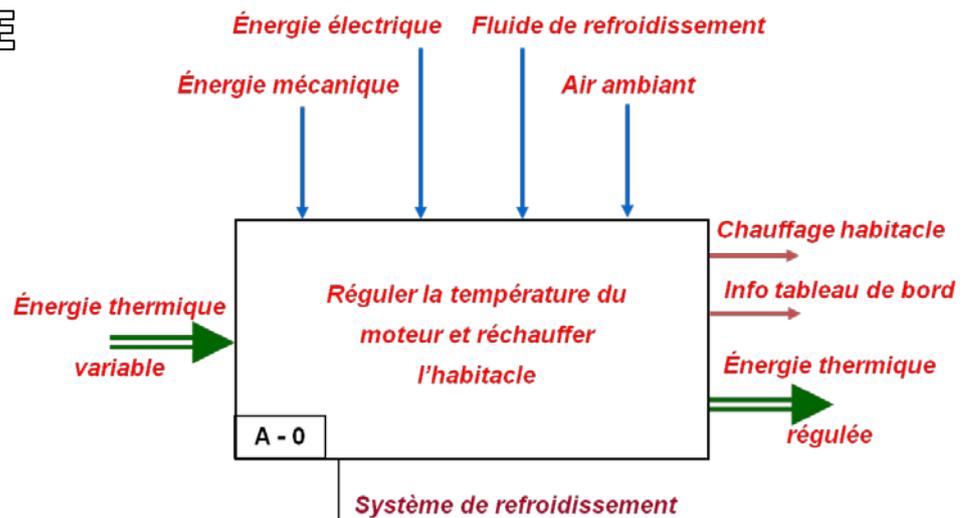


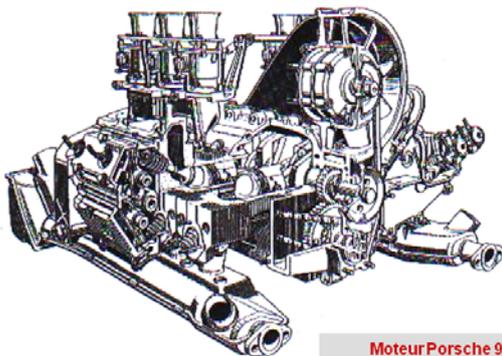
Il faut maintenir le moteur à une température régulière (~ 120°C) afin de ne pas affecter son rendement thermique.

C'est le rôle du circuit de refroidissement.

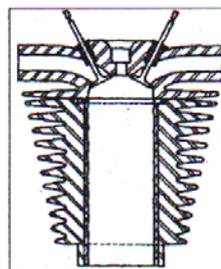
## FONCTION GLOBALE



### Refroidissement a air



Moteur Porsche 911



La culasse et les cylindres sont équipés d'ailettes obtenues par moulage, qui viennent augmenter la surface de contact avec l'air. La vitesse de passage de l'air est fonction de la vitesse d'avancement du véhicule. Une turbine et des tôles déflectrices améliorent le refroidissement.

### Avantages :

- Simplicité de construction
- Pas d'entretien
- Gain de poids

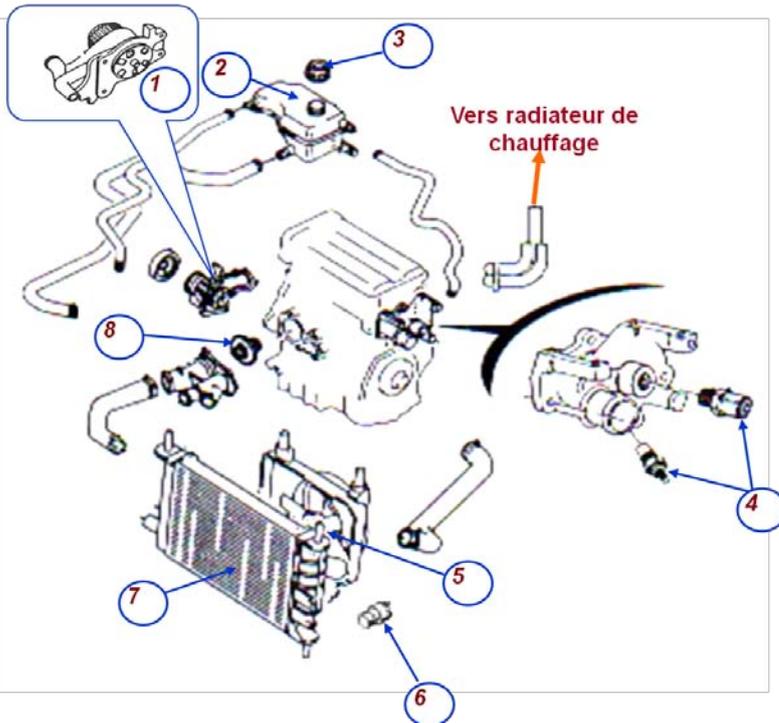
### Inconvénients :

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



Le liquide de refroidissement appelé fluide caloripporteur, sert d'agent de transport de la chaleur entre la chambre de combustion et l'air ambiant. Le refroidissement du liquide s'effectue dans un échangeur eau / air : le radiateur.

### Constitution :



1	Pompe à eau
2	Vase d'expansion
3	Bouchon
4	Sondes de température
5	Moto-ventilateur
6	Thermocontact
7	Radiateur
8	Calorstat ( thermostat )

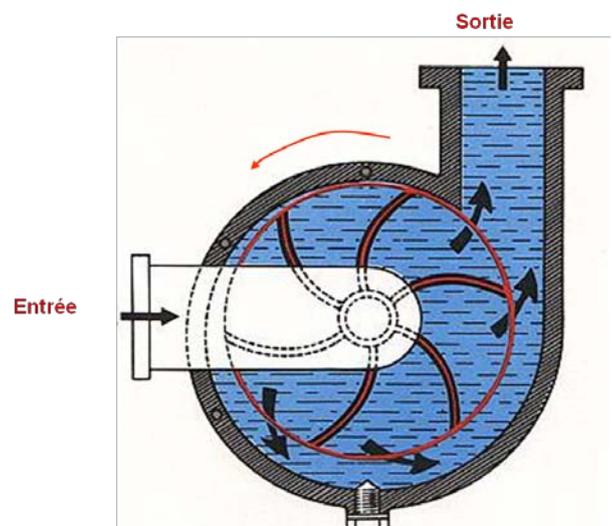
### La pompe à eau :



Augmente la circulation "d'eau" crée par l'effet thermosiphon dans le radiateur de refroidissement.

**Les pompes à eau sont de type centrifuge à entraînement par courroie.**

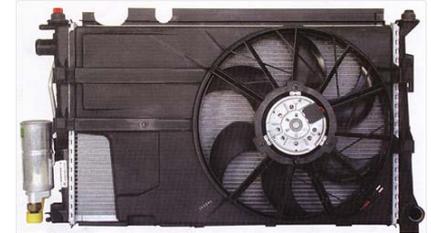
Sous l'effet de la force centrifuge, le liquide est chassé à la périphérie des aubes créant une aspiration à l'entrée.



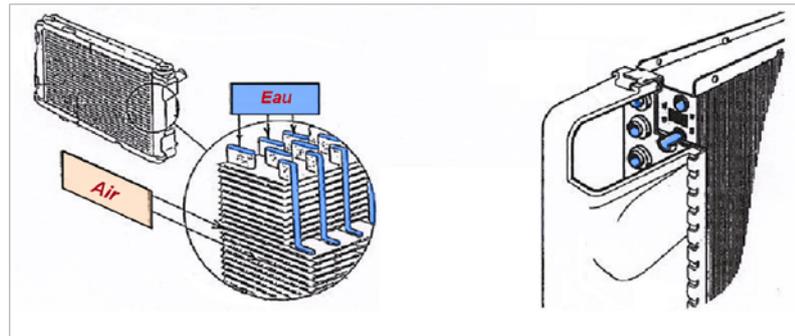


**Le radiateur:**

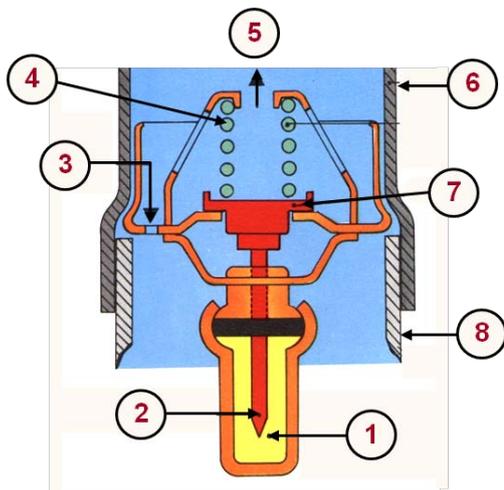
**Le radiateur est un échangeur de chaleur eau / air fabriqué à partir de tubes plats ou ronds formant un faisceau dans lequel circule le liquide de refroidissement.**



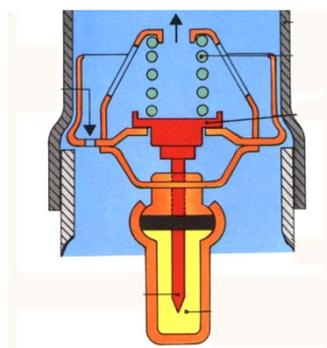
Des ailettes serties sur les tubes augmentent la surface de contact avec l'air et permettent ainsi d'amplifier l'échange thermique eau / air.



**Le thermostat (calorstat):**



1	Capsule de cire	5	Vers radiateur
2	Tige de poussée	6	Durite
3	Trou de fuite	7	Clapet
4	Ressort	8	Corps de pompe

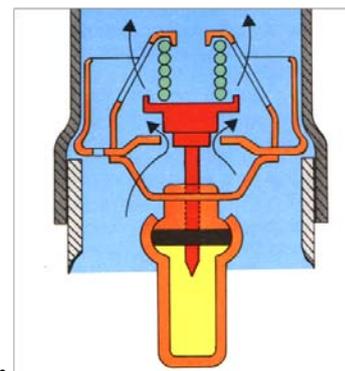


**A froid:**

Tant que la température du liquide est faible, la cire est rétractée.  
Le ressort repousse le clapet qui est maintenu fermé.  
Il n'y a pas de circulation de liquide vers le radiateur de refroidissement.

**A chaud:**

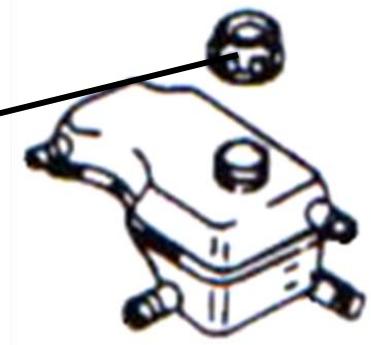
Lorsque le liquide atteint une température > à ~80°C, la cire de la capsule se dilate.  
La tige de poussée se déplace ouvrant le clapet. Le liquide peut circuler vers le radiateur.





**Le vase d'expansion:**

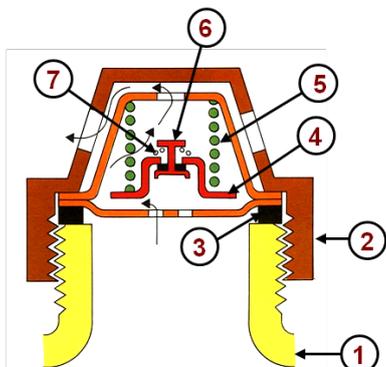
Placé en parallèle du circuit, il sert à compenser les variations de volumes entre liquide froid et chaud.



**La soupape de sécurité:**

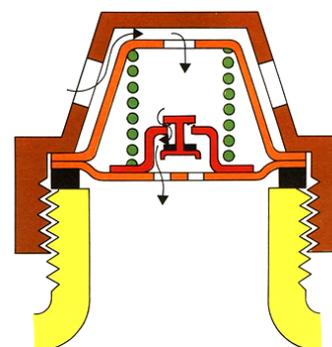
Elle maintien le circuit sous pression ce qui augmente la température du liquide de refroidissement

**Echauffement du liquide:**



1	Vase d'expansion
2	Bouchon
3	Joint d'étanchéité
4	Clapet de pression
5	Ressort du clapet de pression
6	Clapet de dépression
7	Ressort du clapet de dépression

**Refroidissement du liquide**



Le volume du liquide augmente; une partie de "l'eau" du radiateur vient remplir le vase d'expansion.

La pression de l'air contenu dans le vase augmente (P.V = constante)

A partir d'une certaine pression (0,8 à 1,2b) le clapet de pression (4) s'ouvre afin de stabiliser la pression.

Le volume du liquide diminue; une partie quitte le vase pour retourner dans le radiateur.

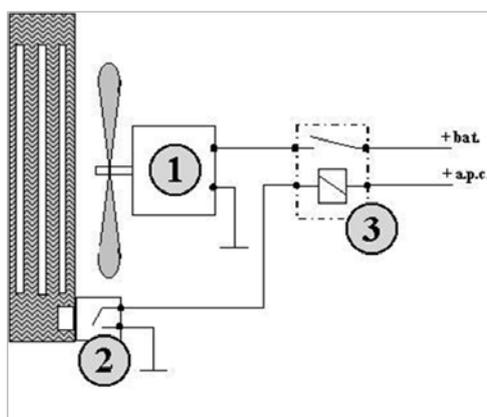
La pression chute dans le vase. Si elle devient trop faible, le clapet de dépression (6) s'ouvre et laisse entrer de l'air.

**La ventilation:**

Le système de ventilation commandé tient compte de la température du liquide dans le radiateur. Celle-ci est fonction :

- de la vitesse
- de l'air traversant le radiateur
- de la température ambiante
- de l'ouverture ou non du calorstat

Le ventilateur ne fonctionne qu'au moment opportun d'où économie d'énergie.



1	Moto-ventilateur
2	Thermocontact
3	Relais

**Le moto ventilateur**

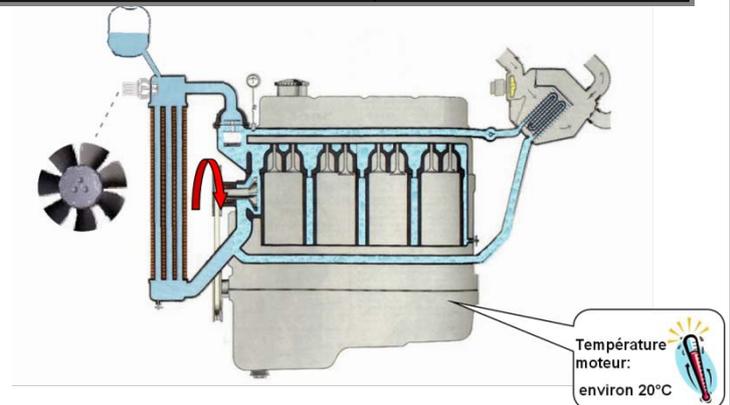
Il s'agit d'un ventilateur électrique tournant à grande vitesse. Sa vitesse de rotation est indépendante de la vitesse de rotation du moteur. La commande est effectuée par un thermo- contact placé sur le radiateur.



## FONCTIONNEMENT

**Démarrage du moteur**

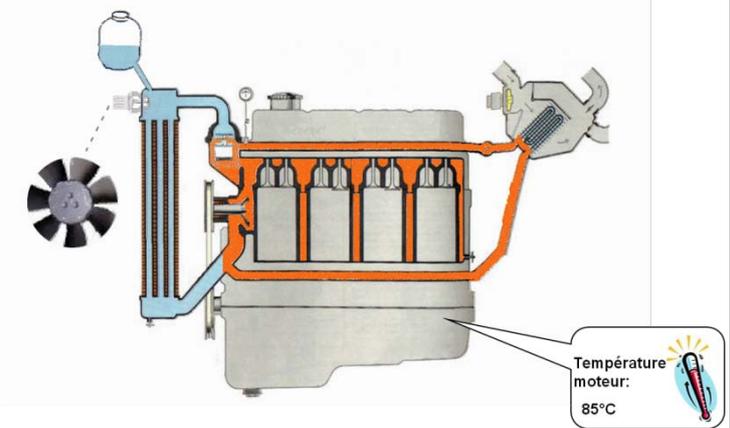
Le liquide chaud est dirigé vers la partie supérieure du radiateur. Le liquide de refroidissement se déplace du bas vers le haut dans le moteur.

**Montée en température**

Le mouvement du fluide est accéléré par une "pompe à eau" entraînée par une courroie.

**Ouverture du calorstat**

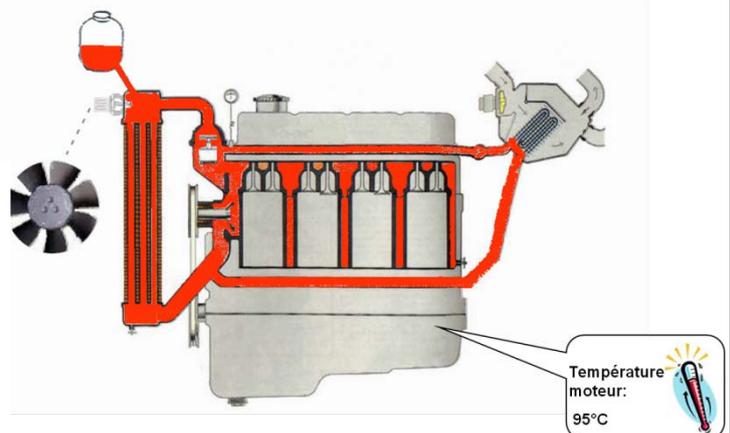
Un système thermostatique « calorstat ou thermostat » permet une montée en température rapide à froid en interdisant la circulation du liquide vers le radiateur tant que sa température est inférieure à ~80°C.



Le liquide traverse le radiateur qui présente une grande surface de contact avec l'air ambiant.

**Enclenchement 1<sup>ère</sup> vitesse**

A 95°, la 1<sup>ère</sup> vitesse du moto ventilateur se met en route déclenché par le thermo contact. Un ventilateur accélère le passage de l'air à travers le radiateur. A 100°, la 2<sup>ème</sup> vitesse se met en marche. A 105°, le voyant d'alerte s'allume le moteur est en danger.



Afin d'éviter l'ébullition du liquide, le circuit est maintenu sous pression (~ 0,7b) grâce à un bouchon possédant un clapet taré.

**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 : protéger les différents matériaux utilisés (aluminium, fonte...) contre les risques d'oxydation, ne pas altérer les



Tous les liquides ne sont pas miscibles entre eux.  
C'est pourquoi il est impératif de se conformer aux spécifications du constructeur.