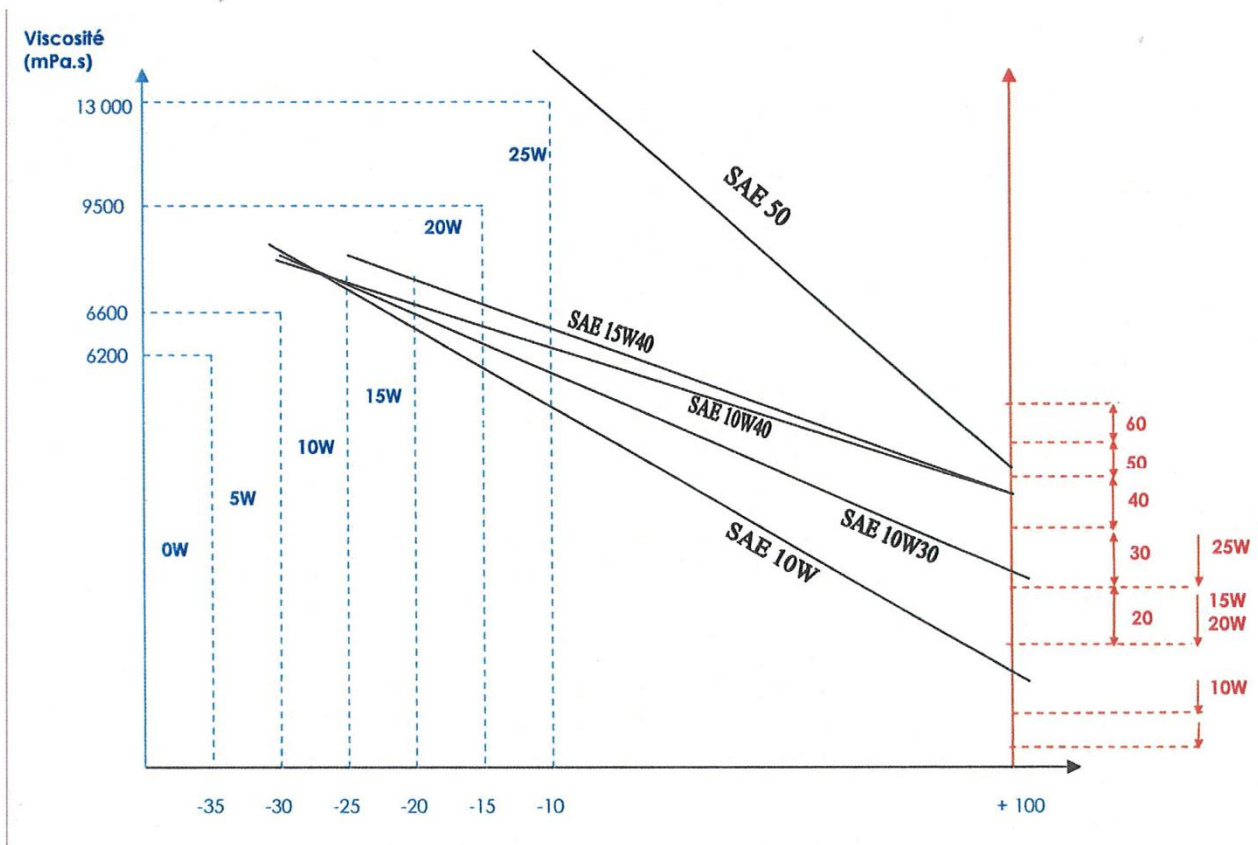
2-3. Huiles multigrades

Une huile peut avoir à froid une viscosité qui répond à la définition d'un grade SAE suivi de la lettre W (par exemple SAE 10W) et à chaud, une viscosité qui figure dans la fourchette d'un grade SAE sans lettre W (par exemple SAE 40).

Une telle huile est dite MULTIGRADE : ce sera une huile multigrade SAE 10W-40.

2-4. Indice de viscosité

Exemple : la viscosité d'une huile de VI = 100 varie plus rapidement en fonction de la température que celle d'une huile de VI = 160.



3- CLASSIFICATION API

Les classifications API sont apparues en 1947, à l'initiative de l'**Institut Américain du Pétrole (American Petroleum Institute)**. Elles classent les lubrifiants d'après leurs performances en service et évoluent quand de nouveaux problèmes de lubrification voient le jour, en liaison avec les exigences des constructeurs automobiles américains.

L'API qui a collaboré avec la SAE pour la mise au point de ces classifications a déterminé, de 1947 à nos jours, plusieurs catégories d'huiles, chacune étant définie par le type de service et par des essais sur moteurs. Le nombre de catégories n'est pas limité et de nouvelles catégories pourront être ajoutées chaque fois que de nouvelles exigences apparaîtront chez les constructeurs.

Dans ces classifications, la première lettre caractérise l'application :

- les lubrifiants pour moteurs à **essence** sont classés avec la **lettre S**,
- les lubrifiants pour moteurs **Diesel** avec la **lettre C**,

La **seconde lettre** caractérise la **sévérité du service** que l'huile peut supporter.

Certains lubrifiants peuvent répondre à la fois aux exigences des catégories **S** et **C**.

⇒ **Moteurs à essence 4 temps** (voir DT):

En août 1993 apparaît la classe **API SH**, organisée autour d'un système de licence et de certification très strict avec enregistrement des essais moteurs et des formules. Tous les essais moteurs sont enregistrés, tous les résultats de ces essais sont enregistrés et c'est la moyenne de ceux-ci qui est prise en compte.

En 1996 est apparue la classification **API SJ**. Le système de licence et certification mis en place lors de l'introduction de API SH reste en vigueur. Les essais moteurs sont identiques à API SH, de nouveaux essais de laboratoire sont ajoutés à ceux déjà exigés.

En 2000 a été publiée la catégorie **API SL** (pas de catégorie SK) qui a supplanté SJ depuis mi 2001.

En 2004 a été publiée la nouvelle catégorie **API SM** revendicable à fin 2004. Elle distingue les grades fluides xW-20 et xW-30 contraints à des limites chimiques, car adaptés aux véhicules équipés de post-traitement des polluants, et les grades visqueux ou monogrades destinés aux véhicules conventionnels.

Pour la première fois on ne parle plus de rétro-applicabilité systématique sur véhicules demandant une classification antérieure à API SM.

3-1. Classifications des lubrifiants pour moteurs à essence 2 temps

Les moteurs 2 temps à allumage commandé fonctionnent à des températures élevées. Ils sont équipés d'un carter sec, utilisé pour le transfert du mélange air-carburant vers le cylindre par les lumières d'admission. Le graissage des pièces en mouvement est réalisé en utilisant le mélange air-carburant puisque celui-ci, au cours de son transfert, entre en contact avec toutes les pièces à lubrifier. Pour cela, de l'huile est mélangée à l'essence :

- soit par micro-injection réalisée par une pompe doseuse
- soit par addition d'huile dans le carburant au remplissage

graissage séparé,
graissage par prémélange.

Le mélange aspiré par le moteur contient de l'air, de l'essence et de l'huile.

Du point de vue spécifications, une distinction est faite entre **les huiles pour moteurs hors-bord** (moteurs relativement froids : refroidis par eau en circuit ouvert) et **les huiles pour moteurs 2 temps à usage terrestre** (moteurs chauds : cyclomoteurs, scooters, motocycles... voire très chauds : débrousailleuses et tronçonneuses).

La classification API des huiles pour moteurs à essence 2 temps comprenait quatre niveaux : TA, TB, TC pour les moteurs 2 temps à usage terrestre et TD pour les moteurs 2 temps hors-bord. Elle est considérée comme obsolète par les constructeurs.

Cette classification (3 niveaux pour l'usage terrestre : API TA, TB et TC dénommés aussi TSC-1, TSC-2 et TSC-3 en Europe) est aujourd'hui dépassée.

CATEGORIE API	APPLICATION
TATSC1	Cyclomoteurs et autres engins équipés de petits moteurs de cylindrée < 50 cm ³ .
TB/TSC2	Vélocimoteurs et autres engins équipés de moteurs de cylindrée comprise entre 50 et 125 cm ³ .
TC/TSC3	Autres engins équipés de moteurs de cylindrée comprise entre 200 et 500 cm ³ .
TD/TSC4 ***	Moteurs de hors bord refroidis par eau.

Les niveaux API TA et TB sont obsolètes depuis mars 1993.

Le niveau API TC est obsolète depuis 1996.

*** Le niveau API TD n'a jamais été reconnu par le NMMA (National Marine Manufacturer's Association), association des constructeurs de moteurs marins.

3-2. Classifications JASO et ISO

Les spécifications japonaises JASO ont pris le relais et font foi actuellement dans la profession. Une spécification universelle ISO basée sur cette spécification japonaise a été publiée en 1997.

Devant le vide laissé par les américains et les européens (non-évolution de leur classification par rapport aux exigences constructeurs), **JASO** (Japanese Automotive Standards Organization) qui regroupe entre autres les quatre grands constructeurs de motos japonais, a proposé une classification dénommée JASO-M-345. La première version est apparue en 1994. Cette classification est aujourd'hui **la référence sur le marché Asiatique** et est bien connue en Europe.

Contrairement à la classification API, orientée "applications" (les niveaux API TA, TB et TC correspondaient à différentes catégories de cylindrées), le système JASO est construit sur une approche "**performance**" basée sur les critères suivants :

- le serrage,
- la détergence,
- l'encrassement du système d'échappement,
- l'émission de fumées.

A chacun de ceux-ci est associé un essai moteur.

Le système actuel révisé en décembre 2004, comprend trois niveaux croissants de performance: FB, FC et FD (le niveau FA, premier niveau de la première version est aujourd'hui obsolète).

L'ASTM (américain) et le CEC (européen) furent invités à travailler avec JASO afin de réaliser une classification mondiale intégrée dans les standards de l'ISO. Cette classification mondiale, publiée en 1997, est basée sur la classification JASO. Elle repose sur **trois niveaux de performance: ISO EGB, EGC et EGD**.

La différence essentielle par rapport à la classification JASO est l'ajout d'un niveau EGD supérieur à JASO FC en détergence et répondant aux besoins des constructeurs Européens en raison de l'utilisation plus sévère des moteurs 2 temps en Europe.

ISO EGB	ISO EGC	ISO EGD
JASO FB	JASO FC	JASO FD

3-3. Classification des huiles pour moteurs essence de moto 4 temps

Les exigences en termes de lubrification d'un moteur 4 temps de moto sont assez proches de celles d'un moteur à essence de véhicule léger. Les spécifications API (catégories S), ACEA (classes A) sont donc également utilisées dans le domaine de la moto.

Cependant, la plupart des motos utilisent une huile unique pour la lubrification du moteur, de la boîte de vitesses et de l'embrayage immergé. La principale difficulté de lubrification des motos à moteur 4 temps est ainsi liée **au phénomène de glissement d'embrayage**.

⇒ Classification JASO T903 (« JASO 4T »)

La nouvelle version de la norme JASO 4T définit des huiles pour moteurs à essence classiques :

- Présentant un niveau de performances satisfaisant l'une des normes suivantes :
 - API SE à SL
 - ACEA A1 ou A2 ou A3
- Ayant passé un essai de frottement spécifique sur machine SAE II. En fonction de la performance de l'huile dans cet essai par rapport à une huile de référence, celle-ci est classée.
- **MB pour les huiles dites « low friction »**. Les huiles nouvelle génération utilisant des modificateurs de frottement sont classées dans cette catégorie.
- **MA pour toutes les autres huiles moteurs.**

Remarques :

- Toutes les huiles moteurs (de niveau minimum API SE) sont JASO 4T (MA ou MB). En ce sens, il s'agit bien d'une classification et non d'une spécification.

- Il n'est pas possible de comparer en termes de performances les niveaux MA et MB. En effet, en fonction du type de moto, de l'application et du constructeur, le niveau préconisé sera MA ou MB.

Par ailleurs, l'évolution rapide des lubrifiants automobiles vers des grades de viscosité fluides (5W-30 voire moins) en Asie et aux USA s'écarte de la logique des constructeurs de deux roues et de moteurs 4 temps marins, pour lesquels les grades de viscosité sont culturellement élevés (crainte de risque de serrage du piston, de grippage au niveau des coussinets).

⇒ **Moteurs Diesel 4 temps (voir DT) :**

La classe **API CE** apparue en mai 1987 concerne essentiellement le graissage des moteurs de véhicules industriels. Elle est devenue obsolète en 1995. Pour le graissage des Diesel automobiles, elle n'apporte rien de plus que la classe CD.

En 1991, est apparue la classe **API CF-4** pour moteurs Diesel industriels avec des exigences plus sévères qu'API CE pour tenir compte des nouvelles normes d'émission à l'échappement.

En 1994, est sortie une nouvelle classe d'huile pour moteurs Diesel type automobiles, **API CF**, comportant des exigences plus sévères que la classe API CD et destinée à remplacer celle-ci.

En 1995, est apparue la classe **API CG-4** pour moteurs Diesel industriels qui respectent les normes d'émission US 1994 (notamment avec gazole à basse teneur en soufre). Elle a remplacé API CF-4 aux Etats-Unis.

En 1998 a été publiée la classe **API CH-4** destinée aux moteurs Diesel de véhicules industriels satisfaisant les normes d'émission US 1998. Cette norme est plus sévère qu'API CG-4.

En 2002, a été lancée la classe **API CI-4**. Elle élève encore le niveau de sévérité par rapport à API CH-4, en raison du haut niveau d'exigence des véhicules industriels fortement dépollués.

⇒ **Moteurs Diesel 2 temps (voir DT) :**

Pour les moteurs Diesel 2 temps (principalement Detroit Diesel), la classe API CD-II apparue en 1988 assure une protection contre les dépôts, la corrosion et l'usure segments / chemises. En 1994 est sortie la classe API CF-2, comportant des exigences plus sévères par rapport à API CD.

4- CLASSIFICATION ACEA

Les technologies et les conditions de service propres aux moteurs européens ont amené les constructeurs automobiles, au début des années 1980, à se réunir au sein du **Comité des Constructeurs du Marché Commun (CCMC)** pour créer leurs propres spécifications d'huiles moteurs.

Cet organisme a été dissous à la fin de l'année 1991 et remplacé par l'**Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (ACEA)**

Entrées en vigueur en 1996, **les spécifications ACEA ont officiellement remplacé les spécifications CCMC depuis le 1^{er} janvier 1997.**

Les spécifications ACEA apportent au consommateur une garantie sur les performances revendiquées par le lubrifiant dans la mesure où les fabricants de lubrifiants doivent adhérer au système qualité EELQMS (European Engine Lubricant Quality Management System). Ceci leur impose les contraintes suivantes :

- certification ISO 9001 de la conception,
- certification EN 45001 des essais moteurs européens,
- certification ISO 9002 de la fabrication.

Les spécifications ACEA s'adaptent aux nouvelles technologies moteur et prennent en compte les préoccupations environnementales et gouvernementales européennes du moment.

Les spécifications ACEA définissent des catégories de produits en fonction :

- du **type de moteur** :
 - ⇒ moteurs à essence de véhicules légers : **catégories A.**
 - ⇒ moteurs Diesel des véhicules légers : **catégories B.**
 - ⇒ moteurs essence/Diesel de véhicules légers équipés de système de post – traitement : **catégories C** dites **Low-SAPS** ou **Catalyst-Compatible.**
 - ⇒ moteurs Diesel de poids lourds : **catégories E.**
- des **performances spécifiques** de chaque type **d'huile.**

La version 2004 de l'ACEA définit ainsi trois catégories pour les moteurs à essence (**A1, A3 et A5**), quatre catégories pour les moteurs diesel de véhicules légers (**B1, B3, B4 et B5**), trois catégories pour véhicules à post-traitement (**C1, C2, C3**) et quatre catégories pour les moteurs diesel poids lourds (**E2, E4, E6, E7**) dont une concerne les poids lourds équipés de post-traitement (**E6**).

Les constructeurs automobiles européens, à l'inverse des américains, ont été amenés à faire une distinction entre moteurs diesel automobiles et moteurs diesel de poids lourds, considérant, à juste titre, que les contraintes de lubrification dans ces deux types d'application n'étaient pas identiques.

4-1. Lubrifiants pour moteurs de véhicules légers

ACEA 2004 – catégories « Normal SAPS »		
Performances	Profil lubrifiant	Essence / Diesel
Economie de carburant	Viscosité HTHS réduite : $2.9 < \text{HTHS} < 3.5$ Grades fluides	A5/B5
		A1/B1
Service sévère	Volatilité réduite ($\leq 13\%$) Limites des essais sévères (par rapport à la classe 2)	A3/B3
Injection directe		A3 / B4

ACEA 2004 – catégories « Low SAPS »			
Performances	Profil lubrifiant	Gain M111 FE	Essence/ Diesel
Economie de carburant élevée Teneur en éléments basses	Viscosité HTHS réduite : $2.9 \leq \text{HTHS}$ $P \leq 0,05 \%$; $S \leq 0,2\%$, $CS \leq 0,5 \%$	$> 2,5\%$	C1
Economie de carburant élevée Teneur en éléments moyennes	Viscosité HTHS réduite : $2.9 \leq \text{HTHS}$ $0,070 \leq P \leq 0,090 \%$, $S \leq 0,3 \%$, $CS \leq 0,8 \%$	$> 2,5\%$	C2
Economie de carburant faible Teneur en éléments moyennes	Viscosité HTHS réduite : $\text{HTHS} \geq 3.5$ $0,070 \leq P \leq 0,090 \%$, $S \leq 0,3 \%$, $CS \leq 0,8 \%$	$> 1\%$ (grades xW-30)	C3

HTHS : Essai à haute température et haut cisaillement.

Plus que par les grades de viscosité, les spécifications ACEA font donc apparaître **une différenciation volontaire entre les huiles Fuel Economy** ayant une viscosité HTHS nettement inférieure à 3,5 mPa.s et un bénéfice significatif sur l'essai M111 FE (catégories A1/B1, A5/B5, C1 et C2), et les huiles peu/pas Fuel Economy des catégories A3/B3, A3/B4 et C3, ayant une viscosité HTHS supérieure à 3,5 mPa.s.

Pour mémoire, la viscosité HTHS est l'un des paramètres principaux de la tenue des coussinets de paliers de bielles et de vilebrequin ainsi que des économies de carburant. Il s'agit donc de l'un des points clé de l'adéquation moteur-lubrifiant. Compte tenu de la définition des moteurs européens (architecture, puissances spécifiques élevées, capacités carter réduites, ...), et du type de service pratiqué en Europe (ville, route, autoroute, ...), la plupart des constructeurs européens ont longtemps considéré que leurs moteurs exigeaient une viscosité HTHS supérieure à 3,5 mPa.s. L'évolution conjointe des moteurs et des lubrifiants au cours des dernières années a conduit, dans un premier temps, à modifier cette position et à diviser le marché en deux types de constructeurs :

⇒ Les constructeurs axant leur politique sur l'économie de carburant ont adapté leur design moteur à des lubrifiants de HTHS $< 3,5$ (mais $> 2,9$) répondant à ACEA A1/B1.

- ⇒ Les constructeurs privilégiant l'allongement de l'intervalle de vidange sans rechercher pour l'instant de gains de consommation ont gardé un design moteur adapté à des lubrifiants de HTHS > 3.5. Les autres catégories ACEA (A3/B3 et A3/B4) sont adaptées à ces moteurs.
- ⇒ La catégorie A5/B5 apparue avec l'ACEA 2002, a permis de proposer un compromis entre ces deux tendances, à savoir recherche de gains de consommation et allongement de l'intervalle de vidange.

Cependant le dimensionnement pointu de pièces mécaniques comme le turbo, le niveau thermique de certains moteurs et la quête croissante de longévité mécanique ont conduit certains constructeurs à renoncer aux huiles de faible HTHS sur des motorisations diesel, ou essence sportives. Récemment, avec l'arrivée des systèmes de post-traitement et typiquement du Filtre à Particules, les constructeurs ont dû tenir compte de phénomènes de dilution de l'huile par le gazole (ce qui entraîne une baisse sensible du HTHS) qui accroissent les risques de casse mécaniques.

L'autre critère de distinction des différentes catégories de l'ACEA 2004 concerne les teneurs classiques en « SAPS » (Sulfated Ash, Sulphur, Phosphorus) des catégories **Ax/By**, et les nouvelles catégories **Cz** dites LowSAPS.

4-2. Catégories Normal-SAPS

- **Classe de Produits A1/B1 :** **grades fluides**
Ces lubrifiants présentent des caractéristiques viscosimétriques adaptées pour satisfaire les critères d'économie de carburant.
- **Classe de Produits A3/B3 :** **grades standards**
La classe de produits A3/B3 correspond à un service sévère ; c'est le premier stade de lubrifiants compatibles avec les intervalles de vidange allongés.
- **Classe de Produits A3/B4 :** **grades standards**
Elle est spécifiquement destinée aux lubrifiants pour moteurs diesel à **injection directe** (la quasi totalité des moteurs diesel actuels).
- **Classe de Produits A5/B5 :** **grades fluides**
La classe A5/B5 cumule le niveau de performances le plus élevé (identique à A3/B4 avec de bonnes aptitudes en économie de carburant (même exigence minimale que A1 /B1). Elle incarne les lubrifiants de technicité la plus élevée, souvent synthétiques ou assimilés, extrêmement efficaces en termes de résistance au vieillissement, contrôle de l'usure et maintien en propreté du moteur. Son application sur véhicules diesel très exigeants se révèle désormais limitée par sa viscosité fluide.

4-3. Catégories Low-SAPS

Ces 3 catégories sont destinées à lubrifier des véhicules équipés de systèmes de post-traitement sophistiqués.

Depuis 1993, tous les véhicules essence vendus en Europe sont équipés d'un pot catalytique 3 voies (réduisant les Nox, oxydant le CO et les HC). Depuis 1998 les diesel sont pourvus d'un simple pot d'oxydation (traitant les CO et HC).

Dès 2002, Peugeot-Citroën a commercialisé les premières voitures (Peugeot 607) équipées d'un Filtre à Particule (qui éradique les imbrûlés, communément appelés Particules, avec un rendement supérieur à 99%). Depuis, le groupe PSA a élargi son offre à la majorité de sa gamme de VP et amélioré la technique.

Tous ces dispositifs de post-traitement sont potentiellement empoisonnables par les résidus de la combustion du lubrifiant (via la consommation d'huile, si faible soit-elle) :

- ⇒ **Cendres sulfatées** colmatant durablement le labyrinthe des filtres à particules.
- ⇒ **Phosphore** poison du catalyseur du pot 3 voies ou du pot d'oxydation.
- ⇒ **Soufre** poison du de NOx, en contrariant la réaction chimique.

Et chacun introduit, souvent en amont (chambre de combustion) un degré de sévérité supplémentaire.

De ces constatations sont nées les 3 catégories ACEA **C1, C2, C3**, mixtes mais très orientées vers les applications Diesel, porteuses d'un très haut niveau de performances générales et de restrictions sur les teneurs en Soufre, Phosphore, Cendres Sulfatées (accessoirement chlore pour des raisons environnementales) :

- **Classe de Produits C1 :** **grades fluides**
Cette classe revêt les mêmes performances que **A5/B5**, présente donc un caractère Fuel Economy marqué, ainsi que la diminution la plus radicale des teneurs en éléments :
Phos $\leq 0,05$ % Soufre $\leq 0,2$ % CS $\leq 0,5$ %
- **Classe de Produits C2 :** **grades fluides**
Cette classe revêt les mêmes performances que **A5/B5**, présente donc un caractère Fuel Economy marqué, ainsi qu'une diminution plus modérée des teneurs en éléments:
0,070 % \leq Phos $\leq 0,090$ % Soufre $\leq 0,3$ % CS $\leq 0,8$ %
- **Classe de Produits C3 :** **grades standard**
Cette classe revêt les mêmes performances que **A3/B4**, avec éventuellement (grades xW-30 un gain modeste en Fuel Economy), une sévérisation des performances en tenue globale Diesel Injection Directe (OM602A) ainsi qu'une diminution des teneurs en éléments identique à C2 :
0,070 % \leq Phos $\leq 0,090$ % Soufre $\leq 0,3$ % CS $\leq 0,8$ %

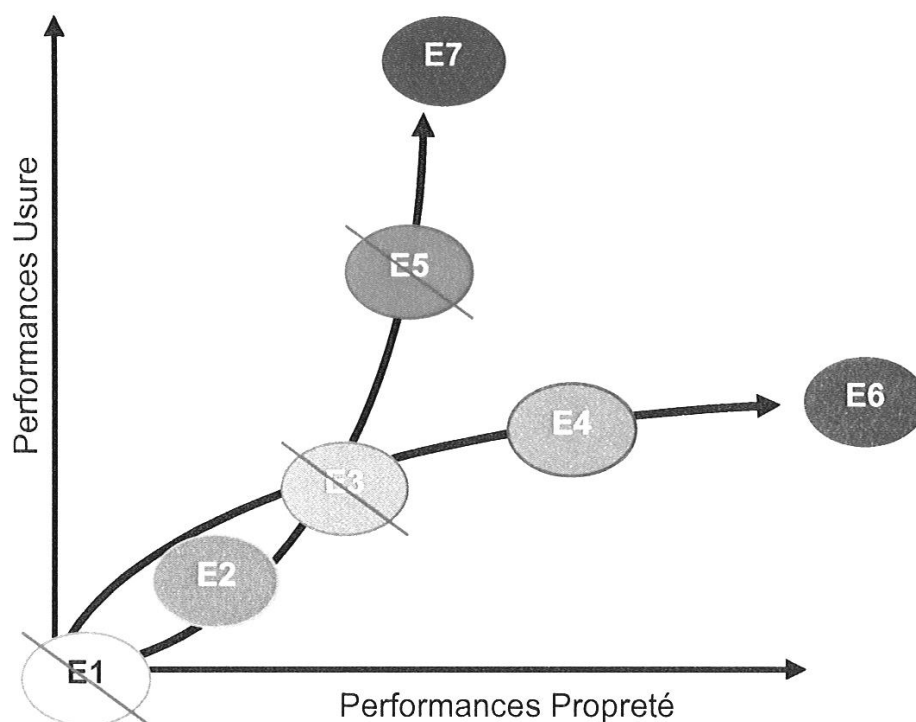
4-4. Lubrifiants pour moteurs Diesel industriels

Pour chaque grade de viscosité, sont imposés en plus une mesure de viscosité sous fort taux de cisaillement (viscosité HTHS et cisaillement sur injecteur BOSCH), un essai de volatilité (NOACK), un essai de compatibilité avec les élastomères et un essai de moussage. Les huiles ont une teneur en cendres sulfatées maximum de 2% pds à l'exception de E6.

Les catégories E2 et E7 correspondent à une sévèrification croissante des exigences. Elles définissent par conséquent des huiles de performances croissantes qui peuvent aisément être comparées entre elles. La catégorie E7 est particulièrement adaptée aux moteurs EURO 3 et EURO 4 (de certains constructeurs).

Les catégories E4 et E6 sont spécifiques aux huiles à long espacement de vidange.

E4 et E7 sont difficilement comparables en termes de performances et correspondent à des profils de produits différents (de même que E6 et E7). E6 est destiné aux moteurs EURO 4 MAN et MB avec des performances équivalentes à celles de E4. La catégorie E6 impose des limites chimiques sévères en terme de teneur en cendres sulfatées ($\leq 1.0\%$), phosphore ($\leq 0.08\%$) et soufre ($\leq 0.3\%$). De ce fait E6 est particulièrement adapté aux systèmes équipés de Filtre à Particules (FAP) pour lesquels un lubrifiant « Low SAPS » est demandé.



5- LUBRIFIANTS POUR TRANSMISSIONS MECANQUES ET PONTS

5-1. CLASSIFICATION SAE

⇒ CLASSIFICATION SAE J 306

Comme pour les lubrifiants moteurs, cette spécification SAE a pour but de classer les lubrifiants en fonction de leur viscosité à une température de référence. Là encore, elle ne fournit aucune indication sur les autres caractéristiques de l'huile (qualité, dopage, type de service...).

Cette classification (SAE J 306) est basée sur la mesure de la viscosité à 100°C pour tous les grades (SAE J306 édition 1991 : SAE70W, 75W, 80W, 85W, 80, 85, 90, 140, 250).

Pour les grades suivis de la lettre W (initiale de " winter " = hiver), une contrainte de viscosité maximum à froid est ajoutée : température correspondant à une viscosité maximale de 150000 mPa.s.

Cette viscosité est considérée comme valeur limite permettant d'assurer une lubrification correcte au démarrage à basse température.

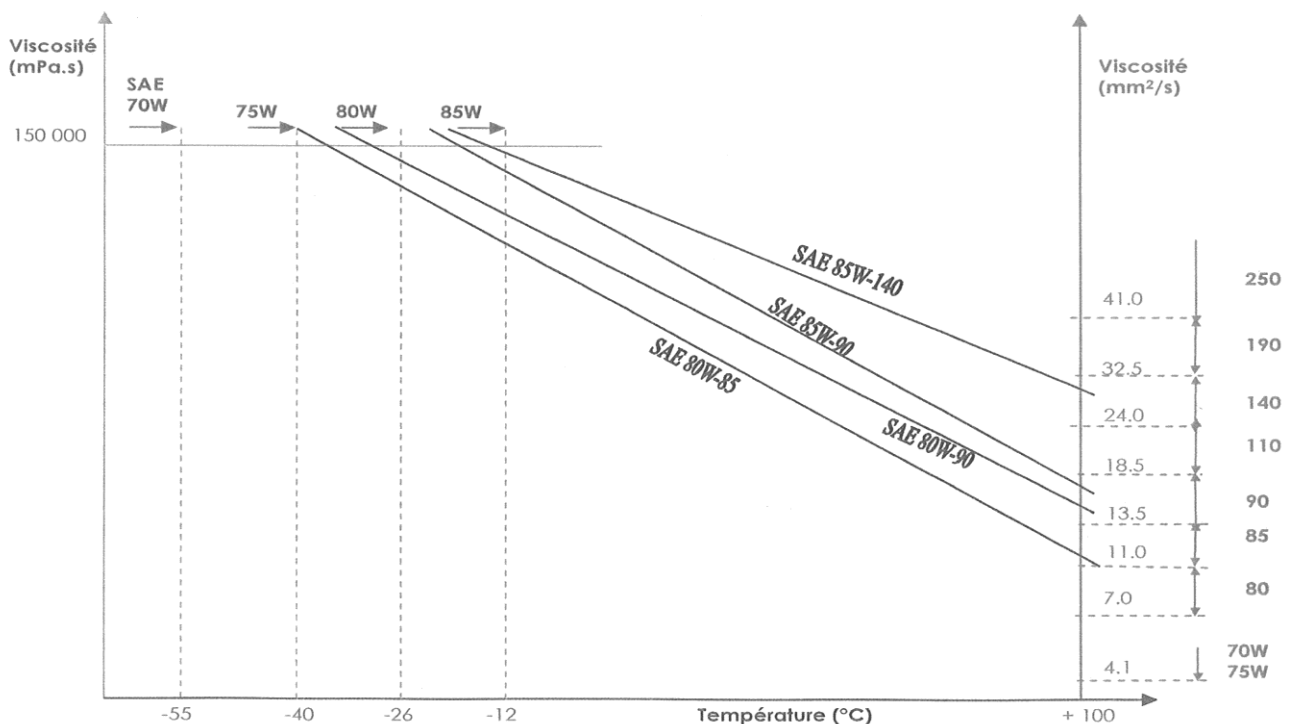
A la suite de cette classification on peut trouver des lettres permettant, par l'ajout d'additifs particuliers de préciser des applications particulières pour ces lubrifiants :

HD (heavy duty) – service sévère

LS (limited slip) – additif indispensable pour le bon fonctionnement des embrayages et freins multidisques à bain d'huile.

⇒ EXEMPLES DE DENOMINATION

Une huile SAE 80W-85 a une viscosité à -26°C inférieure à 150000 mPa.s (SAE 80W) et une viscosité à 100°C comprise entre 11 et 13.5 mm²/s (SAE 85).



5.2 CLASSIFICATION API

L' API a défini sept classes de lubrifiants en se basant sur le type de denture des engrenages à lubrifier et la sévérité du service imposé au matériel.

Les classes sont symbolisées par des lettres (GL = " Gear Lubricant " = lubrifiant pour engrenage ou MT = " Manual Transmission " = transmission mécanique) suivies d'un chiffre.

Plus ce chiffre est élevé, plus le service est sévère.

CATEGORIES	CARACTERISTIQUES
GL-1 (1)	Type de service propre aux ponts à engrenages coniques hélicoïdaux et à vis sans fin, aux transmissions manuelles où les pressions et les vitesses de glissement sont assez faibles pour qu'une huile minérale sans additif extrême pression convienne.
GL-2 (1)	Type de service propre aux ponts à vis sans fin où les conditions de charge sont telles que les lubrifiants satisfaisant au service GL 1 ne peuvent être employés.
GL-3 (1)	Type de service propre aux boîtes de vitesses manuelles et aux ponts à engrenages coniques hélicoïdaux où la vitesse et la charge sont moyennement sévères. Ce lubrifiant a des capacités de charge supérieures à celles exigées pour le service GL 1, mais inférieures à celles exigées pour le service GL 4.
GL-4 (2)	Type de service propre aux engrenages hypoïdes fonctionnant dans des conditions sévères (vitesse élevée et faible couple, couple élevé et faible vitesse). Des performances minimales sont exigées pour ces lubrifiants, qui doivent contenir des additifs extrême pression.
GL-5	Type de service propre aux engrenages hypoïdes fonctionnant dans des conditions très sévères (vitesse élevée et chocs, faible couple et vitesse élevée, couple élevé et vitesse faible). Des performances minimales sont exigées pour ces lubrifiants, qui doivent contenir des additifs extrême pression.
GL-6 (1)	Type de service propre aux engrenages hypoïdes fortement excentrés (plus de 5 cm d'excentricité et approchant 25% du diamètre de la couronne dentée) fonctionnant dans des conditions très sévères de vitesse de glissement et de choc brutal.
MT-1	Type de service propre aux boîtes de vitesses non synchronisées. Se différencie principalement par des exigences accrues en résistance à l'oxydation.

(1) Pour mémoire, classe périmée, faute de matériel d'essai.

(2) Certains essais de la séquence API GL-4 ne peuvent pas être tournés faute de matériel d'essai, mais la classe est toujours utilisée commercialement pour désigner la performance des lubrifiants.

Remarque importante : Les huiles de niveau API GL-5 et au-delà sont très chargées en additifs extrême pression dont certains peuvent avoir des conséquences néfastes sur la compatibilité avec des matériaux de friction et en particulier les métaux jaunes (laiton, bronze).

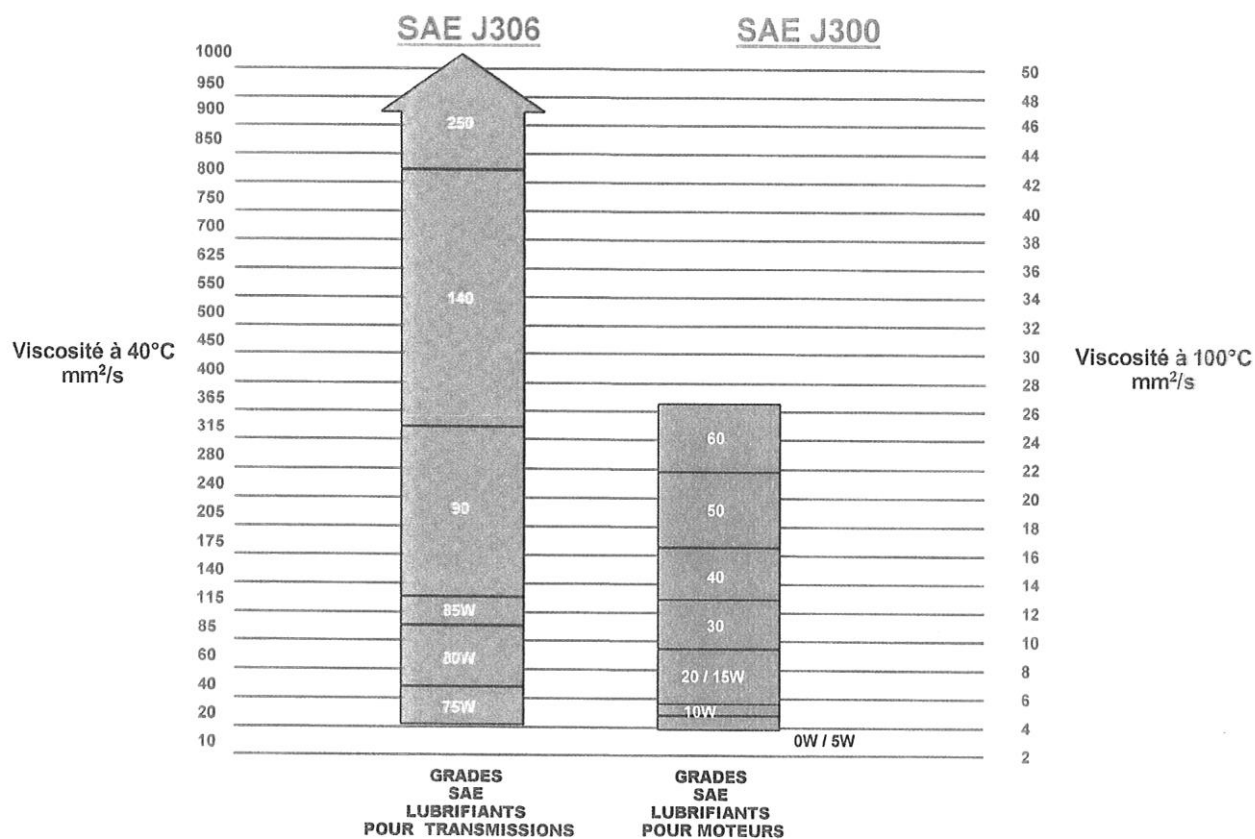
Il convient donc d'être prudent pour ce qui est de leur utilisation sur des boîtes de vitesses synchronisées.

6- COMPARAISON ENTRE LES DIFFERENTS GRADES DE VISCOSITE

BIEN QUE LEURS APPELLATIONS SOIENT DIFFERENTES, CERTAINES HUILES POUR MOTEURS ET HUILES POUR TRANSMISSIONS ONT DES VISCOSITES VOISINES.

PAR EXEMPLE, UNE HUILE POUR TRANSMISSIONS SAE 80W-85 A UNE VISCOSITE COMPARABLE A UNE HUILE POUR MOTEURS SAE 30, UNE HUILE POUR TRANSMISSIONS SAE 80W-90 A UNE VISCOSITE COMPARABLE A UNE HUILE POUR MOTEURS SAE 50.

Le tableau ci-dessous permet de comparer les deux classifications.



LE REFROIDISSEMENT

7- Le refroidissement

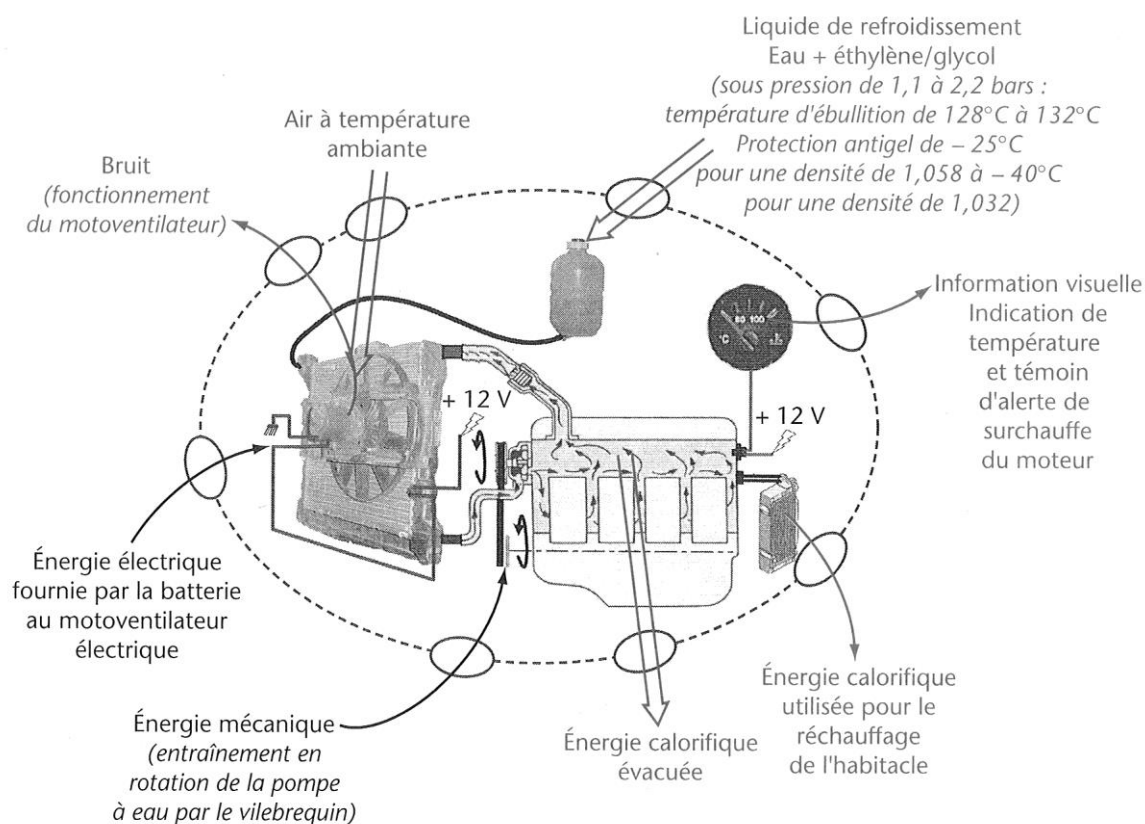
Le système de refroidissement permet de maintenir une température de fonctionnement du moteur convenable.

7-1. Concept du système

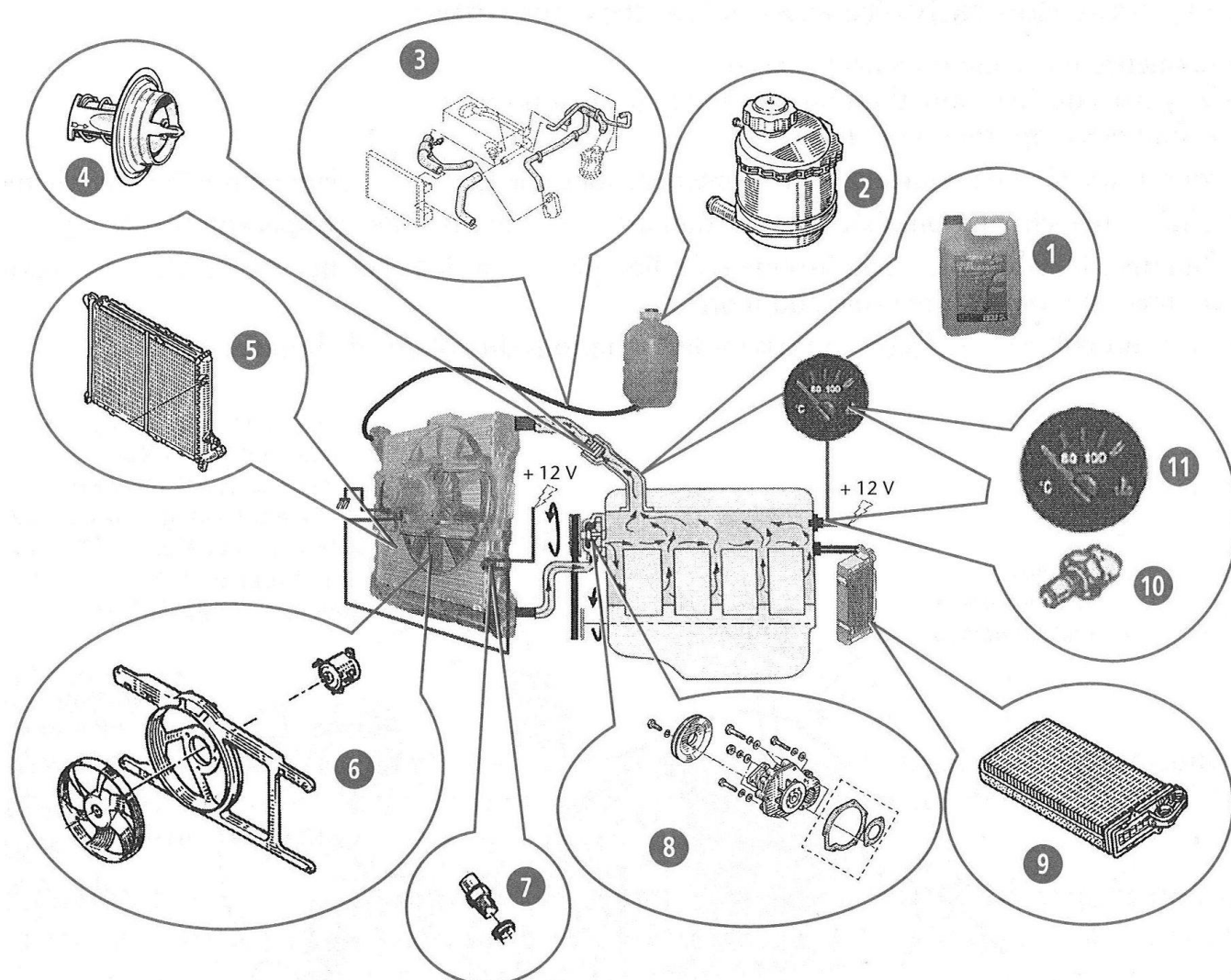
L'excédent de chaleur issue de la combustion est évacué grâce à la circulation d'un liquide caloporteur autour de l'enceinte thermique, et d'une circulation d'air générée dans le compartiment moteur.

7-2. Le système doit satisfaire aux contraintes suivantes :

- permettre un échange calorifique entre :
 - les parois de l'enceinte thermique et le liquide caloporteur,
 - le liquide caloporteur et l'air ;
- fournir un débit de liquide de refroidissement sous une pression variant en fonction du régime moteur ;
- générer une circulation d'air dans le compartiment moteur à des températures précises ;
- diminuer le débit et le refroidissement du liquide autour de l'enceinte thermique, pour permettre une montée en température rapide du moteur ;
- avoir un volume de réserve autorisant les variations du volume de liquide.



7-3. Organisation structurelle

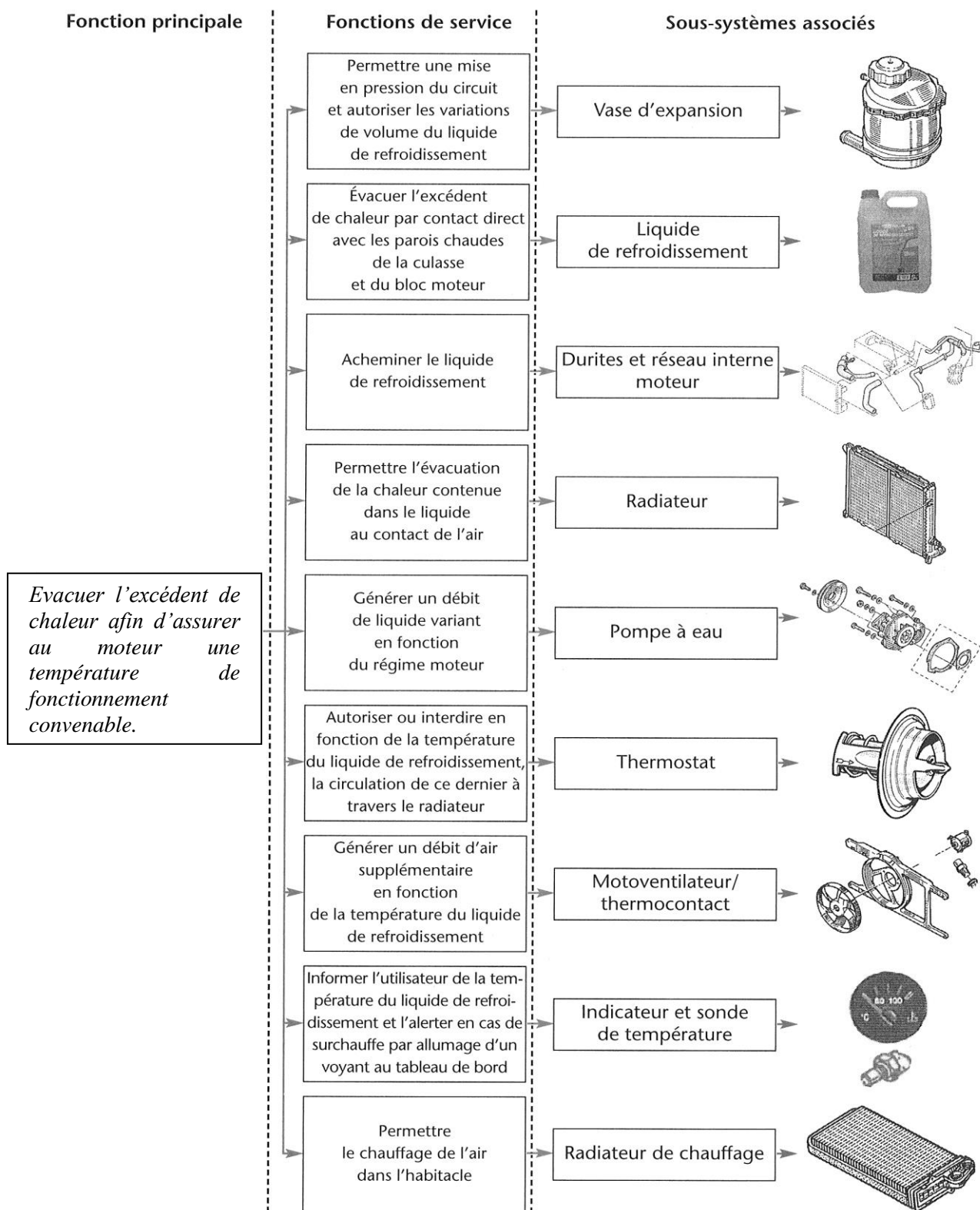


Circuit de refroidissement

1	Liquide de refroidissement	7	Thermo contact
2	Vase d'expansion	8	Pompe à eau
3	Durites	9	Radiateur de chauffage
4	Thermostat	10	Sonde de température du liquide de refroidissement
5	Radiateur	11	Indicateur de température avec témoin d'alerte intégré
6	Motoventilateur		

7-4. Organisation fonctionnelle

Pour que le système réalise sa fonction principale, il doit faire appel à plusieurs sous-systèmes assurant chacun une fonction de service.



7-5. Principe de fonctionnement

La pompe à eau est entraînée en rotation par le vilebrequin via la courroie d'accessoire ou la courroie de distribution.

À froid, le thermostat est fermé et la circulation du liquide de refroidissement entre le radiateur et le bloc moteur est interrompue. La montée en température du moteur est ainsi favorisée.

À chaud, aux environ des 85 °C, le thermostat s'ouvre, autorisant la circulation du liquide de refroidissement à travers le radiateur.

Lorsque la température atteint un certain seuil (environ 92 °C), le thermocontact se ferme, entraînant l'alimentation électrique du motoventilateur.

Le fonctionnement du motoventilateur permet d'augmenter le débit d'air traversant le radiateur, ce qui a pour effet d'abaisser la température.

Lorsque la température du liquide de refroidissement devient inférieure au seuil de déclenchement ($T < 92\text{ °C}$), le thermocontact coupe l'alimentation du motoventilateur qui s'arrête.

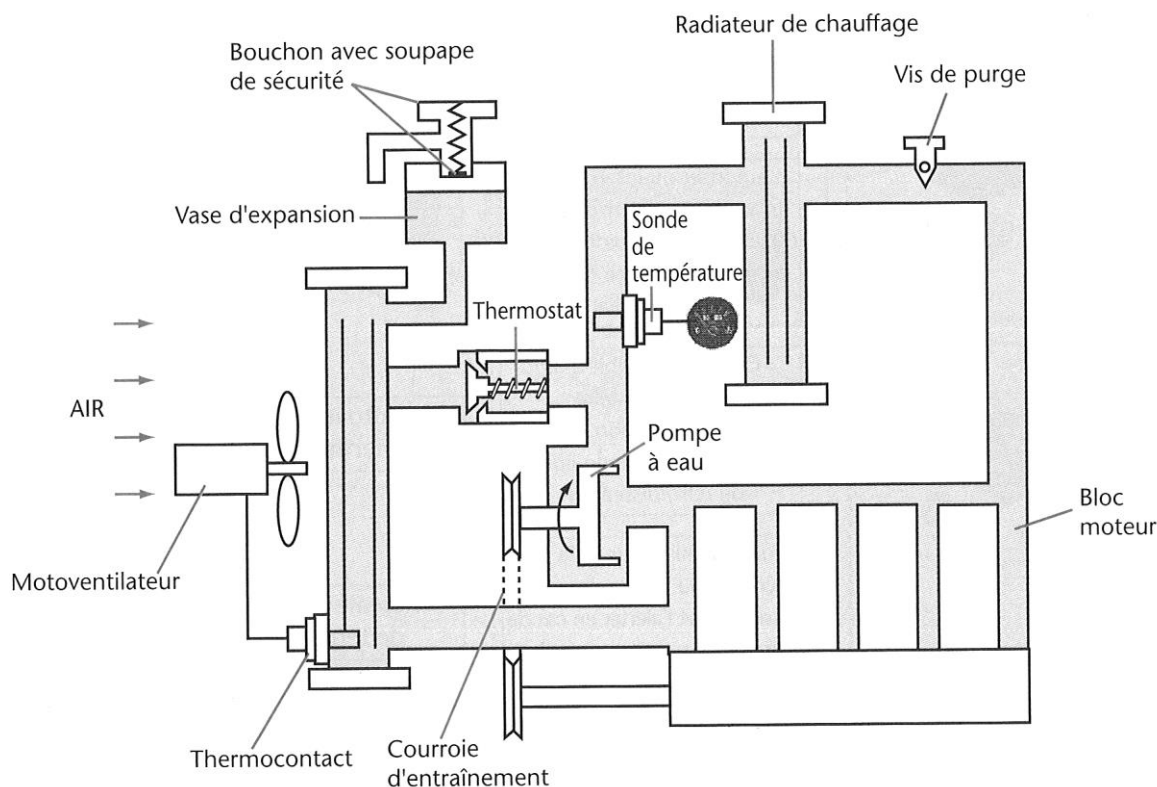
Le vase d'expansion autorise les variations de volume du liquide de refroidissement dues aux variations de température.

Le circuit de trop plein du radiateur est en communication avec le vase d'expansion.

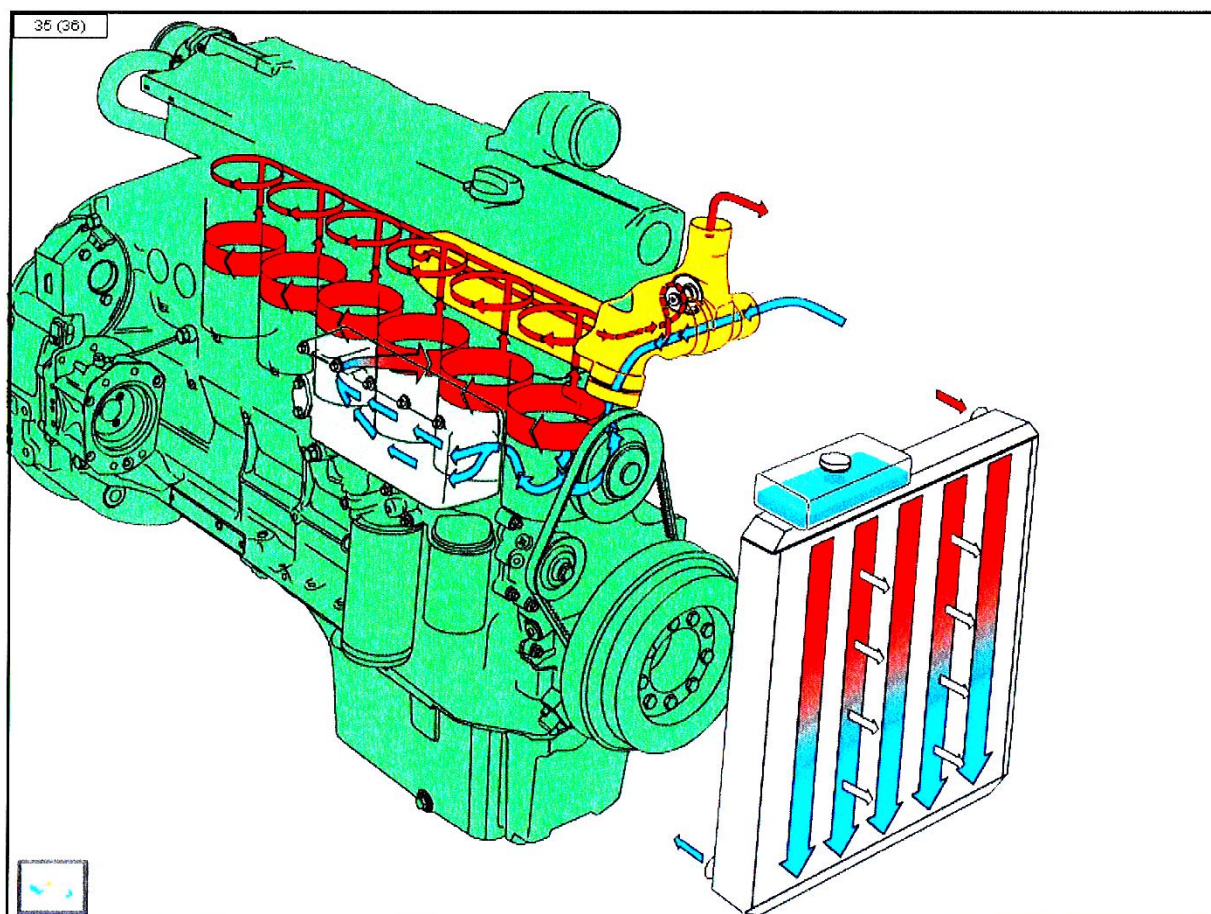
Lorsque le liquide se dilate sous l'effet de la chaleur, une partie de celui-ci pénètre dans le vase. L'air contenu au-dessus de la surface du liquide diminue de volume, ce qui augmente la pression. Cette pression permet le renvoi du liquide dans le radiateur.

Le bouchon du vase d'expansion est muni d'une soupape de sûreté pour éviter les surpressions.

À l'aide du principe de fonctionnement ci-dessus, en sachant que le système est représenté thermostat ouvert, motoventilateur enclenché et pompe à eau entraînée, tracer les flèches de circulation du liquide de refroidissement et de l'air.

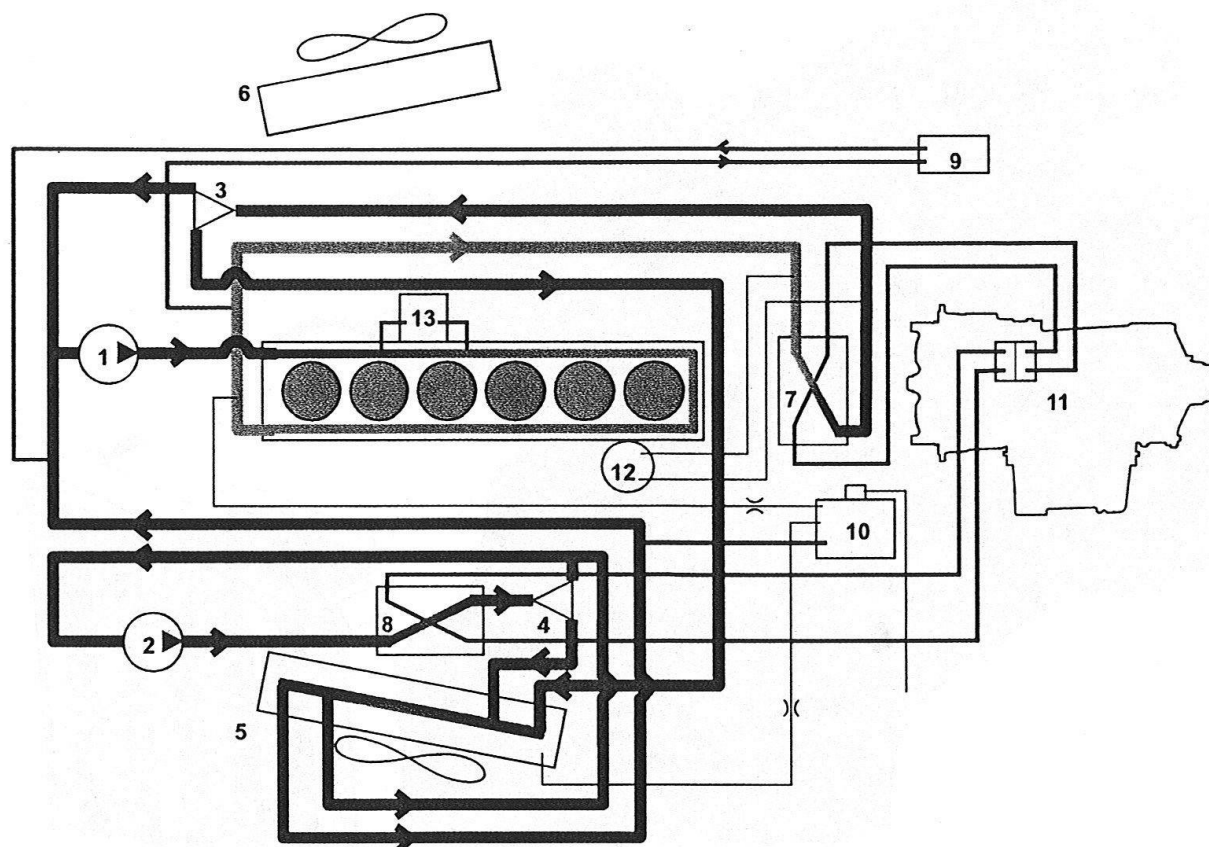


Moteur VOLVO D9



Les circuits de refroidissement de ces moteurs sont des circuits fermés (à circulation forcée).

Le tuyau de purge d'air partant du moteur au vase d'expansion passe de l'arrière du moteur sur le côté gauche pour remonter au vase d'expansion.



7-6. Système de refroidissement, principe.

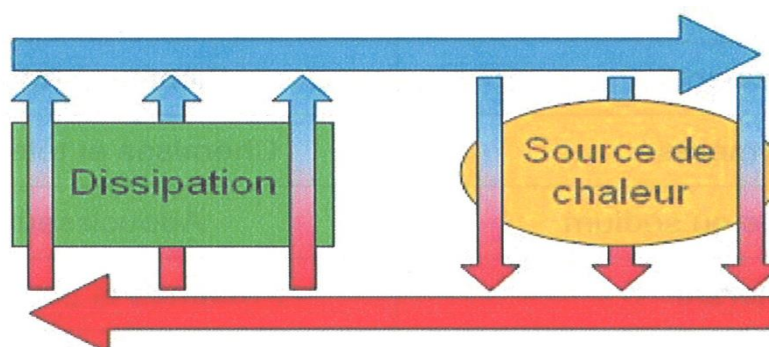
Le système de refroidissement du moteur D9 est similaire à celui équipant les versions plus anciennes de tombereaux articulés.

Il comporte 2 circuits, un circuit primaire desservant le moteur et le ralentisseur, et un circuit secondaire affecté à l'ensemble boîte de vitesses convertisseur de couple. La température plus basse du circuit de refroidissement secondaire est réglée par le thermostat secondaire.

1. Pompe à liquide de refroidissement, circuit primaire
2. Pompe à liquide de refroidissement, circuit secondaire
3. Thermostat, circuit primaire
4. Thermostat, circuit secondaire
5. Radiateur
6. Refroidisseur d'air de suralimentation
7. Refroidisseur de ralentisseur
8. Refroidisseur du convertisseur de couple
9. Réchauffeur de cabine
10. Vase d'expansion
11. Boîte de vitesses
12. Compresseur
13. Refroidisseur d'huile de graissage
14. Filtre à liquide de refroidissement avec additifs.

8- LE LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT

Le liquide de refroidissement est un liquide caloporteur utilisé, dans un circuit généralement fermé, dans le but d'évacuer des calories d'un système qui en produit plus qu'il ne peut en évacuer naturellement. Souvent, il s'agit d'eau avec un additif comme l'éthylène glycol ou le propylène glycol permettant d'augmenter la température d'ébullition et/ou d'augmenter sa résistance au gel. Ces additifs souvent indispensables nuisent parfois aux capacités calorifiques du fluide.



8-1. Principe d'utilisation.

Typiquement, le liquide suit un parcours fermé, à travers la partie dont on veut extraire la chaleur (la chaleur est captée), puis à travers la partie du circuit qui sert au refroidissement (l'énergie est dissipée). Lors de son passage dans la zone à refroidir, le liquide doit passer :

- Au plus proche de la source de chaleur,
- Avec la meilleure répartition autour de la (les) source(s),
- Avec le plus de contact possible avec la pièce à refroidir.

L'évacuation des calories se fait par le passage du liquide dans un élément radiateur offrant le maximum de contact à l'air ou tout autre milieu ambiant, il s'agit d'un échangeur de chaleur.

Dans le cas où l'un des deux fluides de l'échangeur est de l'air, la mise en place d'une circulation forcée (un ventilateur) permet d'augmenter les capacités d'échange et donc de refroidissement.

La circulation du liquide dans le circuit peut se faire naturellement (le liquide chaud provoque la surpression : on dit alors qu'il y a convection naturelle) ; mais, en général, elle est forcée par l'intermédiaire d'une pompe.

8-2. Composition

Eau déminéralisée +éthylène glycol + additifs + colorant



L'éthylène glycol est dangereux et est classé dans les déchets industriels spéciaux.



NOCIF. C'est un liquide au goût sucré, qui est :

TOXIQUE, IRRITANT, SENSIBILISANT, NARCOTIQUE
Son inhalation ou son ingestion provoque des vomissements,
une insuffisance rénale voir une paralysie.

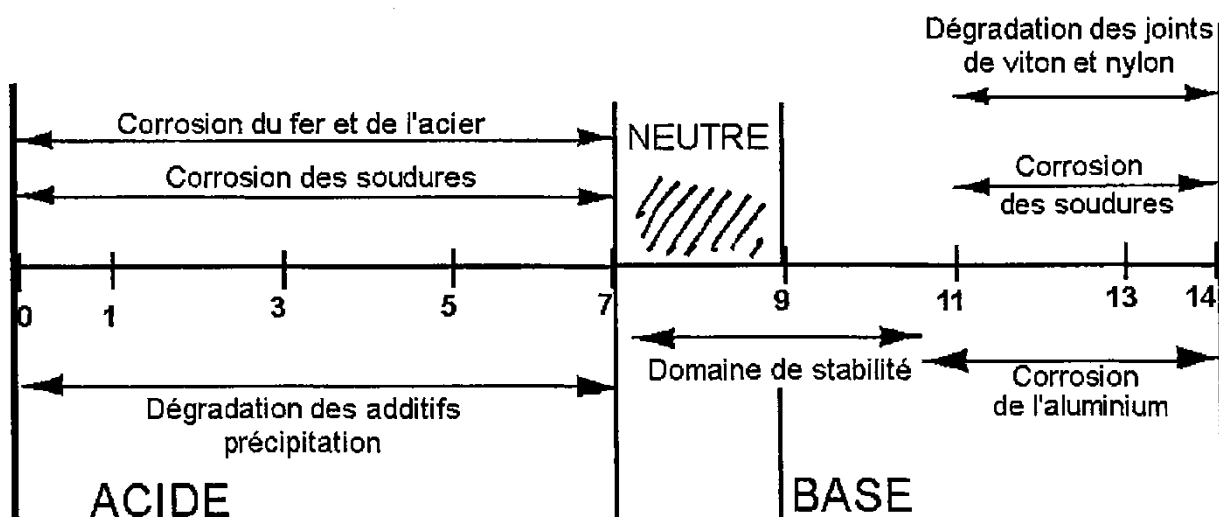
8-3. Les principaux additifs

ADDITIF	COMPOSANT PROTEGE
Silicate, nitrate, MBT-TT	Pompe, radiateur, refroidisseur
Nitrite, molybdate	Cavitation chemises
Caustique, bore, phosphate	Maintenir le pH neutre
Tensioactif	Eliminer le moussage
Polymères	Chemises et têtes de piston
Composés au sodium	Adoucisseur d'eau
Colorant	Présence et usure du liquide

8-4. Les principaux problèmes des circuits de refroidissement.

8-4.1. La corrosion.

Influence du pH sur la corrosion.



Dans un circuit de refroidissement les sources de formation d'acides sont nombreuses :

- Pollution par les gaz d'échappement, par le lubrifiant, par le carburant, par la dégradation du glycol en acide...

Les milieux acides ou basiques sont très agressifs vis-à-vis des métaux, c'est pourquoi il est important de maîtriser le pH du liquide de refroidissement, celui-ci doit être neutre quelque soit la température.

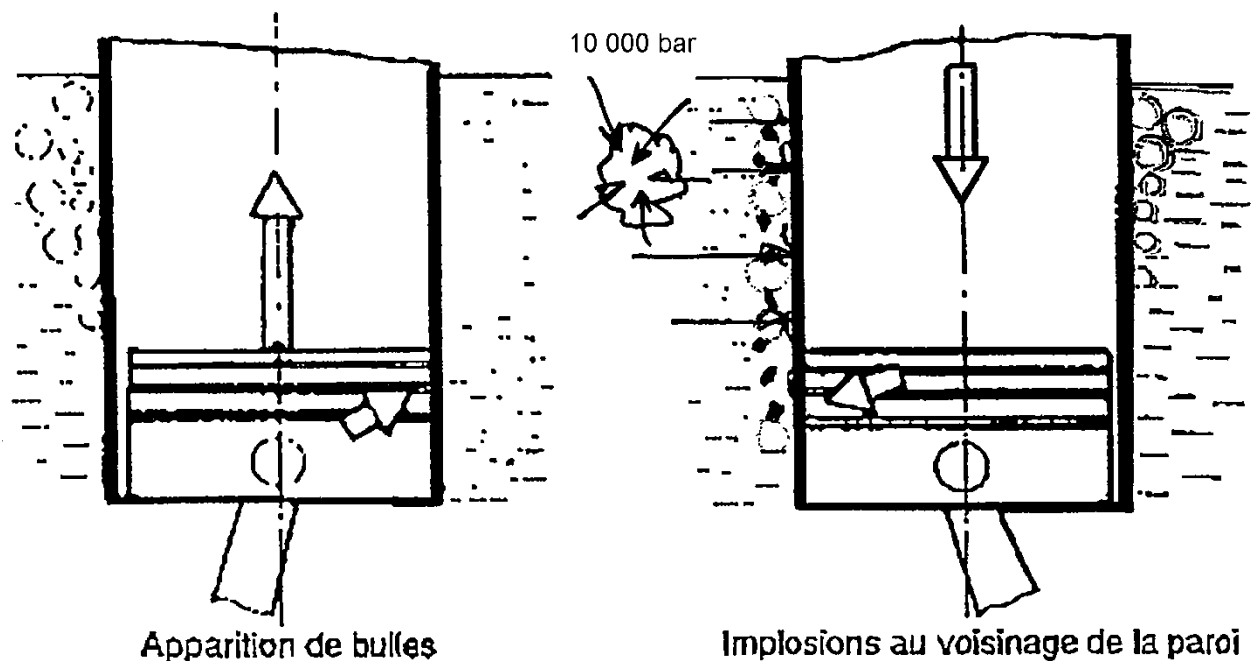
8-4.2. La cavitation

Ce phénomène a un effet destructeur au niveau des chemises et de la pompe à eau.

Le mécanisme de la cavitation au niveau des chemises humides est le suivant :

- Lors de la descente du piston, une partie de la poussée fournie par l'expansion des gaz est transmise à un côté de la chemise.

- Lorsque le piston remonte, la poussée s'inverse. Cette oscillation de la poussée fait vibrer la chemise.
- Ces vibrations sont transmises au liquide et créent une dépression au voisinage de la chemise. Cette dépression entraîne une vaporisation du liquide et donc l'apparition de petites bulles.
- Lorsque le piston descend, la compression des ces bulles va les faire imploser, ce qui engendre des pressions de 10 000 bar à côté de la paroi et provoque des arrachements de métal au niveau du cylindre et de la chemise voir dans certains cas la perforation de la chemise.



La cavitation apparaît aussi au niveau de la pompe à eau :

- La dépression qui se crée derrière les aubes provoque une vaporisation du liquide, apparition de bulles, qui vont alors imploser sur l'aube suivante sous l'effet de la brusque compression.

La cavitation, avant de provoquer la destruction de ces pièces , entraîne une pollution en particules de l'ensemble du circuit.

8-4.3. Conclusion

L'ensemble de ces problèmes : corrosion, cavitation, moussage, dépôts, tartre font que le liquide de refroidissement est un produit sophistiqué comportant beaucoup d'additifs.

Son choix doit se faire en respectant les préconisations des constructeurs ou en demandant les conseils d'un spécialiste.

TRAVAUX PRATIQUES

1-REEMPLACER LE LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT

Objectif:

- ☐ Évacuer les dépôts qui se forment dans les cavités du moteur et de la culasse afin d'éviter l'entartrage du moteur.
- ☐ Remplacer le liquide de refroidissement qui perd peu à peu de ses propriétés.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ☐ La revue technique du véhicule
- ☐ Du liquide de refroidissement
- ☐ Un bac pour récupérer le vieux liquide
- ☐ L'outillage courant.

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Rechercher dans la revue technique du véhicule

- > Le schéma du circuit.
- > La position des bouchons de vidange et des vis de purge.
- > La contenance du circuit.

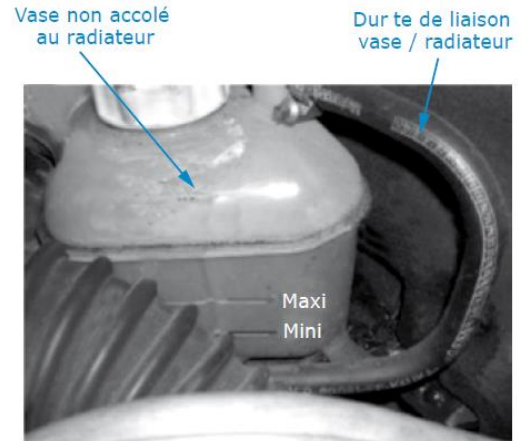
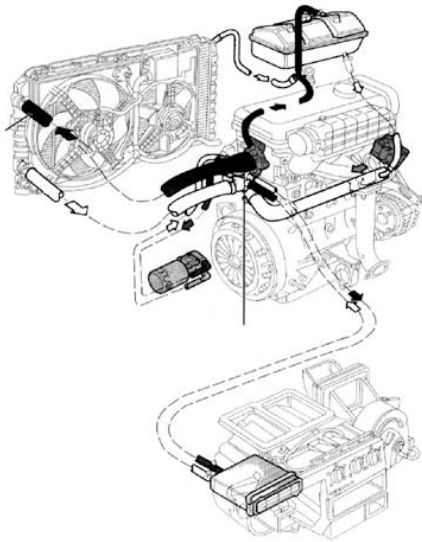
Préparer

- > La quantité de liquide de refroidissement nécessaire.
- > Un bac à vidange.
- > Les protections du véhicule (housse d'aile et de siège, tapis de sol).
- > Ouvrir lentement le circuit.
- > Déposer les bouchons de vidange du radiateur et du bloc-moteur.

RÉALISER L'INTERVENTION

Vidanger

- 1. Attendre** que la température du liquide ait diminué (ainsi que la pression). Faire chuter la pression résiduelle en ouvrant progressivement le bouchon de remplissage du vase d'expansion (ou du radiateur si le circuit ne comprend pas de vase).
- 2. Ouvrir** le bouchon de vidange du radiateur au-dessus d'un bac de récupération, ou déconnecter la durite inférieure.
- 3. Déposer** le bouchon de vidange du bloc moteur (rechercher son emplacement dans la revue technique).
- 4. Vider et nettoyer** le vase d'expansion.



► Mettre le vase au niveau.

Remplir

1. **Visser** le bouchon du bloc-moteur et le bouchon de vidange du radiateur, remonter la durite inférieure.
2. **Ouvrir** la ou les vis de purge.
3. **Remplir** le vase d'expansion jusqu'au repère maxi avec le liquide de refroidissement.

Purger

Dans tous les cas, mettre la commande de chauffage au maxi (au plus chaud).

Circuit sans vase d'expansion

Laisser tourner le moteur, bouchon de radiateur ouvert, jusqu'à ouverture du thermostat (le liquide circule dans la durite supérieure qui devient très chaude).

Circuit avec vase d'expansion

1. **Le liquide de refroidissement** est au niveau dans le vase.
2. **Le bouchon du radiateur** est fermé, celui du vase est ouvert.
3. **Placer** le vase le plus haut possible si le liquide ne s'écoule pas des vis de purges.
4. **Fermer** les vis de purge dès que le liquide s'écoule en jet continu (sans bulle d'air), compléter le niveau du vase et fermer le circuit.
5. **Démarrer** le moteur et le maintenir au régime de 1500 tr/min.
6. **Laisser tourner** le moteur jusqu'à l'enclenchement puis l'arrêt du moto ventilateur de refroidissement.
7. **Ramener** le moteur à son régime de ralenti.
8. **Arrêter** le moteur puis attendre son refroidissement.
9. **Ouvrir** lentement le bouchon du vase d'expansion pour faire chuter la pression
10. **Contrôler et corriger** le niveau si nécessaire.



Radiateur de refroidissement



- Mettre le chauffage au maximum pour que le liquide circule dans le radiateur de chauffage habitacle et que le circuit soit purger correctement.

À NOTER

Si le vase d'expansion est fixé au point le plus haut du circuit, il n'est pas nécessaire de le soulever. S'il est solidaire du radiateur, bien suivre les instructions du constructeur (revue technique).

Il est nécessaire de contrôler le circuit de refroidissement lors du remplacement du liquide de refroidissement.

Ne jamais ouvrir la vis de purge moteur tournant.

Ne jamais ouvrir le bouchon du vase d'expansion moteur chaud.

2-CONTRÔLER LE CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT

Objectif:

- ☐ Contrôler et diagnostiquer une anomalie sur un circuit de refroidissement dû à un échauffement du moteur
- ☐ Contrôler l'étanchéité du circuit de refroidissement.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ☐ La revue technique du véhicule
- ☐ Du liquide de refroidissement
- ☐ Le matériel spécifique de la rubrique « préparer ».

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Rechercher dans la revue technique du véhicule

- > Le schéma du circuit de refroidissement avec ses composants.
- > Les températures d'ouverture du thermostat et de mise en marche du moto-ventilateur.
- > La pression de tarage de la soupape du vase d'expansion.

Préparer

- > Un pèse antigel.
- > Un contrôleur d'étanchéité.
- > Un thermomètre.

RÉALISER L'INTERVENTION

Contrôler (moteur arrêté)

1. Laisser refroidir quelques minutes et ouvrir les bouchons du vase d'expansion et du radiateur (s'il est distinct). Vérifier si :

- le niveau est correct dans le vase,
- la protection contre le gel est correcte (à l'aide du pèse antigel).

2. Contrôler :

- le serrage de tous les colliers
- l'état apparent des courroies, des durites et du radiateur
- la pompe à eau (fuite visuelle et contrôle du jeu si elle est accessible)

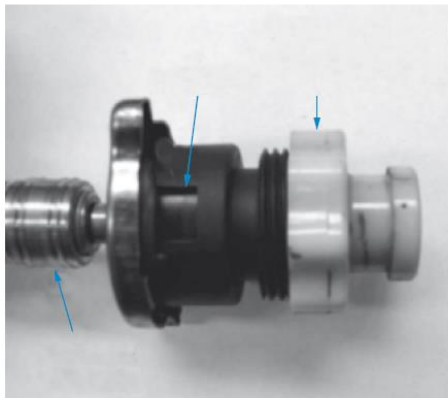
3. Contrôler les éventuelles fuites : Mettre le circuit en pression. Monter l'embout du contrôleur d'étanchéité à la place du bouchon du radiateur ou du vase d'expansion selon le montage. Pomper jusqu'à une pression de 0,1 bar inférieure à la pression de tarage de la soupape du vase. Contrôler les fuites éventuelles sur tous les éléments du circuit (durites, raccords, pompe à eau, radiateur...).



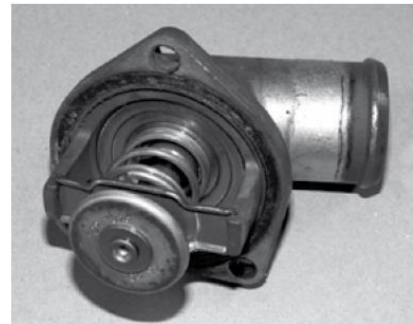
Pèse antigel

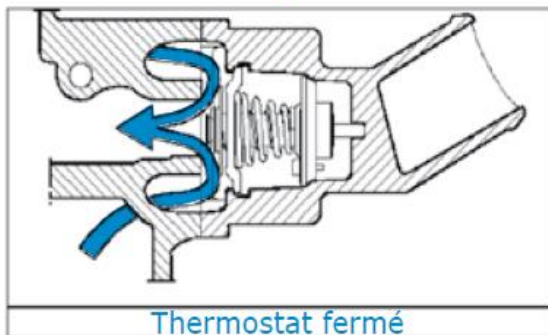


Contrôleur d'étanchéité

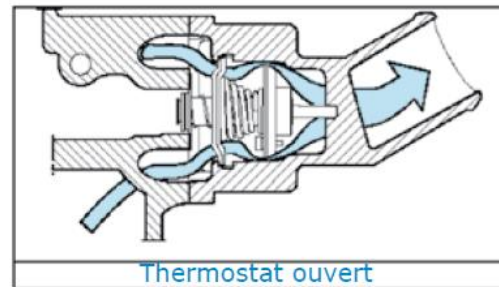


Raccord pour contrôler la pression de tarage de la soupape du bouchon





Thermostat fermé



Thermostat ouvert

Calorstat

4. Vérifier la pression de tarage de la soupape du vase (à l'aide du contrôleur d'étanchéité).

5. Contrôler le fonctionnement du moto-ventilateur: Débrancher le connecteur du thermo-contact et relier les deux bornes électriquement entre elles ; le ventilateur doit tourner (contact mis). S'il ne tourne pas, changer le thermo-contact. Ce test est possible si le véhicule n'est pas multiplexé. Sinon, il faut faire un test actionneur à l'aide de l'outil de diagnostic.

Contrôle de la régulation de température

Le niveau du vase est correct, la courroie est tendue et le circuit est purgé. Le thermo-contact a été contrôlé, il fonctionne.

Contrôler la température de déclenchement du moto-ventilateur à l'aide de l'indicateur du tableau de bord ou d'un thermomètre. S'il y a dysfonctionnement :

> **Thermostat bloqué fermé** : La mise en relation avec le radiateur ne se fera pas et donc le moteur va surchauffer (risque pour le joint de culasse), les moto-ventilateurs ne se déclencheront pas car la sonde qui les commande ne recevra pas de liquide chaud.

> **Thermostat bloqué ouvert** : Le moteur verra toujours son liquide circuler vers le radiateur, donc il sera dès le départ refroidi. Le moteur n'arrivera pas à atteindre une température de fonctionnement normale (T de liquide entre 80 et 90°), ce qui impliquera une consommation et une pollution en hausse.

> **Thermostat qui grippe** : La montée en température se fera normalement mais on va dépasser le seuil de température normale pour l'ouverture, puis il va s'ouvrir d'un coup et la température chutera alors rapidement pour devenir normale.

Dans tous les cas, si l'indicateur du tableau de bord entre dans sa zone rouge ou si la lampe témoin de température s'allume alors que le liquide n'a pas circulé dans la durite supérieure, il faut remplacer le Thermostat.

3-VIDANGER UN MOTEUR

Objectif:

- ☐ Remplacer l'huile du moteur au kilométrage préconisé par le constructeur
- ☐ Contrôler les niveaux des différents liquides
- ☐ Effectuer les contrôles usuels

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ☐ L'huile moteur préconisée
- ☐ Le filtre
- ☐ La clé à vidange, la clé à filtre et le bac à vidange
- ☐ Le manuel de bord du véhicule ou la revue technique

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

Relever dans le manuel du véhicule

- > Le type d'huile moteur préconisée.

- > La quantité d'huile nécessaire.
- > Le type d'huile de transmission.
- > Le type de liquide de freins.
- > Quelle huile pour le moteur ?
- > Quelle huile pour la boîte ?
- > Quelle huile pour les freins ?
- > Quelle quantité ?

Préparer

- > La quantité d'huile nécessaire.
- > Le filtre à huile.
- > La clé à vidange, la clé à filtre.
- > Le bac à vidange.
- > Un chiffon et les protections du véhicule (housse d'aile et de siège, tapis de sol).

RÉALISER L'INTERVENTION

Vidanger

1. **Ouvrir** le bouchon de remplissage d'huile et la jauge.
2. **Lever** le véhicule.
3. **Dévisser** le bouchon de vidange au-dessus du bac et laisser égoutter.

Remplacer le filtre à huile

1. **Placer** le bac sous le filtre.
2. **Dévisser** le filtre à l'aide de l'outil spécifique ou d'une sangle spéciale. Vider l'huile dans le bac.
3. **Huiler** le joint du nouveau filtre.
4. **Visser** jusqu'au contact avec le bloc moteur.
5. **Serrer** à la main de $\frac{3}{4}$ de tour.

Remplir

1. **Remplacer** le joint de bouchon de vidange.
2. **Revisser** le bouchon après écoulement complet. Serrer modérément.
3. **Essuyer** le carter inférieur.
4. **Enlever** le bac de vidange et baisser le véhicule.
5. **Verser** l'huile lentement. Replacer la jauge, vérifier le niveau après un temps d'écoulement.
6. **Placer** une étiquette de vidange ou remettre l'indicateur de maintenance du tableau de bord à 0.

Vérifier les niveaux

1. Boîte de vitesses

Boîte manuelle : Rechercher dans la revue technique la position du bouchon de niveau. Le dévisser. L'huile doit affleurer la partie inférieure du trou.

Boîte automatique : Faire tourner le moteur.

Tirer la jauge spéciale et vérifier le niveau.

Ajouter l'huile préconisée par le trou de niveau si nécessaire.

2. Freins

Vérifier le niveau dans le bocal situé sur le maître cylindre.

Ajouter l'huile spéciale freins si le niveau est en dessous du mini.

3. Liquide de refroidissement

Vérifier le niveau dans le vase d'expansion.

Ajouter le liquide jusqu'au repère maxi.

4. Batterie (sauf dans le cas d'une batterie sans entretien)

Vérifier le niveau d'électrolyte de chaque élément.

Compléter avec de l'eau distillée (10 mm au-dessus des plaques).

À NOTER

Il est possible de vidanger par aspiration grâce à une pompe électrique. Toutefois, il est recommandé de vidanger de temps en temps par le dessous afin de détecter la présence éventuelle de corps étranger dans l'huile (eau, limaille, etc.).



Dévisser

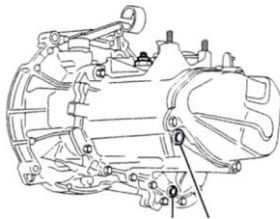


Remplacer le filtre à huile

Indice
de fluidité
à froid



**Comment lire
la viscosité d'une huile ?**



1. Bouchon de vidange
2. Bouchon de remplissage

