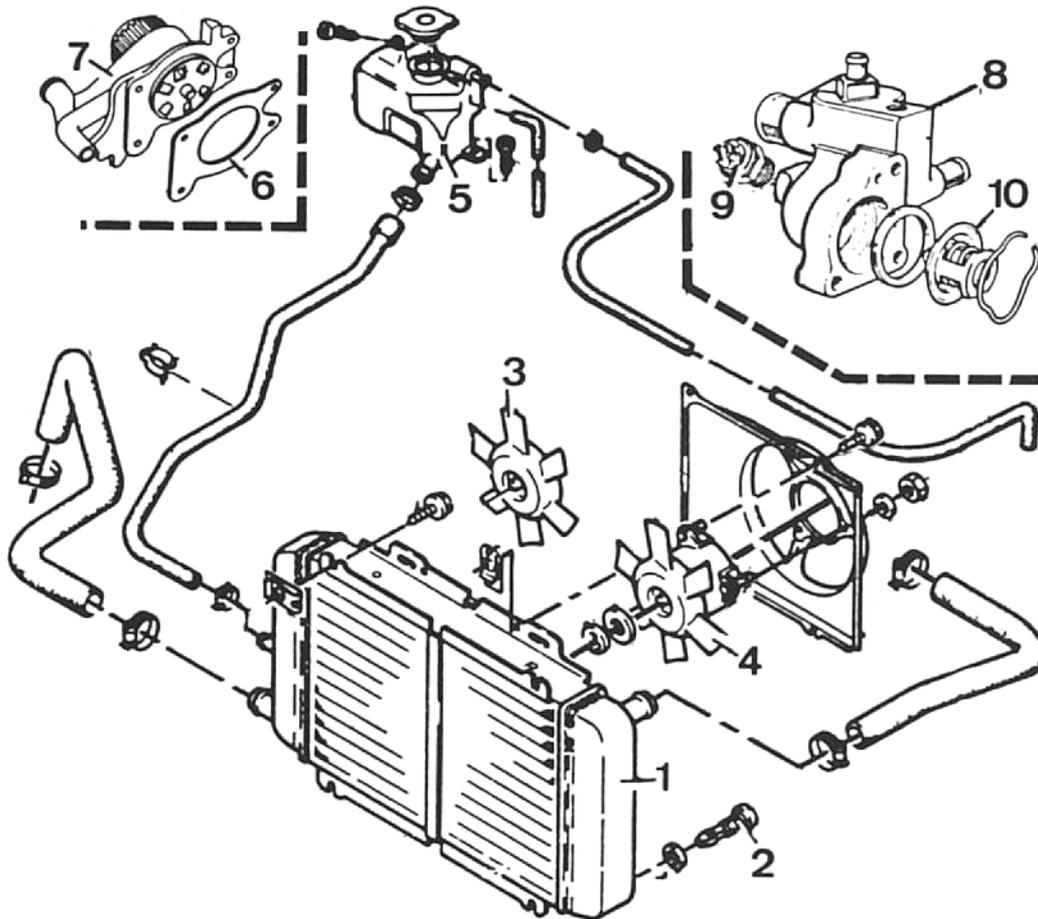
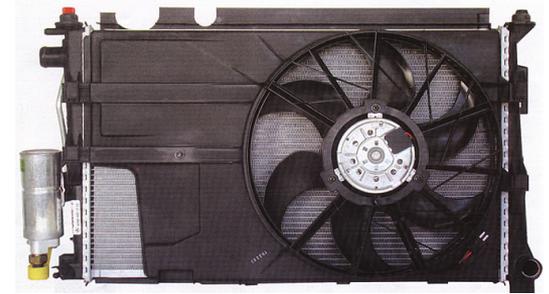


# LE REFROIDISSEMENT



## Origine de la chaleur

La chaleur dégagé par le moteur provient principalement de la .....

On peut aussi y ajouter les divers .....

Une température trop élevée entraîne :

- une ..... des pièces (risque de grippage )
- une ..... du taux de remplissage
- une ..... du mélange
- Une modification des propriétés des métaux
- la décomposition du lubrifiant

Une température trop faible entraîne :

- une mauvaise combustion
- le lavage des cylindres

Il faut maintenir le moteur à une température régulière (~ .....°C) afin de ne pas affecter son rendement thermique et d'éviter la destruction des différents organes.

C'est le rôle du .....

# FONCTION D'USAGE

- **Le système de refroidissement, qu'il soit par eau ou par air, va permettre de dissiper la chaleur due :**
  - à la combustion des gaz,
  - au frottement des différentes pièces en mouvement.

## **Réalisation du refroidissement :**

**Le refroidissement s'effectue par contact des métaux constituant la chambre de combustion avec un fluide réfrigérant.**

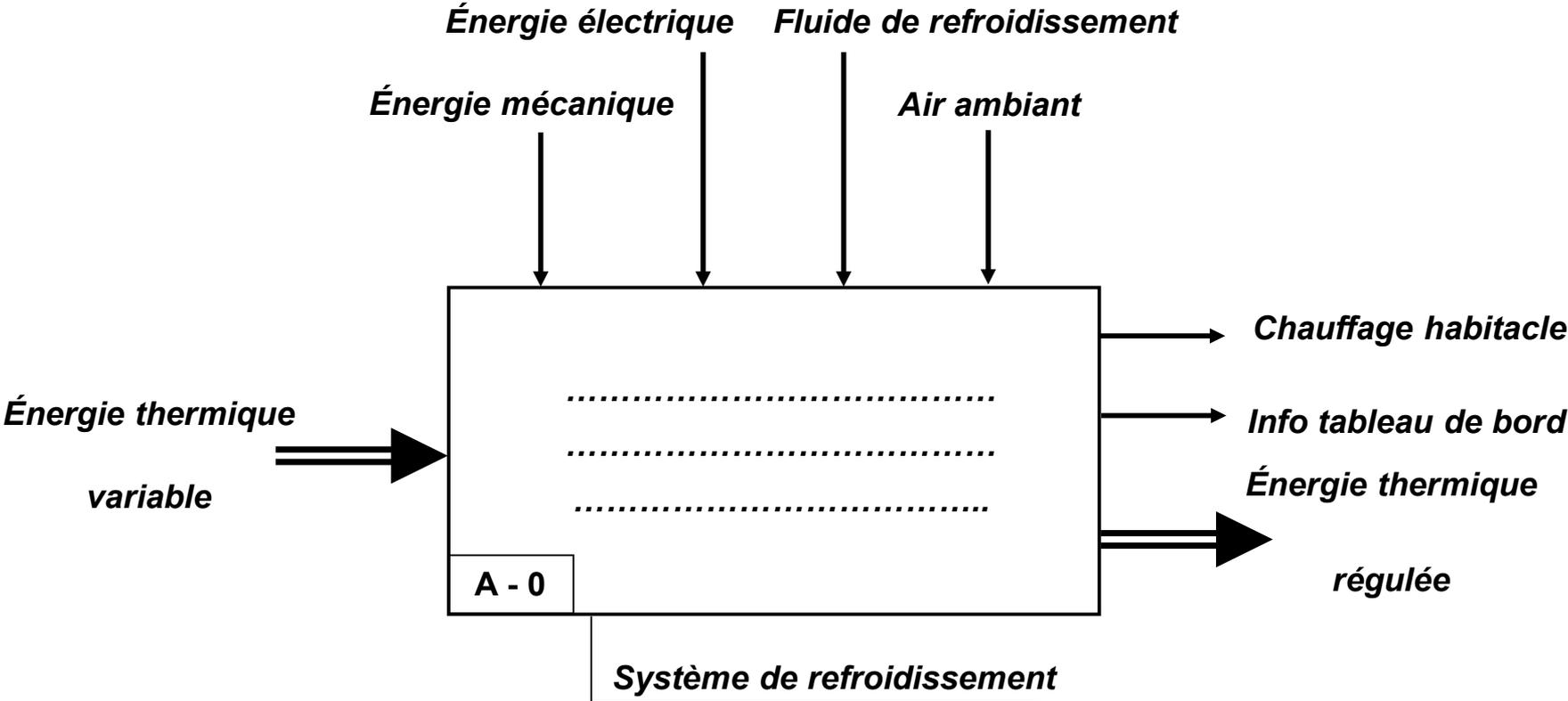
**Ces métaux doivent posséder une bonne conductibilité thermique.**

**Les parois doivent être minces et offrir une grande surface de contact avec le fluide. Celui-ci doit circuler à une vitesse proportionnelle au dégagement des calories.**

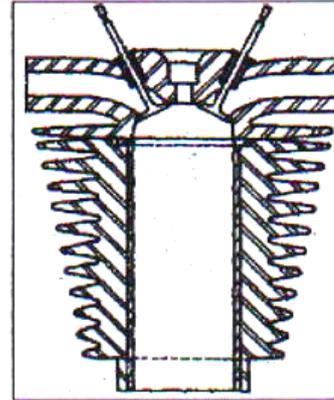
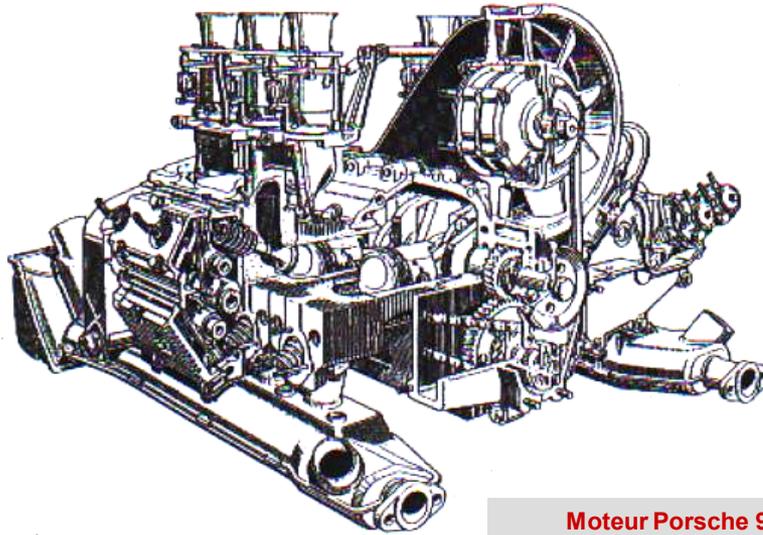
## **On distingue deux types :**

- .....
- .....

# ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTEME



# REFROIDISSEMENT PAR AIR



Moteur Porsche 911

## Facteurs favorisant le refroidissement :

- la ..... des ailettes : plus grandes en haut du cylindre car la température y est plus grande qu'en bas,
- la ..... du matériau (fonte ou aluminium),
- l'état de surface (rugosité),
- la vitesse de déplacement du véhicule,
- la vitesse de déplacement de l'air.

## FONCTIONNEMENT DU REFROIDISSEMENT PAR AIR

Les cylindres sont munis extérieurement d'ailettes rapportées, ou directement venues de fonderie et orientées pour que le courant d'air provoqué par le déplacement du véhicule circule facilement entre elles.

En automobile, le système est généralement équipé d'un ..... ou d'une .....

- **AVANTAGE DE CE SYSTEME:**

- .....
- .....
- **Gain de poids**

- **INCONVENIENT DE CE SYSTEME:**

- Le ..... n'est pas uniforme dans les zones confinées ( sièges de soupapes ).
- Les ..... d'air importants imposent une turbine ( ventilateur ) importante, consommatrice d'énergie.

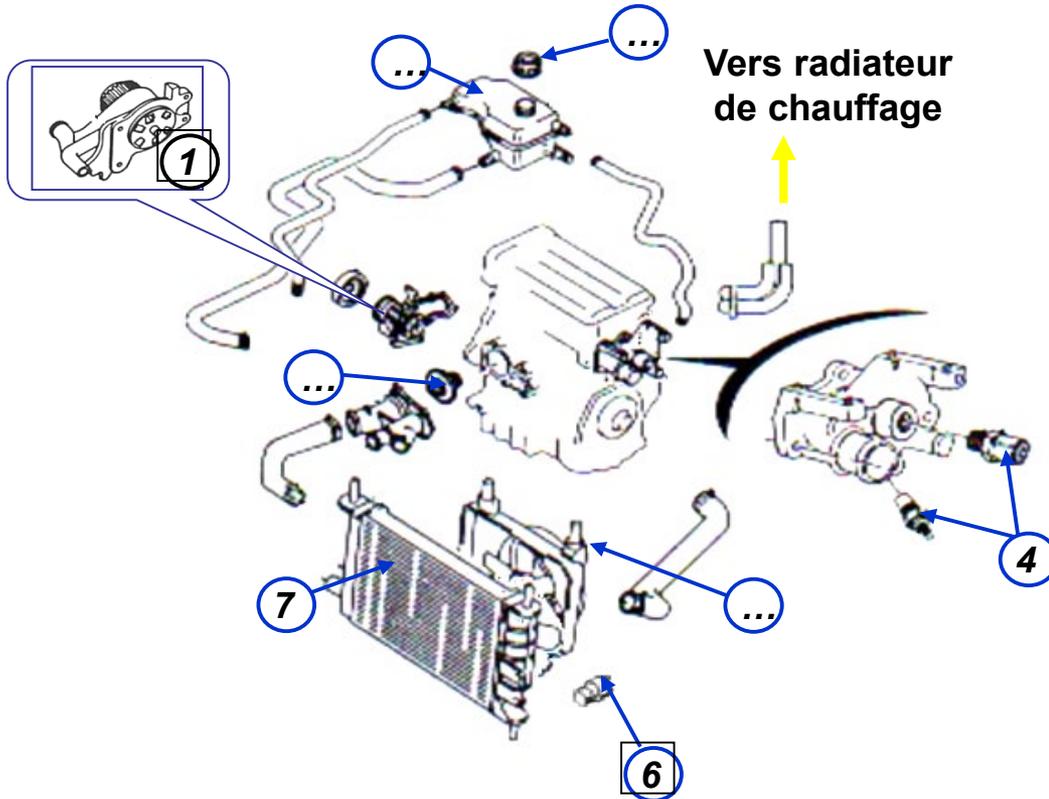
# REFROIDISSEMENT PAR EAU

La circulation de l'air est remplacé par la circulation d'un liquide de refroidissement appelé ..... entre les différents éléments du moteur et un échangeur thermique traversé par l'air ce qui permettra le refroidissement du liquide.

Cet échangeur eau/air est appelé .....

La circulation de ce liquide est accéléré à l'aide de la ..... d'une pompe à eau entraînée par une courroie ( courroie de distribution ou courroie d'accessoire).

- **ELEMENT CONSTITUANT LE SYSTEME**



1	.....
2	Vase d'expansion
3	Bouchon
4	.....
5	Moto-ventilateur
6	.....
7	.....
8	Calorstat ( thermostat )

- **FONCTIONNEMENT DU SYSTEME**

**Au démarrage du moteur le liquide circule à l'intérieur du bloc moteur et de la culasse ainsi que dans le radiateur de chauffage dans la partie habitacle du véhicule.**

**Un élément thermostatique « ..... ou ..... » reste fermé tant que la température du liquide dans le moteur est inférieure à environ .....°C, cela permet une montée en température rapide lors des démarrages à froid du moteur.**

**Le mouvement du fluide est accéléré par une «.....» qui est entraînée par une courroie.**

**Dès que le liquide atteint la température d'ouverture du ....., celui-ci laisse passer le liquide vers le radiateur.**

**Le radiateur possède une grande surface de contact avec l'air ambiant ce qui permet le ..... du liquide. Si le passage de l'air dans le radiateur ne suffit pas pour abaisser la température du liquide, un ..... va commander électriquement le ventilateur de façon à accélérer le passage de l'air à travers le radiateur.**

**Afin d'éviter l'ébullition du liquide, le circuit est maintenu sous pression (environ .... bar) grâce à un bouchon situé sur le vase d'expansion et possédant un clapet taré.**

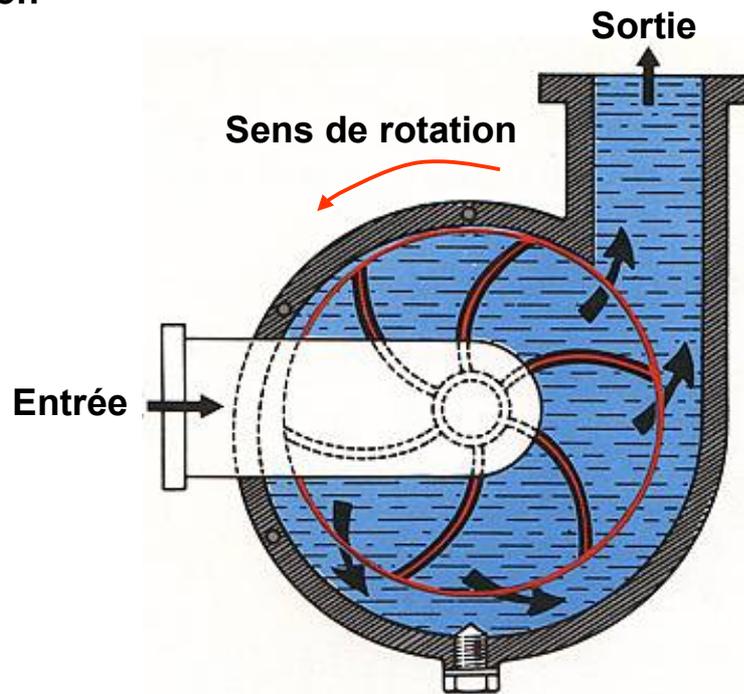
# LA POMPE A EAU

Rôle :

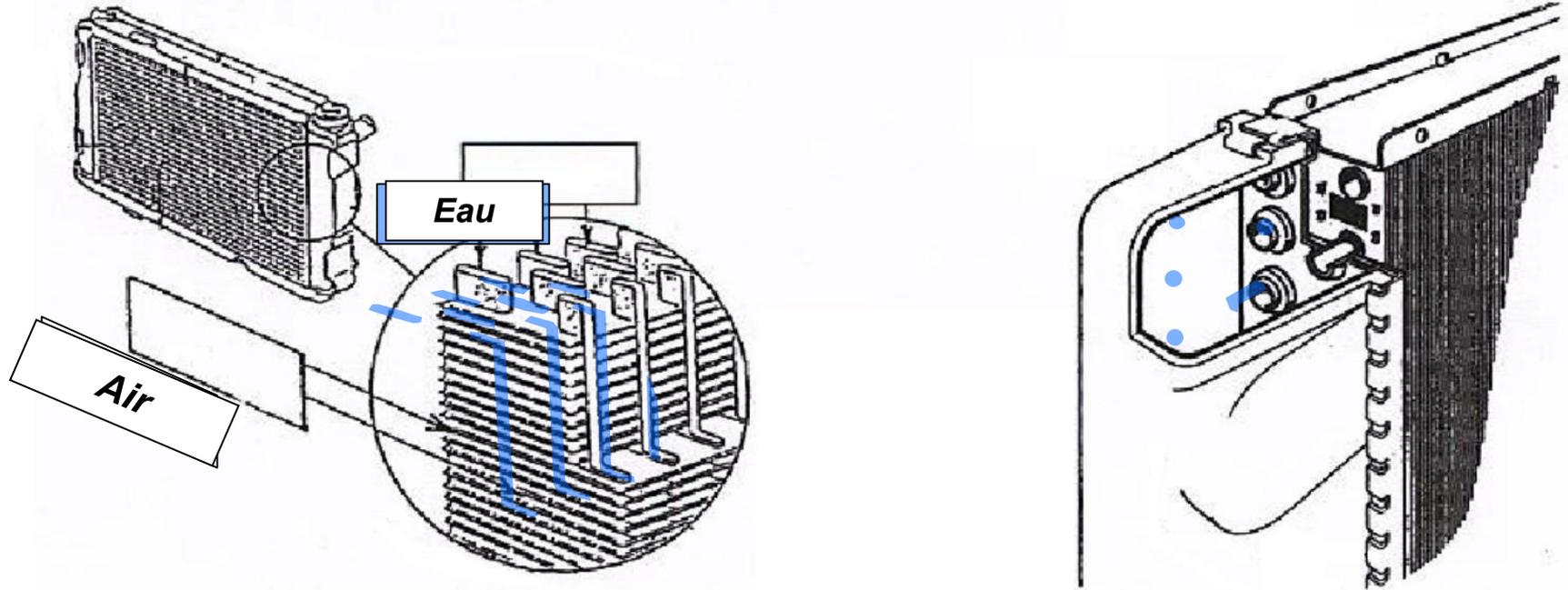
Elle permet d'..... la vitesse de la circulation d'eau créer par l'effet thermosiphon dans le radiateur de refroidissement.

Elles sont de type ..... et sont entraînée par la courroie d'accessoire ou la courroie de distribution. Pour celle entraînée par la distribution, il faut prévoir son remplacement à ..... ce qui évitera de rechanger les deux éléments en cas de fuite de la pompe.

La pompe étant entraînée en rotation, il se crée à l'intérieur une force centrifuge qui va chasser le liquide à la périphérie des aubes créant ainsi une aspiration à l'entrée de celle-ci.



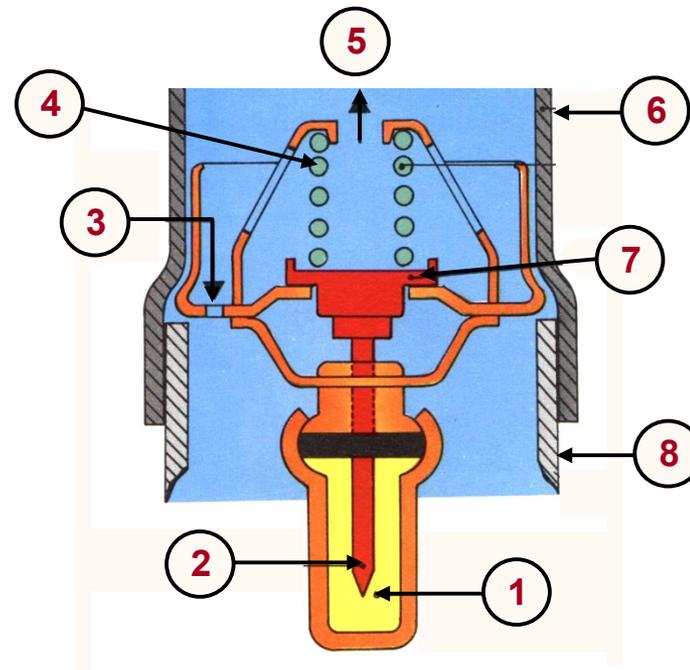
# LE RADIATEUR DE REFROIDISSEMENT



- Le radiateur est un ..... de chaleur eau / air fabriqué à partir de tubes plats ou ronds formant un faisceau dans lequel circule le liquide de refroidissement. Il est situé à l'avant du véhicule derrière la ..... de façon à être en contact avec l'air ambiant.
- Des ailettes serties sur les tubes augmentent la ..... et permettent ainsi d'amplifier l'échange thermique eau / air.

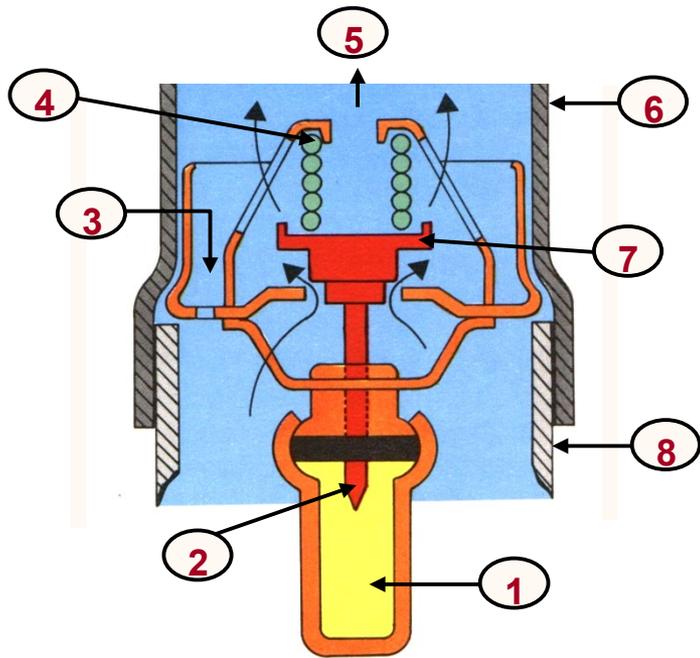
# LE CALORSTAT OU THERMOSTAT

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	..... de pompe



**A froid:**

Tant que la température du liquide est inférieure à la température d'ouverture du thermostat, la cire rétractée et le ressort repousse le clapet qui est maintenu fermé empêchant la circulation du liquide dans le radiateur de refroidissement.



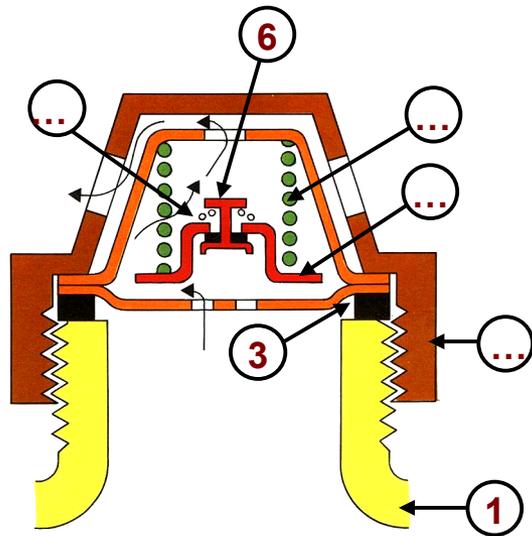
**A chaud:**

Dès que la température du liquide atteint environ ....°C, la cire de l'élément 1 se dilate ce qui provoque l'ouverture du clapet permettant ainsi au liquide de circuler dans le radiateur. Le liquide va pouvoir être refroidit au contact de l'air traversant le radiateur

En parallèle du circuit de refroidissement on trouve d'expansion qui permet de compenser les variations de volume entre liquide froid et chaud car plus il chauffe plus son volume augmente.

La soupape de sécurité:

Elle permet de maintenir le circuit sous pression pour augmenter sa température.

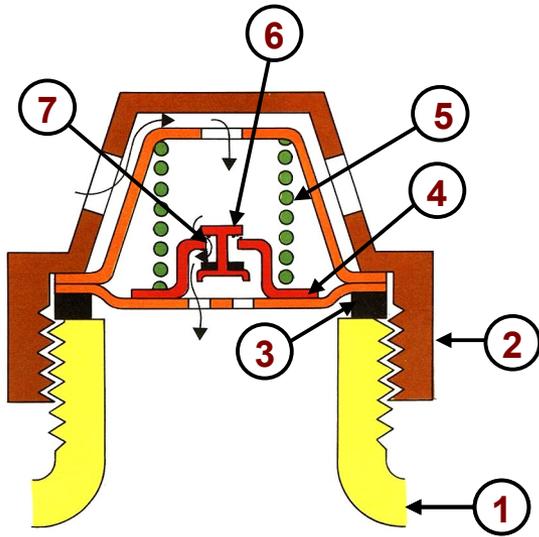


1	.....
2	Bouchon
3	.....
4	Clapet de pression
5	Ressort du clapet de pression
6	.....
7	Ressort du clapet de dépression

Quand l'eau s'échauffe:

Elle augmente de volume, une partie de l'eau du radiateur vient remplir le vase.

La pression de l'air comprise dans le vase au dessus de l'eau augmente. A partir d'une certaine pression(.... à ..... bar )le clapet de pression 4 s'ouvre pour stabiliser la pression dans le vase à la valeur maxi.



**En refroidissant le volume de l'eau diminue et une partie de l'eau quitte le vase pour retourner au radiateur. La pression de l'air diminue dans le vase et si elle devient trop faible, il se crée une dépression ce qui provoque l'ouverture du petit clapet 6 qui laisse pénétrer la quantité d'air nécessaire pour obtenir une pression mini.**

## Le liquide de refroidissement:

Il est constitué d'un mélange d'eau déminéralisée et de mono éthylène glycol dont la concentration permet d'abaisser la température de congélation et d'augmenter la température d'ébullition.

Ces liquides répondent à des exigences particulières :

- ..... les différents matériaux utilisés (aluminium, fonte...)  
contre les risques d'oxydation
- ne pas ..... les composants non métalliques
- protéger le circuit de la formation de dépôts



**Tous les liquides ne sont pas miscibles entre eux.  
C'est pourquoi il est impératif de se conformer aux  
spécifications du constructeur. Il ne faut jamais  
remplacer le liquide de refroidissement par de l'eau  
car en gelant elle risque de détruire les éléments du  
circuit**

Pour accentuer la vitesse de déplacement de l'air à travers le radiateur, on utilise un ..... qui est commandé électriquement par un ....., c'est-à-dire un interrupteur se fermant en fonction de la température.

Le relais 3 est alimenté en + après contact.  
Dès la fermeture du thermocontact, le contact du relais va se fermer et le ventilateur sera alimenter.

1	Moto-ventilateur
2	Thermocontact
3	Relais

