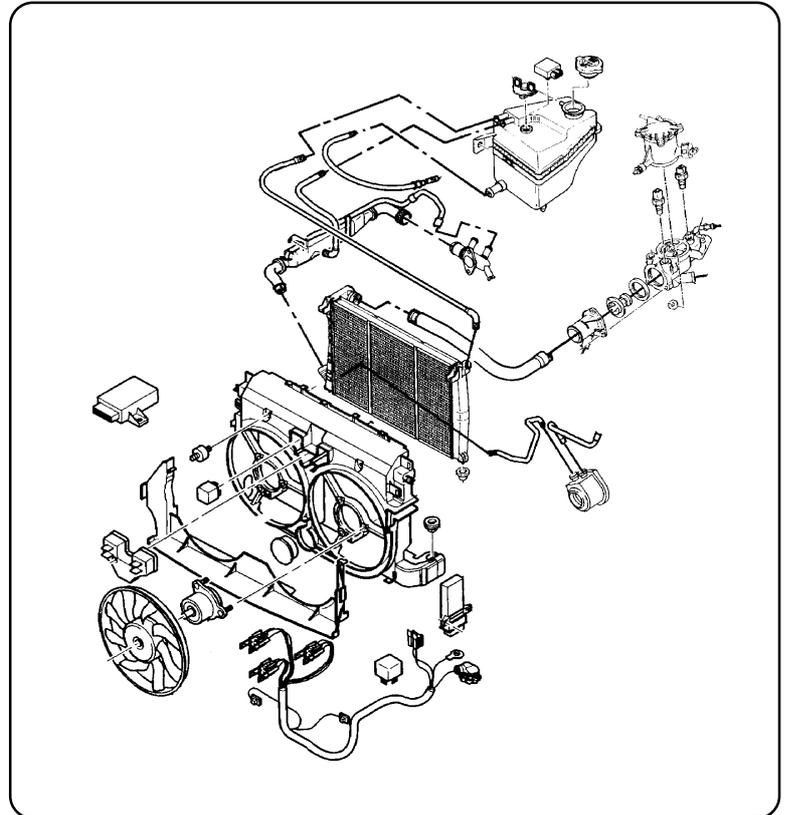
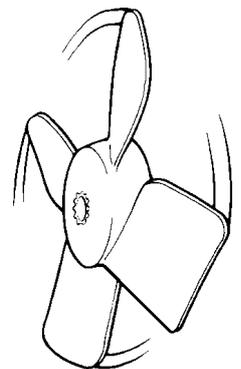


LE REFROIDISSEMENT DES MOTEURS



LA RÉGULATION DE TEMPÉRATURE



LE REFROIDISSEMENT**PROBLÈME POSÉ - ANALYSE*****ORIGINE DE LA CHALEUR***

Combustion des gaz dans le cylindre et la chambre de combustion (2000°C).
Frottement des pièces en mouvement.

CONSÉQUENCES D'UN MANQUE DE REFROIDISSEMENT

Dilatation des pièces	>>> Serrage, grippage...
Dilatation des gaz	>>> Diminution du taux de remplissage.
T° élevée des gaz	>>> Auto-inflammation.
Modification des matériaux	>>> Usure voire casse d'organes.
Altération du lubrifiant	>>> Carbonisation, calamine, graissage peu performant...

CONSÉQUENCES D'UN REFROIDISSEMENT TROP IMPORTANT

Combustion lente et incomplète	>>> perte de puissance, pollution et surconsommation.
Condensation du carburant	>>> Surconsommation.
Condensation eau de l'huile	>>> Oxydation.
Essence liquide sur les parois	>>> Dilution de l'huile: graissage défectueux.

FINALITÉ DU SYSTÈME

RÉGULER LA TEMPÉRATURE DU MOTEUR

Le système de refroidissement permet :

une montée en température rapide.
un maintien de la température idéale au bon fonctionnement.
l'évacuation des calories excédentaires.

PRINCIPE UTILISÉ

Un fluide "calorporteur" récupère les calories des pièces soumises à hautes températures pour les évacuer dans l'atmosphère.

Ce fluide peut être : >>> **L'AIR** ou >>> **L'EAU**

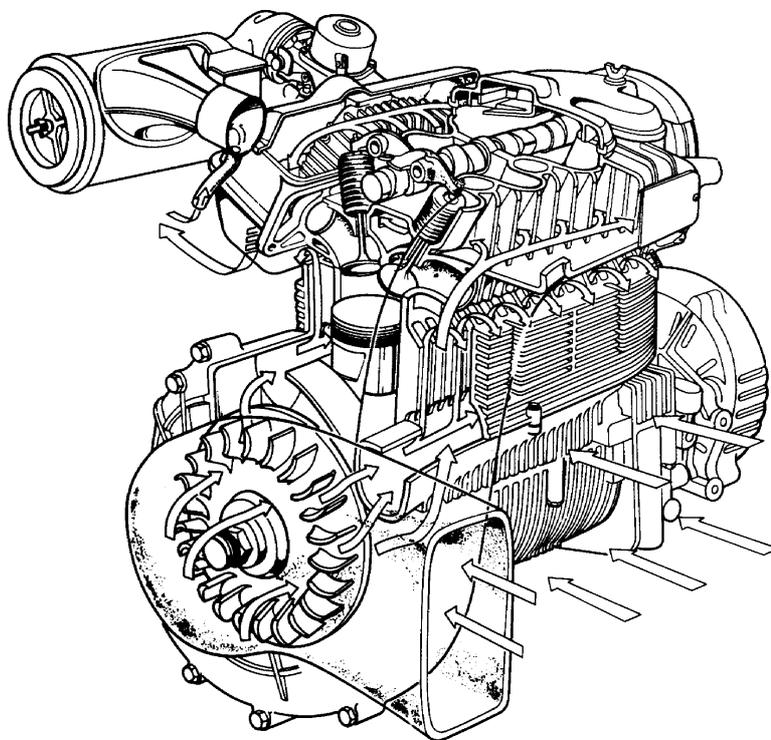
Remarque: **L'huile du moteur** participe très activement au refroidissement des pièces en mouvement.

LE REFROIDISSEMENT

SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

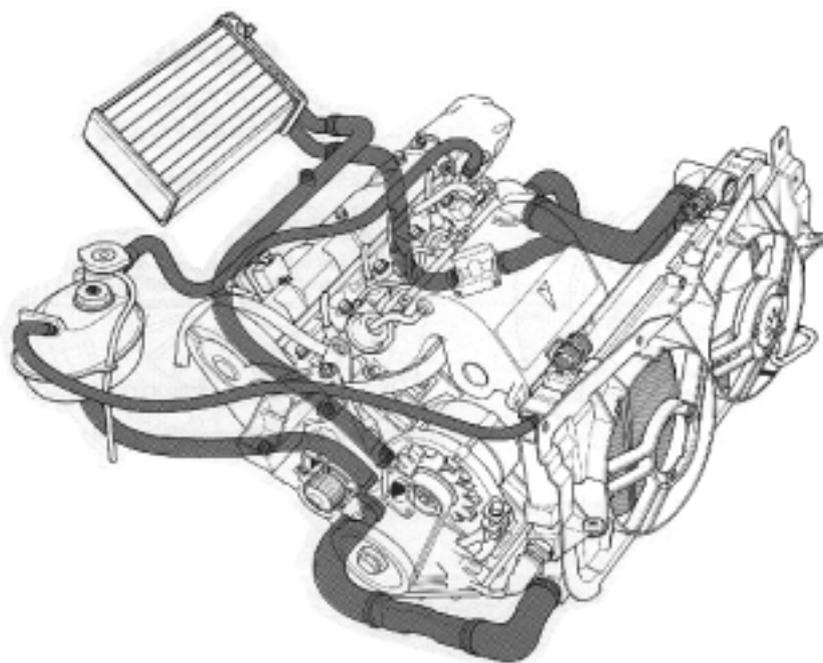
REFROIDISSEMENT

PAR AIR ...

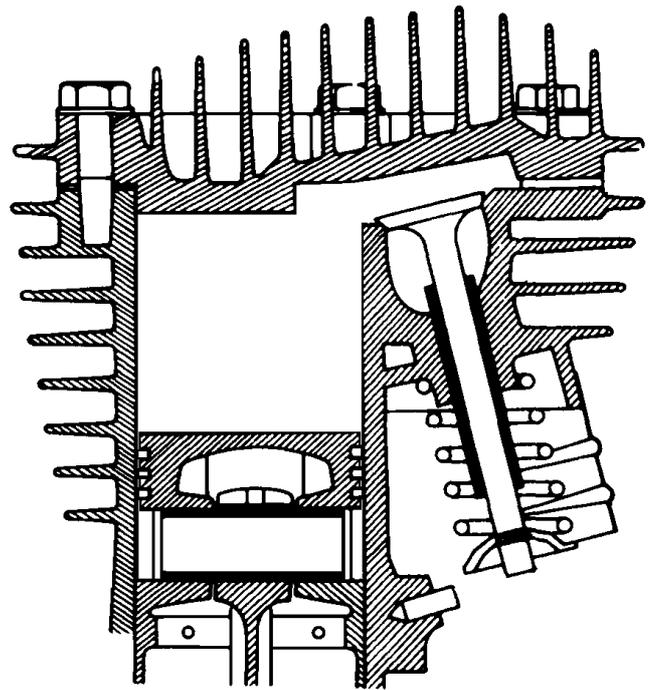
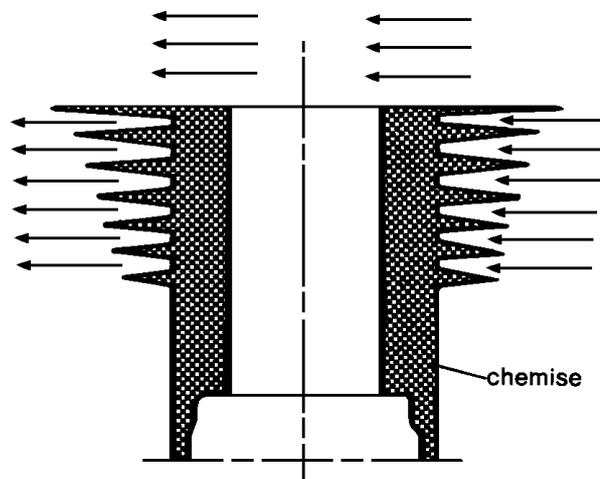


REFROIDISSEMENT

PAR EAU ...



LE REFROIDISSEMENT

LE REFROIDISSEMENT PAR AIR

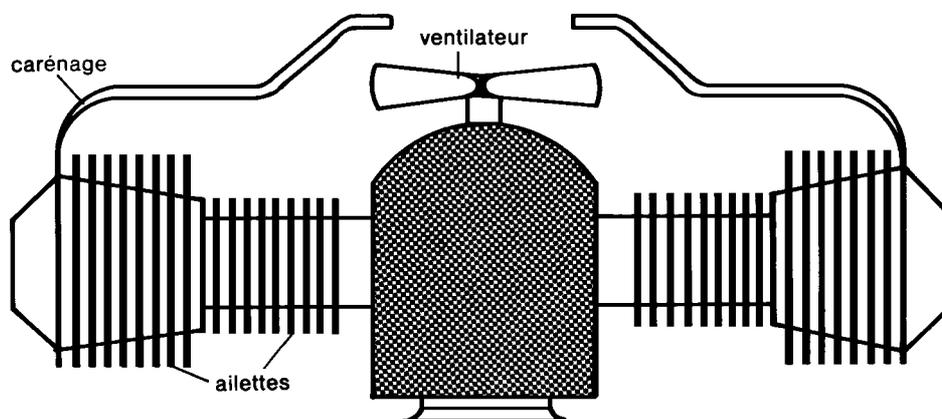
Les cylindres sont munis d'ailettes orientées pour que le courant d'air provoqué par le déplacement du véhicule circule facilement entre elles. En automobile, le système est complété par un ventilateur ou turbine. Les cylindres sont alors enfermés dans un habillage en tôle, destiné à canaliser l'air. Parfois, un volet commandé manuellement ou automatiquement par un thermostat, faisait varier la circulation d'air selon la température du moteur et de l'extérieur.

Avantages :

- >>> Simplicité et faible coût de construction.
- >>> Gain de poids.
- >>> Peu de défaillances et d'entretien.

Inconvénients :

- >>> Régulation de température imprécise.
- >>> T° moyenne élevée, donc remplissage moins bon.
- >>> Rendement, puissance et consommation moins favorables.
- >>> Pollution moins maîtrisée.

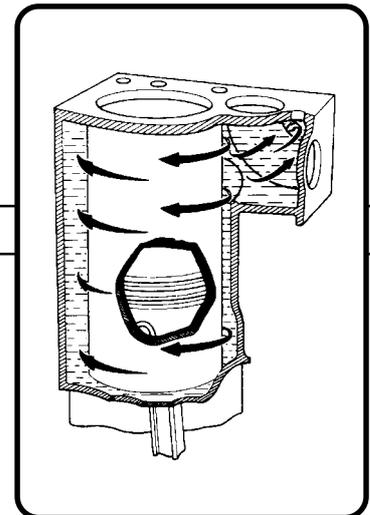
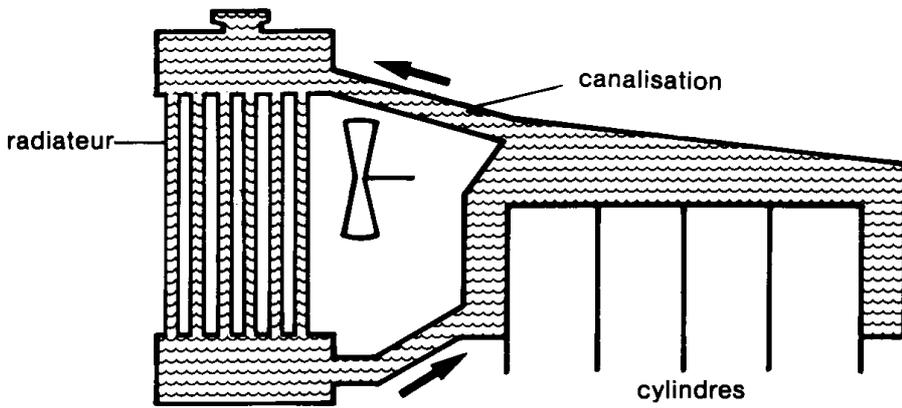


LE REFROIDISSEMENT

LE REFROIDISSEMENT PAR EAU

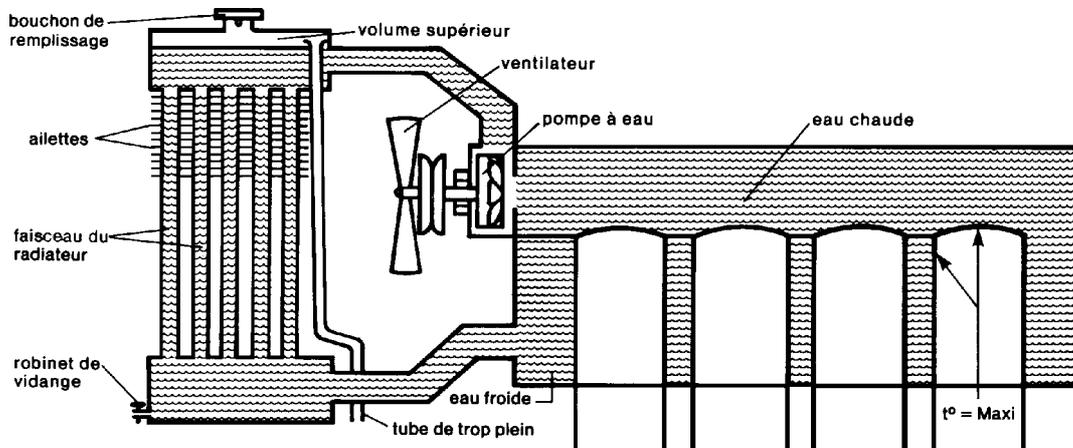
Circulation de l'eau par thermosiphon

L'eau chaude monte, l'eau froide descend : une circulation naturelle de l'eau s'effectue avec les changements de température. Vitesse du fluide : 20 cm/s. Ce système n'est évidemment plus compatible avec les performances des moteurs automobiles actuels.



Circulation de l'eau accélérée par pompe

La turbine de la pompe augmente la vitesse de circulation de l'eau (ex: 1 m/s)



LE REFROIDISSEMENT

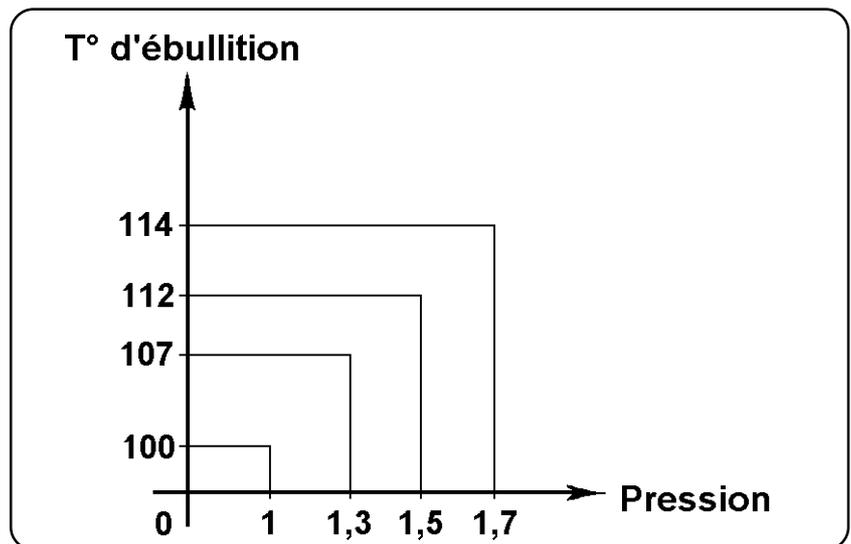
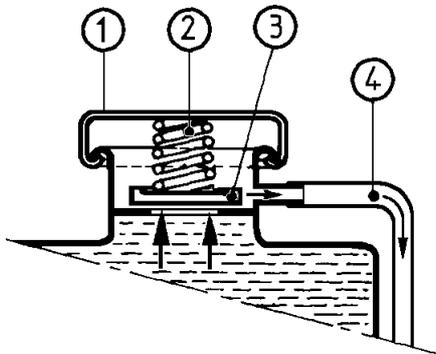
CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

Afin d'améliorer la combustion et le rendement du moteur, il est souhaitable d'augmenter sensiblement sa température moyenne de fonctionnement.

PROBLÈME À la pression atmosphérique, l'eau atteint sa température d'ébullition à 100°C.

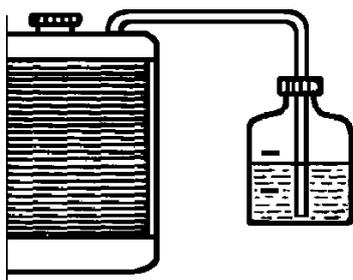
SOLUTION Il est possible d'augmenter cette température en mettant le circuit sous pression.

**RELATION
PRESSION / TEMPÉRATURE**

**ANCIENNE SOLUTION TECHNOLOGIQUE**

La pression est maintenue grâce à un bouchon de pression placé sur l'orifice de remplissage de radiateur.

Lorsque la température du liquide augmente, celui-ci se dilate. Le bouchon de remplissage du radiateur possède un clapet (3) maintenu par un ressort taré (2). Le clapet ne s'ouvrira qu'à partir d'une certaine pression (>Pa). Ainsi il laissera s'échapper le liquide par le tube de trop-plein (4). Ce système obligera à un entretien régulier : il faudra régulièrement refaire le niveau dans le radiateur car le liquide qui a débordé est perdu.

NOUVELLE SOLUTION TECHNOLOGIQUE**Circuit scellé.**

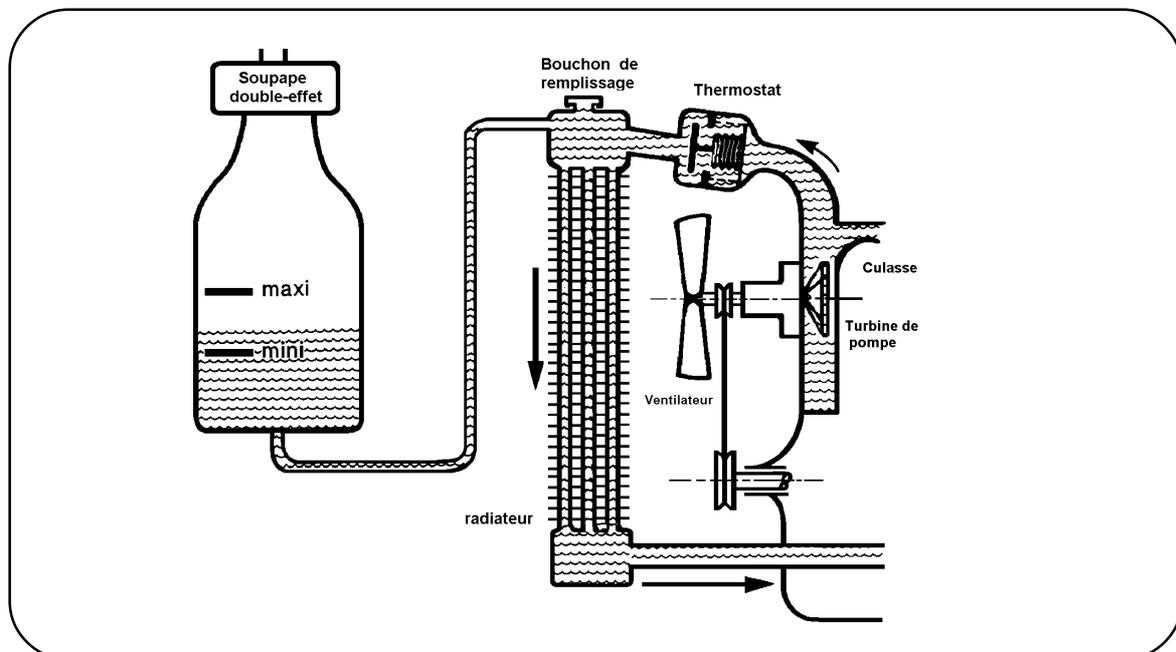
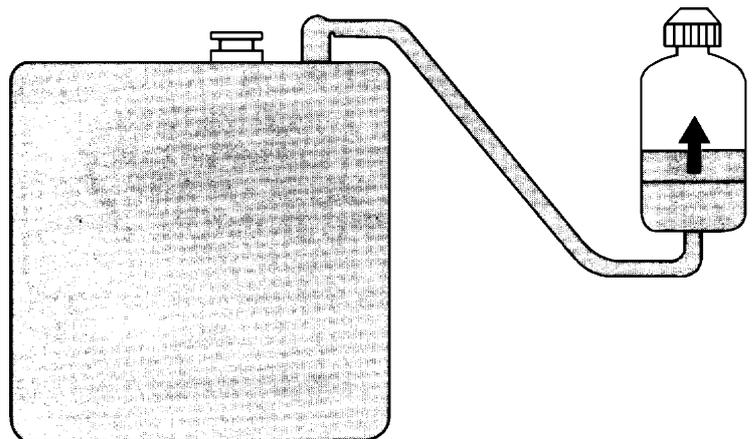
Le bouchon de pression est placé sur un vase d'expansion, lui-même relié au radiateur.

Parfois, le vase d'expansion est intégré au radiateur.

LE REFROIDISSEMENT

LE CIRCUIT SCELLÉ

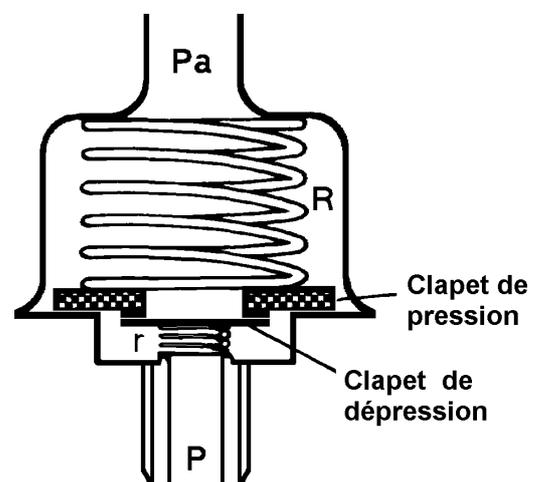
Le vase d'expansion, en communication permanente avec le radiateur, sert à absorber les variations de volume du liquide dues à l'échauffement et au refroidissement du moteur. Ainsi, il maintient un niveau maxi constant dans le radiateur et empêche la consommation de liquide de refroidissement (moins d'entretien et sécurité de fonctionnement).



Le bouchon du vase d'expansion contient une soupape double-effet:

Le clapet de pression ne s'ouvre que si la pression dans le circuit ne dépasse 0.8 à 1.5 bar selon les cas.

Le clapet de dépression laisse entrer l'air dans le circuit lors d'une baisse de niveau (refroidissement) lorsque la dépression est d'environ 0,05 bar.



LE REFROIDISSEMENT

LA RÉGULATION DE TEMPÉRATURE

Une mauvaise régulation de la température du moteur entraîne des problèmes de :

>>> combustion

>>> pollution

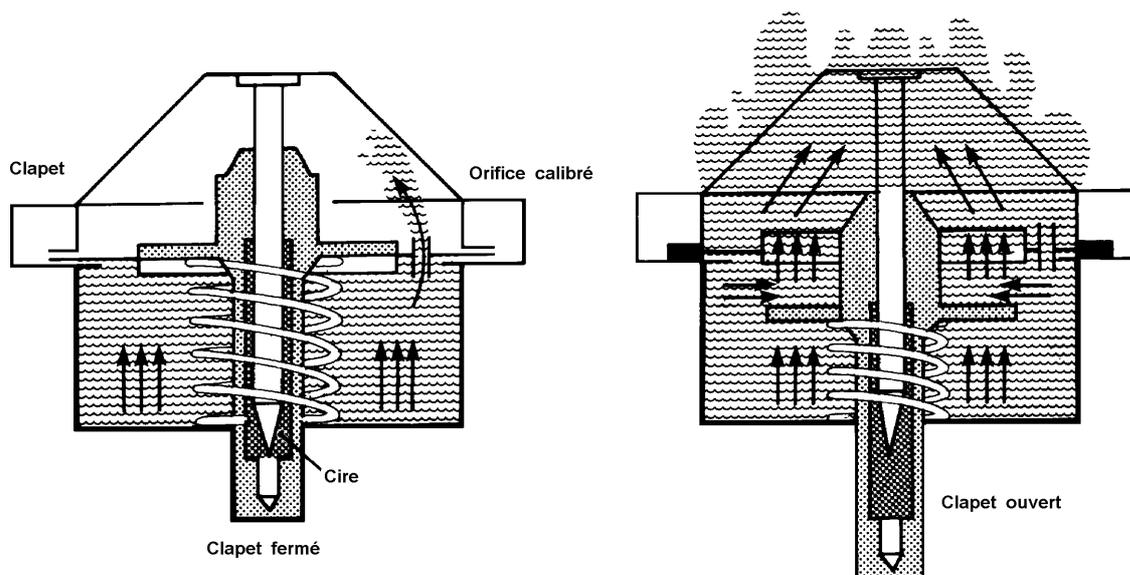
>>> lubrification

MOYENS UTILISÉS

LE THERMOSTAT OU CALORSTAT

Lorsque le moteur est froid, le clapet du thermostat est fermé et empêche la circulation d'eau vers le radiateur. Ainsi la montée en température du moteur sera beaucoup plus rapide. Un petit orifice de circulation réduite empêche toutefois la formation de poche d'air. Signalons qu'en général, même lorsque le moteur est froid, le montage particulier du thermostat permet à l'eau de se diriger vers l'aérotherme afin de favoriser au maximum le chauffage de l'habitacle si nécessaire.

Lorsque l'eau est chaude (ex: 85 °C), elle dilate la cire qui ouvre le clapet à la circulation du liquide vers le radiateur qui assurera une évacuation énergétique des calories excédentaires.



LE REFROIDISSEMENT

LE MOTO - VENTILATEUR

Le mise en route ou l'arrêt du ventilateur est assuré automatiquement par un thermo-contact et un relais.

Exemple de température de fonctionnement :

- >>> Enclenchement 1ère vitesse : 96 °C
- >>> Enclenchement 2ème vitesse : 101 °C
- >>> Enclenchement post-ventilation : 105 °C

Certains véhicules ont 2 ventilateurs dont le fonctionnement peut être simultané ou décalé grâce à 2 sondes de t° placées à des hauteurs différentes.

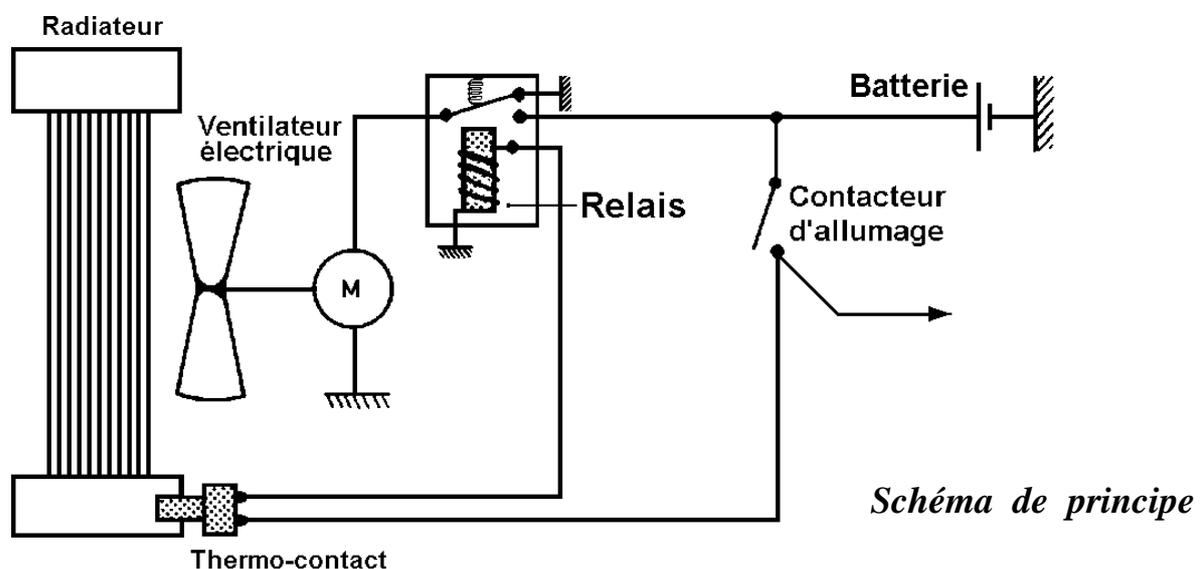


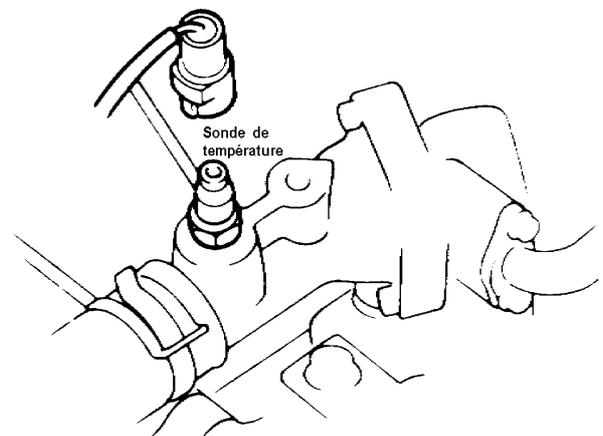
Schéma de principe

AUTRE SOLUTION: Le ventilateur débrayable. Entraîné par courroie, son mouvement pouvait être solidarisé ou désolidarisé grâce à un électro-aimant.

ORGANE DE SÉCURITÉ

Une sonde d'alerte placée sur une partie haute du moteur permet l'allumage du témoin d'alerte du tableau de bord en cas de surchauffe moteur.

Ce type de sonde peut également commander un thermomètre de température d'eau situé au tableau de bord.

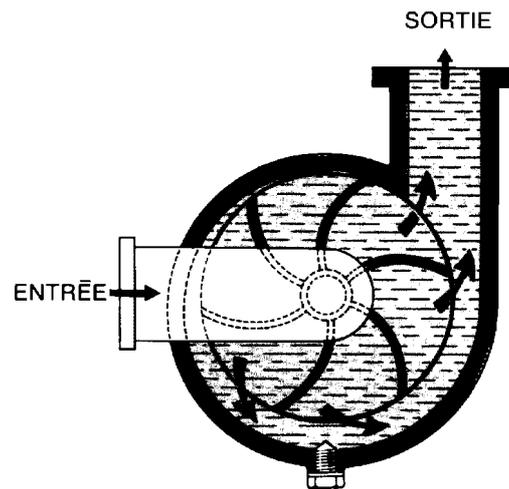
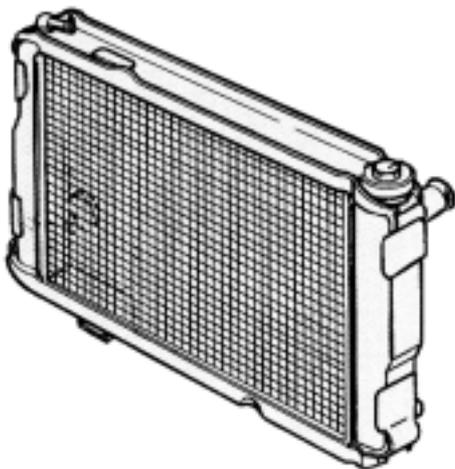


LE REFROIDISSEMENT**LA POMPE À EAU**

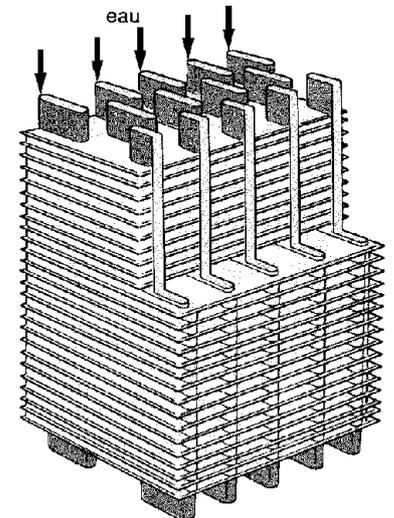
La pompe à eau, entraînée par courroie, est généralement de type centrifuge.

Sous l'effet de la force centrifuge, l'eau est chassée à la périphérie de la roue, créant ainsi une dépression à l'entrée de la pompe, au centre.

L'axe est décentré pour permettre une légère circulation d'eau par thermosiphon après l'arrêt du moteur.

**LE RADIATEUR**

Il est chargé d'évacuer les calories excédentaires dans l'atmosphère. L'eau circule dans un faisceau tubulaire qui est en contact avec des ailettes. Ces ailettes servent à augmenter considérablement la surface d'échange thermique entre l'eau et l'air. La surface frontale du radiateur est un facteur important dans la dissipation de la chaleur.

**LE LIQUIDE DE REFROIDISSEMENT**

- RÔLE** >>> Il est l'agent de transport des calories du moteur vers le radiateur.
- QUANTITÉ** >>> Les moteurs des véhicules de tourisme en contiennent de 5 à 10 litres.
- COMPOSITION** >>> On utilise maintenant des liquides prêts à l'emploi; ils sont fabriqués à base d'ÉTHYLÈNE et de GLYCOL. Ils contiennent également des additifs INHIBITEURS de corrosion.
- QUALITÉS**
- >>> Protection contre le gel : de - 20 °C à - 35 °C selon la composition.
 - >>> Ils supportent les températures très élevées.
 - >>> Ils protègent le circuit des corrosions diverses (métal, plastiques, sels...)