



ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

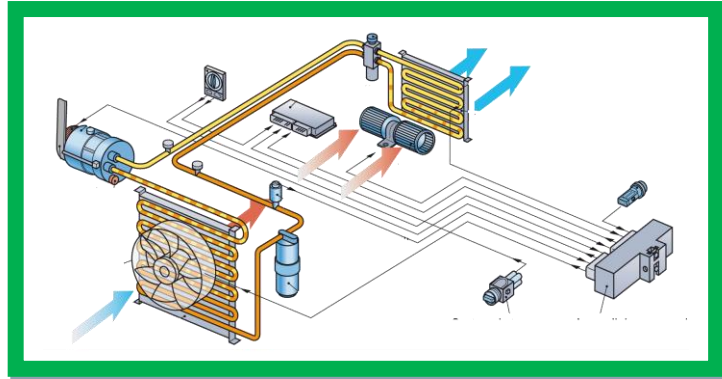
Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

Centre de Développement des Compétences

Module M17

Diagnostic d'un système
de climatisation



Spécialité : Technicien Spécialisé Diagnostic Et Electronique
Embarquée Automobile.

Niveau : Technicien Spécialisé

Secteur : Réparation des Engins à Moteur

Objectifs du cours

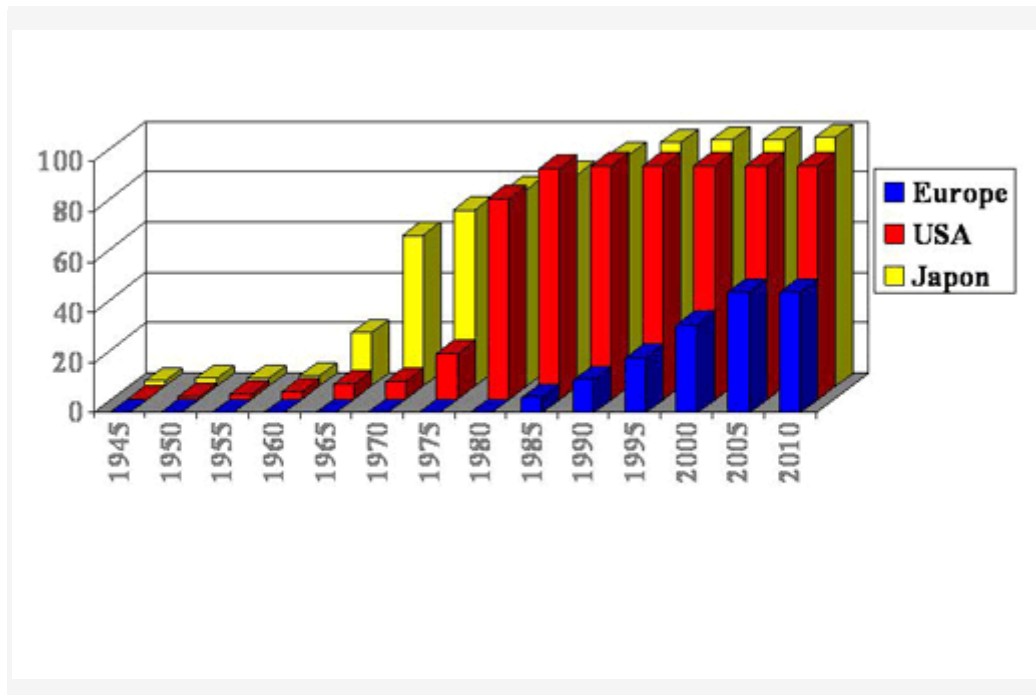
Objectifs du cours en ligne "climatisation":

Etre capable au terme de ce cours

- d'expliquer le principe de création de froid et le fonctionnement d'une boucle de froid.
- de citer les éléments constitutifs d'une boucle de froid.
- de situer l'intégration du circuit de froid dans le circuit d'air et le contrôle de température.
- d'effectuer la maintenance et la réparation de l'installation de climatisation
- de vider, remplir, faire un appoint d'huile en utilisant la station de remplissage.
- de détecter une fuite dans l'installation (détecteur sonore, ultra-violet).
- de contrôler le bon fonctionnement du circuit d'air.

• Le marché automobile

- Le marché automobile
- Sur le graphique ci-dessous nous constatons l'augmentation rapide du pourcentage de véhicules équipés d'une climatisation. La probabilité de devoir travailler sur ces systèmes est de plus en plus grande. Il est donc nécessaire aujourd'hui de les maîtriser afin de satisfaire au mieux les clients et afin de gagner du temps à l'atelier.



Une climatisation, pour quoi faire ?

A quoi peut servir une climatisation ?

J'entends déjà votre réponse, «pour faire du froid bien sûr». C'est vrai ...
... mais ce n'est pas la seule chose!

Nous allons détailler deux points importants :

- Le confort
- La sécurité

Confort habitacle

On peut augmenter le confort dans l'habitacle lorsque sont contrôlés ces quatre éléments :

- La température.
- L'humidité.

- La pureté de l'air.
- La vitesse de renouvellement de l'air.

Nous verrons ces différents points plus en détail dans le cours.

Sécurité

Lorsque que l'on conduit dans des conditions de chaleur élevée, on perçoit :

- Une perte de concentration.
- Une vitesse de réaction plus lente.
- De la fatigue.
- De la mauvaise humeur.

Des études prouvent qu'une augmentation de la température de 25 à 35°C provoque une diminution de la perception sensorielle et de l'aptitude combinatoire de l'ordre de 20%. On estime que cette valeur équivaut à un taux d'alcoolémie de 0,5 pour mille !!!

(Cela ne signifie en aucun cas que si le véhicule est équipé de la climatisation, on a le droit de boire plus d'alcool au volant !)

Une ambiance thermique confortable diminue voire même supprime ces inconvénients.

De plus lorsque qu'il pleut, les vitres se recouvrent de buée très rapidement. L'assèchement de l'air par la climatisation permet d'éviter ce phénomène.

Avantages et inconvénients

Les avantages	Les inconvénients
Le confort.	Le prix d'achat (bien que l'option coûte de moins en moins cher à l'achat).
La sécurité	La légère perte de puissance (actuellement de 3 à 5 ch).
Une plus-value à la revente du véhicule.	L'augmentation de consommation (de l'ordre de 0.5l/100km en moyenne).
	Le coût d'entretien et de réparation.
	La présence d'odeurs en cas de mauvaise utilisation.
	L'augmentation de la pollution.

Le confort thermique

Confort thermique

Rapport entre température et humidité

Sur le graphique suivant, sélectionnez deux points en fonction de la température et du pourcentage d'humidité relative :

- Le premier à **30°C** avec **70%** d'humidité.
- Le second toujours **30°C** mais avec **40%** d'humidité.

Le corps humain, un ensemble complexe

Le corps humain : une climatisation performante !

Contrairement aux animaux à sang froid dont la température du corps varie en fonction du milieu ambiant, le corps humain doit maintenir une température constante (aux environs de 37,2°C) de manière autonome. Lorsque sa température augmente, il tente de la diminuer par la transpiration.

Celle-ci est composée en majeure partie d'eau.

L'eau au contact de la peau va s'évaporer en prenant les calories de celle-ci ce qui va donner une sensation de froid.

L'eau ainsi devenue vapeur doit se faire une place parmi l'humidité ambiante.

Si le taux d' [humidité relative](#) est de 80%, le processus est lent. Il l'est d'autant plus si il n'y a pas de déplacement d'air autour de soi.

Par contre, si le taux d'humidité relative est de 30%, ce processus sera plus rapide et la peau sera bien refroidie.

Pour bien comprendre ce phénomène, il nous faut quelques notions supplémentaires de physique .

Introduction au module 1

. Chaleur et température

- Chaleur et température
- La chaleur est une certaine forme d'**énergie**.

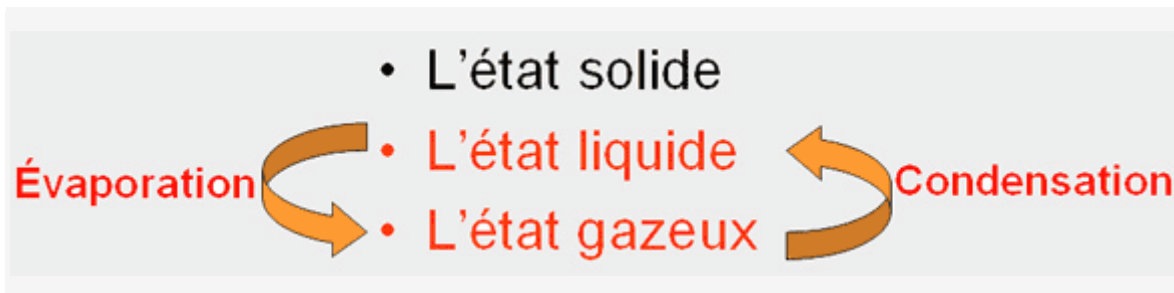
Toute forme d' **énergie** produit de la **chaleur** (frottement des molécules).

Deux corps qui présentent une **température** identique ne possèdent **pas** nécessairement la même quantité de **chaleur** et donc de la même quantité d'**énergie** disponible (cela dépend surtout de leur masse).

L'ancienne unité de chaleur était la **calorie**. Elle est devenue le joule.

Etats de la matière : évaporation

Les différents états de la matière



L'évaporation

1. Sur ce schéma nous constatons que dès qu'une source de chaleur est appliquée à de l'eau liquide, celle-ci voit sa température augmenter (elle chauffe !). Jusque là rien d'étonnant.
2. Arrivée à 100°C (à pression atmosphérique normale, soit environ 1 bar), l'eau va commencer à bouillir, elle va changer progressivement d'état en passant de liquide à gaz.
Pour cette transformation, l'eau a besoin d'énergie, donc au lieu de contribuer à l'augmentation de température, les calories (l'énergie) seront utilisées pour le changement d'état.

La température de l'eau sera stable pendant tout le processus et ce jusqu'à ce que la dernière goutte de liquide disparaisse. Ce phénomène s'appelle aussi [l'état DIPHASIQUE](#) (l'eau est présente sous deux formes : liquide et gazeuse). Durant cet état la pression et la température sont liées. Ce lien n'est pas présent à l'état gazeux ou liquide.

3. Dès qu'il n'y a plus que du gaz, celui-ci va continuer sa montée en température.

L'évaporateur de climatisation utilise ce principe d'apport d'énergie à un fluide liquide.

La source de chaleur étant l'air qui traverse les ailettes de l'évaporateur.

Etat de la matière : condensation

Condensation

Maintenant que nous avons de la vapeur d'eau, arrêtons de la chauffer et refroidissons-la.

1. La vapeur va ainsi se refroidir, rendre progressivement les calories accumulées et arriver à son point de condensation
2. La vapeur redevient liquide et comme pour [l'évaporation](#), pendant la durée du processus la température restera la même jusqu'à ce qu'il n'y aie plus que de l'eau. C'est [l'état diphasique](#) durant lequel pression et température sont liées. Ce lien n'est pas présent à l'état gazeux ou liquide.
3. La température diminuera ensuite pour atteindre la température ambiante.

C'est le phénomène inverse de l'évaporation appelé condensation durant lequel l'eau rend les calories accumulées.

Le condenseur de climatisation utilise ce principe. L'eau chauffée se transforme en vapeur (gaz). Les parois froides du déflecteur captent les calories et le gaz se retransforme en liquide.

Expérimentations



Que se passe t'il si on applique de l'alcool (éther, vodka, ... !) sur son bras sans le boire ?

On a une sensation de froid.

Mais pourquoi ?

L'alcool arrive sur le bras sous forme liquide. Sa température d'ébullition étant inférieure à la température ambiante, il passe rapidement sous forme gazeuse. Pour passer de l'état liquide à l'état gazeux, un fluide a besoin d'énergie, de chaleur. Cette chaleur est prélevée sur le bras qui, par conséquent, nous donne une sensation de froid puisqu'il perd de l'énergie.

Expérimentation 3 :

Quelle est la température (mesurée avec un thermomètre) devant et derrière le ventilateur ?

La température est identique ! En effet, l'air est simplement brassé mais la température ne diminue pas.

Pourtant, il est nettement plus agréable d'être en face du ventilateur ! En effet, le corps humain étant extrêmement bien fait, s'il fait chaud, il transpire. Cette transpiration doit s'évacuer en passant de l'état liquide à l'état gazeux. Si l'air qui nous entoure est saturé d'humidité parce qu'il stagne, il a difficile d'absorber à nouveau de l'humidité et la sueur reste sur la peau sans s'évaporer. Si par contre l'air saturé est envoyé plus loin (à l'aide du ventilateur), de l'air non saturé prend place autour de la peau et permet l'évacuation aisée de la sueur.



C'est comme lorsque vous (ou votre épouse !) nettoyez la maison, le sol sèche beaucoup plus vite avec un courant d'air frais (même avec une température relativement basse) qu'avec de l'air chaud mais sans courant d'air !

La pression

Mesure de pression et utilisation des manomètres :

Pression = force appliquée sur une surface

$1 \text{ Kg/cm}^2 = \pm 1 \text{ bar} = 101.325 \text{ Pa} = 1.013 \text{ hPa} = 101 \text{ kPa}$

Premier Principe

Augmentation de pression et de température



Prenons l'exemple d'une pompe à vélo :

Si l'on maintient l'orifice de sortie fermement et que l'on continue à pomper, le volume diminue alors que la pression et la température augmentent.

Ce phénomène se produit également dans les moteurs à combustion (principe du moteur diesel), dans les compresseurs d'air, les marmites à pression, ...

Diminution de pression et de température



Lorsque l'on utilise une bombe aérosol, une sensation de froid se produit. En effet, l'action combinée de la détente et de l'évaporation provoque une diminution de la température ou une sensation de froid.

Les Manomètres

Qu'est ce qu'un manomètre ?

Un manomètre est un appareil de mesure de pression ou de dépression. Il fonctionne sur le principe de la différence entre valeur mesurée et valeur de

base.

La valeur de base pouvant être différente suivant le type de manomètre.

Trois types principaux de manomètre:

Manomètre de **pression absolue**.

Manomètre de **pression relative**.

Manomètre de **dépression**.

Les Manomètres de pression absolue

Pression absolue

La mesure en pression absolue se fait par rapport au vide (référence).

Le manomètre de pression absolue est donc **insensible** aux variations de pression atmosphérique.

Le principe de mesure est basé sur la **différence** entre une référence de base (le **vide d'air**) et la **valeur mesurée**.

Donc, si nous laissons ce manomètre à **l'air libre**, il indiquera **+/- 1 bar** (soit la pression atmosphérique).

Manomètres de pression absolue



L'exemple typique de manomètre de pression absolue est **le baromètre**. En effet, lorsque l'on mesure la pression atmosphérique (par exemple 1021mbar) c'est par rapport au **vide**.

On a ici 1021mbar de plus que le **vide**.

Les manomètres les plus courants fonctionnent suivant le principe du tube de bourdon ou de la spirale.

Une déformation due à la pression permet à l'aiguille de bouger et d'indiquer la pression par rapport à la référence, le vide.

Conclusions

Le baromètre est l'exemple le plus courant de mesure en valeur absolue.

Ce type de manomètre n'est pas couramment utilisé.

Son atout principal est la constance de la référence (le vide) et donc la précision et la reproductibilité de la mesure.

Certain outils de diagnostic avancé de la climatisation utilisent la mesure en valeur absolue pour obtenir une précision élevée.

Les manomètres de pression relative

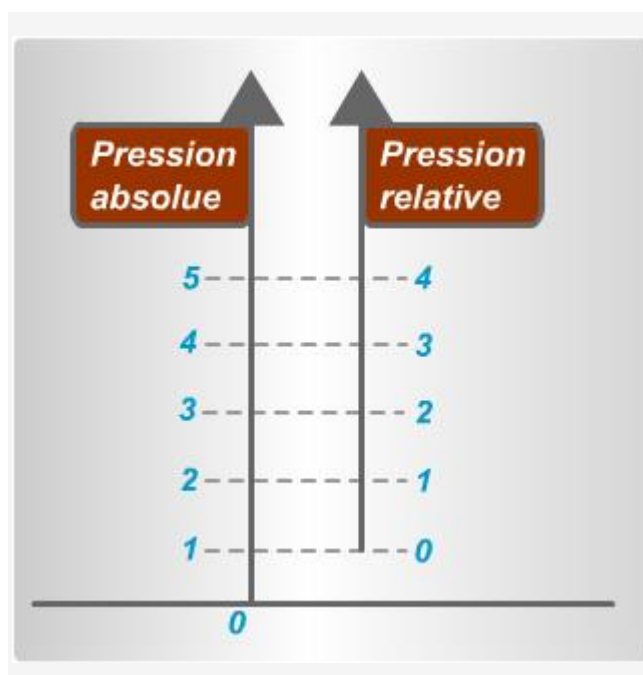
Pression Relative

La mesure en pression relative se fait **par rapport à la pression atmosphérique**.

Le principe de mesure est basé sur la différence entre une valeur de **référence (pression atmosphérique)** et la **valeur mesurée**.

Attention, la pression atmosphérique est **variable** en fonction des conditions climatiques et de l'altitude.

Elle se situe +/- à 1013 mbar au niveau de la mer et diminue avec l'altitude.



Manomètre de pression relative



Conclusion

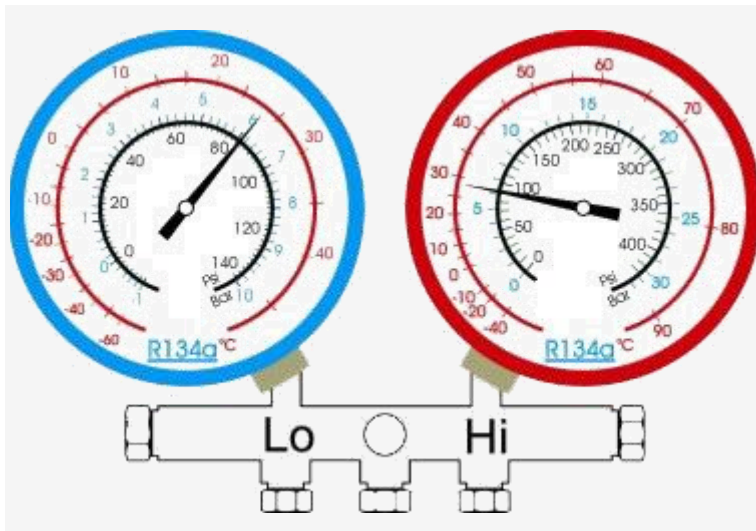
Ce type de manomètre est un des plus employés, mais la variation de la pression atmosphérique peut poser problème lors de mesures de précision. En général, la fluctuation de la mesure étant minimale, il est couramment utilisé pour le contrôle des climatisations.

Différenciation entre un manomètre en pression relative ou absolue

Comment différencier un manomètre en pression relative ou absolue ?

Simplement : puisque les manomètres de pression absolue se basent sur le vide, il ne peut y avoir de valeurs négatives dans leurs graduations.

Les deux manomètres ci-dessous sont en pression relative et pourtant vous remarquez que celui de droite n'a pas de graduation négative, pourquoi ?



Ce manomètre est utilisé pour la haute pression. Une graduation de -1 bar est trop petite et a volontairement été omise.

Une autre méthode **infaillible** pour déterminer le type de manomètre dont on dispose est de **laisser l'air s'y introduire**. Si le manomètre indique **0 bar**, il est de type **relatif** et s'il indique **+/-1 bar**, il est de type **absolu**.

Conclusions

- Le manomètre de **pression absolue** a pour référence **LE VIDE D'AIR**.
Le manomètre de **pression relative** a pour référence **LA PRESSION ATMOSPHERIQUE**.
Si le manomètre indique des **valeurs négatives**, il est en pression **relative**.
Si en laissant entrer la **pression atmosphérique**, le manomètre indique **0 bar**, il est en pression **relative**.
Si en laissant entrer la **pression atmosphérique**, le manomètre indique **1 bar**, il est en pression **absolue**.

Introduction au module 2

Ce module traitera des grandeurs physiques qui nous importent dans le cadre d'un système de climatisation

• Dépression

- Dépression
- La dépression est une pression relative inférieure à la pression atmosphérique.
Le manomètre de dépression ne peut en aucun cas mesurer de pressions positives.
Le 0 correspond à la pression atmosphérique et les graduations sont négatives.
Le -1000 mbars correspond +/- au vide.
- Manomètre de dépression

- Il est utilisé pour vérifier la "qualité du vide" ainsi que pour vérifier certaines fuites.

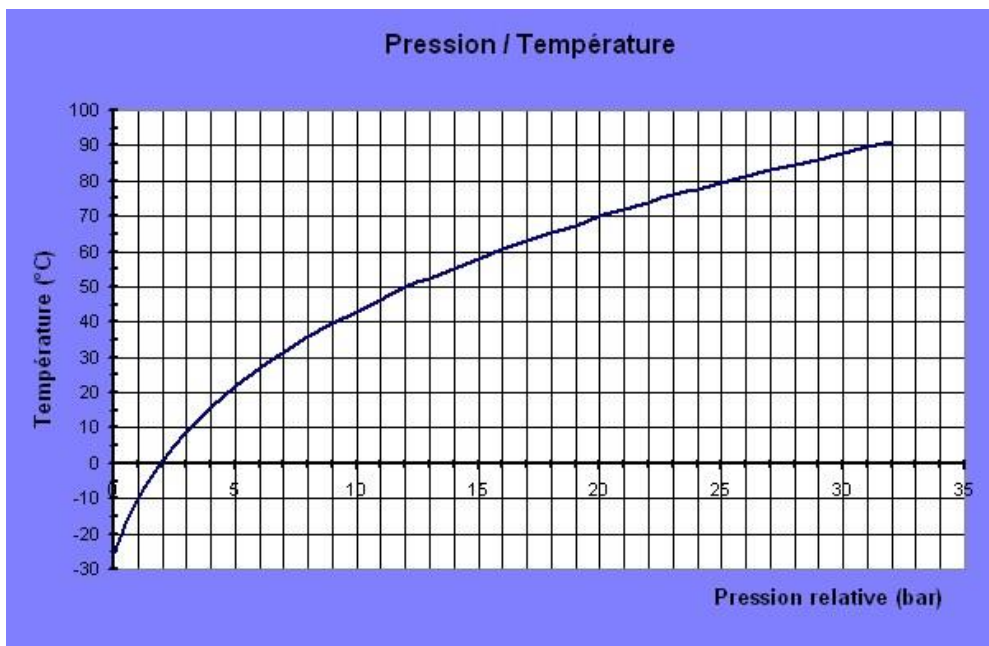


Liaison pression - température

Liaison pression - température

Le frigorigène utilisé dans une climatisation a été choisi (entre autres) pour ses caractéristiques pression-température (température d'ébullition de -27°C à la pression de 1 bar).

Nous allons voir un tableau montrant qu'à chaque température d'ébullition correspond une pression précise. Et inversement.



En mesurant seulement une pression, nous pouvons en déduire la température d'ébullition correspondante.

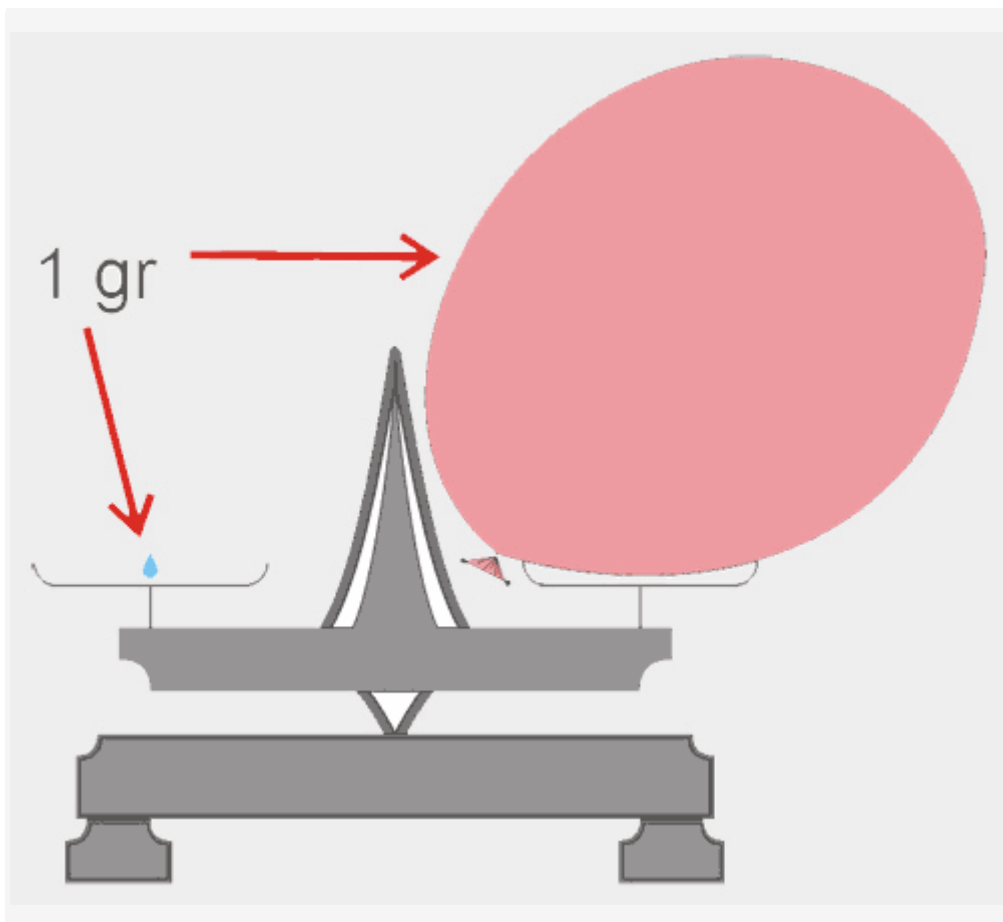
Sur une installation de climatisation, il n'y a que deux raccords de mesure de pression possibles (haute et basse pression).

En mesurant la température à d'autres endroits, nous pouvons en déduire la pression (avec plus ou moins de précision).

Sur le graphique de droite, **A** représente la **phase liquide** et **B** représente le phase **gazeuse**.

Masse volumique

Masse volumique



Un gramme de fluide a le même poids, qu'il soit liquide ou gazeux (c'est le fameux exemple du kilo de plumes ou de plomb...).

Ce qui change, c'est son volume.

Les conséquences sur l'installation d'air conditionné se situent au niveau des dimensions des tuyaux.

En effet, les tuyaux les plus fins seront ceux du fluide sous forme liquide et haute

pression.

Les plus gros diamètres seront pour les tuyaux basse pression sous forme gazeuse.

Conclusions:

BP: **GROS** diamètre de **tuyaux**.

HP: **PETIT** diamètre de **tuyaux**.



HP: **PETIT** diamètre de **tuyaux**.



BP: **GROS** diamètre de **tuyaux**.

Définition

L'enthalpie

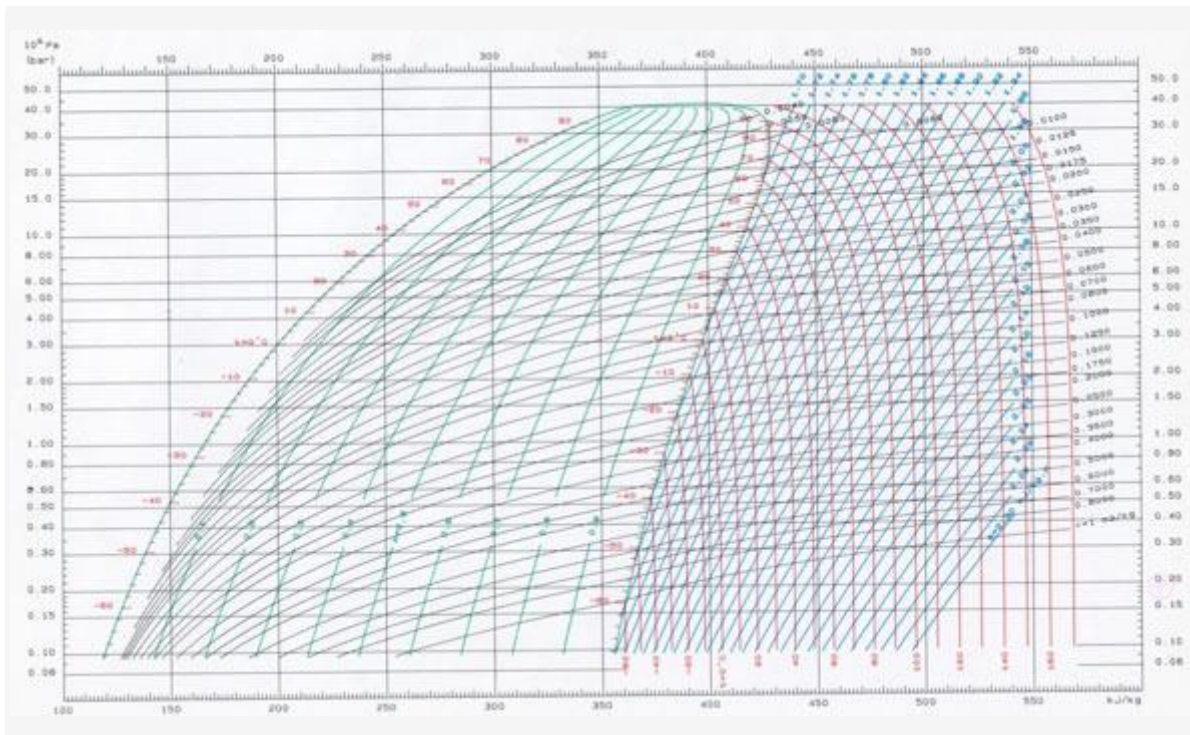
L'enthalpie est une forme d'énergie par unité de poids.

Elle représente l'énergie présente dans le frigorigène.

Les différentes phases de fonctionnement d'une boucle de froid provoquent une modification de cette enthalpie.

Sur certains graphiques de contrôle du système d'air conditionné (diagramme de

Mollier, ...), nous retrouvons l'enthalpie sur un des deux axes. Il suffit simplement de retenir que l'enthalpie est une certaine forme d'énergie (par unité de masse).



Conclusion :

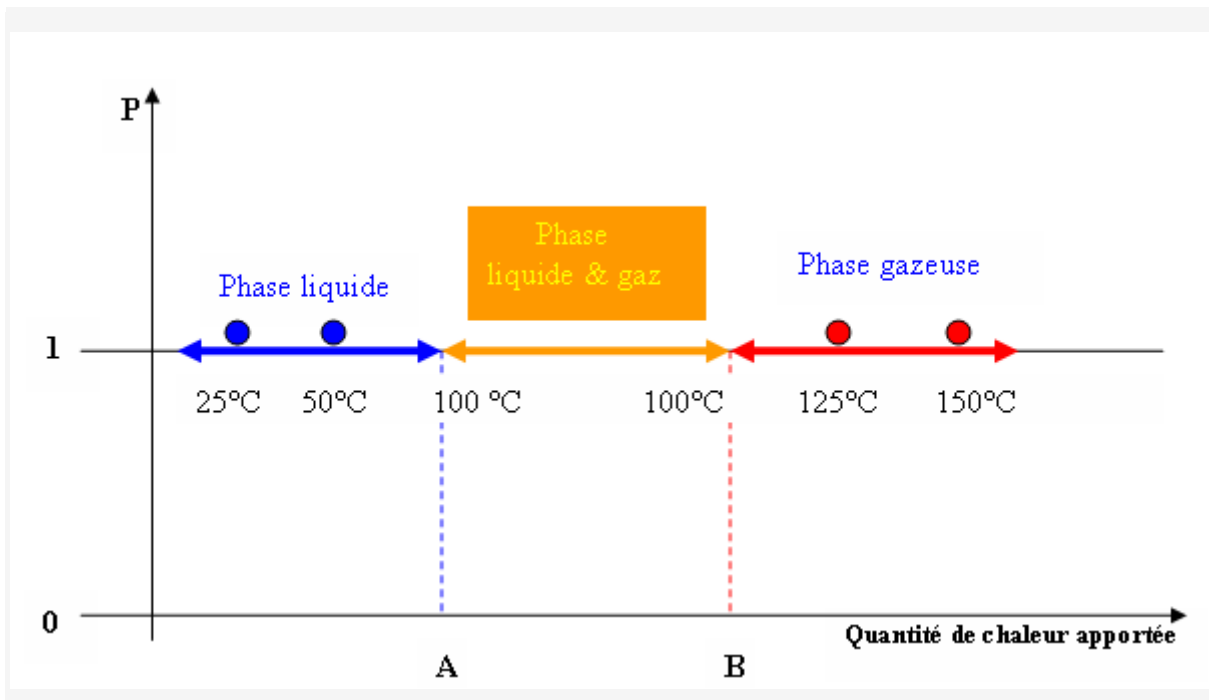
La définition de l'enthalpie, terme que l'on pourra retrouver lors de diagnostic sur les circuits de climatisation, est simplement une forme d'énergie.

Exemple

Le diagramme de Mollier est la représentation sous forme graphique du lien entre la pression, la température, l'enthalpie et l'état (ou la phase) de la matière.

Prenons l'exemple de l'eau :

A une pression atmosphérique de 1013 mb, l'eau est liquide jusqu'à une température de 100°C. Puis elle passe en phase diphasique pendant un certain temps et au delà, elle n'est plus présente que sous forme gazeuse. Si nous reprenons ces éléments dans un graphique, voici ce que nous obtenons :



Introduction au module 3

- Module 3 : présentation des deux systèmes de boucle de froid

Localisation de la boucle de froid

La boucle de froid comprend l'ensemble de ce qui sert à "créer du froid" (ou plutôt enlever du chaud !!!) du point de vue thermodynamique. La boucle comprend aussi bien les parties froides que les parties chaudes du circuit car il faut toujours garder en tête que : pour "faire du froid", il faut du chaud. Quel que soit le véhicule, le principe de création de froid reste le même à quelques variantes près.

Système à détendeur variable

Les températures mentionnées ici le sont à titre d'exemple. Elle peuvent varier en fonction des divers constructeurs et des divers composants du système.

Mettons cette installation en marche et voyons ce qui se produit :

Système à détendeur fixe

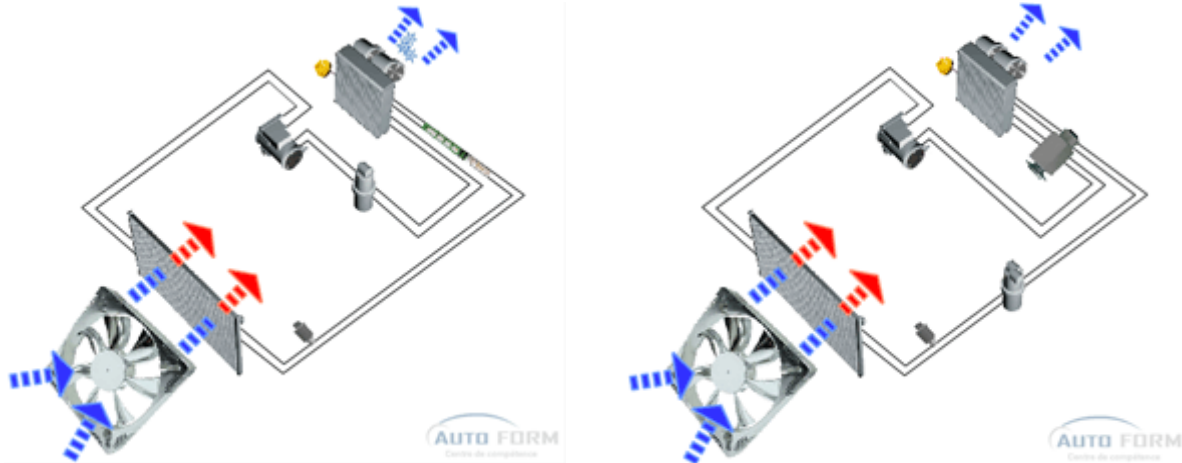
Ce système est également appelé système à ajustage fixe, système à orifice calibré, système à détendeur fixe.

Les températures mentionnées ici le sont à titre d'exemple. Elle peuvent varier en fonction des divers constructeurs et des divers composants du système.

Mettons cette installation en marche et voyons ce qui se produit :

Cliquez sur le bouton "Démarrer" pour voir l'animation.

Comparaison des deux systèmes



Les deux systèmes se distinguent par la possibilité ou non de régler le flux de réfrigérant. Cela conditionne la fonction et l'emplacement du filtre déshydrateur ou de l'accumulateur.

Le détendeur fixe n'ayant pas la possibilité de régler le flux de réfrigérant il faut placer **l'accumulateur avant le compresseur** afin d'éviter que du réfrigérant liquide ne soit aspiré, détruisant le compresseur.

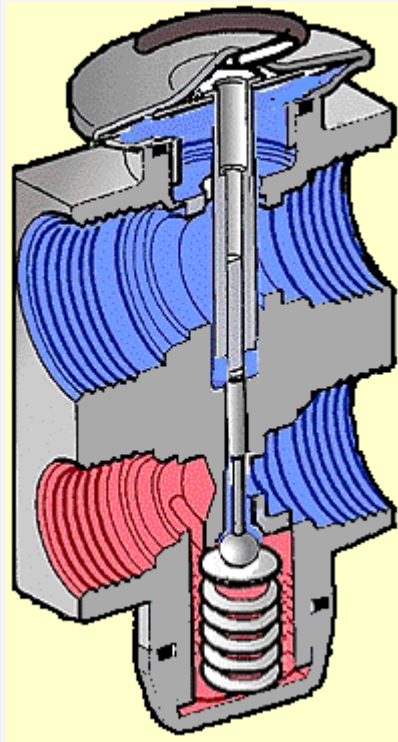
Le flux de réfrigérant étant variable, il a fallu placer le filtre déshydrateur avant la valve de régulation afin de toujours disposer d'une réserve suffisante de liquide.

Les compresseurs de climatisations à orifice calibré sont souvent commandés par un pressostat basse-pression (placé sur la basse-pression). A l'inverse, les compresseurs de climatisations à valve d'expansion sont commandés par une sonde de givrage placée sur ou dans l'évaporateur.

Remarque : les climatisations à orifice calibré sans pressostat basse pression sont commandés en fonction de la température de l'évaporateur (sonde de givrage).

Comparaison entre détendeur fixe et variable

Comparaison entre détendeur fixe et variable



Détendeur à orifice calibré (le capillaire, détendeur fixe, détendeur à ajustage fixe) :

Ce système n'est qu'un passage calibré. Le diamètre et la longueur du tuyau capillaire est déterminée par le constructeur. Il n'y a donc pas de régulation du débit en fonction de la demande de froid.

La couleur ne doit pas être changée car elle est différente en fonction des différents calibrages.

La valve d'expansion:

La valve d'expansion est une valve à étranglement variable.

Cet étranglement variable permet de réguler en permanence la circulation de réfrigérant vers l'évaporateur.

Pour cette régulation, il y a « comparaison » entre la température du flux sortant de l'évaporateur et celle du flux entrant. La quantité de frigorigène envoyée dans l'évaporateur est donc adaptée afin d'assurer l'évaporation totale du R134a .

Si la différence de température entre l'entrée et la sortie de l'évaporateur est suffisante

cela signifie que le frigorigène se trouve au delà de la zone de dyphasie. L'énergie a pu être utilisée pour faire augmenter la température du gaz. Cette valve permet ainsi l'évaporation totale du réfrigérant, dans toutes les circonstances, par auto-régulation du débit.

Le frigorigène parcourt le trajet entre A et B lorsqu'il est dans [l'évaporateur](#). Il s'évapore complètement et ensuite le gaz continue à voir sa température augmenter jusqu'à la sortie de l'évaporateur.

Conclusions :

Le détendeur fixe est simplement un orifice calibré.

Le détendeur variable régule en permanence en vérifiant la température (et/ou la pression) du frigorigène en sortie d'évaporateur.

Température et pression: schéma

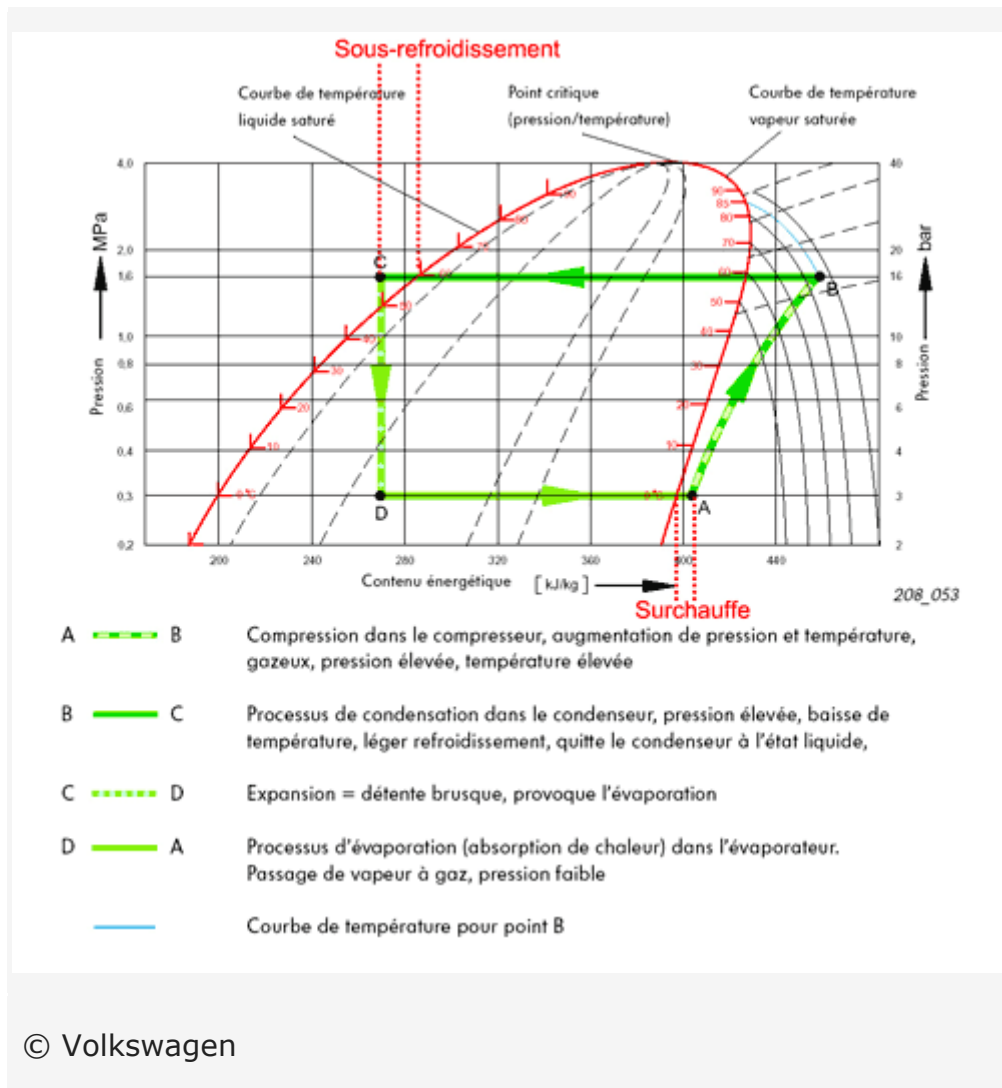
- La pression et la température sont intimement liées. Le schéma suivant nous donne une idée de ces pressions et températures aux différents points de l'installation.

Mettons l'installation en marche et voyons ce qui se passe. Nous avons considéré une température extérieure de 20°C.

Introduction au module 4

•

• Définition



- Cette image permet de clarifier ce qu'est le sous-refroidissement et la surchauffe. Il suffit pour cela d'examiner les écarts présents entre la boucle de froid et les températures théoriques.

Le sous-refroidissement est la différence entre la **température théorique** (du réfrigérant à une pression donnée) et la **température réelle** du réfrigérant mesurée à la **sortie du condenseur**.

Le degré de surchauffe est la différence entre la **température théorique** du réfrigérant en fonction de la pression régnant **dans le circuit basse pression**, appelée température d'évaporation et sa **température réelle à la sortie de l'évaporateur**.

• Sous-refroidissement : mesure de la pression

- Le **sous-refroidissement** est la **différence entre la température théorique** (du réfrigérant à une pression donnée) et la **température réelle** du réfrigérant mesurée à la sortie du condenseur.

Prenons un exemple en suivant 4 étapes.



1. Mesurons la pression dans le circuit haute pression.

La pression mesurée ici est 14 bars.

2. Mettons en correspondance la pression (relative) que nous avons mesurée avec la température sur la réglette, dans un tableau ou directement sur le manomètre.

La pression de 14 bars correspond théoriquement à un température d'ébullition de 56°C.

Sous-refroidissement : mesure de la température



3. Mesurons la température à la sortie du condenseur.

La température mesurée ici est de 40°C.

$$56^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C} = 16^{\circ}\text{C}.$$

4. Faisons la différence des deux températures. Nous obtenons le sous-refroidissement. Il doit se situer entre 2°C et 10°C.

Si le degré de sous-refroidissement est trop bas, p.ex. $67 - 66 = 1^{\circ}\text{C}$, c'est que trop peu de réfrigérant se trouve dans le condenseur.

Si par contre, le degré de sous-refroidissement est trop élevé, p.ex. $67 - 53 = 14^{\circ}\text{C}$, c'est que trop de réfrigérant se trouve dans le condenseur.

Dans notre cas, le degré de sous-refroidissement est de 16°C ce qui peut signifier qu'il y a trop de réfrigérant dans le circuit ou que le réfrigérant y séjourne trop longtemps.

Surchauffe : mesure de la pression

Le **degré de surchauffe** est la différence entre la **température théorique** du réfrigérant en fonction de la pression régnant dans le circuit basse pression, appelée température d'évaporation et **sa température réelle à la sortie de l'évaporateur**.

Prenons un exemple en suivant 4 étapes.



1. Mesurons la pression dans le circuit basse pression.

La pression est ici de 2 bars.

2. Mettons en correspondance la pression (relative) que nous avons mesurée avec la température sur la réglette, dans un tableau ou directement sur le manomètre.

Une pression de 2 bars correspond à une température théorique d'ébullition de 1°C.

Surchauffe : mesure de la température



3. Mesurons la température à la sortie de l'évaporateur.

La température mesurée est ici de 3°C.

$$3^{\circ}\text{C} - 1^{\circ}\text{C} = 2^{\circ}\text{C}$$

4. Faisons la différence des deux températures. Nous obtenons la surchauffe. Elle doit se situer entre 2°C et 10°C .

Si le degré de surchauffe est trop bas, p.ex. $1-1 = 0^{\circ}\text{C}$, c'est que le réfrigérant n'a pas le temps de se réchauffer suffisamment en parcourant l'évaporateur parce qu'il y en a de trop.

Si par contre le degré de surchauffe est trop élevé, p.ex. $12-1 = 11^{\circ}\text{C}$, c'est que le réfrigérant se réchauffe trop en parcourant l'évaporateur du fait qu'il y en a trop peu.

Dans notre cas le degré de surchauffe vaut 2°C ce qui est tout à fait normal. Il n'y a donc ni trop peu ni trop de réfrigérant.

Outils de diagnostic

Remarque : il existe des appareils de diagnostic de climatisation qui permettent d'afficher **simultanément** les pressions, les températures (intérieures, extérieures et tuyaux), le taux d'humidité mais surtout les degrés de **surchauffe** et de **sous-refroidissement**.



L'EXXoClim de chez EXXoTEST



Climtest2 de chez Valeo

Exemples d'appareils de diagnostic.

Conclusion

Une valeur **en dehors des tolérances** indique un **manque** ou une **quantité excessive** de réfrigérant avec, comme conséquence, des performances amoindries du système.

L'intersection des deux courbes (SC = surchauffe ; SR = sous refroidissement) indique la **quantité idéale** de réfrigérant.

Le **segment a-b** représente la **quantité admissible** (min.-max.) puisque, dans cette section, tant la surchauffe que le sous-refroidissement se situent entre 2 et 10 °C.

- un **sous-refroidissement faible** et/ou une **surchauffe élevée** ainsi qu'une température de sortie élevée aux ouies de ventilation sont un signe de **manque de réfrigérant**.
- un **sous-refroidissement élevé** et/ou une **surchauffe faible** sont un signe **d'excès de réfrigérant**.
- un degré de sous refroidissement élevé et un degré de surchauffe corrects sont l'indication d'un sécheur bouché.

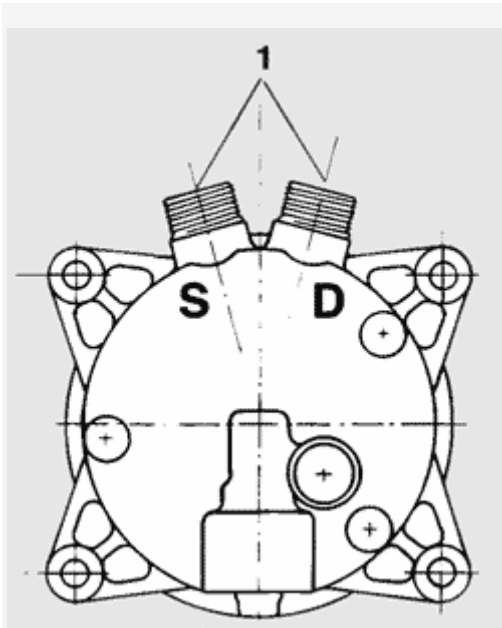
Objectifs atteints

Vous êtes maintenant capable de

- Calculer le surchauffe du système
- Calculer le sous-refroidissement du système
- Diagnostiquer un manque ou un excès de réfrigérant dans le système
-

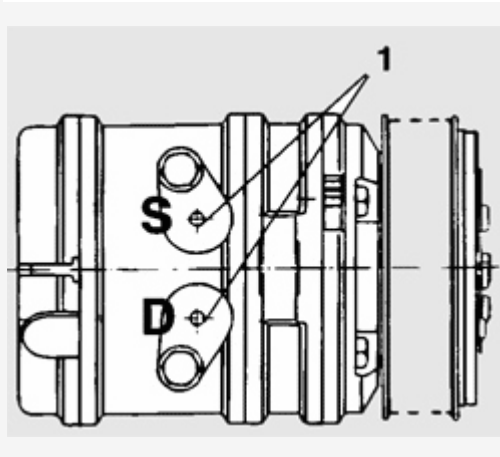
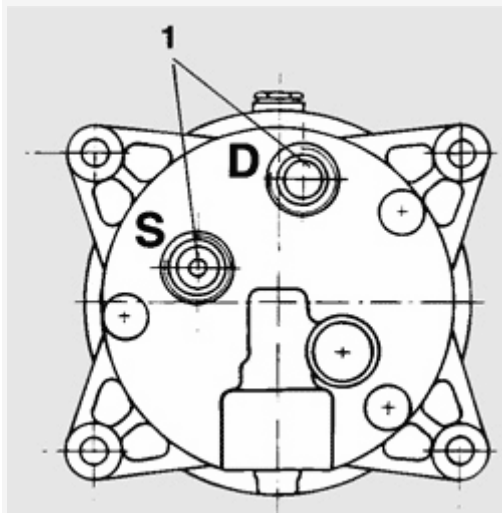
• Les compresseurs

- Les [compresseurs](#) utilisés de nos jours sont compacts et légers. Certains éléments se retrouvent sur chaque compresseur :
 - Le corps de compresseur.
 - Les pistons, palettes ou spirales.
 - Les clapets d'admission et d'échappement.
 - Les raccords d'entrée et de sortie du réfrigérant.
 - L'embrayage et la poulie de courroie.
- Les raccords pour le réfrigérant



S : Aspiration (Suction) BP
 D : Refoulement (Décharge) HP

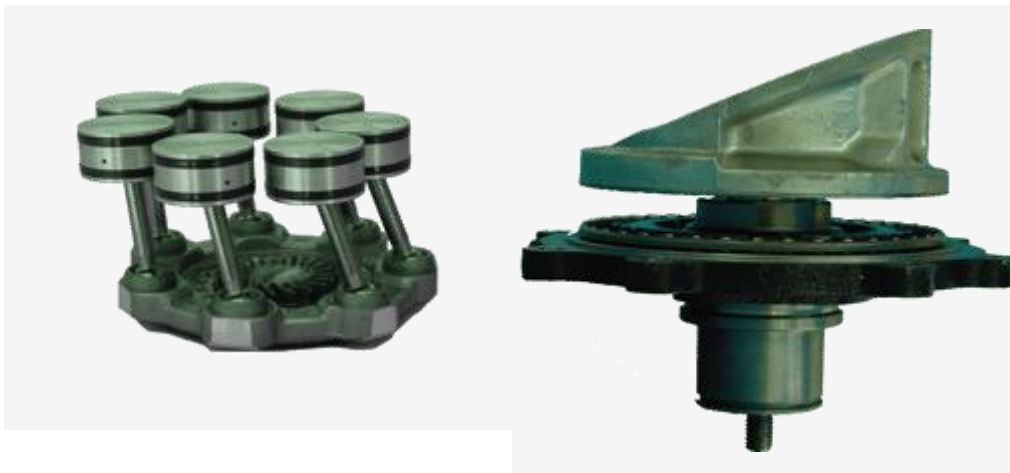
La culasse peut être de différents types. Malgré le recours de plus en plus fréquent à des éléments souples, il est presque impossible d'inverser les tuyauteries sauf dans certains cas de remontage. En cas de doute, se référer aux inscriptions ou au manuel d'atelier.



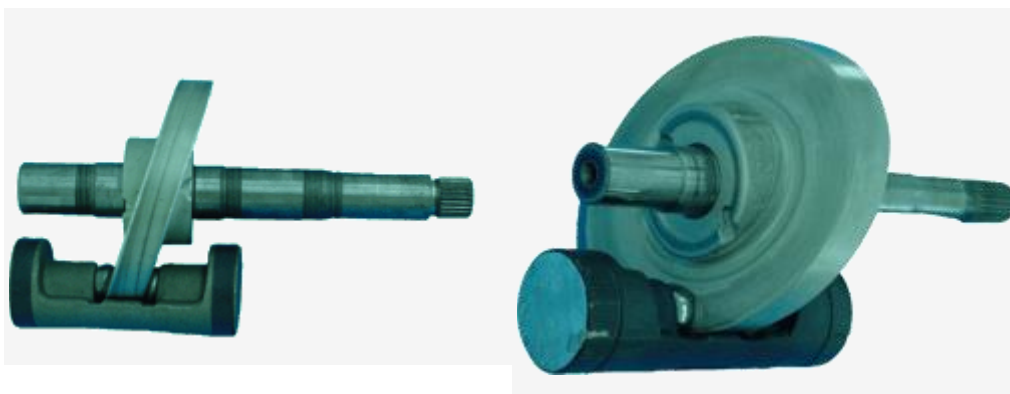
- Il existe deux sortes de compresseurs, fixes ou variables, qui peuvent chacun être subdivisés en 3 types :
 - les compresseurs à pistons. Ces pistons peuvent être montés
 - * en ligne (de moins en moins courant)
 - * en V (de moins en moins courant)
 - * **axialement** (compresseurs à plateau oscillant simple ou double action)
 - * **radialement**
- - les compresseurs à palettes
- les compresseurs à spirales

• Compresseurs à pistons axiaux

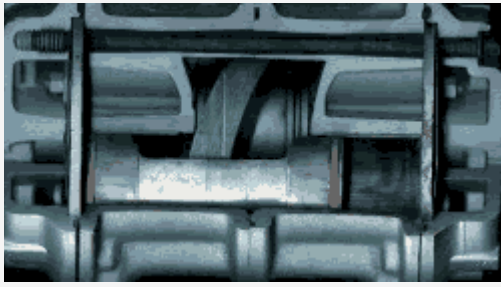
- Compresseur fixe à pistons axiaux --> simple action
- C'est un plateau oscillant monté sur l'axe d'entraînement qui permet de donner le mouvement axial aux pistons. Il est souvent muni de 5 à 9 pistons de façon à minimiser les vibrations qu'engendre le va-et-vient des pistons.



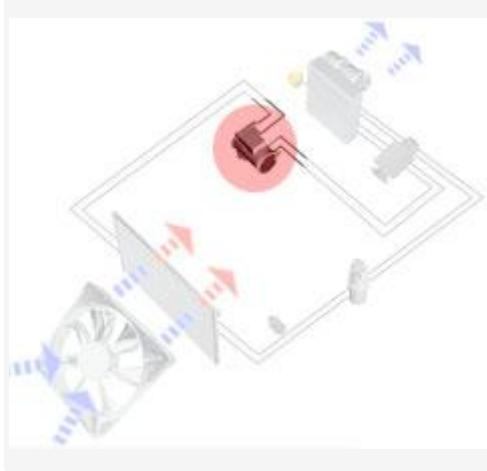
- Le plateau à pistons se trouve sur le plateau oscillant. Les pistons guidés dans les cylindres décrivent un mouvement de va-et-vient.
- Compresseur fixe à pistons axiaux --> double action



- Contrairement au système simple action il ne s'agit plus ici d'une bielle qui relie le piston et le plateau oscillant. En effet, la double action est réalisée grâce à un piston double effet dans lequel a été créé une glissière pour permettre le passage du plateau oscillant. Afin de réaliser un bon glissement du plateau dans les différentes glissières, chaque glissière est équipée de 2 demi billes qui permettront un bon déplacement sur coussin d'huile.
- Vidéo



Compresseurs à palettes



Les compresseurs à palettes

Il existe plusieurs types de compresseurs à palettes. Ils se différencient principalement par la forme de la chambre dans laquelle le rotor est en mouvement.

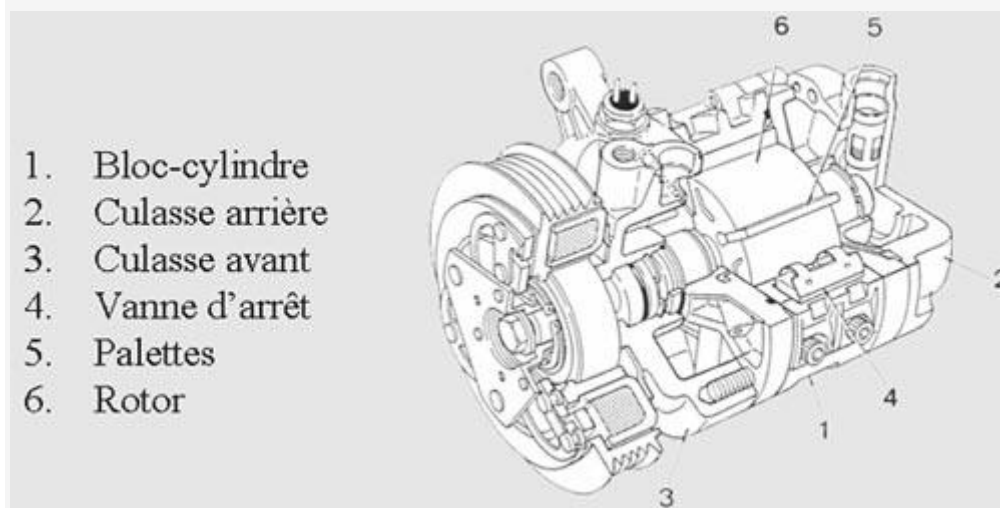
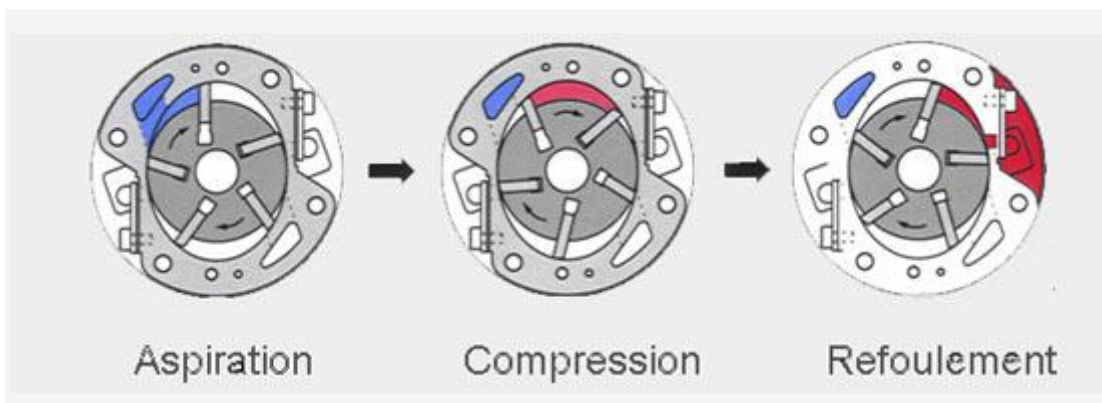


Malgré cela le principe de fonctionnement reste toujours le même.

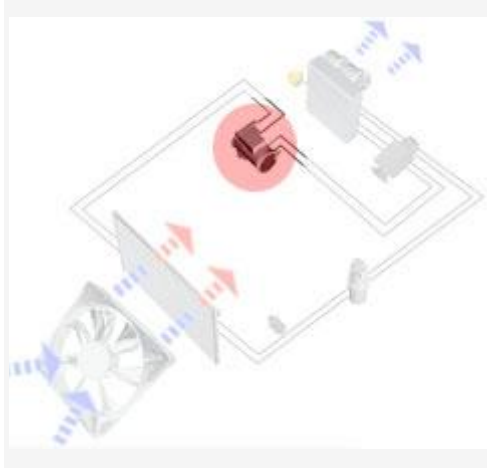
Principe de fonctionnement

Les palettes sont coulissantes dans leur logement. Elles sont plaquées contre les parois grâce à la force centrifuge. Le frigorigène est aspiré via des clapets d'admission BP. Le volume diminue et la pression augmente pour enfin libérer le frigorigène via des clapets HP. L'étanchéité est réalisée par la force centrifuge et l'huile contenue dans le réfrigérant.

La lubrification étant assurée par cette huile, il est indispensable d'éviter les fuites.
Tout manque d'huile entraînera inévitablement le grippage du compresseur.

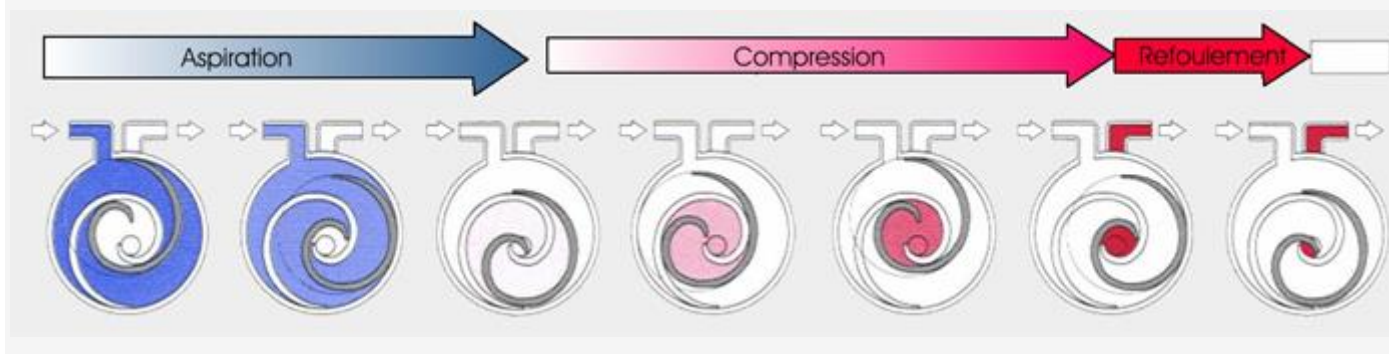


Compresseurs à spirales

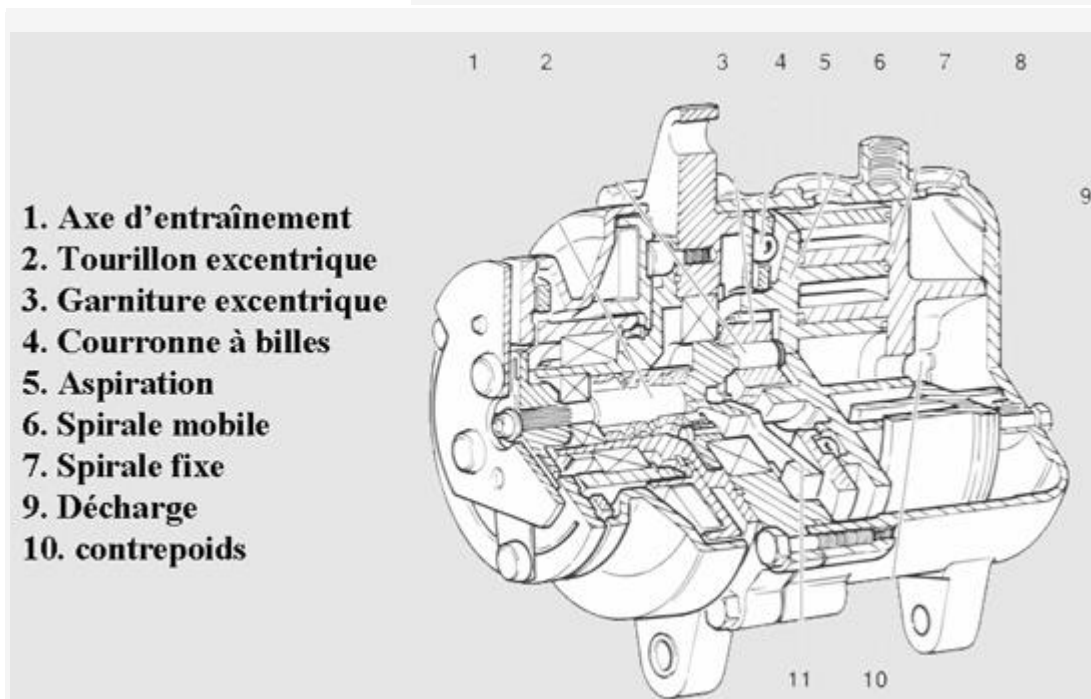


Les compresseurs à spirales

Le compresseur à spirales (ou compresseur G ou Scroll) est composé d'une spirale fixe et d'une spirale mobile.
C'est un mouvement excentrique qui provoque la variation de volume.



Dans ce type de compresseur, les à-coups sont exclus puisque le mouvement est continu et uniforme. La rotation est donc douce et les vibrations sont limitées.



Compresseurs à pistons à plateau incliné (1)

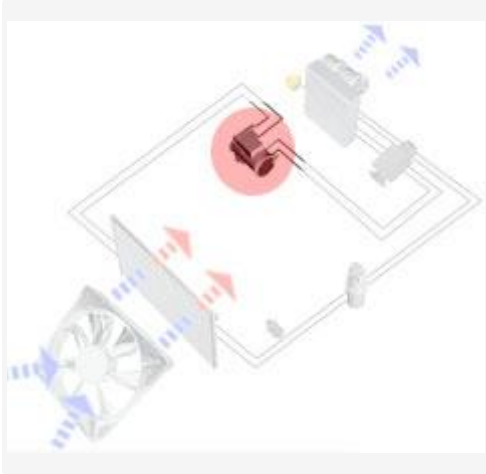
Deux variantes sont possibles :

Compresseurs à pistons à plateau inclinable :
variations du débit grâce à la variation de cylindrée

Compresseur à spirale :
variations du débit grâce à une régulation de la décharge.

Compresseur à pistons à plateau inclinable

Compresseurs à pistons à plateau inclinable (2)

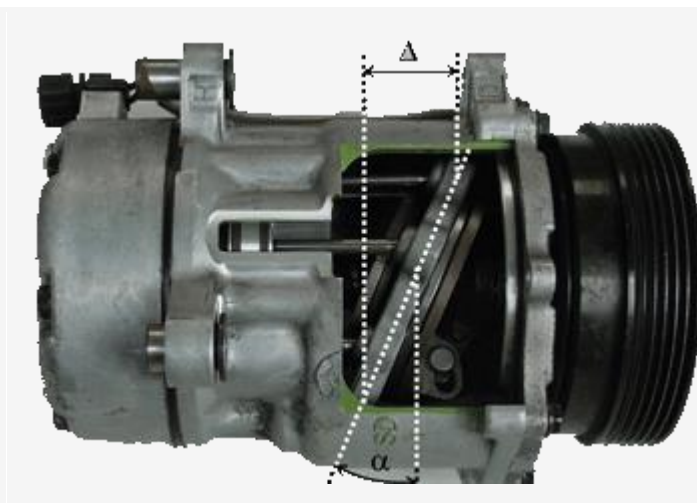
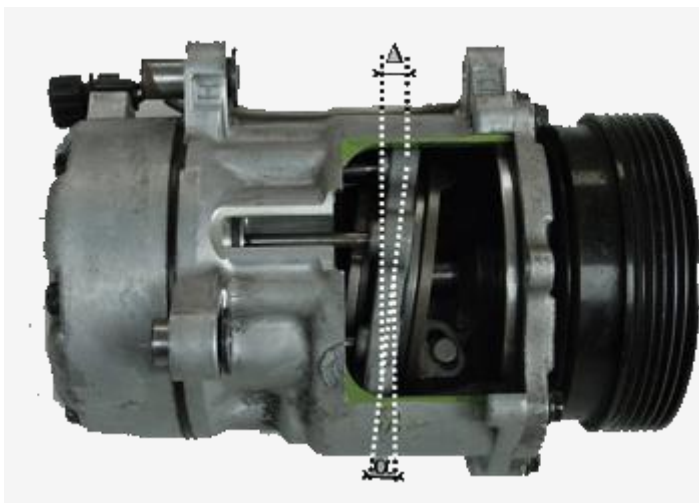


Compresseurs à pistons à plateau inclinable

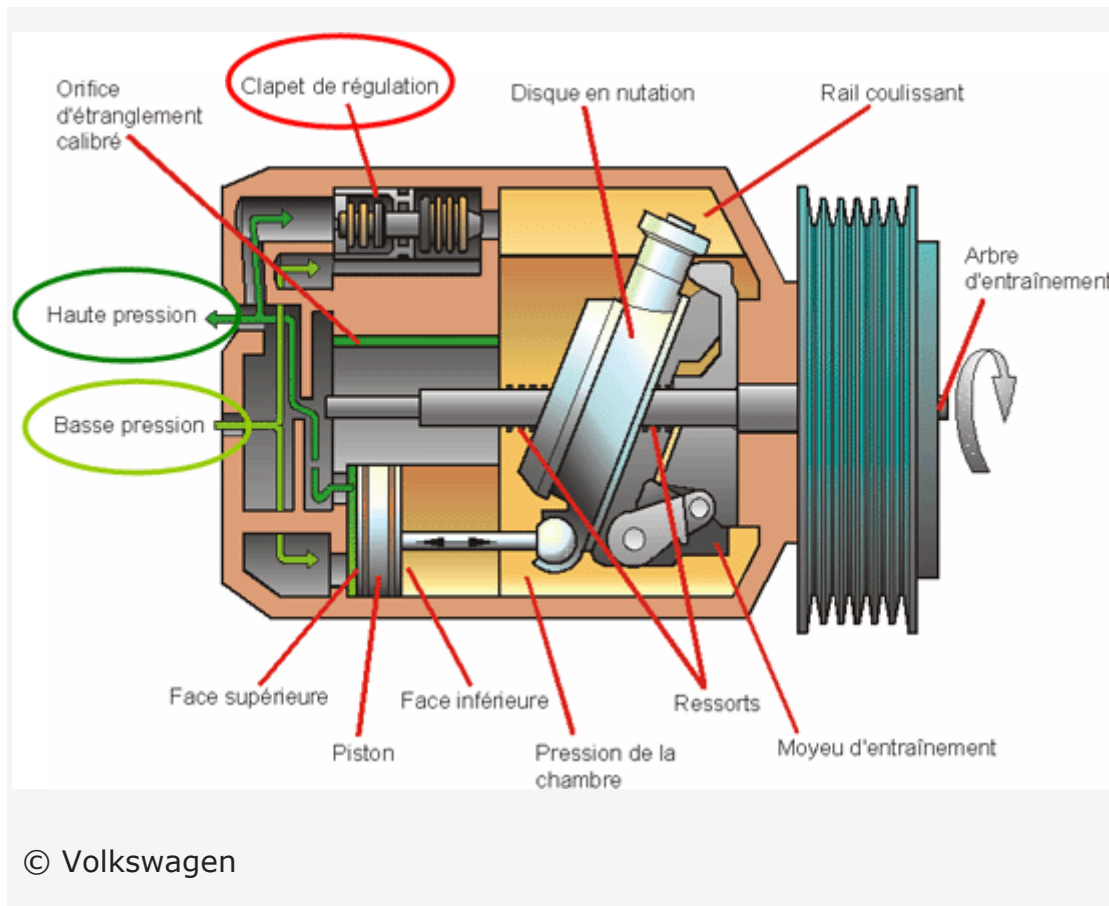
Ce type de compresseur permet d'obtenir un débit de sortie variable.
Grâce à cette régulation du débit, il est possible d'agir directement sur les
différentes pressions régnants dans le système.
L'obtention du débit variable est directement lié à l'inclinaison du plateau qui va
engendrer une cylindrée plus ou moins grande :

Petit débit

Grand débit



Régulation de débit



La régulation du débit s'effectue par un réglage de la cylindrée.
 Ce réglage de la cylindrée est généré par une différence de pression entre l'avant et l'arrière du piston. Si la pression sous le piston est élevée, le plateau sera fort incliné et inversement si la pression chute.
 Les variations de basse pression vont agir sur le clapet de régulation afin de laisser passer plus ou moins de haute pression dans le carter du compresseur. C'est de cette façon que la différence de pression est régulée.

Plage de régulation

Il existe des compresseurs à grande et à petite plage de régulation :

Exemple de petite plage : entre 30% et 100%, l'embrayage du compresseur ne reste donc pas enclenché en permanence.

Exemple de grande plage : entre 2% et 100%, l'embrayage du compresseur reste enclenché en permanence sauf si la demande en froid est extrêmement petite.

[Avantages et inconvénients des compresseurs variables cliquez ici.](#)



Remarque : la tendance future va vers des compresseur à débit variable dont la régulation est électronique. La variation de cylindrée se fait toujours par la différence de pression entre les 2 faces des pistons mais la vanne de régulation devient une électro-vanne avec une cartographie spécifique.

Les sécurités mécaniques

Les soupapes de sécurité

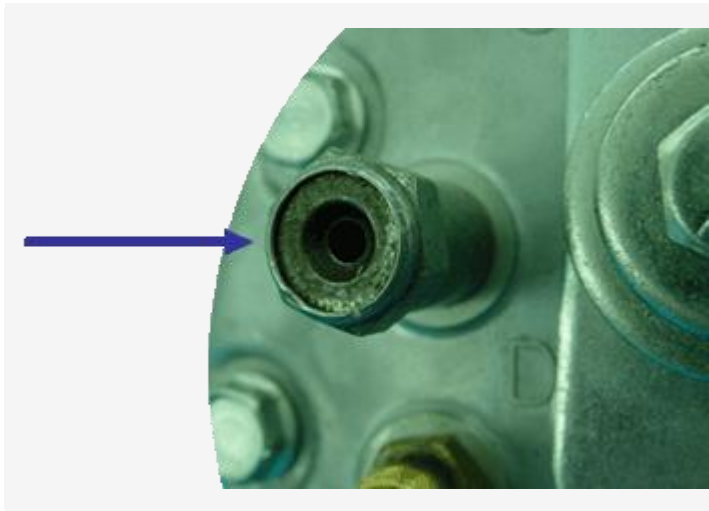
Les climatisations peuvent être munies d'une **soupape de sécurité mécanique qui laisse s'échapper la pression** en cas de dysfonctionnement du système. Elles sont montées sur le circuit haute pression, sur le compresseur ou sur la bouteille déshydratante.

Il faut distinguer :

- Les soupapes à ressort.
- Les soupapes à capsule fusible (plomb).

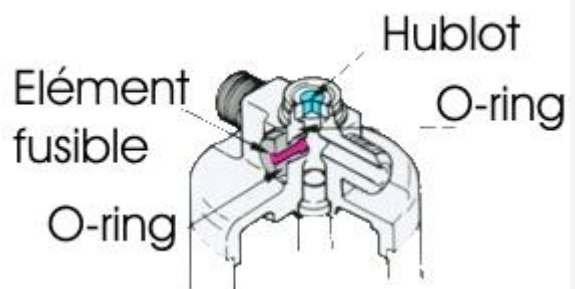
Les soupapes de sécurité à ressort

Lorsque la pression est trop élevée, celle-ci exerce une **force sur un piston qui écrase un ressort taré** (+/- 32 bars). Le déplacement du piston dégage un orifice qui permet de laisser s'échapper le frigorigène dans l'atmosphère ou de court-circuiter la basse et la haute pression.

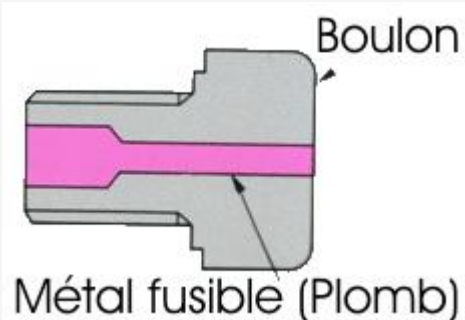


Les soupapes de sécurité à capsule fusible

Cette soupape comporte un métal à faible température de fusion. Pression et température étant intimement liées, si la pression augmente, la température augmente. Si celle-ci dépasse la température de fusion de la capsule, le métal fond et dégage l'orifice qui permet de libérer le frigorigène dans l'atmosphère.



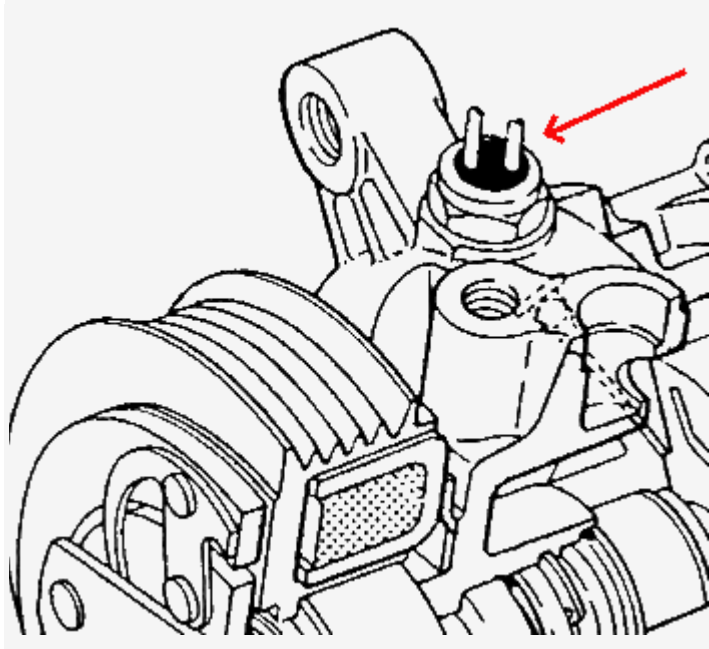
© Toyota



© Toyota

Les thermocontact

Parfois, un thermocontact est placé en série dans l'alimentation de l'embrayage. Si la température du compresseur devient trop importante (par exemple 135°C), l'alimentation de l'embrayage est interrompue. Elle est rétablie lorsque la température descend par exemple en dessous de 115°C.



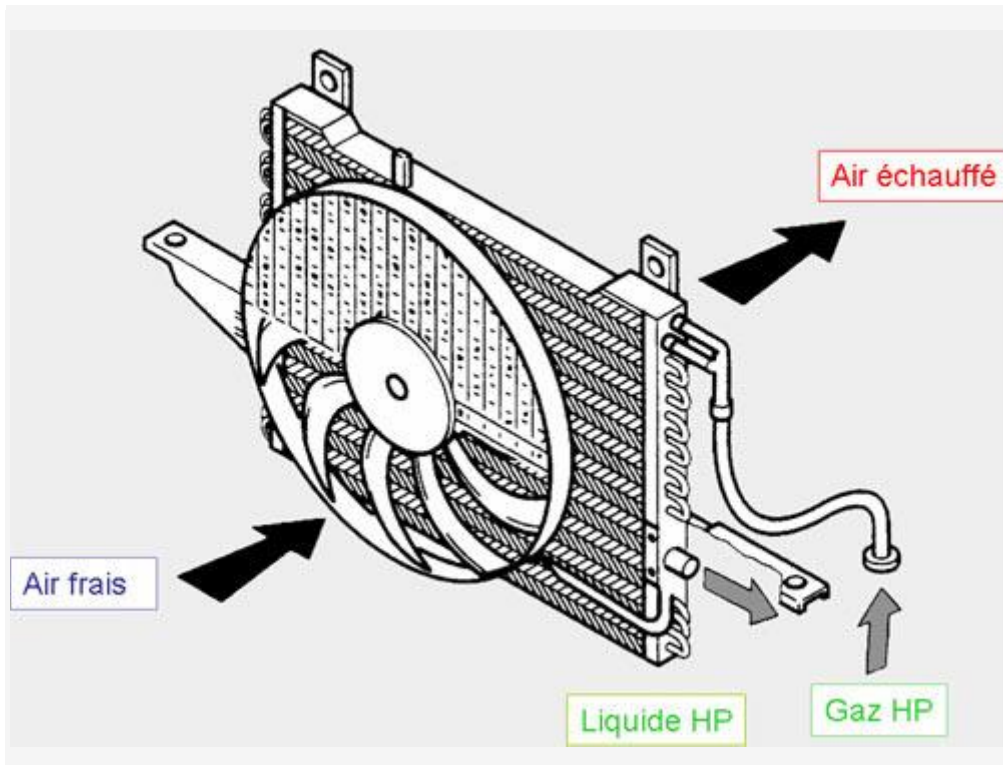
Condenseur, principe

Principe de fonctionnement

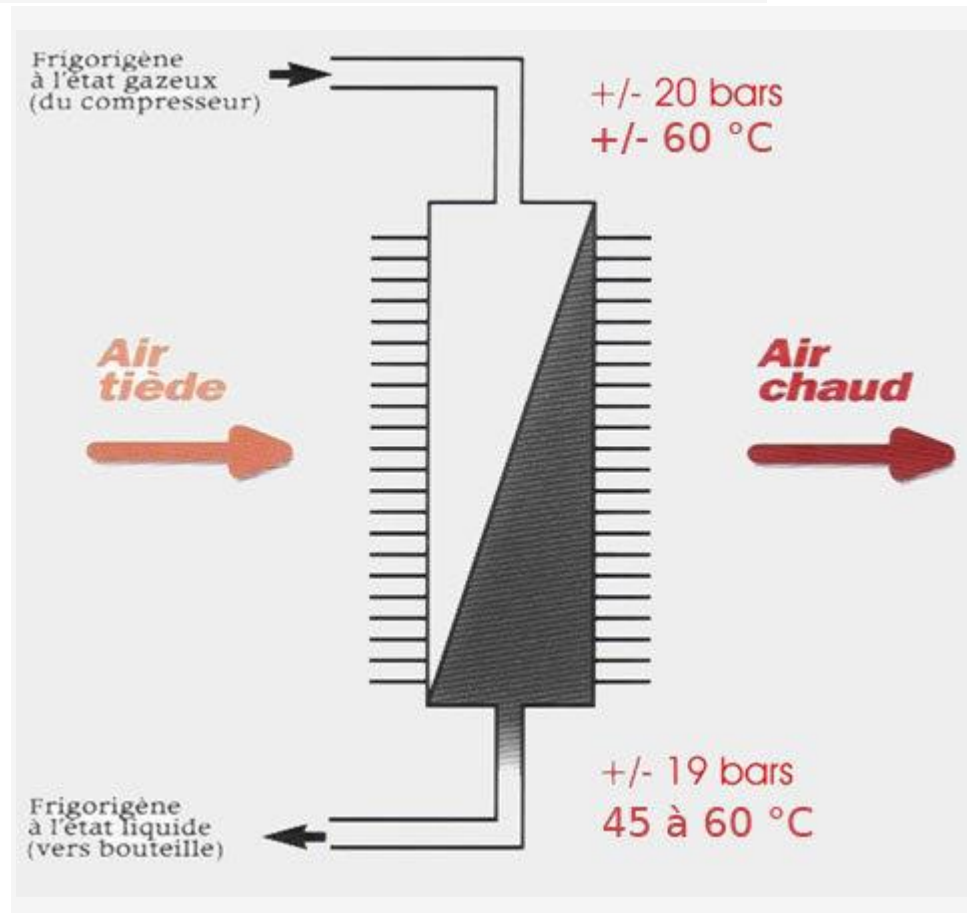
Le rôle du condenseur est **d'évacuer les calories** contenues dans le frigorigène en faisant passer le réfrigérant de **l'état gazeux à l'état liquide**.

Il est placé du côté haute pression après le compresseur et devant le radiateur moteur de façon à être exposé au déplacement d'air frais.

Il est très exposé aux jets de pierres, au sel et aux accidents. Il représente environ 80% des fuites.



En passant au travers du condenseur l'air absorbe une partie des calories que le réfrigérant à capté lors de son passage dans le compresseur. Cet échange thermique permet au frigorigène de passer de l'état gazeux à l'état liquide



Passage dans le condenseur

Le frigorigène effectue le trajet A vers B, il perd beaucoup d'énergie mais peu de température. Il passe de l'état gazeux à l'état liquide.

Types de condenseurs

Les différents types de condenseurs

Condenseur tube-fin



Le tube rond en serpentin est équipé d'ailettes.

Tube intercalaires ou parallel flow



Plusieurs tubes permettent l'aller et le retour simultané du fluide.

En pratique :

Le condenseur de type **parallel flow** peut poser des problèmes lors du **rinçage**. Les différents conduits sont parallèles et le liquide ne passe pas

Condenseur serpentin



Entre les tubes en serpentin se trouvent des ailettes intercalaires en accordéon.

Condenseur à filtre sécheur intégré



Equipé d'un filtre sécheur fixe intégré sur le côté du condenseur.

Condenseur sub-cool

Muni d'une section supplémentaire

successivement dans chaque conduit mais plutôt dans tous les conduits à la fois. Cela signifie que si un des conduits est bouché le réfrigérant aura tendance à passer par les autres conduits plutôt que d'exercer une pression et de déboucher ce conduit.

permettant la condensation complète du réfrigérant.

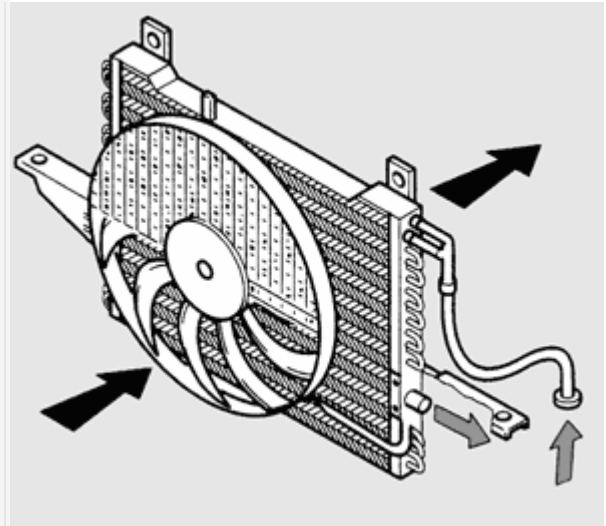
Le Ventilateur de condenseur

Le ventilateur de condenseur est essentiel au bon fonctionnement du système. Sa grande vitesse est commandée par le pressostat de haute pression (enclenchement à +/- 15-18 bars suivant le véhicule).

Véhicule à l'arrêt, la grande vitesse du ventilateur peut également s'enclencher pour évacuer plus facilement les calories.

S'il ne fonctionne pas quand le véhicule est immobile, le flux d'air ne passe pas entre les ailettes et seul un petit échange thermique peut se faire.

La haute pression va augmenter fortement et rapidement ainsi que la température. Le gaz ne pourra pas se condenser suffisamment et la climatisation ne fonctionnera pas correctement. Par contre, dès que le véhicule atteint une certaine vitesse, la climatisation fonctionne.



pratique :

Le ventilateur de condenseur tombe en panne. La pression augmente sans cesse puisque l'air ne passe pas suffisamment dans le condenseur. Le système s'arrête très souvent. En effet, la pression monte jusqu'à atteindre 30 bars. Arrivée à cette valeur le pressostat stoppe le système. Dès que la pression redescend le système se réenclenche et ainsi de suite

Introduction au module 6

- **Module 6 : détail des composants mécaniques des systèmes de climatisation**

• Types de détendeurs variables

- Le détendeur thermostatique est le **régulateur de débit** du réfrigérant quels que soient le régime moteur et la demande de froid. Seule la quantité de fluide nécessaire est envoyée dans l'**évaporateur** afin d'assurer une **évaporation optimale**. Il assure le contrôle de l'évaporation et empêche le retour de fluide non évaporé vers le compresseur.

On retrouve à l'heure actuelle deux grands types de détendeurs thermostatiques :

- Le détendeur angulaire (valve d'expansion angulaire).
- Le détendeur monobloc (valve d'expansion monobloc).

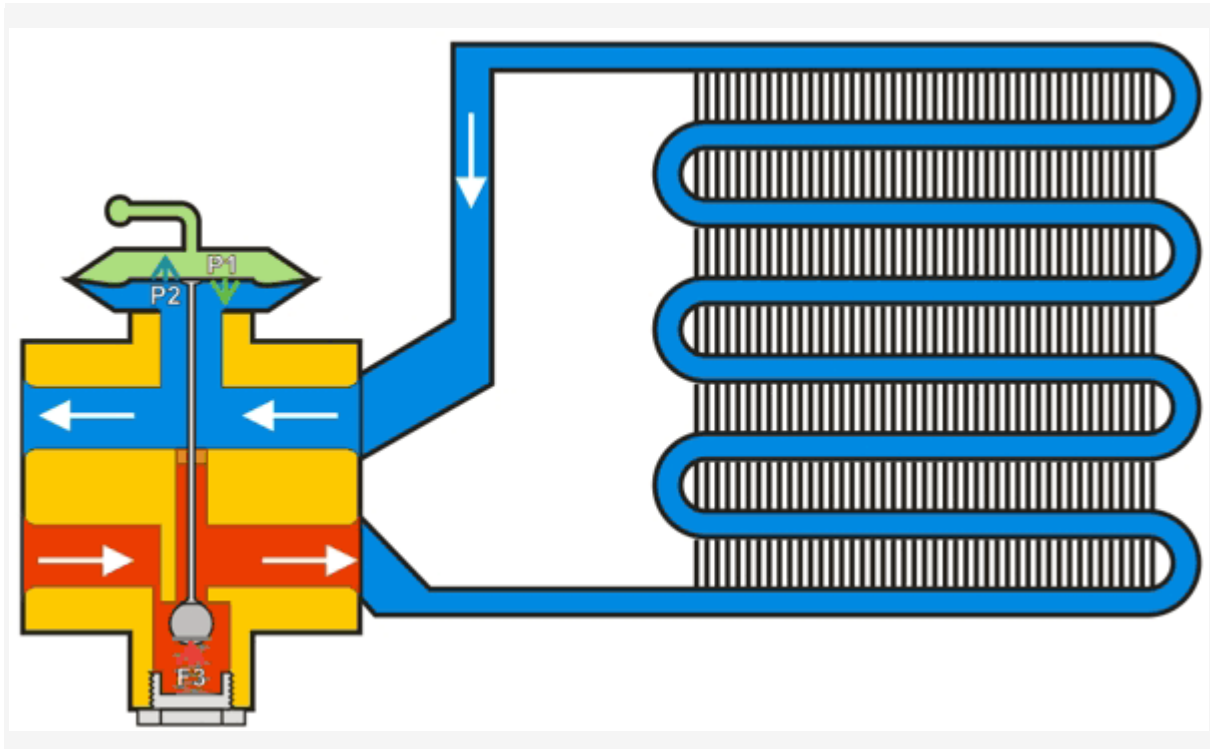
• Valve d'expansion angulaire

- Les détendeurs de type angulaire sont **de moins en moins utilisés**. Le bulbe est clamé sur le tuyau de sortie de l'évaporateur. Celui-ci communique sa température à une capsule dans laquelle est enfermé du frigorigène. Si la **température augmente**, la membrane descend et ouvre le passage pour envoyer **plus de frigorigène** dans l'évaporateur. Si au contraire la **température de sortie d'évaporateur diminue**, la membrane remonte et **diminue le passage du réfrigérant** vers l'évaporateur.



Valve d'expansion monobloc

La valve d'expansion monobloc abaisse la pression du frigorigène sans échange d'énergie avec le monde extérieur.



Le réfrigérant en provenance du filtre sécheur arrive dans le conduit inférieur et est injecté en quantités précisément dosées dans l'évaporateur :

- Si la **température en sortie d'évaporateur** devient **trop froide**, le frigorigène peut arriver sous forme liquide dans le compresseur. Pour éviter cela et garantir une évaporation totale du réfrigérant, **la valve monobloc se referme** et diminue la quantité dirigée vers l'évaporateur.

- Si la **température en sortie d'évaporateur augmente**, **la valve s'ouvre** et permet l'envoi d'une quantité plus importante de réfrigérant.

Le détendeur à capsule interne

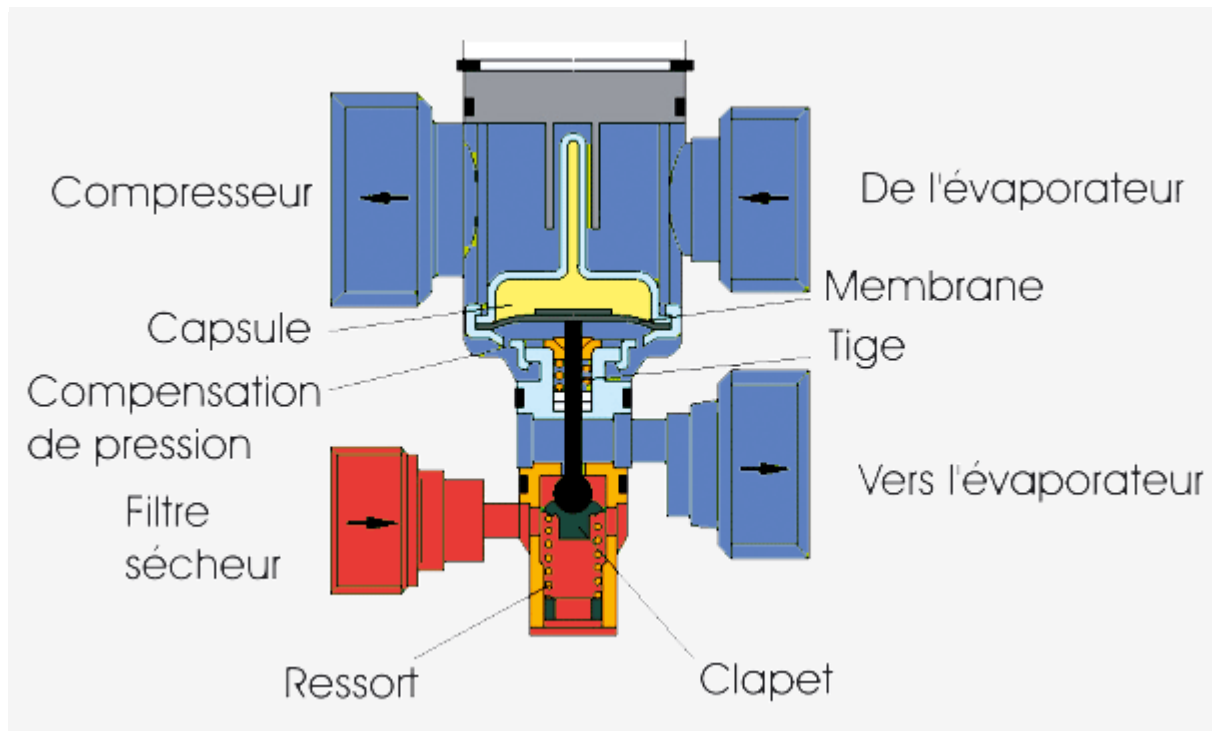
Valves monobloc à capsule interne

Le détendeur à capsule interne fonctionne suivant le même principe que la valve d'expansion monobloc "classique".

L'avantage est que la température extérieure n'influence en rien la capsule et donc l'ouverture du détendeur.

Un côté de la membrane (la capsule) est rempli d'un gaz spécial. L'autre côté est relié par des orifices de compensation de pression à la sortie de l'évaporateur (basse pression).

La température côté basse pression détermine la pression du gaz spécial et donc l'ouverture de la valve et la quantité de réfrigérant vaporisée.



En pratique :

Pour contrôler le bon fonctionnement du [détendeur variable](#) (valve d'expansion), on asperge la capsule de la valve d'expansion avec une bombe de froid. Cela entraîne normalement la fermeture de la vanne qui estime que trop de réfrigérant passe dans l'évaporateur.

Si la valve se ferme le circuit basse pression aura une pression encore plus basse car le compresseur continue à aspirer le fluide. La valve étant fermée l'action du compresseur crée un vide d'air.

L'orifice calibré

Le [détendeur à ajustage fixe](#) est également appelé orifice calibré, capillaire ...

Il est placé entre le condenseur et l'évaporateur.

Comme la valve monobloc, il assure la détente du réfrigérant.

Celui-ci arrive sous forme haute pression liquide et en sort sous basse pression, principalement liquide avec des traces de gaz.



Description :

- Deux tamis filtrants en entrée débarrassent le fluide des particules entraînées. Le tamis de sortie a pour but de permettre la diffusion du réfrigérant en très petites particules (on parle d'atomisation du réfrigérant).
- Le diamètre intérieur et la longueur du tube sont variables en fonction du véhicule et de la puissance calorifique de la climatisation.
- Ces différentes sections et longueurs du tube intérieur sont identifiées au moyen d'un code couleur.

Remarque :

La quantité de réfrigérant envoyé dans l'évaporateur n'étant pas régulée, il est IMPERATIF de placer un ACCUMULATEUR filtre sécheur sur la BASSE PRESSION, entre l'évaporateur et le compresseur afin de jouer le rôle de tampon et d'assurer l'envoi de gaz (et non de liquide) vers le compresseur.

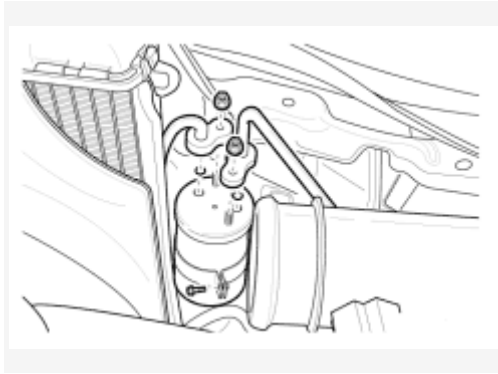
Le filtre déshydrateur

Le filtre déshydrateur pour systèmes à valve d'expansion

Rôles :

- Réserve de réfrigérant.
- Filtre.
- Piège à gaz.
- Rétention de l'eau.

Il est saturé et à remplacer s'il est resté au contact de l'air plus d'un quart d'heure ou si l'on remplace un compresseur grippé.



En pratique :

On considère qu'un filtre sécheur est colmaté, si la différence de température du réfrigérant entre l'entrée et la sortie du filtre excède 3°C.

Dans ce cas il a un effet de détendeur. C'est ce qui fait diminuer la température.

L'accumulateur déshydrateur

L'accumulateur déshydrateur pour système à détendeur fixe

Utilisé sur les **systèmes à détendeur fixe**, il est toujours **placé coté basse pression**.

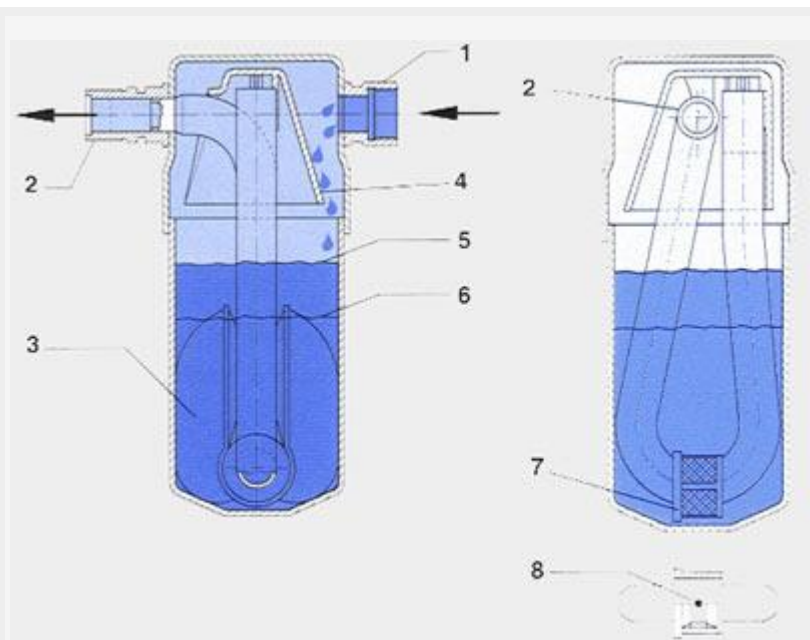
Ses roles principaux sont :

- Filtrer.
- Piéger le réfrigérant qui pourrait encore être liquide à cette endroit (il protège le compresseur des coups de liquide).
- Capturer l'humidité présente dans le système.



Constitution :

1. Entrée (en provenance de l'évaporateur)
2. Sortie (vers le compresseur)
3. Filtre sécheur
4. Déflecteur (d'huile)
5. Niveau maximum de liquide
6. Niveau minimum de liquide
7. Filtre protection retour d'huile
8. Orifice calibré



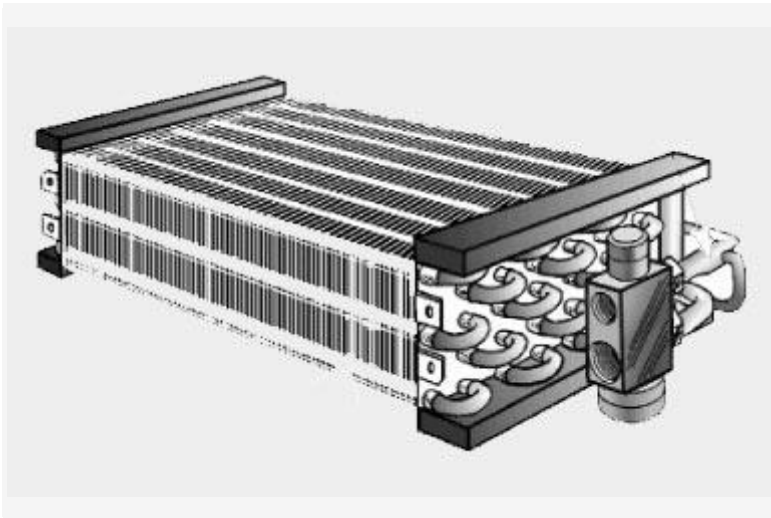
L'évaporateur

L'évaporateur a deux fonctions principales :

- Refroidir l'air pénétrant dans l'habitacle.
- Assécher l'air le traversant.

Comme le condenseur, c'est un échangeur de chaleur. Il absorbe les calories de l'air le traversant en permettant le passage du réfrigérant froid et basse pression (environ 0°C à 2 bars) de l'état liquide à l'état gazeux.

L'air ayant perdu des calories, il se retrouve très froid en sortie d'[évaporateur](#) (près de 0°C sur l'évaporateur).



L'air à climatiser est chaud et humide.

En passant sur une surface froide comme l'évaporateur, l'humidité contenue dans l'air se condense et coule sous le véhicule.

Une sonde de givrage vient compléter le dispositif, empêchant le givrage de l'évaporateur et coupant le compresseur si la température descend sous un seuil déterminé par le constructeur (de +4 °C à +1 °C).



Remarque :

Il est important de prévenir le client du fait que de l'eau va s'écouler sous son véhicule lorsque la climatisation sera en fonctionnement.

Les raccords basse pression

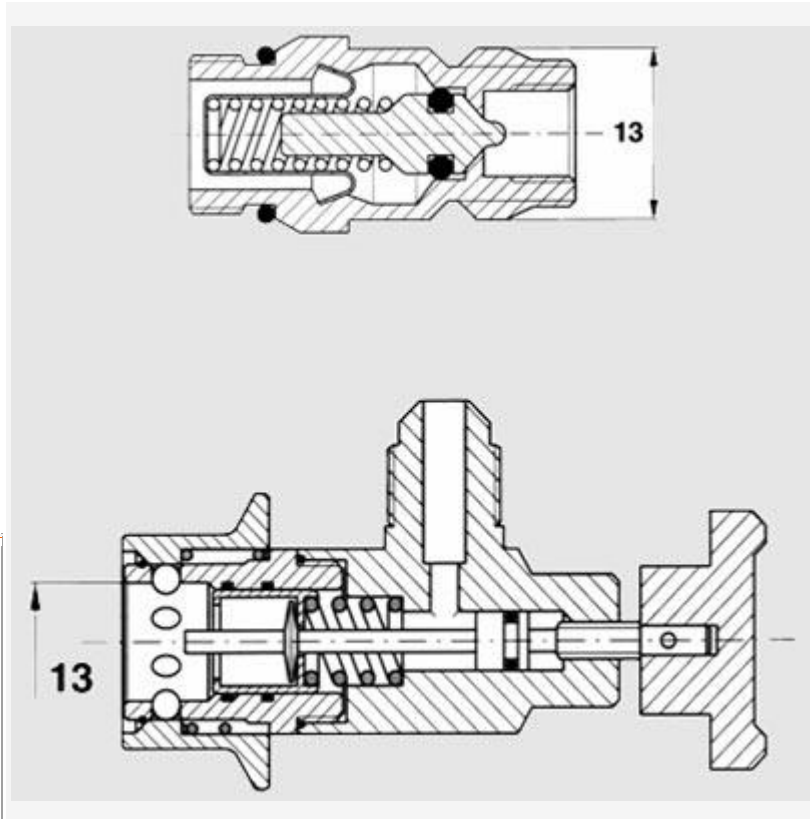
Raccord basse pression

Ce raccord (13mm de diamètre) permet de mesurer la basse pression. Il sert également à la vidange (et, si la station de charge le permet, au remplissage du réfrigérant).

La figure nous montre une coupe du raccord et de l'adaptateur à utiliser.

En pratique :

Les capuchons des [raccords de service](#) contribuent à l'étanchéité de l'installation et permettent de minimiser les pertes de réfrigérant.



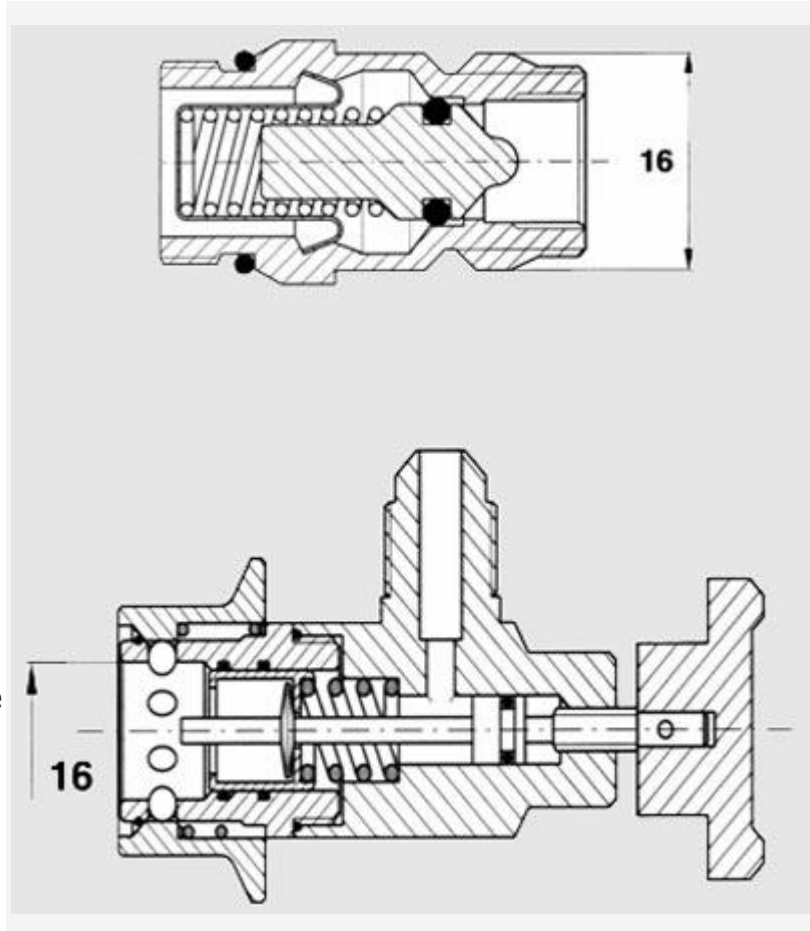
Les raccords haute pression

Raccord haute pression

Ce raccord (16mm de diamètre) permet de mesurer la haute pression. La vidange et le remplissage du réfrigérant se font également via ce raccord.

La figure nous montre une coupe du raccord et de l'adaptateur à utiliser.

La différence de diamètre entre le raccord de basse pression et celui de haute pression empêche toute inversion, contrairement aux véhicules équipés de R12 qui avaient des raccords à visser de même diamètre.



Introduction au module 7

- Module 7 : détail du flux d'air de l'habitacle d'un véhicule

• Températures extérieures

- Le circuit d'air est le circuit qui achemine l'air depuis l'extérieur de la voiture vers l'habitacle en passant par différents organes comme le filtre à pollen, l'évaporateur, le ventilateur, les volets de mixage et de distribution d'air, le clapet de recyclage, le radiateur de chauffage,...
- Pour connaître les différentes températures cliquez sur les icônes...

Introduction

Les filtres ont deux fonctions principales :

- Purifier l'air afin d'**éviter l'accumulation d'impureté** sur l'évaporateur **et l'apparitions de mauvaises odeurs.**
- **Purifier l'air respiré** par les occupants.

Ils **filtrent des particules** tels que :

- des pollens,
- des vapeurs,
- des poudres d'usure de pneu et de freins,
- des hydrocarbures,
- des oxyde d'azote, ...

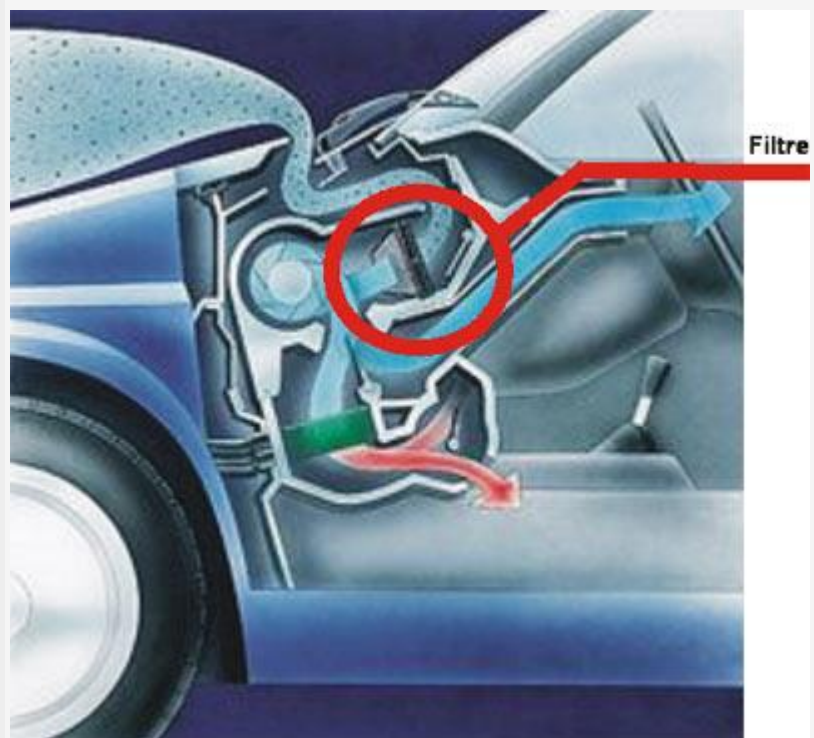
qui peuvent provoquer des **problèmes de respiration** et des **réactions allergiques.**

L'air d'admission doit être filtré avant d'arriver dans l'habitacle du véhicule.

Le filtre se situe soit :

- Sous la grille de ventilation du capot, qui empêche déjà l'entrée de feuille, insectes ou débris divers.
- Dans le bloc de ventilation.

Chacune des implantations présente des avantages et des inconvénients (filtrage dès l'entrée du circuit d'air, accès plus ou moins aisé, ...).



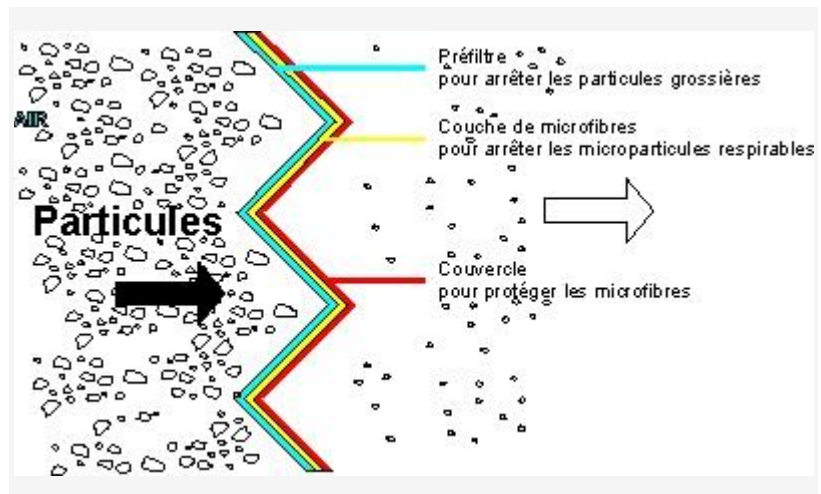
Le filtre à pollen

Le filtre à pollen

Le filtre à pollens absorbe uniquement les particules solides.

Il se compose de 3 couches :

- La première couche absorbe les particules majeures. Elle protège le filtre contre la force exercée par l'air.
- La deuxième couche, constituée de microfibrilles chargées en électricité statique arrête les petites particules.
- La troisième couche se compose du même matériau que la première et protège la deuxième couche contre tous dégâts



Plus le filtre absorbe de particules urbaines et industrielles, plus vite il est saturé. La longévité d'un filtre est estimée de 15000 à 30000 km.



En pratique :

Si le [filtre à pollen](#) est colmaté, le client se plaindra que la climatisation ne fonctionne pas ou fonctionne mal.

Un indice important de ce problème est que le système n'arrive pas à éliminer la buée sur le

pare brise. Le flux d'air est en effet insuffisant car le filtre est bouché.

Le filtre à charbon actif

Le filtre à charbon actif



Les filtres combinés sont constitués d'un filtre à particules et d'un filtre contre les gaz nocifs.

Sans lui, les **concentrations de gaz nocifs dans l'habitacle** sont jusqu'à **6 fois plus importantes** que celles le long de la route.

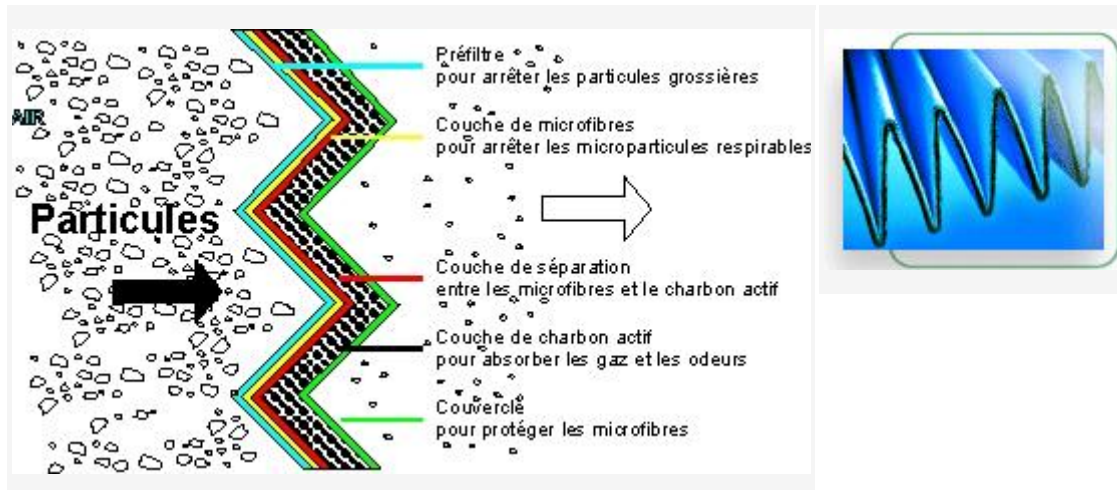
Dans un embouteillage, les voitures en file créent "**un tunnel de gaz d'échappement**". La quantité de gaz nocifs le long de la route est minime par rapport à celle dans le véhicule.

Le filtre à charbon actif fonctionne selon le principe de l'absorption. Il contient 100 à 300 grammes de charbon actif en tant que produit d'absorption.

Il se décompose en **5 couches** :

- La première couche est un **préfiltre** (comme le filtre à pollens).
- La seconde couche est en **microfibre** (comme le filtre à pollens).
- La troisième couche est une **séparation** entre le filtre à particules et la couche de charbon actif.
- La quatrième couche est la couche de **charbon actif** qui absorbe les gaz nocifs et les odeurs désagréables.
- La cinquième couche est la couche de **protection** de la couche de charbon actif.

Le nombre plus important de couches fait que le débit d'air de ce filtre est moins grand. Sa longévité est estimée entre 10.000 à 20.000 km et/ou 1 à 3 ans.

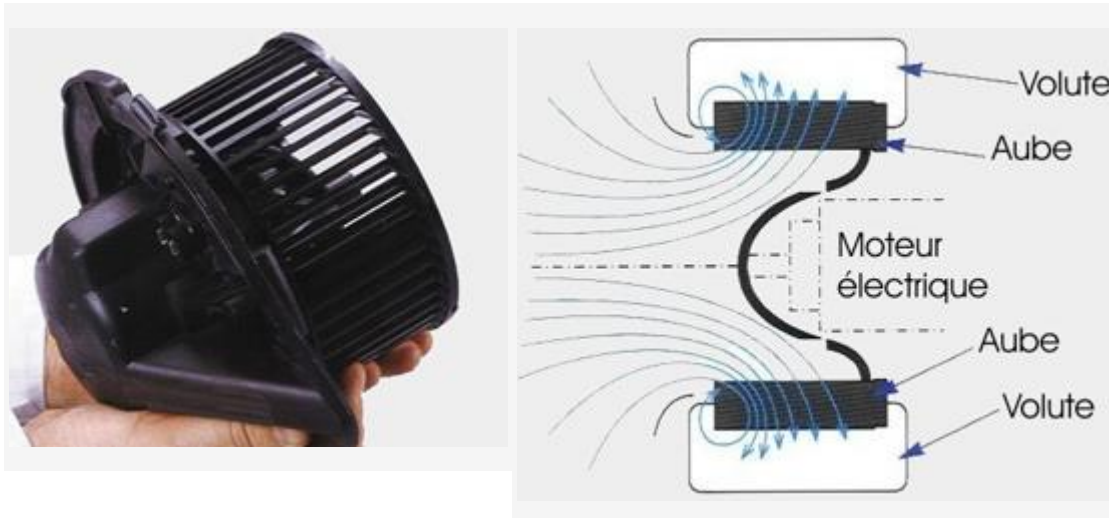


Le filtre à charbon actif (à gauche) est plus foncé que le filtre à pollen classique. On voit clairement le charbon actif.

Les turbines

Les turbines (ventilateurs habitacles)

Les turbines utilisées à l'heure actuelle sont du type « cage à écureuil ». L'écoulement de l'air se fait du centre vers l'extérieur. Il ressort avec une vitesse et une pression plus élevée.



Deux types de moteurs sont utilisés pour entraîner ces turbines :

- Le moteur à courant continu, où l'induit tournant est alimenté par des balais.
- Le moteur pas à pas.

La **quantité d'air entrante** dans l'habitacle est **réglée par la vitesse de la turbine**. Le système de commande peut la réguler en tenant compte de la vitesse du véhicule.

Dans le cas des moteurs à courant continu, la vitesse de rotation est réglée :

- Par une association variable de résistances en série avec le moteur.
- Par un système Duty-cycle commandé par transistors.

Dans le cas des moteurs pas à pas, la vitesse est réglée par un module électronique (le module AIRCO)

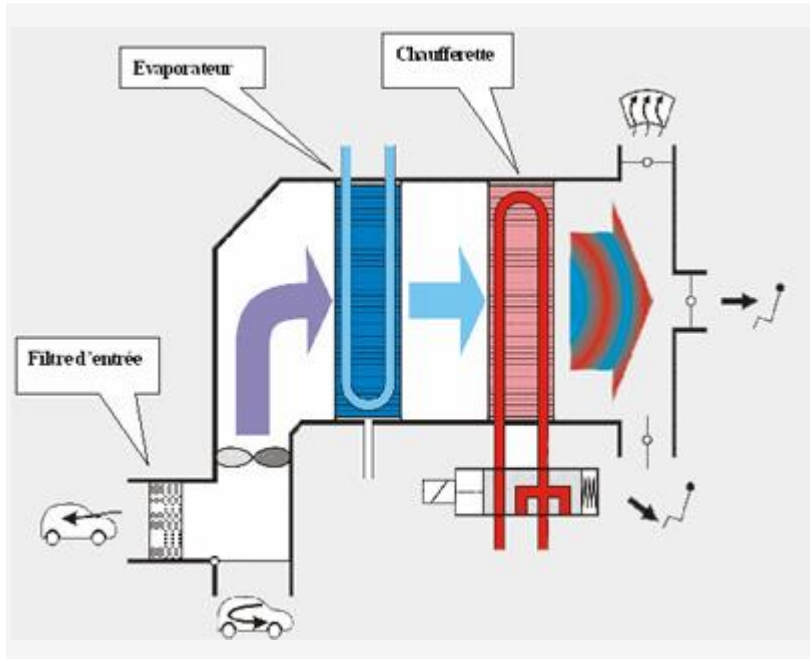
En pratique :

En ce qui concerne les turbines, le contrôle de tension des résistances de chauffage doit **toujours** se faire avec les **résistances en place** afin qu'elles soient refroidies par le flux d'air. Retirées de leur logement, on ne peut effectuer qu'une mesure de résistance en les débranchant.

Dosage de la température

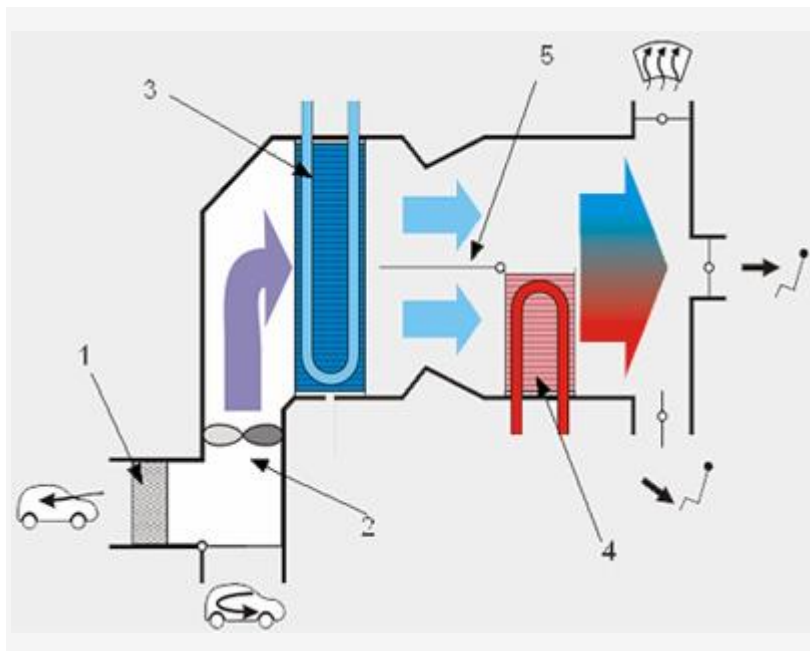
Par régulation par eau :

Généralement, le boîtier de ventilation contient une source de chaud et une source de froid. L'air admis est refroidi dans l'évaporateur. Ensuite, il est possible de le **réchauffer** entièrement ou partiellement via le radiateur de chauffage. Cela se fait **par une vanne de régulation** dans la conduite d'eau du radiateur de chauffage. En faisant varier la quantité de liquide de refroidissement traversant le radiateur de chauffage, on règle la température de l'air pulsé dans l'habitacle.



Par mélange d'air :

Pour accélérer le réglage de la température dans l'habitacle, les véhicules sont souvent munis de climatisations à mélange d'air. En agissant sur le **clapet** entre l'évaporateur et le radiateur de chauffage, on **peut changer la quantité d'air passant effectivement par le radiateur de chauffage**. Il est possible de régler la température de l'air sortant des aérateurs. Dans ce type de système, il n'y a **pas de vanne de régulation** et le liquide de refroidissement traverse toujours le radiateur de chauffage.

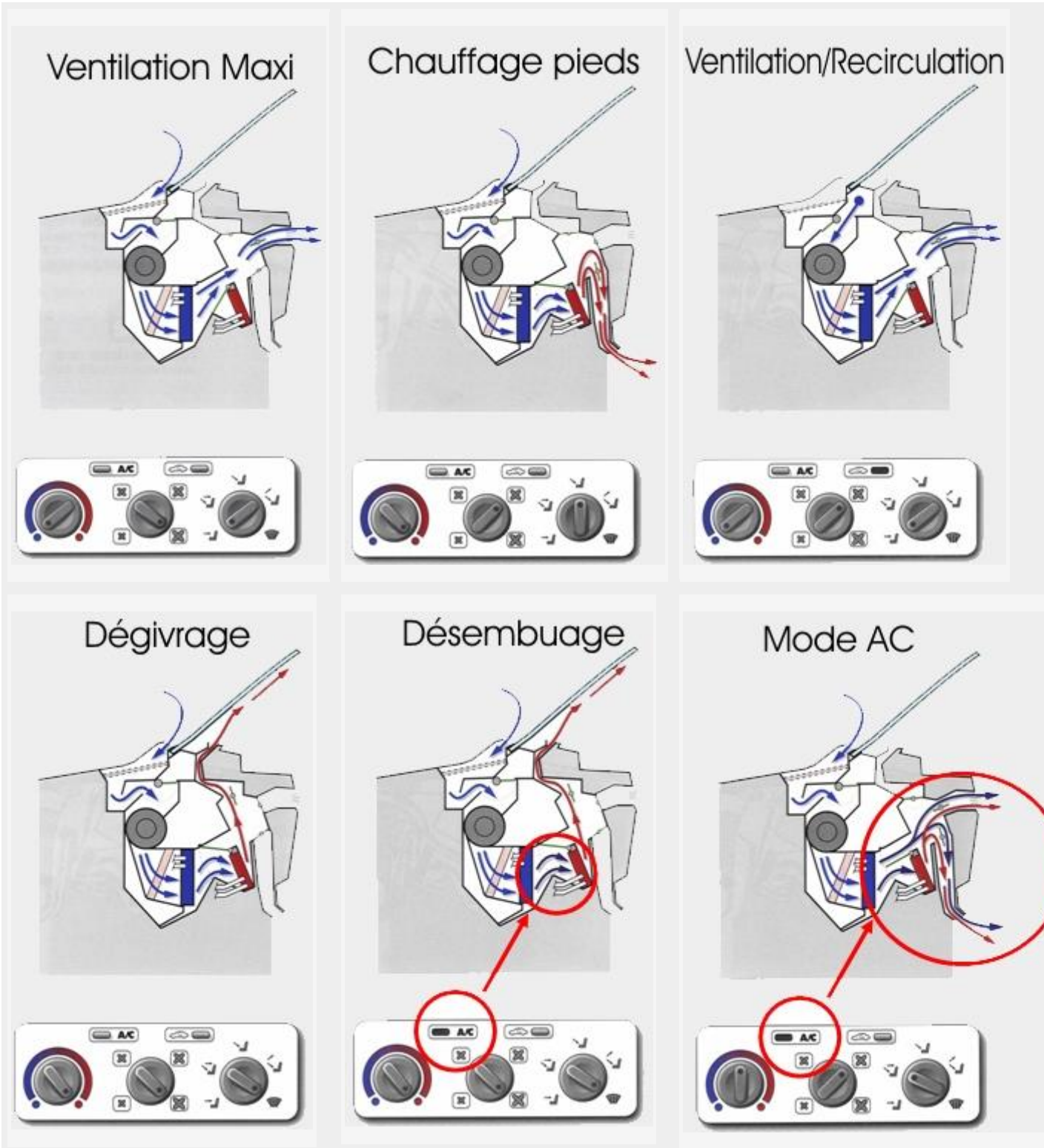


Orientation du flux d'air

Orientation du flux d'air

Lorsque l'air a été aspiré par la turbine et mis à la température souhaitée, il entre dans l'habitacle par différents aérateurs. Ces aérateurs se trouvent au niveau du pare brise, du tableau de bord et des pieds. De plus en plus de véhicule trouvent maintenant des aérations à l'arrière de l'habitacle. L'air est canalisé vers ces différents aérateurs par l'intermédiaire de volets de répartitions.

Voici quelques exemples :



Remarque :

La climatisation permet également de déshumidifier l'air d'habitacle grâce à la condensation sur l'évaporateur. Il est **conseillé d'enclencher la climatisation pour le désembuage**. Sur beaucoup de systèmes, lorsque l'on enclenche le désembuage, la climatisation s'enclenche automatiquement.

En pratique :

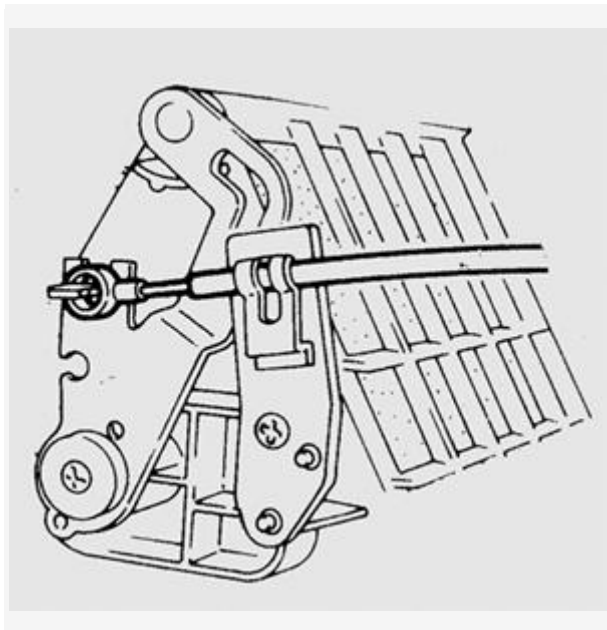
Si le volet de mixage n'est **plus étanche** il y a toujours un filet **d'air chaud qui passe** ce qui donne l'impression que la climatisation refroidit mal.

Orientation du flux d'air

Commande des volets

Commande par câble :

Un moyen simple pour commander un clapet d'air est un câble bowden. Un tel câble se compose d'une gaine extérieure creuse et d'un câble intérieur rigide. Le conducteur commande le clapet manuellement.



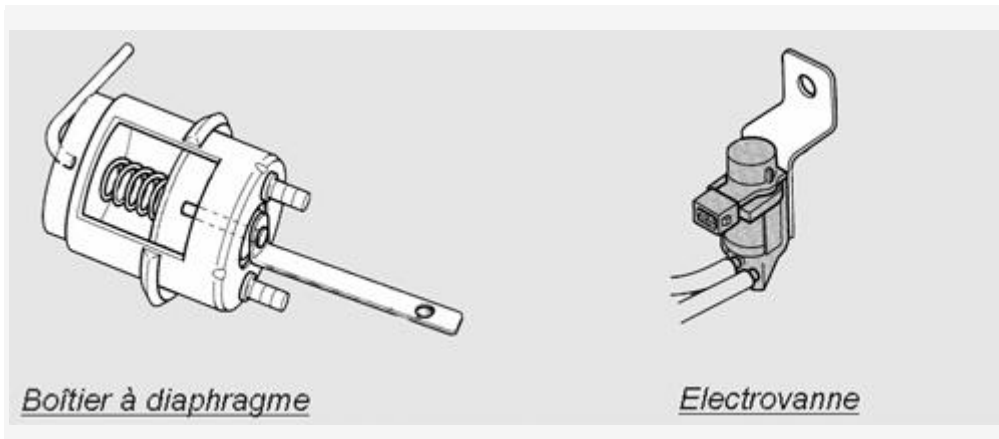
Commande par dépression :

Un clapet à commande pneumatique est commandé par dépression. Le système est formé des composants suivants :

Un réservoir qui contient une réserve de dépression permettant une faible dépendance du vide provenant de la pompe à vide du moteur.

Un boîtier à diaphragme qui déplace le clapet si la dépression lui est appliquée.

Une électrovanne qui permet ou non à la dépression d'atteindre le boîtier à diaphragme. La commande de cette électrovanne est électronique.

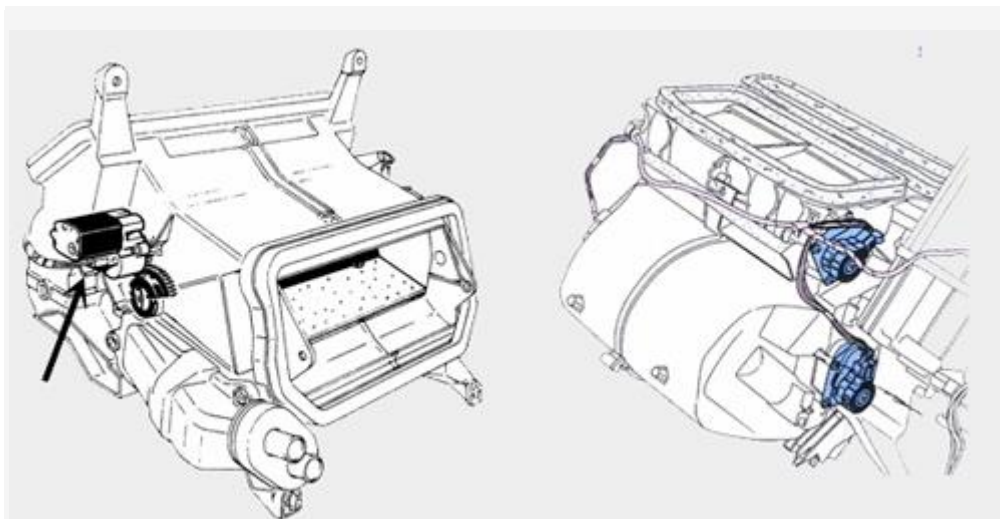


Commande par moteur électrique :

Un moteur électrique présente l'avantage de pouvoir se déplacer proportionnellement. Il peut prendre la forme soit :

D'un servomoteur, il est alors muni d'un potentiomètre qui indique à l'appareil de commande la position du volet

D'un moteur pas à pas qui reçoit des signaux commande du module de climatisation. Le module connaît lui même la position du volet.



Les extracteurs

Les extracteurs

L'air quitte l'habitacle via les ouvertures d'évacuation d'air situées à l'arrière du véhicule. Celles-ci se trouvent dans une zone de dépression dynamique, de sorte que l'air soit aspiré à l'extérieur. L'emplacement exact et le nombre d'ouverture dépendent de l'architecture du véhicule.



En pratique :

De la buée sur le pare brise peut également être due au fait que l'air ne sort plus de l'habitacle. Cela peut arriver si le client met une veste, ou un coussin sur un extracteur (p.ex. sur la plage arrière). Ces éléments bouchent la sortie d'air.

Bonne utilisation (1)

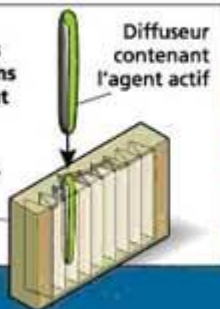
AMÉLIORATION DU CONFORT

Un air assaini et sans odeur est diffusé dans l'habitacle

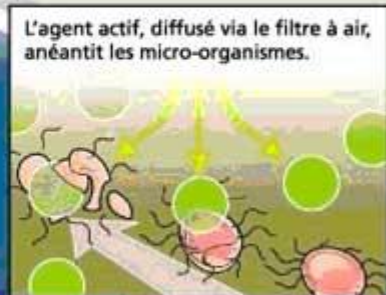
> Système de purification de l'air Bio Clip

Les bactéries, présentes dans l'air diffusé dans l'habitacle, sont détruites par un agent anti-microbien.

— Filtre à air d'habitacle



L'agent actif, diffusé via le filtre à air, anéantit les micro-organismes.



CARACTÉRISTIQUES

- Agent anti-microbien d'origine naturelle.
- Action longue durée, minimum 12 mois.
- Traitement curatif et préventif, contre les micro-organismes se développant dans le circuit de ventilation, sources de mauvaises odeurs.
- Protection de la santé et amélioration du bien-être des passagers.



Température extérieure et intérieure

Lorsque la **température extérieure est élevée**, choisir la position recirculation afin d'améliorer les performances de la climatisation. Après maximum 20 minutes, passer du mode recirculation au mode air frais afin de renouveler l'air de l'habitacle.

Il est préférable de **régler la température intérieure en fonction de la température extérieure**. Cela permet d'éviter un choc thermique trop important lorsque l'utilisateur quitte le véhicule.

Lors de **basses températures extérieures**, il faut éviter de sélectionner la position recirculation afin de pouvoir évacuer rapidement l'humidité ambiante vers l'extérieur et d'éviter ainsi la formation de buée.

La **température idéale de l'habitacle** se situe aux alentours **de 20 à 23 °C**. Afin d'éviter les refroidissements il ne faut éviter de descendre sous les 18°C.

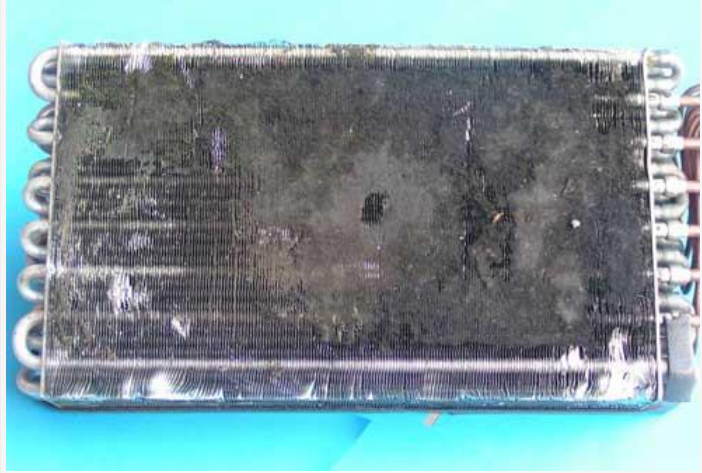


Bonne utilisation (2)

Vitres et toit ouvrant doivent rester fermés (le toit ouvrant peut éventuellement être ouvert par fortes chaleurs afin d'améliorer le renouvellement d'air).

Si le véhicule est équipé de vitres latérales pivotantes, celles-ci devraient être ouvertes afin d'améliorer la circulation d'air.

Il faut **couper la climatisation quelques minutes avant d'arriver à destination**. Le flux d'air permet à l'eau condensée sur l'évaporateur de sécher. On évite ainsi la formation d'odeurs en provenance de la climatisation occasionnés par la stagnation d'humidité au niveau de l'évaporateur.



Mettre la ventilation en position intermédiaire. Une vitesse de ventilation trop importante n'apportera pas de froid supplémentaire à cause du fait que l'air a trop peu de temps pour se refroidir au contact de l'évaporateur.

Les bouches d'aération doivent, dans la mesure du possible être dirigées vers le haut parce que l'air froid a tendance à descendre et se mélange ainsi à l'air chaud.

Eviter de diriger l'air froid sur le visage.

Introduction au module 8

- **Module 8 : les composants électriques**

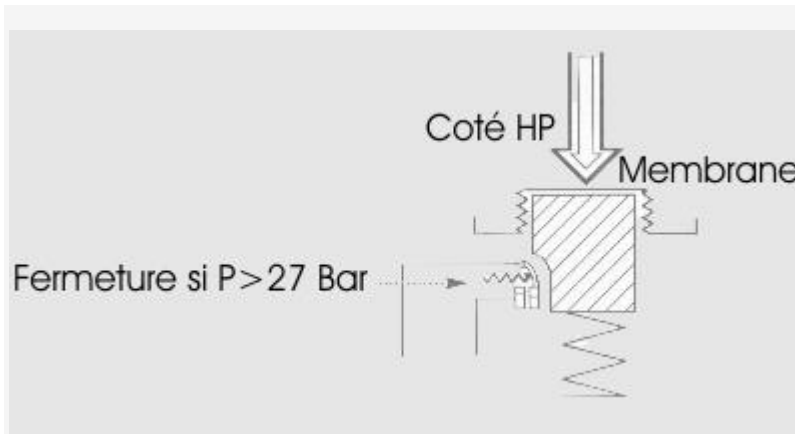
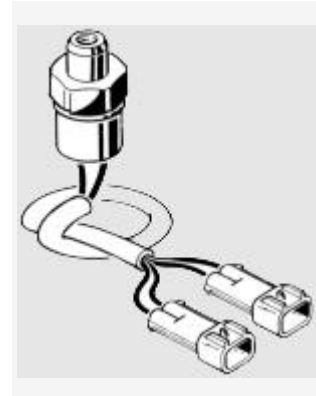
• Le pressostat

- Le pressostat
- Le **pressostat est** un système de sécurité qui permet de protéger l'installation contre une pression trop élevée ou trop faible. Il permet également la mise en fonctionnement du **ventilateur condenseur en grande vitesse**.

Il s'agit simplement d'un **mancontact**. Lorsqu'une **pression est appliquée** sur la membrane, le tiroir se déplace, écrase le ressort taré (par exemple +/- 2,5 bars) et **ferme le contact électrique**.

Implantation:

Il est placé sur le circuit basse pression et/ou haute-pression, par exemple sur le condenseur, sur les tuyaux HP ou sur le filtre sécheur ou accumulateur.



Le pressostat haute pression (HP):

Il **coupe l'alimentation** de la commande de l'embrayage du compresseur à une **pression de +/- 28 bars**. Il évite la destruction des composants de l'installation par surpression.

Le pressostat basse pression:

Il **coupe l'alimentation** de la commande de l'embrayage du compresseur dès que la **pression est inférieure à +/- 2 bars**. Il évite de laisser tourner le compresseur sans réfrigérant et par conséquent, sans lubrification.

Dans les systèmes à valve d'expansion, il se trouve du côté haute pression et peut être combiné au pressostat haute pression.

Dans les systèmes à passage calibré, il se trouve du côté basse pression, il gère alors également le cycle du compresseur fixe.

Le pressostat du ventilateur de refroidissement :

Il **enclenche la grande vitesse** des ventilateurs si la pression du côté haute pression est supérieure à une valeur prédéfinie (16 à 22 bars). Il coupe la grande vitesse lorsque la pression descend sous +/- 14 à 20 bars.

Il se trouve du côté « haute pression ».

La présence d'un tel pressostat assure dans toutes circonstances un refroidissement satisfaisant du réfrigérant dans le condenseur. Cela améliore le fonctionnement et le rendement de la climatisation, surtout quand les conditions ne sont pas optimales (températures élevés, embouteillage...).

En pratique:

Pressostat en panne : la climatisation **ne s'enclenche pas**. Lorsque le pressostat repère que la pression est inférieure à 2 bars ou supérieur à 30 bars (ces valeurs sont approximatives et varient en fonctions des constructeurs), il coupe tout le système. Lorsqu'il est en panne il ne permet plus que le système s'enclenche.

Pressostat monofonction

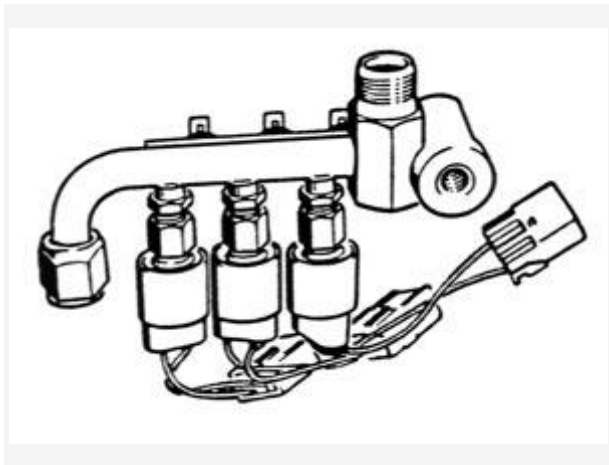
Le Pressostat monofonction

Les pressostats monofonctions:

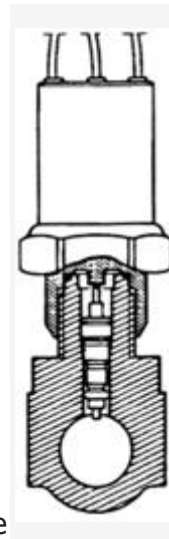
Dans l'exemple ci-dessus, trois pressostats monofonctions sont placés sur une conduite haute pression.

- Un pressostat basse pression ($P < 2,5$ bars).
- Un pressostat de ventilateurs ($P = 15$ bars).
- Un pressostat haute pression ($P > 30$ bars).

En général, le pressostat est monté sur une valve qui permet le démontage sans vider l'installation en cas de remplacement.



Trois pressostats monofonctions sur conduite HP



Valve permettant le démontage sans vidange du circuit

Pressostat bifonction

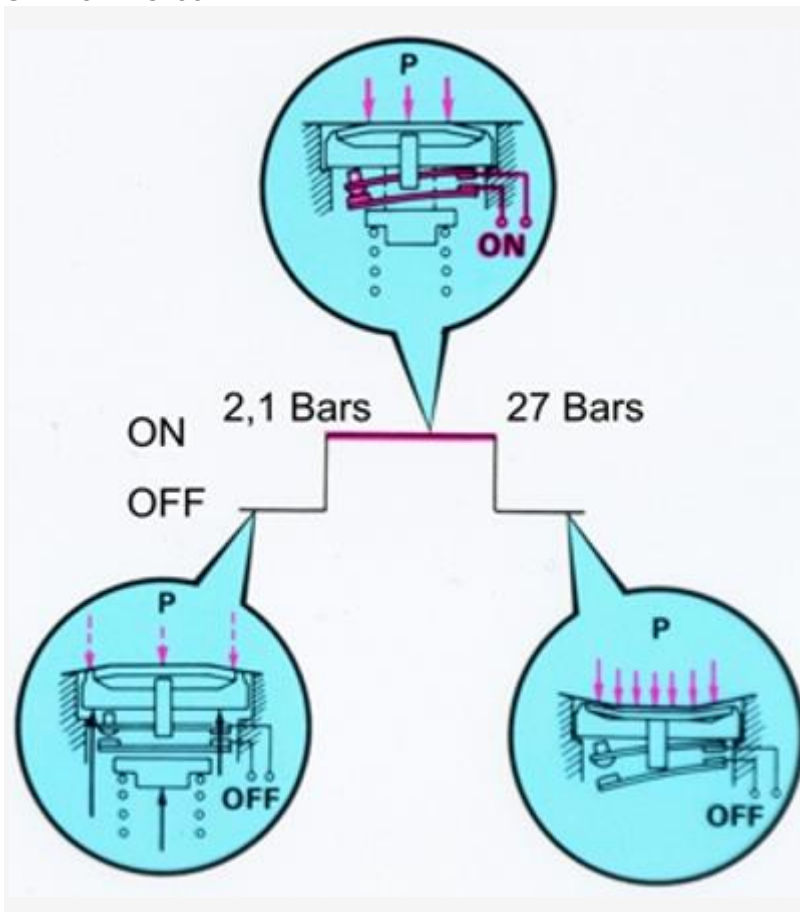
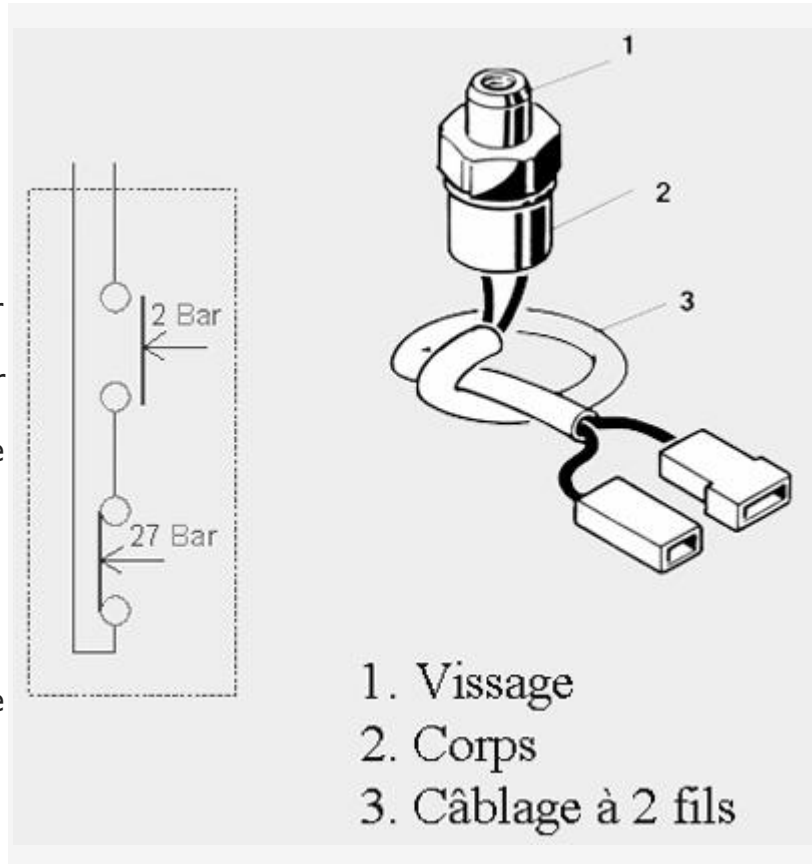
Le pressostat bifonction

Les pressostats bifonctions:

Un pressostat haute pression et un pressostat basse pression intégrés

forment un pressostat bifonction. Il est utilisé par exemple lorsque le condenseur est refroidi par un ventilateur à coupleur. Il se trouve sur la conduite haute pression de la climatisation.

Les systèmes à orifices calibrés sont également pourvus d'un pressostat bifonction. Celui protège le circuit contre des pressions trop élevées et enclenche la grande vitesse du ventilateur lorsque la pression atteint environ 18 bar.



Que la **pression soit inférieure à 2,1 Bars ou supérieure à 27 Bars**, les contacts sont **ouverts** et ne laissent pas passer le courant vers l'embrayage, le relais d'embrayage ou le module de conditionnement d'air.

Si la **pression est comprise entre 2,1 Bars et 27 Bars**, les contacts sont **fermés**, permettant

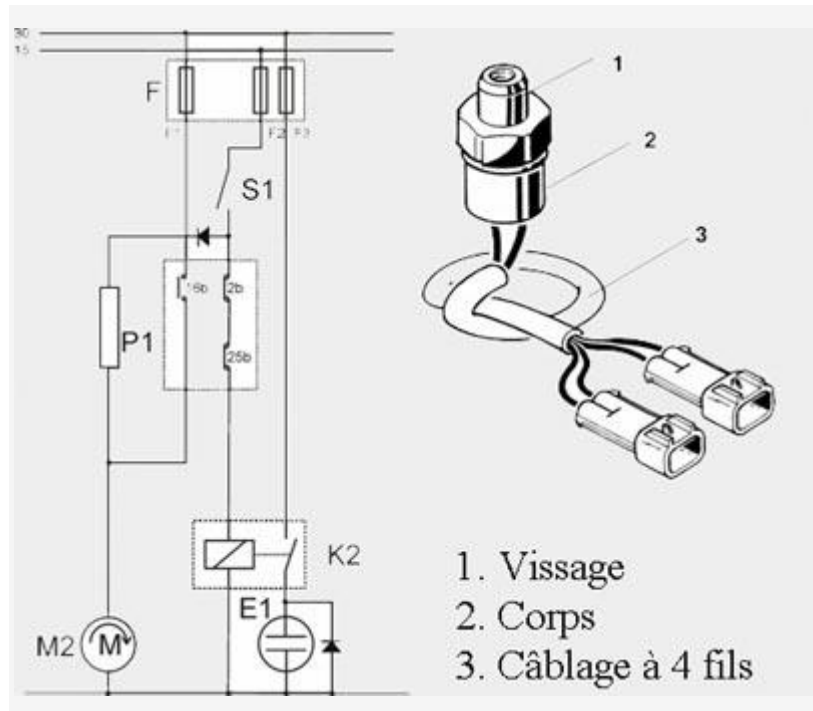
Le pressostat trifonction

Le pressostat trifonction

Les pressostats trifonctions:

Un pressostat trifonction combine le pressostat du ventilateur de refroidissement, de haute pression et de basse pression.

- Il **coupe** l'alimentation de la commande de l'embrayage du compresseur dès que la haute pression dépasse **+/- 28 bars**.
- Il **coupe** également l'alimentation de la commande de l'embrayage du compresseur si la pression chute en dessous de **+/- 2,0 bars**.
- Il **enclenche le ventilateur** électrique du condenseur **en grande vitesse** dès que la pression dépasse **+/- 18 bars** et la coupe dès que la pression chute sous 14 bars.



- F Fusibles
- S1 Interrupteur AIRCO
- P1 Pressostat trifonction
- K2 Relais d'embrayage AIRCO
- E1 Embrayage AIRCO
- M2 Motoventilateur de condenseur

Le capteur de pression

Description

Les climatisations les plus récentes sont souvent munies d'un capteur de pression. Il assure les mêmes tâches que les pressostats. Il s'agit d'un capteur [piézorésistif](#). A la différence du contacteur de pression, il permet de connaître l'évolution réelle de la pression. A partir de l'évolution du signal, l'unité de commande décide l'enclenchement ou la coupure du compresseur et/ou du ventilateur de condenseur.

A l'heure actuelle, on peut distinguer 2 types de capteurs de pression:

- Le capteur de pression analogique.
- Le capteur de pression digital.

Capteur de pression analogique

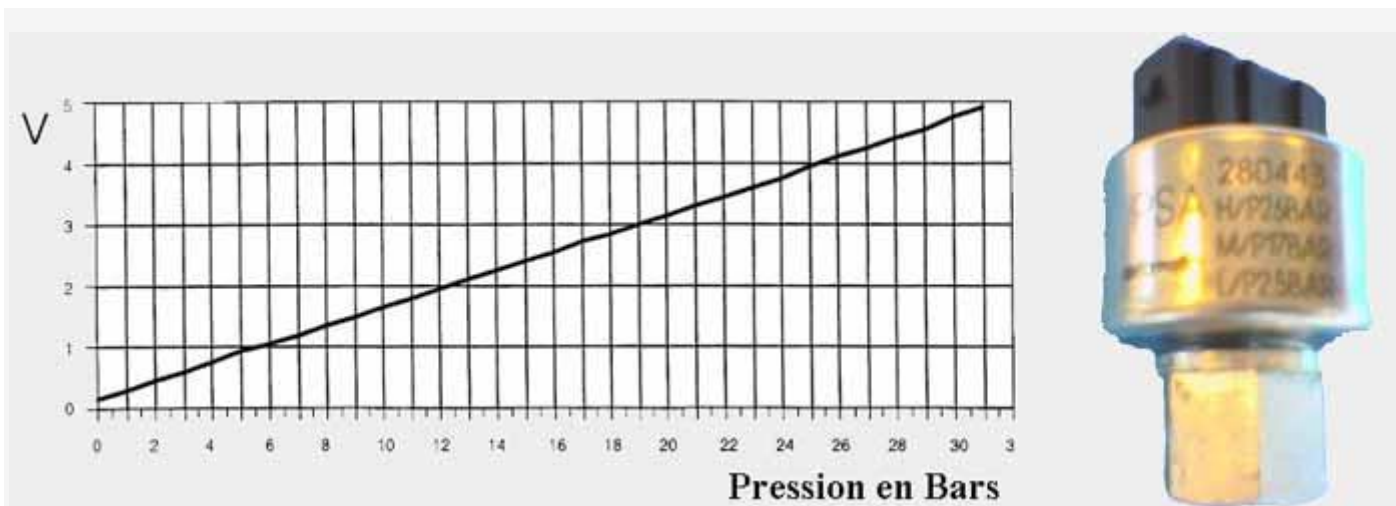
Capteur de pression analogique

Le capteur donne un signal de sortie analogique.

Il a trois broches de connexion:

- Une broche d'alimentation 5V.
- Une broche de masse.
- Une broche de signal.

L'évolution de la pression fait varier la **tension de sortie entre 0.2v (+/- 0,1 bar) et 4.8 V(+/- 31 bars).**



Capteur de pression digital

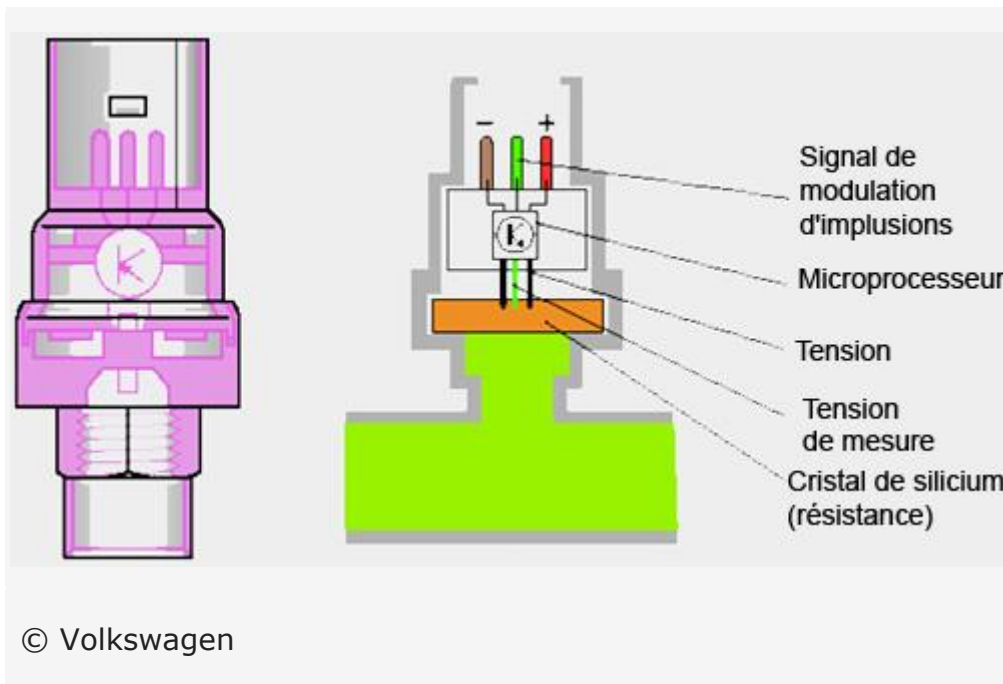
Le Capteur de pression avec microprocesseur

Un capteur donnant un **signal de sortie digital à largeur d'impulsion variable** (PWM, duty-cycle, RCO).

Ce capteur a également trois broches de connexion:

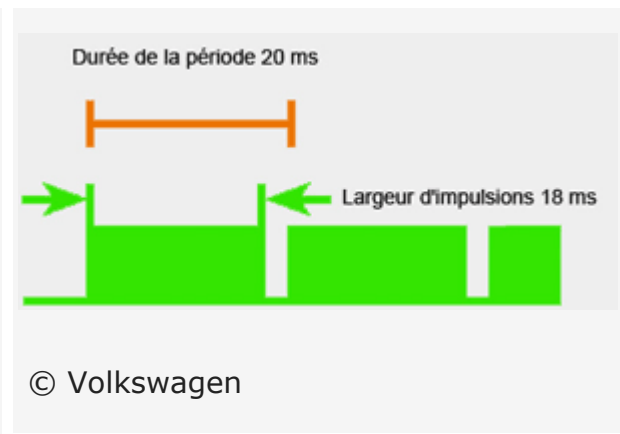
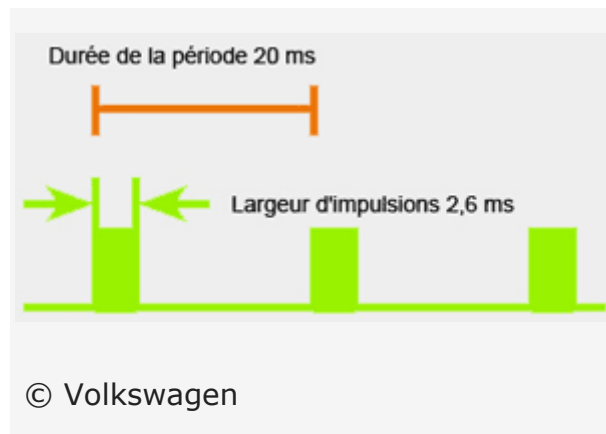
- Une broche d'alimentation 5V.
- Une broche de masse.
- Une broche de signal.

A la différence du précédent, **celui-ci contient de l'électronique**. La tension analogique est transmise au microprocesseur et convertie en un signal à largeur d'impulsion variable.



Les signaux à largeur d'impulsion sont générés à une fréquence fixe. A faible pression, le microprocesseur délivre une largeur d'impulsion étroite. Par exemple à 1,4 bar, la largeur d'impulsion est à 2,6 ms.

La largeur d'impulsion augmente proportionnellement avec la pression croissante. Donc, à pression élevée, le processeur délivre une largeur d'impulsion large. Par exemple à 37 bar, la largeur d'impulsion est à 18 ms.



La pression du réfrigérant est transmise à un cristal de silicium qui se déforme plus ou moins suivant l'importance de la pression. Les signaux de largeur d'impulsion sont générés selon une fréquence fixe de 50Hz. Cela correspond à une période de 20 ms.

Description

Description

Un [could not resolve link target: il_0_git_16] est parfois également appelé contacteur thermique, contacteur de dégivrage ou anti-givre. Il protège l'évaporateur contre le givrage.

But

La température de l'air sortant de l'évaporateur est limitée à une certaine valeur (généralement de -1°C à 4°C), ce qui empêche le givrage de l'humidité sur la surface de [could not resolve link target: il_0_git_14]

En fonction de la température prédéfinie, l'interrupteur thermostatique démarre ou coupe [could not resolve link target: il_0_git_22]

Types

Il est possible de distinguer l'interrupteur thermostatique électromécanique de l'interrupteur thermostatique électronique. L'interrupteur thermostatique est vissé sur la face avant du corps de l'évaporateur. Le tube capillaire est situé à une profondeur de +/- 5cm entre les ailettes de l'évaporateur.

En pratique :

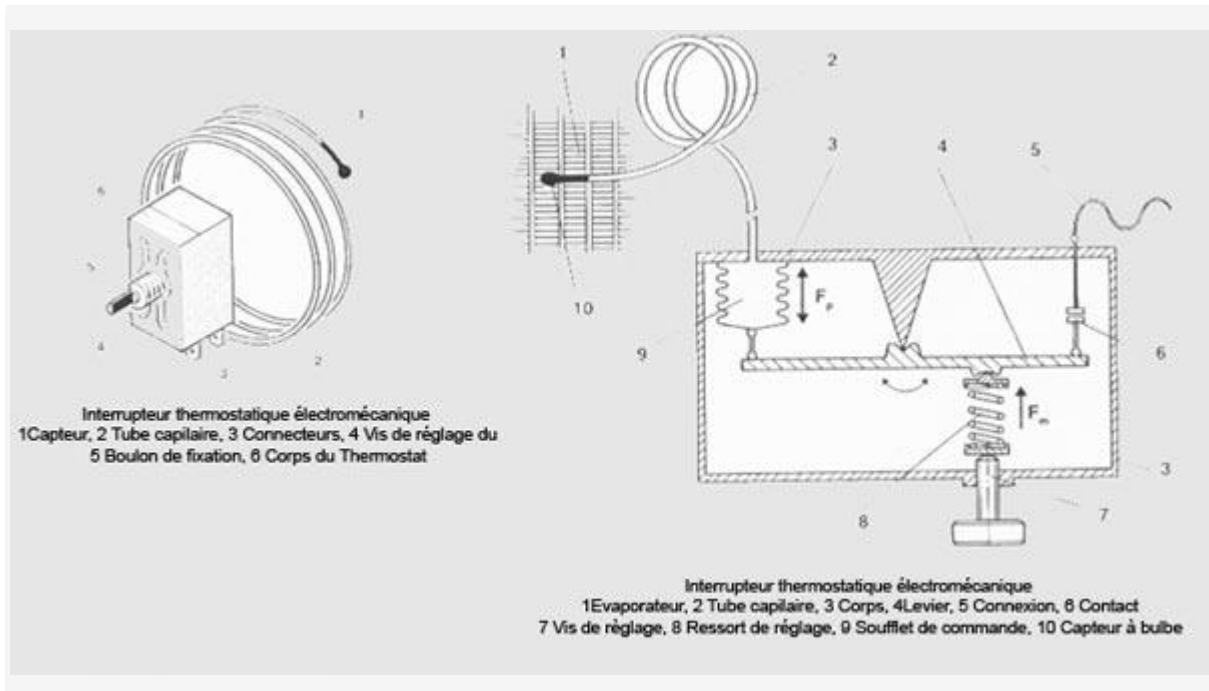
Si la **sonde de givrage est en panne**, le compresseur peut gripper. La condensation givre sur l'évaporateur et l'air ne traverse plus l'évaporateur de ce fait le réfrigérant n'est pas transformé en gaz. Du réfrigérant liquide s'infiltré dans le compresseur et il grippe.

Un des indices d'une panne de la sonde de givrage peut être que le système de climatisation ne s'enclenche pas.

Interrupteur thermostatique électromécanique

L'interrupteur thermostatique électromécanique

Un interrupteur thermostatique électromécanique fonctionne comme suit:
Entre les ailettes de l'évaporateur et le tube capillaire se trouve un capteur à bulbe. Ce bulbe et le tube capillaire sont remplis de gaz, dont la pression varie en fonction de la température de l'évaporateur.



Fonctionnement

Si la température de l'évaporateur augmente, le gaz dans le tube capillaire se dilate et actionne le contact, qui enclenche l'embrayage magnétique et, par conséquent, le compresseur. Si le compresseur fonctionne et que la température à l'endroit du capteur à bulbe diminue, le gaz dans le tube capillaire se rétracte et la pression exercée sur le contact diminue également. Le contact s'ouvre et le compresseur est arrêté.

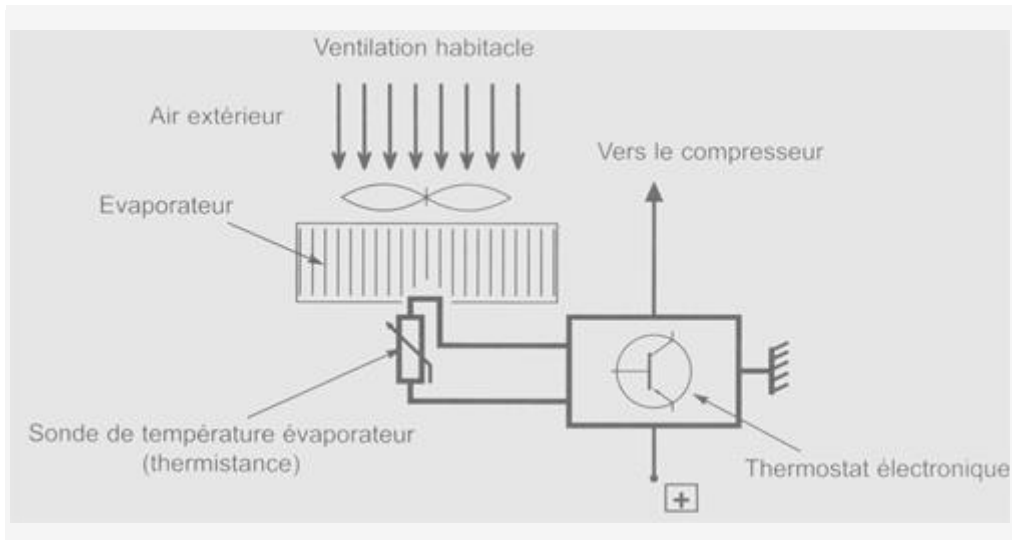
Le calibrage du thermostat définit la température minimum de l'évaporateur à laquelle le thermostat coupe le compresseur. Ce calibrage est établi par le tarage d'un ressort. L'enclenchement du compresseur se produit à une température de 3°C supérieure à la température de déclenchement (hystérésis).

Interrupteur thermostatique électronique

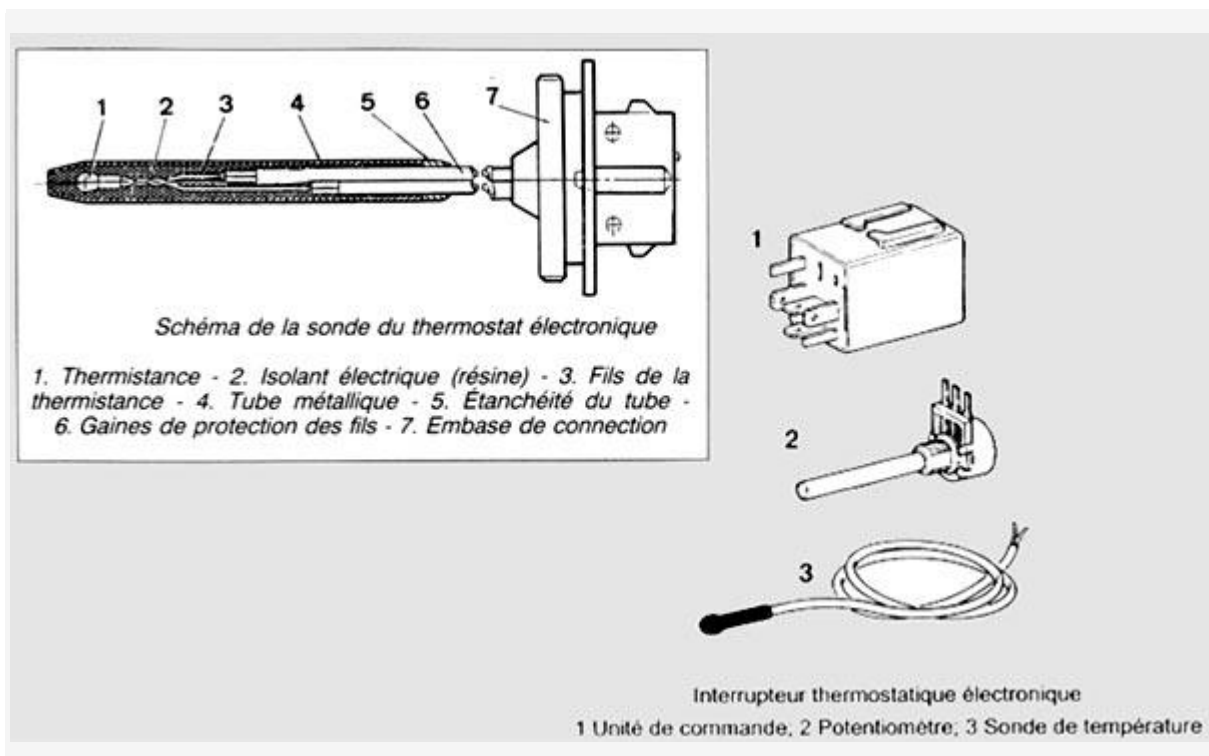
L'interrupteur thermostatique électronique (Sonde de givrage)

Un interrupteur thermostatique électronique fonctionne suivant le principe de la thermistance.

L'information provient d'une thermistance placée dans le faisceau de l'évaporateur. Un boîtier thermostat mesure la température de l'évaporateur et contrôle l'enclenchement ou le déclenchement du compresseur selon une consigne établie



Exceptions



L'interrupteur thermostatique est un composant qui n'équipe pas toujours l'installation d'air conditionné.

Dans les climatisations à détendeur à ajustage fixe, le côté à basse pression peut être muni d'un pressostat. Ce capteur de basse pression reprend la fonction de l'interrupteur thermostatique car il arrête le compresseur si la pression devient inférieure à +/- 2 bars, ce qui correspond pour le réfrigérant R134a à une température d'environ 0°C.

De plus, lorsque le véhicule est équipé d'un compresseur variable ainsi que d'un détendeur variable (valve d'expansion), certains constructeurs trouvent l'interrupteur thermostatique (sonde de givre) inutile. En effet, la température de

sortie de l'évaporateur est "contrôlée" par le détendeur. Par construction, celui-ci ne permet pas à la température de descendre en-dessous de 1°C ou 2°C.

Objectifs atteints

Vous êtes maintenant capable de

- Expliquer le fonctionnement des différents types de pressostat, d'interrupteur thermostatique et de capteur de pression.
- Déterminer leur influence sur la climatisation.

Introduction au module 9

- **Module 9 : circuit électrique**

. Circuit électrique

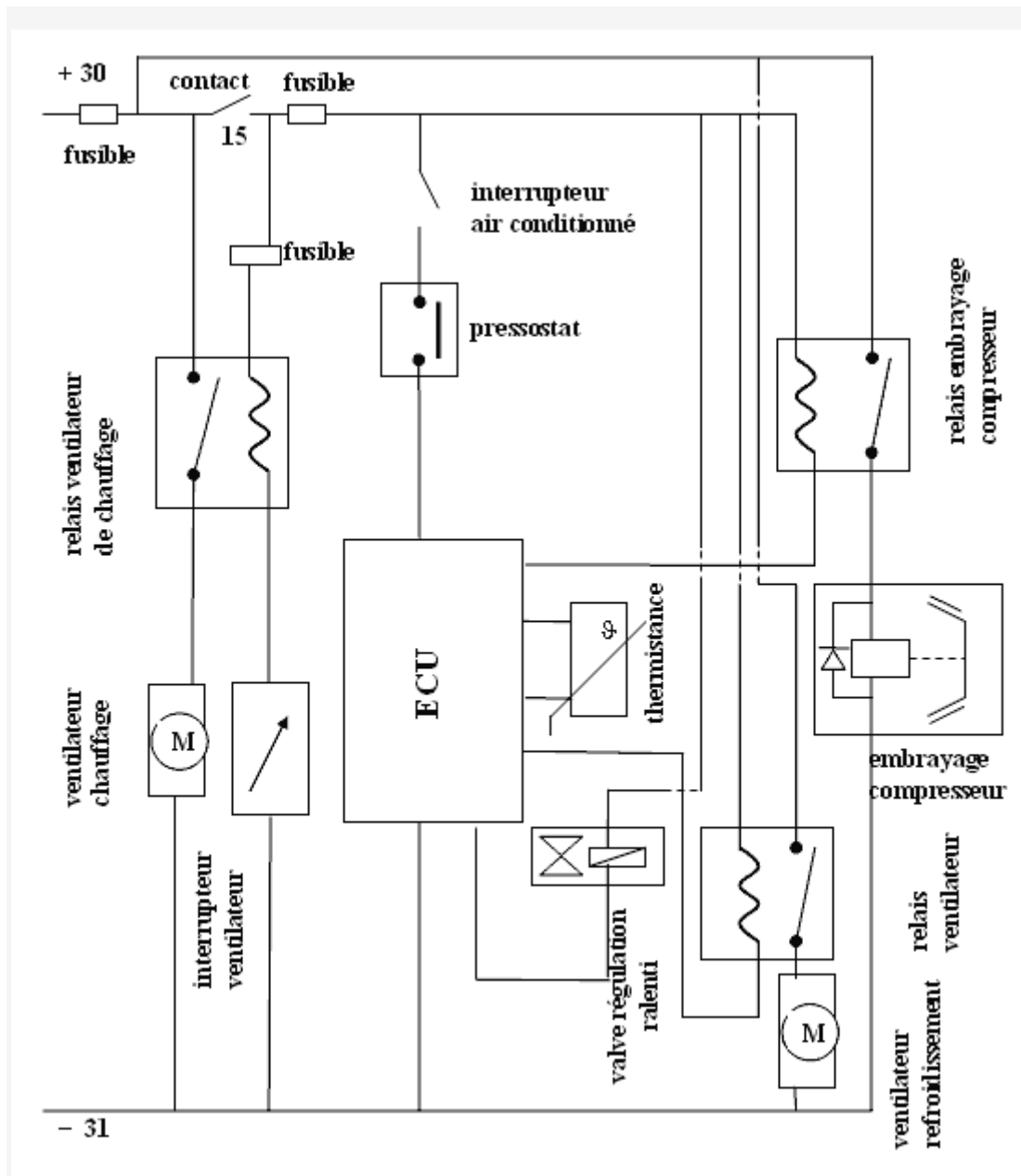
•

Les composants du circuit électrique sont :

- | | |
|---|------------------------------------|
| - l'interrupteur d'enclenchement | -le relais de ventilateur |
| - le pressostat | -la thermistance de l'évaporateur |
| - l'embrayage du compresseur de climatisation | -le boîtier de gestion moteur avec |
| - le relais d'embrayage du compresseur | la valve de régulation de ralenti |
| - le ventilateur de chauffage | -fusibles et câblage |

•

Voici une configuration possible d'un circuit électrique d'un système d'air conditionné :



Exercice

- **A l'aide de la liste de composant et de l'explication qui suit, reconstituez le schéma électrique d'une climatisation à valve d'expansion**

Dès que le contact est mis, l'interrupteur de climatisation est alimenté en courant.

Lorsque la climatisation est enclenchée (sur notre schéma l'interrupteur est représenté en position ouverte), le courant passe par l'interrupteur de dégivrage en position fermée (p.ex. plus de 1°C), le pressostat et le relais de climatisation jusqu'à l'embrayage du compresseur pour commander celui-ci.

Le relais de climatisation est en position fermée lorsque le boîtier de

gestion moteur le met à la masse. Un interrupteur supplémentaire intégré au pressostat, enclenche, en position fermée, le ventilateur supplémentaire lorsque la pression dans le circuit haute pression devient élevée (p.ex. 18 bar). Afin de compenser la variation de charge due à l'enclenchement de la climatisation, le boîtier de gestion active la valve de régulation de ralenti.

Introduction au module 10

- **Module 10 : entretien de la climatisation**

• Les huiles

- Les huiles
- Rôles de l'huile
 - Lubrifier les pièces en mouvement pour éviter le grippage du compresseur.
 - Refroidir le compresseur.
 - Renforcer l'étanchéité des organes.
 - Évacuer les impuretés.
- Types d'huile

Les critères imposés à cette huile sont très stricts. Elle doit rester parfaitement miscible dans toute la plage de température du cycle de frigorigène, elle ne doit pas réagir avec le réfrigérant et ne doit pas attaquer les joints.

Elle se mélange au réfrigérant, ce qui lui permet de circuler dans l'entièreté du circuit.

Il convient d'utiliser le type d'huile préconisé pour chaque type de climatisation:

- Huile **minérale** : était autrefois utilisée pour le **R12**.
- Huile synthétique **PAG** (polyalkylène- glycol) : utilisée dans les climatisations **R134a**.
- Huile **ester** : aussi utilisée dans les climatisations **R134a**.

Ces huiles ne sont pas miscibles entre elles.

Les plus utilisées actuellement sont les huiles PAG. Elles existent en plusieurs viscosités dont 2 principalement utilisées:

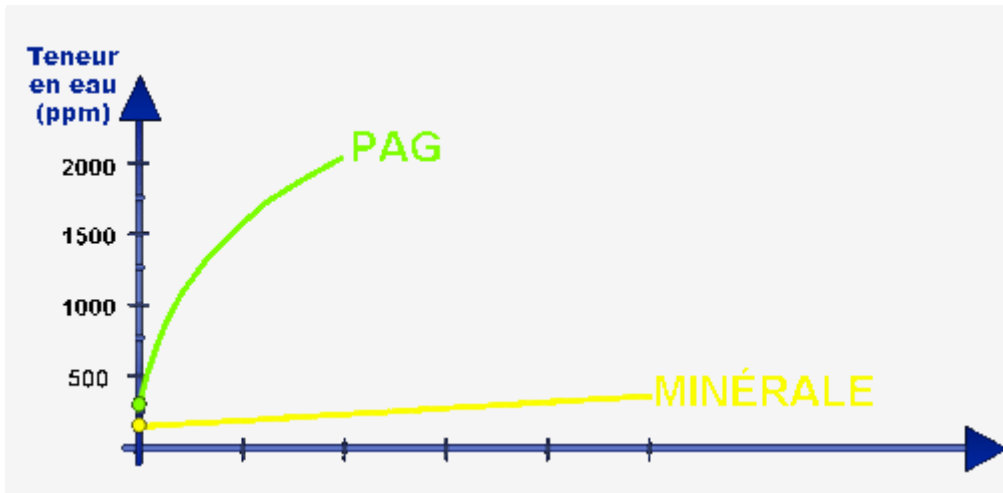
- Huile PAG SP20: utilisée avec des climatisations à compresseur fixe.
- Huile PAG SP10: utilisée avec des climatisation à compresseur variable.

Il est **INTERDIT** de mettre de l'huile SP20 dans un compresseur variable, par contre la plupart des constructeurs autorisent



l'appoint d'huile en SP10 dans un compresseur fixe.

- Caractéristique des huiles
- Les huiles PAG sont fortement hygroscopiques :
Elles absorbent l'eau
Cette absorption est très rapide



- **Remarque:** Il faut veiller à ce que le bidon d'huile PAG soit conservé bien fermé. Cette remarque est également valable pour les composants démontés de la climatisation (compresseur, conduites...).
- Remplacement de l'huile
- Lors de la récupération du frigorigène, une partie de l'huile est récupérée. Elle est séparée du frigorigène par le séparateur de la station de charge. Il convient alors de faire l'appoint en ajoutant la même quantité d'huile neuve que celle récupérée avant de remplir la climatisation de réfrigérant.

En cas d'accident ou de défaillance, le remplacement d'un composant occasionnera toujours la perte d'une certaine quantité d'huile qui reste sur ses parois. Dans ce cas, il convient de faire l'appoint en fonction du composant qui a été remplacé.

Il est possible de vérifier la quantité d'huile nécessaire en se référant aux manuels d'atelier.

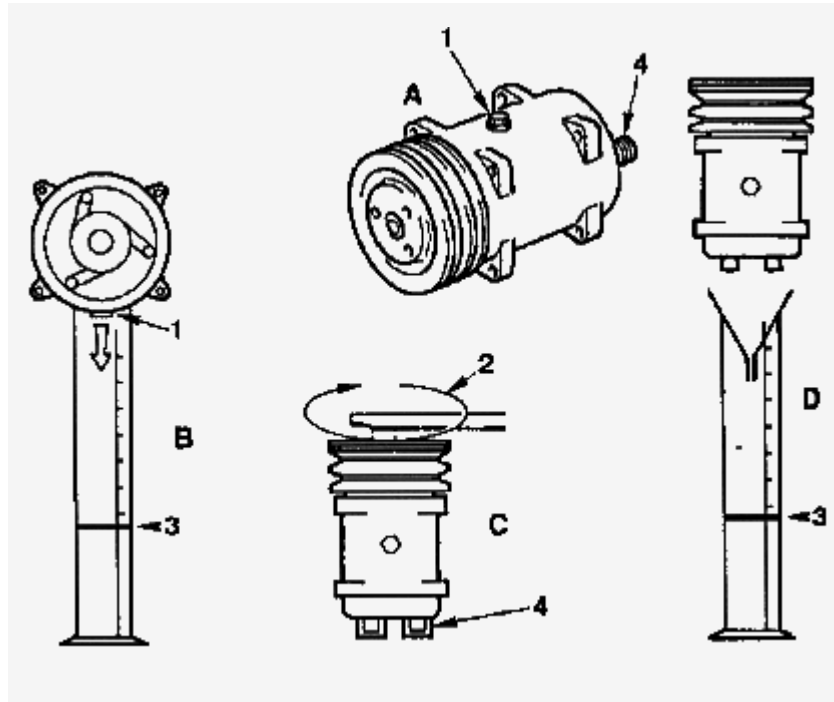
A titre d'exemple, ce tableau reprend les valeurs moyennes de quantité d'huile par élément:

Quantité d'huile moyenne par élément

Déshydrateur	45 ml
Condenseur	60 ml
Évaporateur	65 ml
Compresseur	90 ml
Conduites	45 ml
Quantité totale	305 ml

- Récupération de l'huile du compresseur

Pour récupérer la quantité d'huile présente dans le compresseur afin d'effectuer son remplacement, il est possible d'ouvrir l'orifice prévu à cet effet. Toutefois, un complément est indispensable: faire couler l'huile via les embouts d'entrée et de sortie (S et D) tout en faisant tourner l'axe du compresseur.



La station de remplissage : description

Station de remplissage

Les stations de charge peuvent être de plusieurs types:

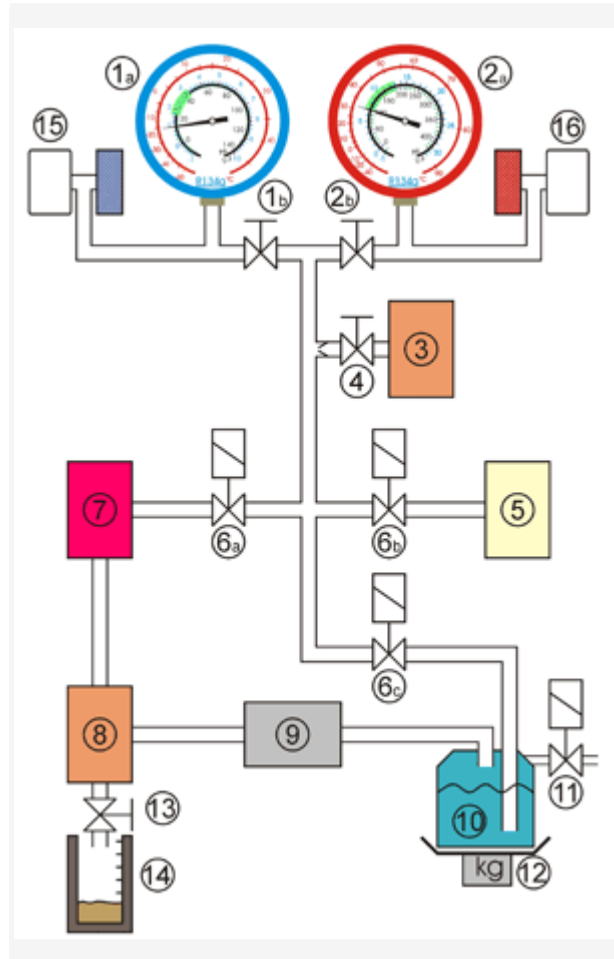
- Manuelles.
- Semi-automatiques
- Automatiques

Les stations manuelles sont les premières apparues sur le marché et tendent à disparaître. Les semi-automatiques et les automatiques présentent l'avantage de pouvoir effectuer respectivement des séquences ou l'entièreté du processus sans intervention du technicien.



La station d'entretien

- 1a. Manomètre basse-pression (bleu)
- 1b. Vanne basse-pression
- 2a. Manomètre haute-pression (rouge)
- 2b. Vanne haute-pression
- 3. Réserve d'huile
- 4. Injecteur d'huile
- 5. Pompe à vide
- 6a. Vanne électrique (vers compresseur)
- 6b. Vanne électrique (vers pompe à vide)
- 7. Compresseur
- 8. Séparateur d'huile
- 9. Filtre sécheur
- 10. Réservoir de réfrigérant (bouteille)
- 11. Vanne de purge d'air
- 12. Balance électronique de précision
- 13. Vanne de récupération d'huile
- 14. Réservoir d'huile usagée
- 15. Raccord basse-pression
- 16. Raccord haute-pression



La station d'entretien permet:

- 1. La lecture des pressions aux manomètres BP (1a) et HP (2a) vannes (1b et 2b) fermées.
- 2. La récupération et le recyclage du frigorigène puis la séparation de l'huile grâce au compresseur (7), au séparateur d'huile (8) et au filtre sécheur (9).
- 3. Le tirage au vide via la pompe à vide (5).
- 4. Le remplissage par différence de pression depuis le réservoir (10) et le pesage (12).
- 5. L'appoint d'huile (3).
- 6. La purge d'air du réservoir via la vanne de purge (11)

Remarque: afin de faciliter le remplissage (par différence de pression), certaines stations de charge sont équipées d'un réchauffeur de bouteille. Par exemple une bande électrique chauffante entoure la bouteille et la température est augmentée de plusieurs dizaines de degré (à 39°C, la pression est de 9 bar).

La station de remplissage : fonctionnement

Utilisation

Quelle que soit la station de remplissage utilisée, les étapes principales sont les suivantes:

- Configuration de la station de remplissage.
- Récupération du frigorigène.
- Mesure de la quantité de frigorigène récupérée (en gramme ou en kilogramme).
- Récupération de l'huile.
- Mesure de la quantité d'huile récupérée (en centimètre cube ou en millilitre).
- Tirage au vide.
- Appoint d'huile.
- Charge du circuit en frigorigène.

Configuration de la station

Avant de commencer à travailler sur un véhicule avec la station de charge, il faut **toujours** respecter les points suivants:

- Le réservoir doit contenir une **quantité minimale de réfrigérant**.
- Le réservoir doit pouvoir **accueillir au minimum la quantité de réfrigérant** à récupérer.
- La station doit être **vide de toute huile** provenant des véhicules précédents.

La station de remplissage : utilisation

Récupération du frigorigène

Lors de dégâts, fuite, réparation, remplacement de pièce ou entretien, il faut vider l'installation.

Cela s'opère via les raccords de service de la station de récupération.

1. Vider le séparateur d'huile.
2. Ouvrir les deux robinets de la bouteille de réfrigérant.
3. Ouvrir les robinets de raccords (BP et HP).
4. Entamer l'évacuation jusqu'à ce que la pression dans la climatisation soit et reste inférieure à 0 bars.

5. Attendre 1 à 3 minutes puis répéter l'opération le cas échéant.

Après avoir récupéré une première fois, il est préférable **d'attendre 1 à 3 minutes** (l'aiguille du manomètre de BP remonte légèrement)

Ensuite, **effectuez une seconde récupération.**

Si la quantité récupérée est importante, effectuer l'opération une 3^{ème} fois.
(La plupart des stations automatiques sont programmées pour effectuer cette étape en mode autonome)

Le gaz est récupéré, déshumidifié, filtré, nettoyé, libéré de son huile et recyclé pour une utilisation ultérieure.

Pesage du frigorigène

Le frigorigène récupéré est pesé et la quantité est affichée sur l'écran.
La quantité récupérée permet de se faire une idée sur le taux de fuite de l'installation.

Récupération de l'huile

Le gaz récupéré est libéré de son huile et recyclé pour une utilisation ultérieure.

L'huile est placée dans un réservoir d'huile usagée qui ne peut être réutilisée. Il convient de remettre la quantité d'huile récupérée. Certains prennent pour habitude de toujours remettre 5 à 10 ml en plus par précaution. Dans le doute, il est toujours préférable de remettre trop d'huile que trop peu.

Si un élément a été remplacé, il faut ajouter l'huile pour cet élément.

Si une fuite importante a eu lieu, il est nécessaire d'ajouter une quantité d'huile estimée de cette fuite.

Marche à suivre à titre indicatif (TOUJOURS SE REFERER AU MANUEL DU CONSTRUCTEUR):

- Mesurer la quantité initiale du réservoir huile ou le vider entièrement.
- Ouvrir lentement la vanne de récupération d'huile.
- Mesurer la quantité récupérée.

Mesure de la quantité d'huile

*Lire simplement les indications sur le réservoir d'huile usagée.
Cette quantité récupérée s'exprime généralement en ml ou en cc.*

Tirage au vide

Le tirage au vide permet de retirer l'air et l'humidité présents dans l'installation. Le diminution de pression générée par la pompe à vide de la station d'entretien permet de retirer l'humidité par diminution du point d'ébullition. Celui-ci augmente ou diminue avec la pression environnante. A pression atmosphérique normale d'environ 1 bar, l'eau bout à 100°C.

Si la pression diminue, la température d'ébullition diminue.

La durée de tirage au vide dépend du volume de l'installation et des caractéristiques de la pompe à vide (exprimée en microns).
Lorsqu'une installation est restée longtemps à l'air libre ou avec une quantité de gaz nettement insuffisante, il est nécessaire de remplacer le filtre sécheur et de procéder à un tirage au vide prolongé.

Entretien

Un système de climatisation est comparable à un réfrigérateur



Quelles sont alors les **causes** nécessitant un **entretien** de la climatisation ?

- *Humidité
- *Sel
- *Poussières
- *Vibrations
- *Changements de températures importants (-25 à + 40°C et même au delà)

sont autant de facteurs auxquels n'est pas soumis un réfrigérateur et qui **rendent un entretien régulier indispensable !**

Mesures prises par le constructeur

- Modification de la forme des lamelles de l'évaporateur et traitement des surfaces (par sels et/ou protection hydrophobe) afin de d'assurer un meilleur écoulement de l'eau de condensation

- Provoquer de cycles de chauffe et de refroidissement dans la boucle de froid créant ainsi un effet désinfectant.

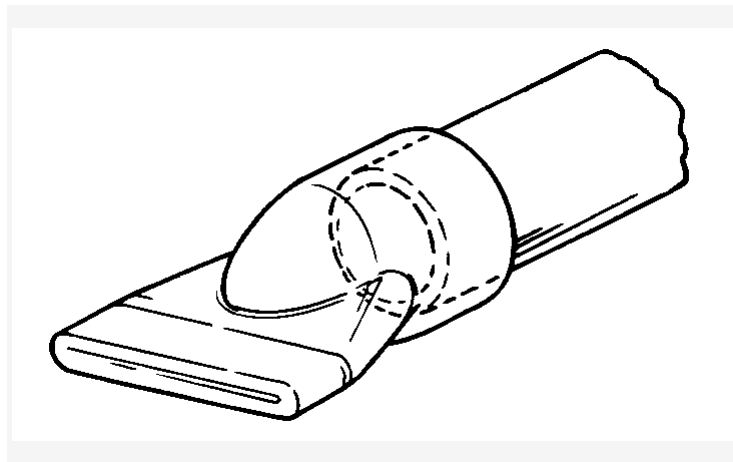
Entretien relevant de la bonne utilisation

- Couper la climatisation 5 minutes avant la fin du trajet tout en maintenant le fonctionnement du ventilateur afin de **sécher l'évaporateur** et **d'éviter ainsi la formation de moisissures et le développement de bactéries.**

- **Faire fonctionner** la climatisation pendant **au moins 5 min./semaine** été comme hiver afin de garantir le graissage du compresseur par la circulation du réfrigérant (et donc de l'huile) dans le circuit.

Entretien à effectuer par le technicien (1)

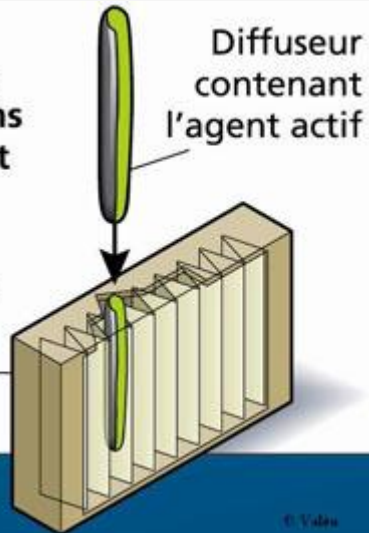
- Vérifier que l'**évacuation de l'eau de condensation** n'est pas bouchée



- Insertion d'un **bioclip** (© Valéo) contenant un agent antimicrobien d'origine naturelle dans le filtre à pollen

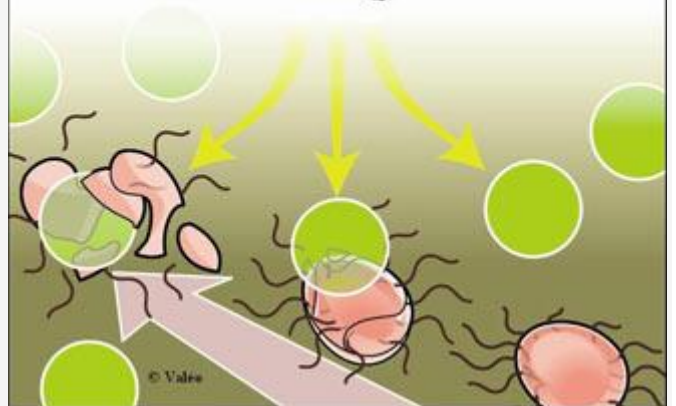
Les bactéries, présentes dans l'air diffusé dans l'habitacle, sont détruites par un agent anti-microbien.

Filtre à air d'habitacle



© Valeo

L'agent actif, diffusé via le filtre à air, anéantit les micro-organismes.



© Valeo

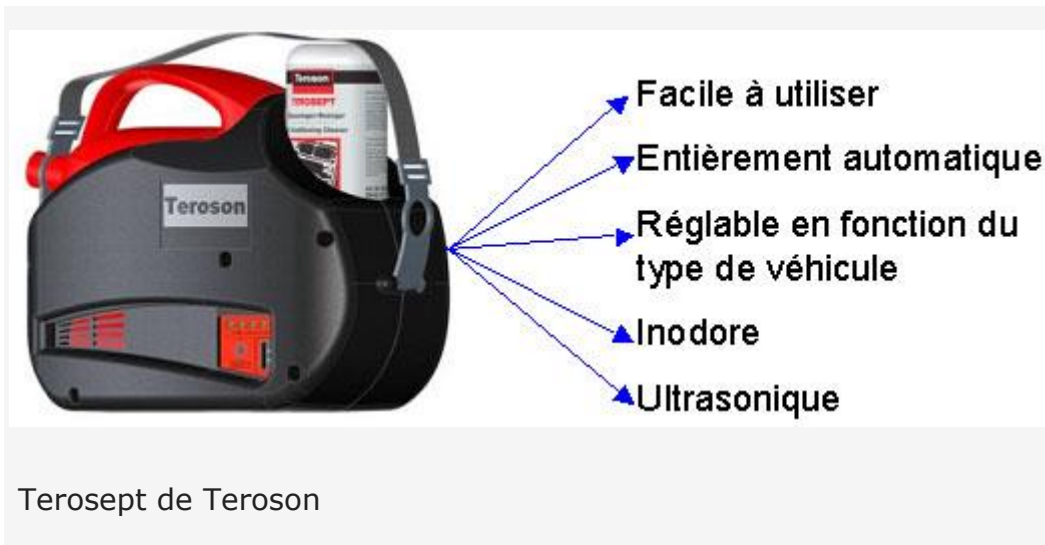
- Vérifier l'encrassement du **filtre d'habitacle** et éviter les restrictions d'entrée d'air (changer le filtre tous les 15.000 km ou 1 fois/an)



© Valeo

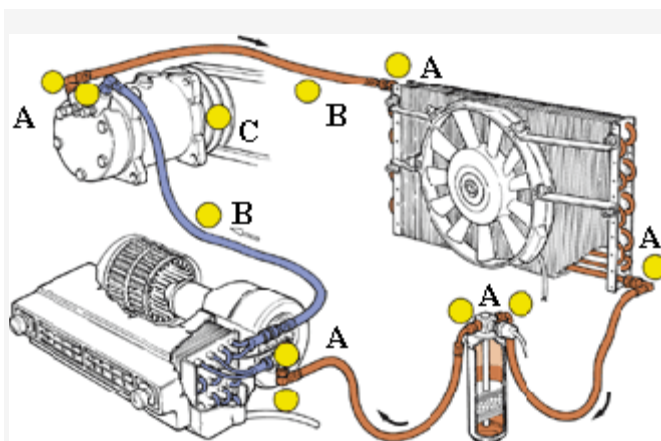
Entretien à effectuer par le technicien (2)

- Utilisation d'un **nettoyant** pour désinfecter le circuit d'air et empêcher la formation de moisissures (1 fois/an)



Système de nettoyage par ultrasons qui pulvérise le produit nettoyant en très fines gouttelettes. Ce produit tue tous les micro-organismes.

- Vérifier et au besoin **recharger la climatisation** (1/an). La climatisation fonctionne en circuit fermé mais celui-ci n'est pas complètement étanche.



Endroits propices aux fuites :

- A : o-ring aux raccords
- B : flexibles
- C : bourrage d'arbre d'entraînement du compresseur

© Waeco

- **Remplacement du filtre déshydratant** pour éviter l'accumulation d'eau dans

le circuit qui, en gelant, entraînera inévitablement la destruction du compresseur (1 x tous les 3 à 4 ans et à chaque ouverture de plus d'1/4h du circuit).



- **Rinçage du circuit et recharge** de la climatisation (idéalement 1 x tous les 3 ans). Après 3 années, des **dépôts** peuvent obturer le circuit (p.ex. la valve d'expansion ou les conduites) et le **pouvoir lubrifiant** de l'huile est diminué. Il est donc **recommandé** d'effectuer un rinçage complet du système et de recharger celui-ci avec du nouveau réfrigérant et de l'huile nouvelle.



Objectifs atteints

Vous êtes maintenant capable

- d'utiliser correctement une station de remplissage qui permet :
 - La lecture des pressions aux manomètres.
 - La récupération et le recyclage du frigorigène puis la séparation de l'huile.
 - Le tirage au vide.
 - Le remplissage.
 - L'appoint d'huile.
 - La purge d'air.
- de reconnaître la nécessité d'un entretien

Introduction au module 11

- **Module 11 : détection et localisation de fuites**

• Détection et localisation de fuites

- Des **8 manières** différentes (vues ici) de constater une fuite au système de climatisation, **5 permettent de localiser** celle-ci avec une précision plus ou moins grande.
Chaque méthode a ses avantages et inconvénients et il appartient au technicien de choisir la plus adaptée à la situation.
En cas de fuites lentes, plusieurs **méthodes** peuvent éventuellement être **combinées** afin de pouvoir établir un diagnostic avec un maximum de certitude.

• Par comparaison de pression

- La comparaison de pression
- C'est une méthode relativement approximative mais qui donne **rapidement** une **première indication** :

Par exemple, à une température extérieure de 20°C,

- faire fonctionner la climatisation à vitesse maximale, moteur à régime accéléré de 3.000 t/min
- relever les pressions des circuits (systèmes à valve d'expansion HP : 13 à 15 bar environ et BP 1,0 à 2,5 bars ; systèmes à orifice calibré HP 7 à 15 bar environ et BP 1,5 à 3,0 bars).

TOUJOURS tenir compte des données constructeurs.



- Arrêter la climatisation et couper le moteur
- Relever la pression des circuits **endéans les 5 minutes** qui suivent : **HP et BP** doivent être à peu près **identiques (environ 5 bars)**

Une pression sensiblement trop basse indique un manque de réfrigérant !

• La pesée / La dépression

- Par pesée
-

A l'aide d'une station de recyclage, **vider** complètement le circuit de climatisation et lire à l'écran la quantité de réfrigérant retirée. **Comparer** aux données fournies par le constructeur ou par l'autocollant appliqué lors du remplissage dans le compartiment moteur. Cette méthode est d'une **précision remarquable**.



-
- Par dépression
-

En raccordant l'appareil de recyclage, on **vidange** le système et on effectue un **tirage sous vide**. Celui-ci devrait durer **au moins 30 minutes**. Il est à noter que des fuites aux o-rings et aux flexibles peuvent momentanément devenir étanches sous l'action du vide.

De plus, certaines fuites peuvent se présenter lorsque la pression atteint une certaine valeur (par exemple 20Bars) et un certain sens (ouverture de la déchirure, de la fuite).

Ces fuites peuvent ne pas être présentes lors d'une dépression (sens contraire et max 1Bar).

En pratique : il y a lieu de prévoir un **temps supplémentaire** de 10 minutes de manière à ne pas fausser le résultat par du **réfrigérant s'évaporant des restes d'huile** demeurés dans le circuit.

- Ces trois premières méthodes **permettent de détecter** une fuite mais **pas encore de la localiser** précisément. Pour cela il faudra immanquablement recourir à une des méthodes suivantes

• Par appareil de détection

- Il s'agit d'un appareil qui réagit à la présence de réfrigérant en émettant un **signal acoustique**.

En promenant la sonde le long des différents composants (tuyaux, condenseurs, évaporateurs, filtre-sécheur, compresseur,...) l'appareil de détection réagira au réfrigérant **à l'endroit de la fuite**.

Il est possible de prendre éventuellement la mesure dans les ouïes de ventilation si l'évaporateur lui-même est difficilement accessible.



En pratique : le R134a étant plus lourd que l'air, il faudra veiller à bien **passer la sonde également sous les différents composants**.

- La grande sensibilité des appareils de détection permettra de déceler des fuites n'atteignant que 7 g/an et pour les meilleurs on peut même descendre à 3 g/an, le prix de ceux-ci étant évidemment proportionnel aux performances.

• Par injection d'azote

- Après avoir vidé le circuit, le mettre sous pression à l'azote. Si la pression baisse endéans les 15 minutes, l'étanchéité du système n'est plus assurée. Une [fuite](#) est présente.



En pratique : ne pas dépasser la pression maximale admissible du système (10 à 15 bars semble être une fourchette généralement admissible).



Par détection lumineuse (traceur fluo)



Une méthode qui trouve une application croissante est la détection aux ultraviolets.

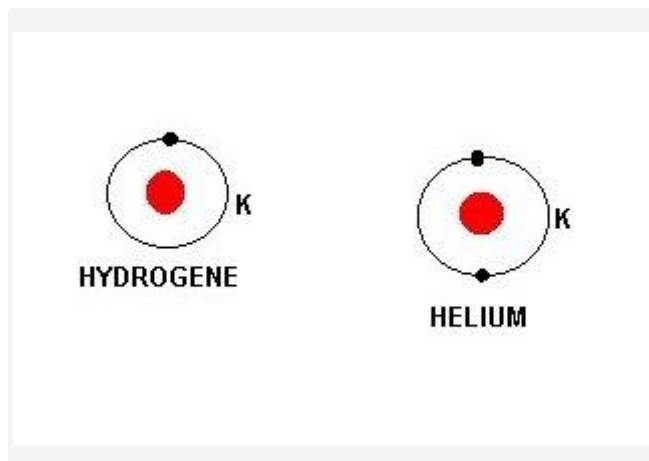
Un indicateur est mélangé au réfrigérant ([détails](#)).

Un avantage de cette méthode est la propension de l'indicateur à s'accumuler à l'endroit de la fuite en quantité suffisante pour pouvoir être détecté aisément.



Par gaz de contrôle

Pour cette méthode on utilise principalement de l'**hélium** ou de l'**hydrogène**.



En pratique : vu le prix très élevé de l'appareillage, des gaz utilisés et le contrôle relativement fastidieux (il faut vider complètement tout le circuit aussi bien avant qu'après la mesure), cette méthode ne trouve que **très rarement son application en atelier**.

La sensibilité extrême des **appareils de détection électroniques** permet de détecter des fuites lentes de l'ordre de 2 à 3 g/an.

Fin

Objectifs atteints pour l'ensemble du cours "climatisation"

Au terme de ce cours vous êtes maintenant capable

- d'expliquer le principe de création de froid et le fonctionnement d'une boucle de froid.
- de citer les éléments constitutifs d'une boucle de froid.
- de situer l'intégration du circuit de froid dans le circuit d'air et le contrôle de température.
- d'effectuer la maintenance et la réparation de l'installation de climatisation
- de vider, remplir, faire un appoint d'huile en utilisant la station de remplissage.
- de détecter une fuite dans l'installation (détecteur sonore, ultra-violet).
- de contrôler le bon fonctionnement du circuit d'air.