

# LE REFROIDISSEMENT DES MOTEURS

## INTRODUCTION

Du fait de son principe de base et des frottements entre les pièces en mouvement, le **moteur thermique produit beaucoup de chaleur.**

**Il doit donc être maintenu à une température de fonctionnement constante (en général entre 70 et 90°C.**

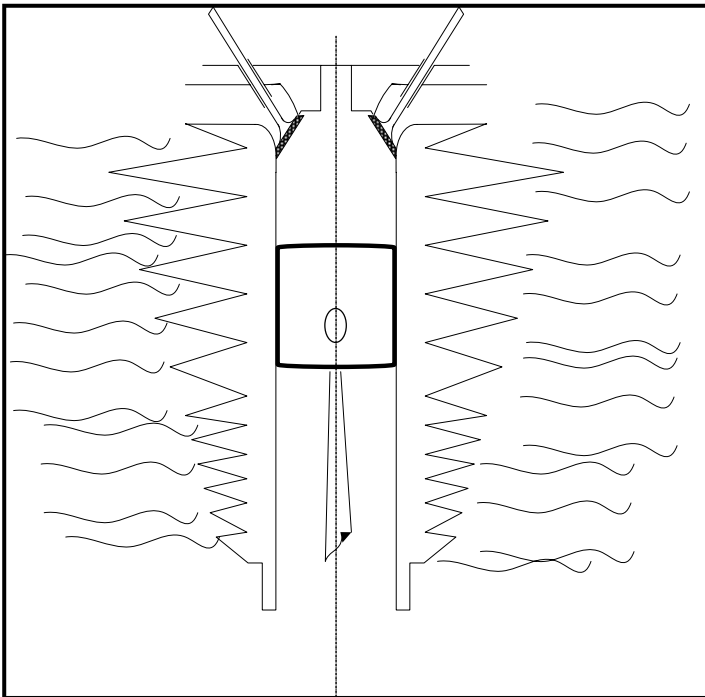
Le bloc moteur et la culasse sont donc aménagés pour permettre la circulation d'un fluide réfrigérant (air ou eau).

## 1 - LE REFROIDISSEMENT PAR AIR

### Principe :

La culasse et le bloc moteur sont dotés d'ailettes dont la fonction est d'offrir une plus grande surface de contact avec l'air.

*Exemples :* moteur 2 temps de mobylette, moteur de 2CV, systèmes PORSCHE.



### **Avantages :**

- Moteur de constitution simple
- Moteur plus léger
- Entretien facile

### **Inconvénients :**

- Moteur bruyant
- Moteur ne pouvant pas fonctionner en stationnaire (véhicule à l'arrêt) trop longtemps

## 2 - LE REFROIDISSEMENT PAR EAU

### Principe :

Dans ce système, **l'eau sert d'agent de transmission de la chaleur** en l'intérieur du moteur et l'air extérieur: c'est le principe de « l'échange de température ».

Le plus chaud cédera des calories au plus froid : le liquide de refroidissement qui se trouve dans les chambres aménagées au sein du moteur doit être refroidi après avoir absorbé la chaleur dégagée par ce dernier.

Air frais

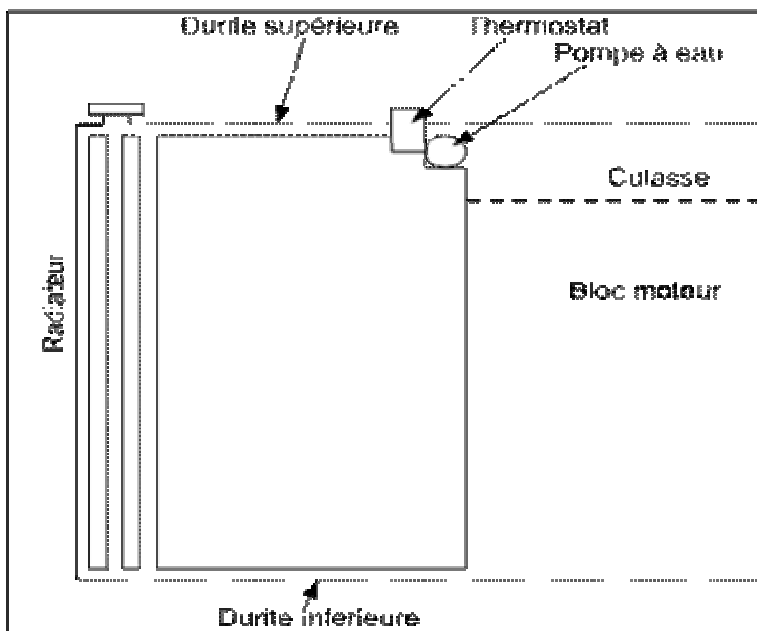
La culasse et le bloc moteur comportent des chambres des chambres dans lesquelles circule le liquide de refroidissement (à base d'eau déminéralisée et d'antigel).

Cette circulation est assurée par une pompe à eau et par la différence de masse volumique (thermosiphon).

Le liquide chaud est dirigé vers l'entrée du radiateur et ressort par le bas en se refroidissant.

### ATTENTION !!!

**IL NE FAUT JAMAIS METTRE DE L'EAU DE ROBINET OU DE PUIT DANS UN MOTEUR**



#### Avantages :

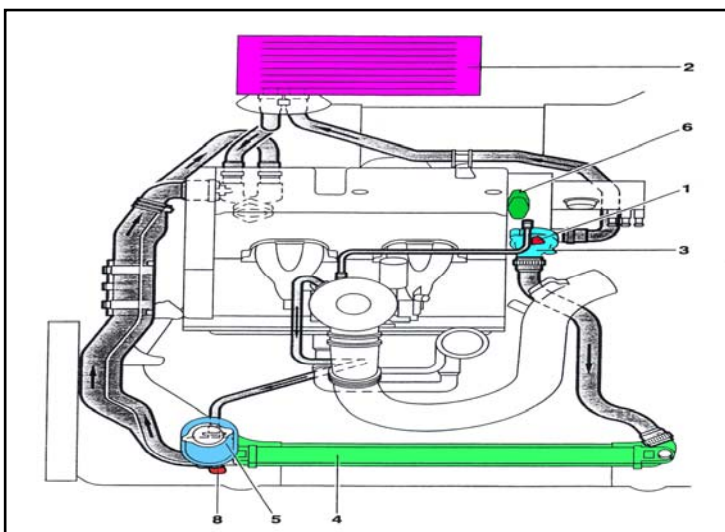
- Moteur moins bruyant
- Refroidissement mieux contrôlé
- Meilleur rendement

#### Inconvénients :

- Moteur plus lourd
- L'aménagement du circuit de refroidissement rend sa mise en œuvre plus difficile

Examinons maintenant un exemple de circuit de refroidissement représenté schématiquement (en vue de dessus) ci-dessous, et étudions le:

*Comment circule le liquide à l'intérieur du moteur ?  
Comment est refroidi ce liquide ?*



1 - Vis de purge

2- Aérotherme (radiateur de chauffage d'habitacle)

3- Thermostat

4- Radiateur

5- Bouchon de remplissage

6- Sonde de température d'eau

8- Thermo-contact de déclenchement du moto-ventilateur.

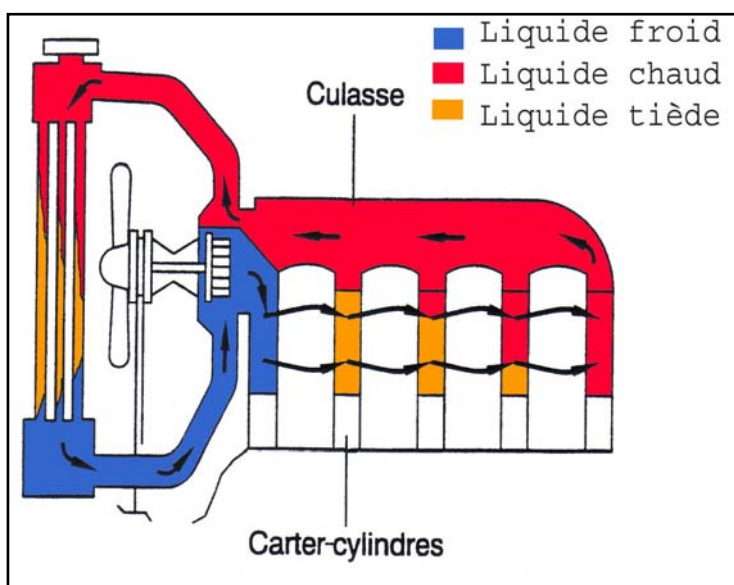
### 3 - LE CIRCUIT OUVERT

#### *Par thermosiphon accéléré par pompe*

C'est le système par **thermosiphon** auquel on ajoute une pompe pour accélérer la circulation du liquide de refroidissement.

Définition du thermosiphon :

- Dans ce système le liquide chauffé au contact des cylindres monte dans le réservoir supérieur du radiateur. Ce liquide chaud est remplacé par du liquide froid du réservoir inférieur du radiateur.



**REMARQUE :** Ce système n'existe plus seul, mais se retrouve dans tous les systèmes de circulation d'eau.

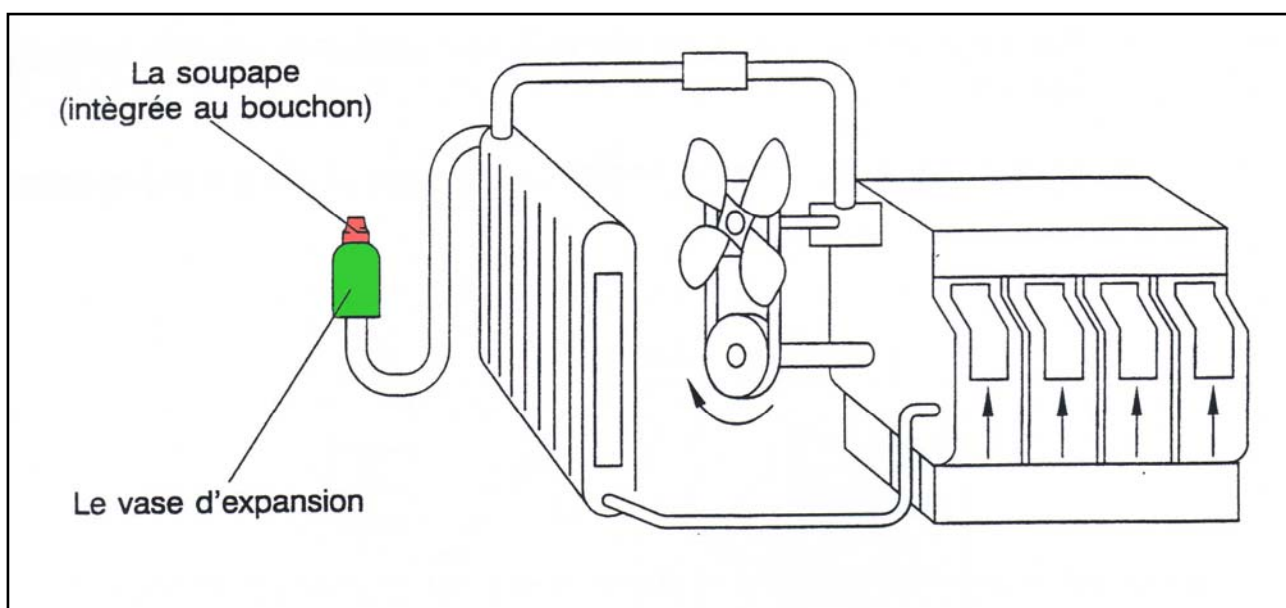
La pompe qui peut être fixée sur la culasse ou sur le carter cylindres est généralement située à la sortie du liquide froid et dirige ce liquide vers le carter cylindres. Le liquide remonte ensuite vers la culasse et retourne au radiateur.

En cas de panne de la pompe, il y a une légère circulation d'eau par thermosiphon.

### 4 - LE CIRCUIT SOUS PRESSION

#### *Définition*

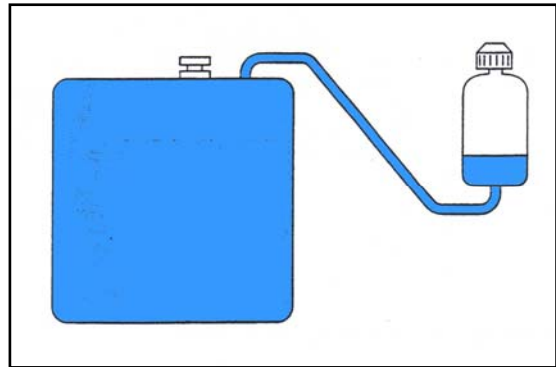
Il s'agit d'un circuit classique auquel on ajoute un vase d'expansion et une soupape pour la régulation de la pression.



**a) Démarrage du moteur: LIQUIDE FROID**

Le radiateur est plein de liquide de refroidissement.

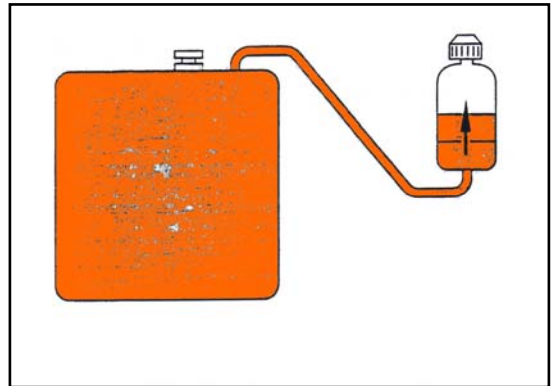
Le vase d'expansion contient une petite quantité de liquide et au dessus de ce liquide une quantité d'air à la pression atmosphérique.



**b) Moteur en fonctionnement: LIQUIDE CHAUD**

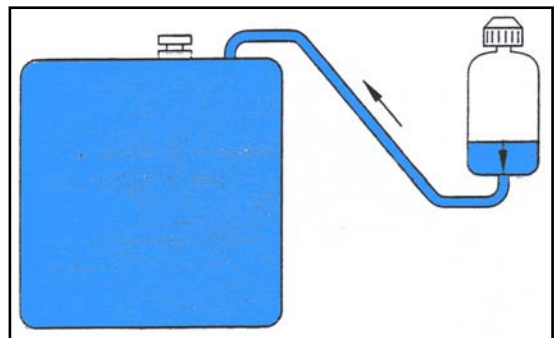
La température du liquide augmente.  
Par augmentation de volume, le liquide en excédent dans le circuit pénètre dans le vase d'expansion.  
Il y a compression de l'air emprisonné dans le vase d'expansion.

**LE CIRCUIT EST SOUS PRESSION**

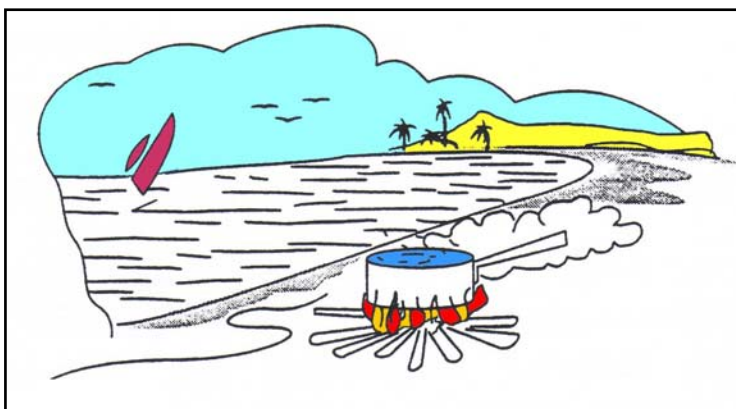


**c) Arrêt du moteur: LIQUIDE REFROIDI**

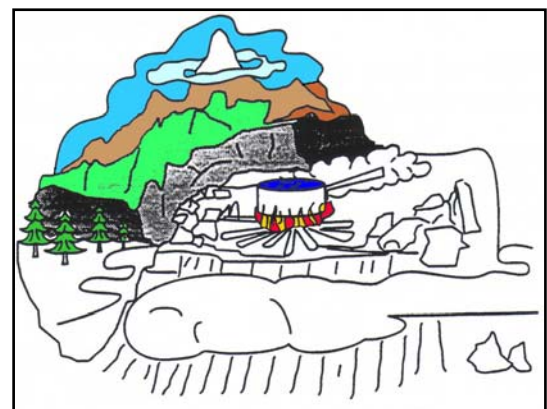
Le refroidissement du liquide refroidi entraîne une diminution de son volume.  
L'air sous pression dans le vase chasse le liquide vers le radiateur.  
La pression dans le vase revient à la pression atmosphérique.



**4 - RELATION ENTRE PRESSION ET TEMPERATURE D'EBULLITION**



A la pression atmosphérique normale.... soit 760 mm Hg et au niveau de la mer l'eau bout à 100°C.



En altitude la pression atmosphérique est plus faible et à 4500 mètres par exemple l'eau bout à 85°C environ.

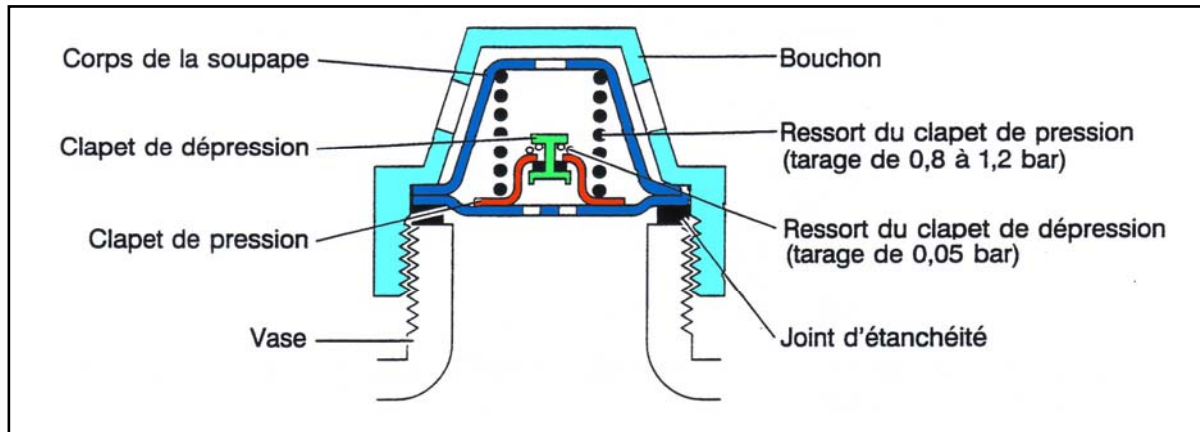
**DONC .....Augmenter la pression revient à augmenter la température d'ébullition de l'eau ex : à 0, 8 bar bout à environ 115°C.**

## 6 - LA SOUPAPE

Elle sert justement à augmenter la pression dans le circuit de refroidissement.

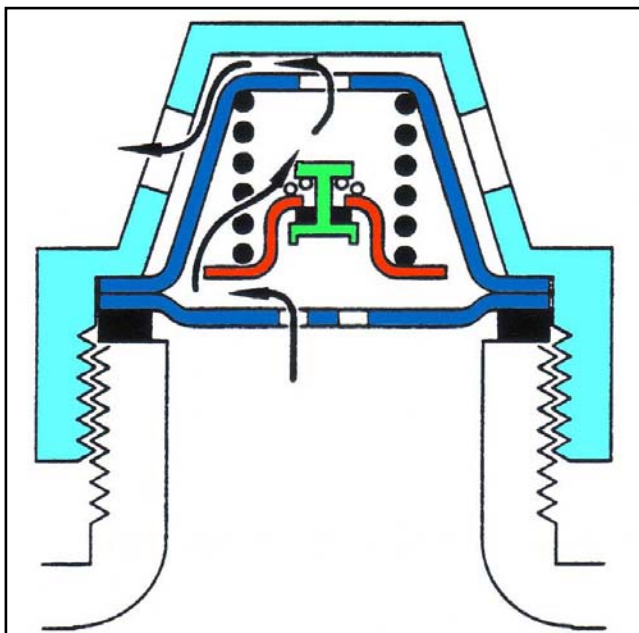
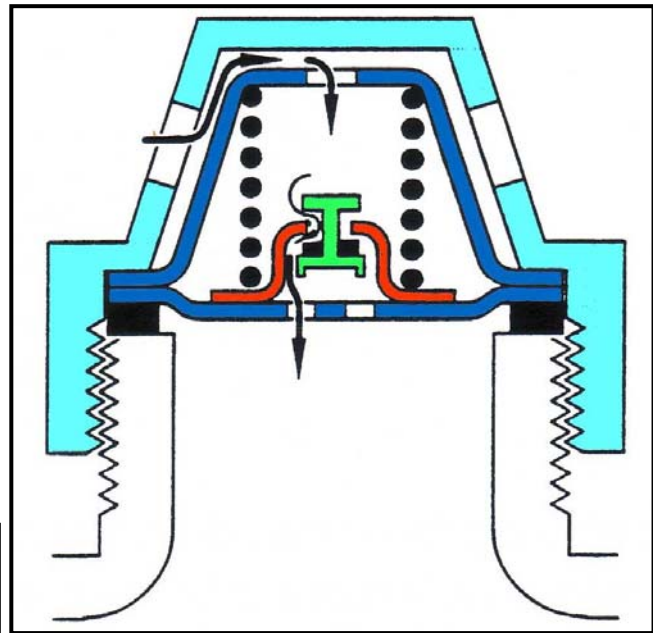
### 6.1 Description

Elle comporte 2 clapets et est située dans le bouchon du vase d'expansion ou directement dans le bouchon du radiateur.



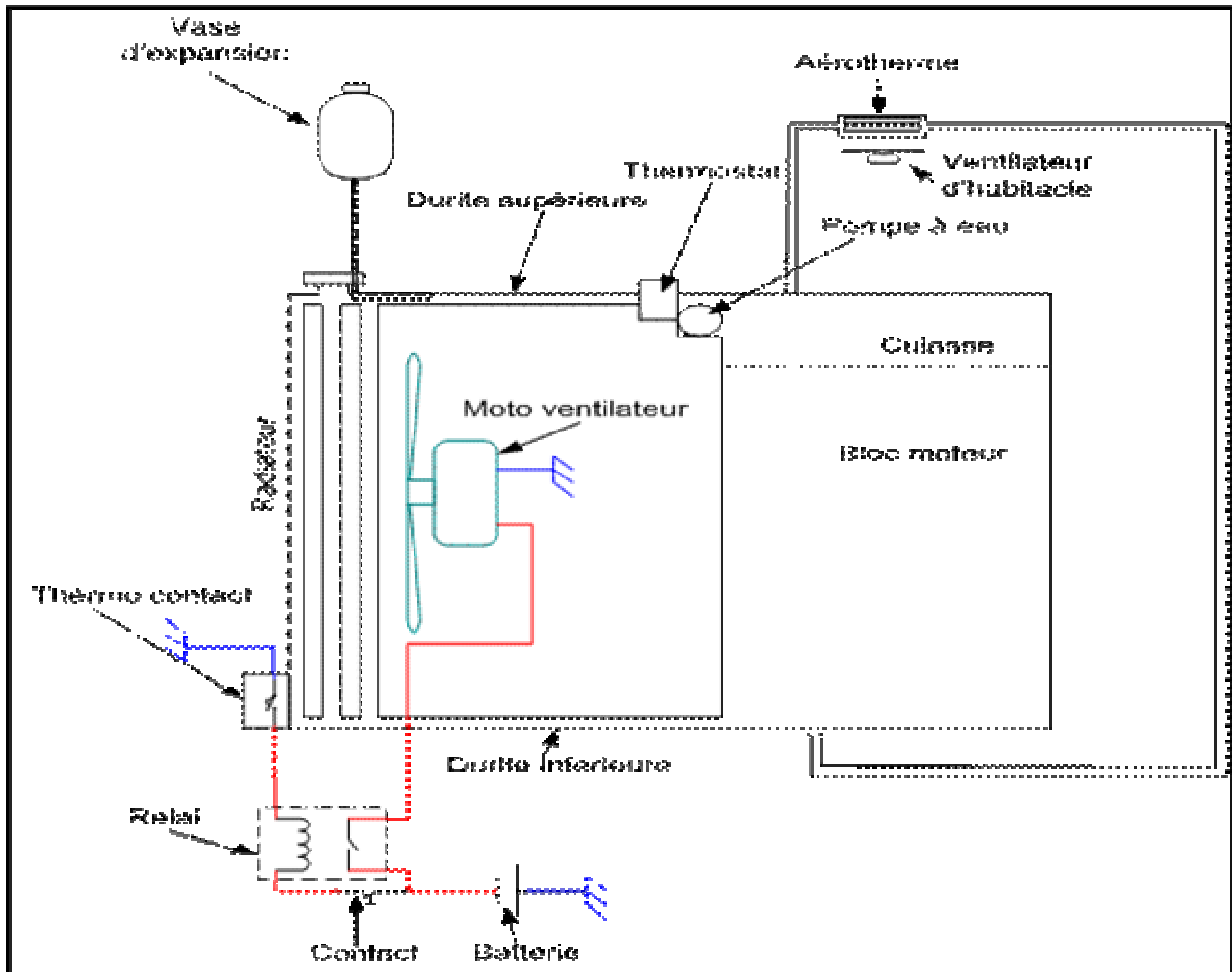
### 2 Fonctionnement

Quand le liquide s'échauffe il augmente de volume ; une partie du liquide du radiateur vient remplir le vase. La pression de l'air comprise dans le vase au-dessus du liquide augmente. A partir d'une certaine pression (0,8 à 1,2 bar) le clapet de pression s'ouvre pour stabiliser la pression dans le vase à la valeur maxi.



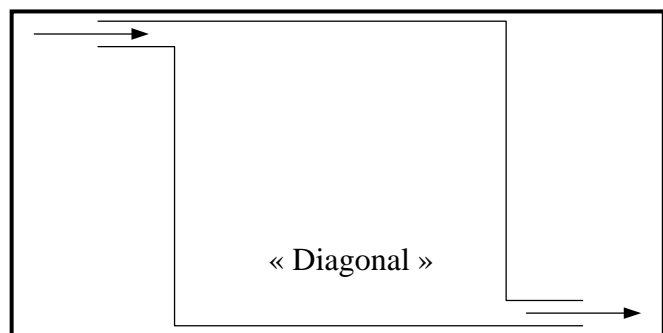
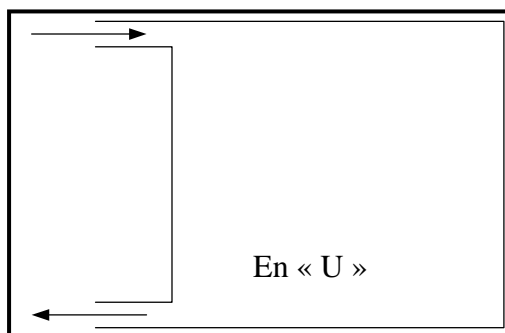
Quand le liquide refroidit son volume diminue, et une partie du liquide quitte le vase pour retourner au radiateur. La pression de l'air chute dans le vase et si elle devient trop faible, il se crée une dépression. Le petit clapet s'ouvre, laissant pénétrer dans le vase une certaine quantité d'air nécessaire pour obtenir une pression minimum.

## 7- FONCTION DES DIFFERENTS ELEMENTS



### 7-2- Le radiateur

C'est l'élément au sein duquel se passe l'échange de température entre l'air extérieur et le liquide de refroidissement. Il est généralement en alliage d'aluminium et, selon le sens d'écoulement du liquide de refroidissement, est en « U » ou en « diagonal ».



### 7-3- La pompe à eau

Elle est en général à aubes et sert à accélérer le mouvement du liquide de refroidissement.

### 7-4- Le thermostat

Il s'agit d'une soupape incorporée au circuit dont l'ouverture ou la fermeture est conditionnée par la température du liquide de refroidissement. Son fonctionnement s'établit comme suit :

**MOTEUR FROID** : il est fermé et, ainsi, le liquide de refroidissement est emprisonné dans le moteur. Sa température monte donc très rapidement pour atteindre la valeur de fonctionnement optimal.

**MOTEUR CHAUD** (environ 70 à 80 °C) : le thermostat s'ouvre, laissant circuler le liquide de refroidissement vers le radiateur.

### **7-5- Le ventilateur (mécanique ou électrique)**

Il permet d'augmenter la vitesse de circulation de l'air à travers le radiateur. On distingue deux types de ventilateur :

Le ventilateur attelé par courroie en fonctionnement continu

Le ventilateur commandé (électrique ou moto ventilateur) dont le fonctionnement tient compte de la température du liquide de refroidissement.

REMARQUE : un moto ventilateur peut être à une ou plusieurs vitesses.

### **7-6- La sonde de température**

Elle sert à informer de la température du moteur. Cette information peut être utilisée par divers systèmes tel que :

le système de gestion électronique du moteur

le tableau de bord

### **7-7- L'aérotherme**

C'est un « petit radiateur » dans lequel circule le liquide de refroidissement. Lorsque le ventilateur d'habitacle tourne, l'air qui le traverse s'échauffera (et s'asséchera) avant d'aller vers les passagers.

**REMARQUE : le liquide de refroidissement circule en permanence dans l'aérotherme.**

### **7-8- Les durits**

Ce sont des tuyaux de liaison entre les différents éléments dans lesquels circule le liquide de refroidissement.

#### ***QUELLES SONT LES CONSEQUENCES D'UN MAUVAIS REFROIDISSEMENT?***

Elles sont multiples, mais les plus fréquents sont:

- Une dilatation des pièces: ce qui provoque une diminution des jeux fonctionnels, une difficulté de lubrification et un serrage moteur
- Une diminution du taux de remplissage du fait de la dilatation des gaz admis dans la chambre de combustion
- L'inflammation spontanée du mélange (pour les moteur à essence): auto allumage
- Une déformation des pièces du moteur (fluage, détrempage, fusion)

#### ***QUELLES SONT LES CONSEQUENCES D'UN EXCES DE REFROIDISSEMENT?***

Malgré l'absolue nécessité du refroidissement, le moteur a besoin de monter à une certaine température afin de ne pas affecter son rendement.

Une température de fonctionnement trop basse entraînerait:

- Une combustion trop lente et incomplète (perte de puissance, pollution)
- Une condensation du mélange gazeux
- L'essence liquide qui traversera les parois dissoudra le film d'huile protecteur de certains éléments du moteur