



**Votre avenir
nous engage**

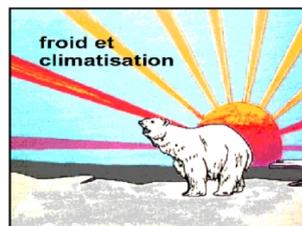
Climatisation

Climatiseur split system

Généralités

Montage

Mise en service



**Climatiseur à éléments séparés « Split System »****Le concept SPLIT SYSTEM**

Les composants (compresseur, échangeurs, détendeur) sont répartis dans 2 volumes distincts, reliés par des canalisations dans lesquelles circule le fluide frigorigène (une ligne liquide, une ligne gaz).

La répartition est la suivante :

Dans l'unité intérieure (qui prend place dans le local à traiter) : un échangeur (évaporateur dans le mode rafraîchissement), un ventilateur, des filtres amovibles à la reprise de l'air et le dispositif de commande de l'appareil.

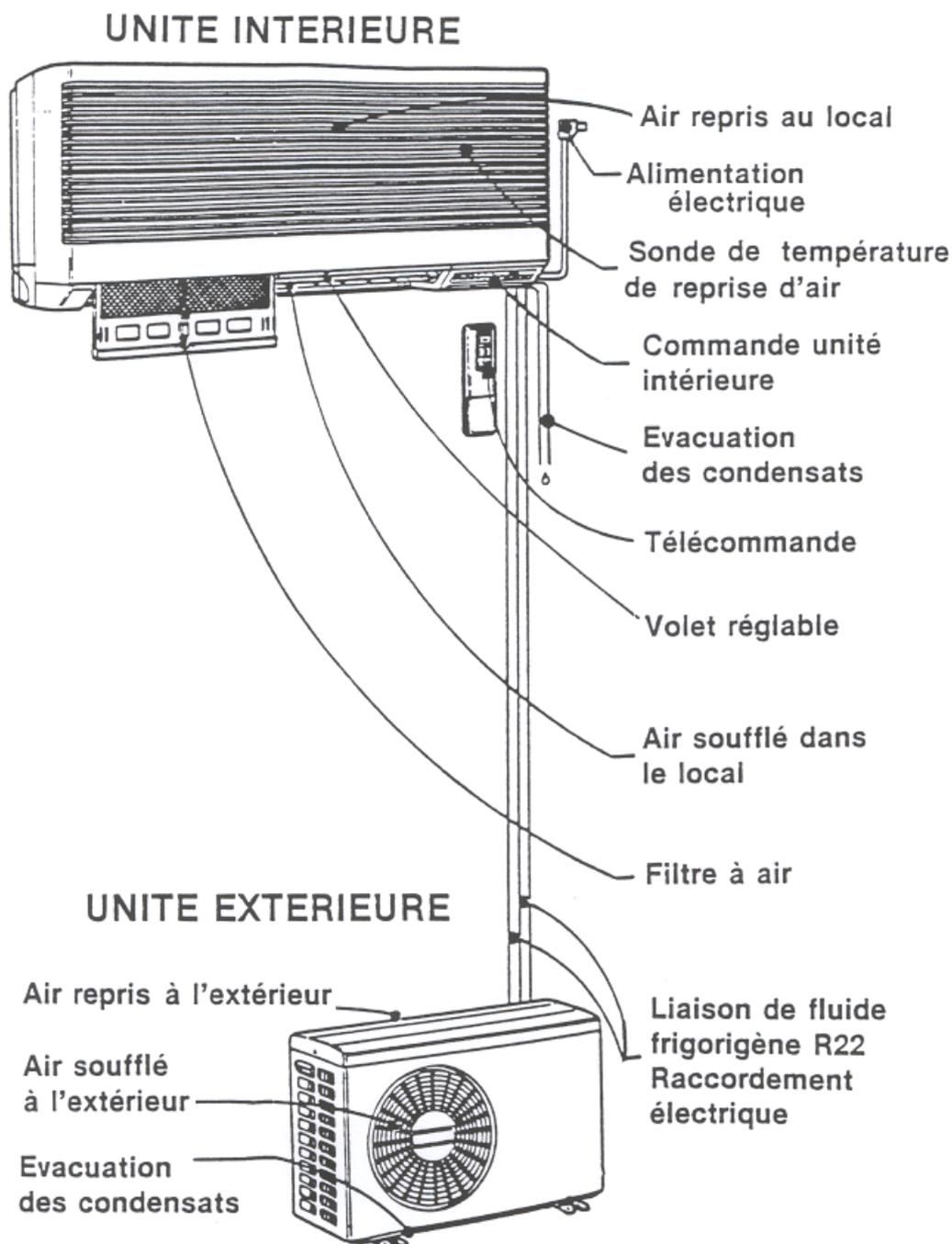
Dans l'unité extérieure se trouve le reste des composants: compresseur, échangeur ventilé par une hélicoïde, détendeur et vanne 4 voies dans le cas d'un appareil réversible. Cette unité est placée à l'extérieur.

L'alimentation électrique se fait généralement au niveau de l'unité intérieure, l'unité extérieure étant alimentée par son intermédiaire via les liaisons existant entre les 2 blocs. Ces liaisons pré chargées sont livrées avec l'appareil (longueurs standards jusqu'à environ 10 m) et regroupent donc aussi le raccordement électrique.

Les splits system sont des climatiseurs air/air. Ils constituent la plus grosse part des ventes d'appareils (environ 50% du marché). Ils possèdent une multitude de versions au niveau de l'unité intérieure, ce qui permet une adaptation assez aisée au contexte.

L'unité de traitement d'air intérieur peut s'installer en plafonnier ou en allège, avec deux possibilités de reprise, en façade ou inférieure et en général deux vitesses de ventilation (la nouvelle tendance est une ventilation automatique qui varie en fonction du besoin de puissance).

Les climatiseurs actuels sont souvent équipés d'un dispositif de régulation électronique. Une télécommande permet la programmation et le réglage à distance : température, débit d'air, orientation du soufflage, etc.



Dans l'unité intérieure, l'air, avant son traitement, est aspiré à travers la grille inférieure de l'appareil. L'air, après son traitement est soufflé à travers la grille placée sur le dessus.

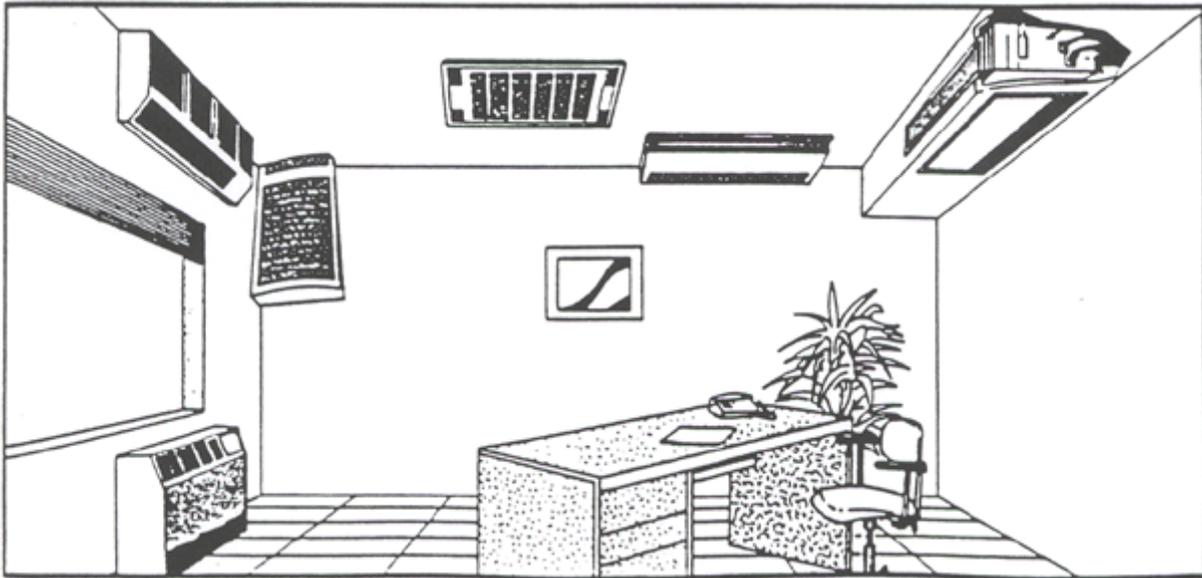
Ecarter tout obstacle devant ces orifices afin d'éviter le court-circuitage de l'air.

Dans l'unité extérieure, l'air de refroidissement du condenseur est aspiré à travers les persiennes latérales, passe à travers le condenseur et est refoulé à l'arrière de l'appareil.

L'air extérieur ne doit rencontrer aucun obstacle susceptible de créer son recyclage.



Les solutions split



Les différents modèles d'unité intérieure sont :

- **la console** (en bas à gauche) posée au sol ou en allège,
- **le mural** (en haut à gauche) positionné au mur à hauteur d'homme,
- **le mural de coin** (en haut à gauche à côté du mural) : concept breveté Carrier,
- **le plafonnier encastré** (ou cassette) (au centre du plafond), nécessite un faux-plafond d'épaisseur minimum 400 mm,
- **le plafonnier rapporté** (à droite de la cassette) pour être installé dans un local sans faux-plafond,
- les appareils destinés à être totalement camouflés avec seule la grille de soufflage visible,
- un modèle plafonnier de coin existe aussi et se présente sous la forme d'un quart de disque.

A noter que la combinaison de plusieurs unités intérieures sur une même unité extérieure est possible (multisplit). Ce montage permet selon les cas d'avoir toutes les unités intérieures en fonction à la fois, ou une partie seulement. Le mode (chaud/froid) doit cependant être le même pour l'ensemble des appareils en marche.

Gamme

Pour les locaux visés, la limite de puissance est environ 10 kW frigorifique mais les plus puissants délivrent jusqu'à 15 kW. Ces appareils existent tous en version réversible.

L'appoint de chauffage électrique est disponible sur la plupart des modèles (quelques muraux et cassettes n'en disposant pas).



Avantages et Inconvénients

Avantages :

Choix d'unité intérieure large, garantissant une bonne intégration.

Encombrement intérieur minimum.

Silence de fonctionnement car tous les organes bruyants sont rejetés dans l'unité extérieure.

Emplacement totalement libre de l'unité intérieure par rapport à l'unité extérieure (à la différence d'un monobloc).

Possibilité de multisplit pour application particulière.

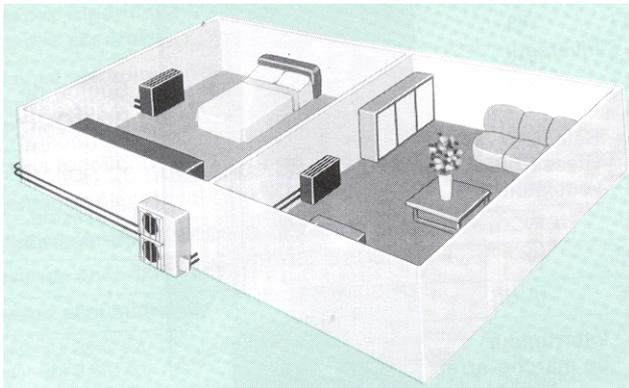
Pour certains types d'unités intérieures (cassette), il est possible d'avoir un apport d'air neuf direct par une gaine arrivant au niveau du ventilateur. Mais cela n'est possible que dans des cas particuliers (ventilateur adapté, longueur de gaine faible).

Inconvénients :

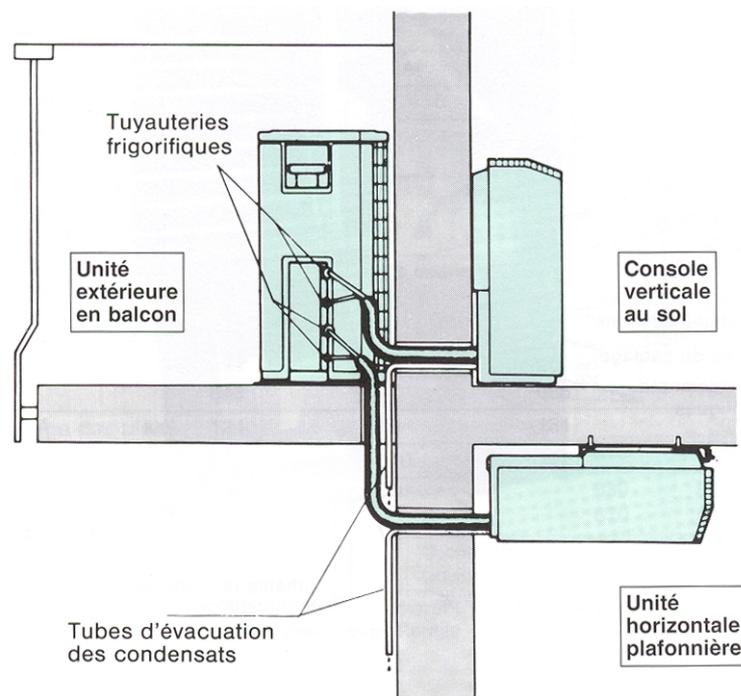
Emplacement pour l'unité extérieure à trouver.

Liaisons frigorifiques à faire passer entre l'intérieur et l'extérieur, avec quelques contraintes (longueur...)

L'évacuation des condensats, auquel il faut veiller par les deux unités si l'appareil est réversible.



Solution BI-SPLIT



Installation type



Climatiseur réversible

Fonctions

Les climatiseurs individuels autonomes possèdent 5 fonctions principales :

Rafraîchir l'air du local traité,

Ventiler (en recyclage total) le local, grâce au fonctionnement du ventilateur seul.

Ces deux premières fonctions existent dans tous les cas .

Chauffer l'air du local traité :

Pour cette troisième fonction, deux moyens sont possibles : soit l'appareil est réversible au sens thermodynamique (vanne d'inversion de cycle), soit il est équipé d'une résistance électrique remplissant la fonction chauffage.

Dans le premier cas, on peut aussi rajouter une résistance d'appoint réalisant un complément de chauffage lorsque le mode thermodynamique ne suffit plus à fournir la puissance de chauffage nécessaire.

Dans tous les cas, cela permet de cumuler en une seule machine un climatiseur et un ventilateur-convecteur électrique. L'ordre de grandeur du surcoût pour qu'un climatiseur soit réversible est d'environ 15 à 20 %. Un investissement vite rentabilisé à cause du gain dû au coefficient de performance. Pour 1 kWh électrique payé, 2,5 à 3 kWh sont fournis au local, les 1,5 à 2 supplémentaires provenant de l'énergie prise dans le milieu extérieur (air ou eau).

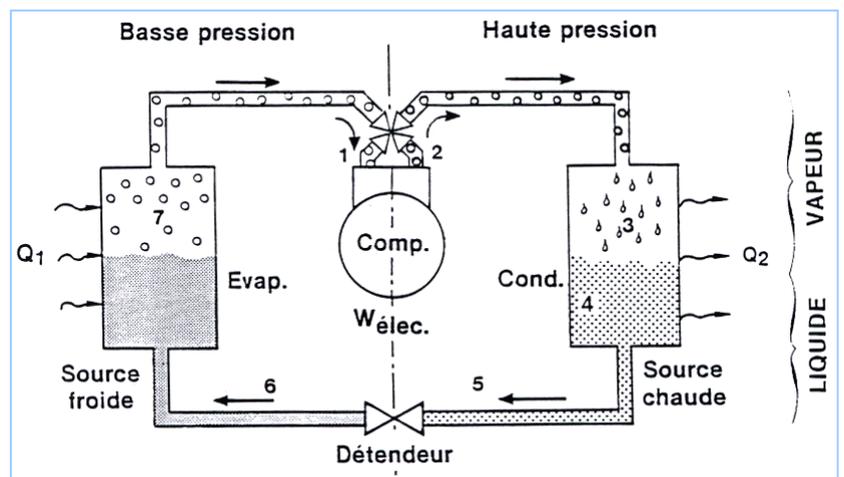
Filter l'air qui transite dans le climatiseur L'air aspiré passe par un filtre sommaire permettant de retenir les plus grosses particules en suspension. Cette fonction est remplie dès que le ventilateur tourne.

Réguler la température : dans les modes rafraîchissement et chauffage, l'appareil va souffler l'air à une température permettant de maintenir dans la pièce la consigne désirée par l'utilisateur.

Le circuit frigorifique

Les principaux composants du circuit frigorifique sont les suivants :

- deux échangeurs fluide frigorigène-air : un évaporateur et un condenseur,
- un compresseur de fluide frigorigène,
- un détendeur,
- une vanne 4 voies.





Climatiseur réversible (suite)

Si l'échangeur situé côté basse pression (évaporateur) est placé à l'extérieur du local à traiter, le sens de circulation du fluide frigorigène indiqué par les flèches conduit à un fonctionnement en mode chauffage.

Le mode rafraîchissement et l'opération de dégivrage sont réalisés par l'inversion de la position de la vanne 4 voies (voir plus loin). L'évaporateur devient alors condenseur, la source froide source chaude, le circuit HP circuit BP et vice-versa.

Dans le mode rafraîchissement, l'unité extérieure évacue donc de l'énergie (chauffe) l'air extérieur grâce à l'énergie captée dans le local à traiter, via le fluide frigorigène.

A noter, pour les appareils décrits par la suite, que si l'évaporateur est toujours du type fluide frigorigène/air, le condenseur peut réchauffer de l'air ou de l'eau.

Retenez que le circuit frigorifique :

-Ne produit pas de froid.

-Ne produit pas de chaud.

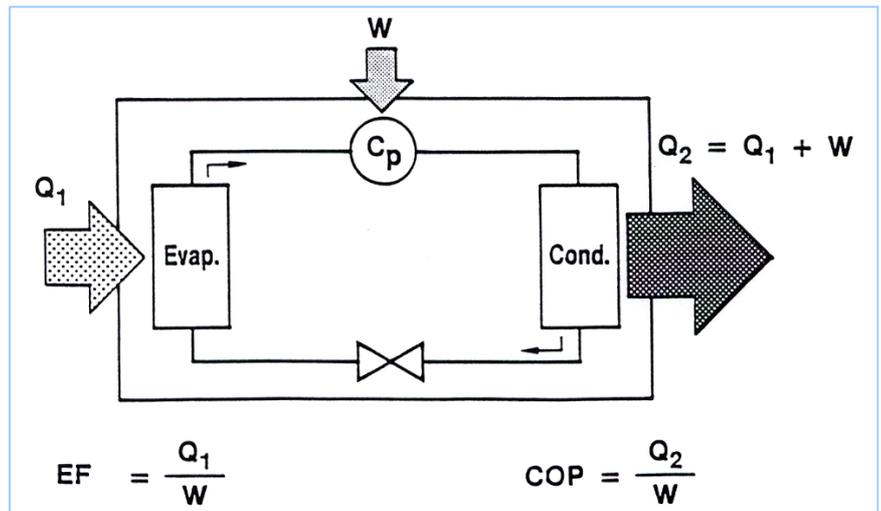
Il TRANSFÈRE tout simplement de la chaleur.

Le schéma ci après le montre. L'évaporateur puise Q_1 dans la source froide. Le compresseur consomme W pour véhiculer le fluide. L'énergie disponible au condenseur est $Q_2 = Q_1 + W$.

L'intérêt est que Q_1 est de l'énergie gratuite et représente 1,5 à 2 fois W .

On appelle donc Efficacité Frigorifique (EF) le "rendement" côté froid et Coefficient de Performance (COP) le "rendement" côté chaud.

Ces 2 valeurs, vue leur définition, sont supérieures à 1.



Le diagramme enthalpique

Il permet de visualiser l'évolution de l'énergie totale contenue dans un fluide en fonction de son état (liquide, vapeur) et de ses caractéristiques physiques (température, pression P).

Il se présente sous la forme d'un graphique (Log P, h) (h = enthalpie) : diagramme de MOLLIER.

La courbe en forme de cloche délimite l'état physique du fluide: liquide, gaz ou liquide + gaz.

On peut suivre le cycle du fluide frigorigène sur ce diagramme et son évolution au passage des différents composants du circuit frigorifique : *évaporation* à température constante (point 6 à 7), *surchauffe* (7 à 1), *compression* (1 à 2), *désurchauffe* (2 à 3), *condensation* à température constante (3 à 4), *sous-refroidissement* (4 à 5), *détente* à enthalpie constante (5 à 6).

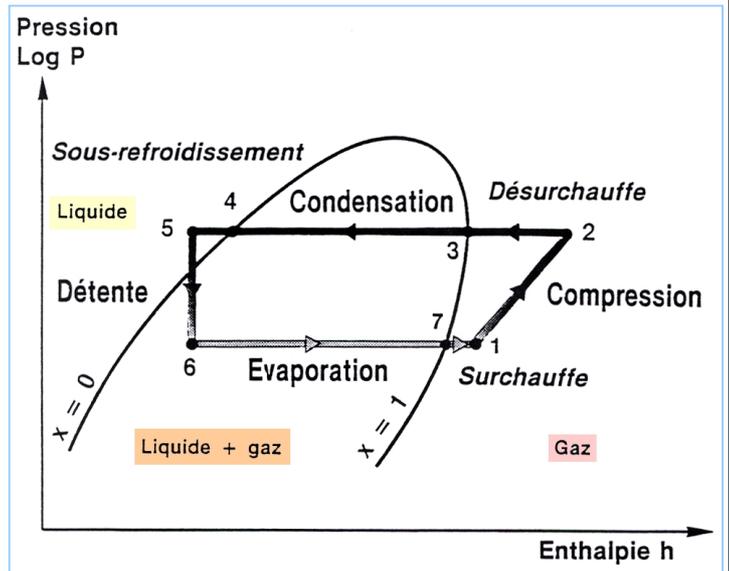
C'est à partir de ce schéma que l'on peut déterminer le coefficient de performance (COP) de la machine (en mode chauffage), et son efficacité frigorifique (EF) en mode rafraîchissement :

$$COP = \frac{h_2 - h_5}{h_2 - h_1}$$

$$EF = \frac{h_1 - h_6}{h_2 - h_1}$$

$$COP = \frac{\text{Energie calorifique disponible au condenseur}}{\text{Energie électrique fournie au compresseur}}$$

$$EF = \frac{\text{Energie frigorifique disponible à l'évaporateur}}{\text{Energie électrique fournie au compresseur}}$$



Niveaux de température

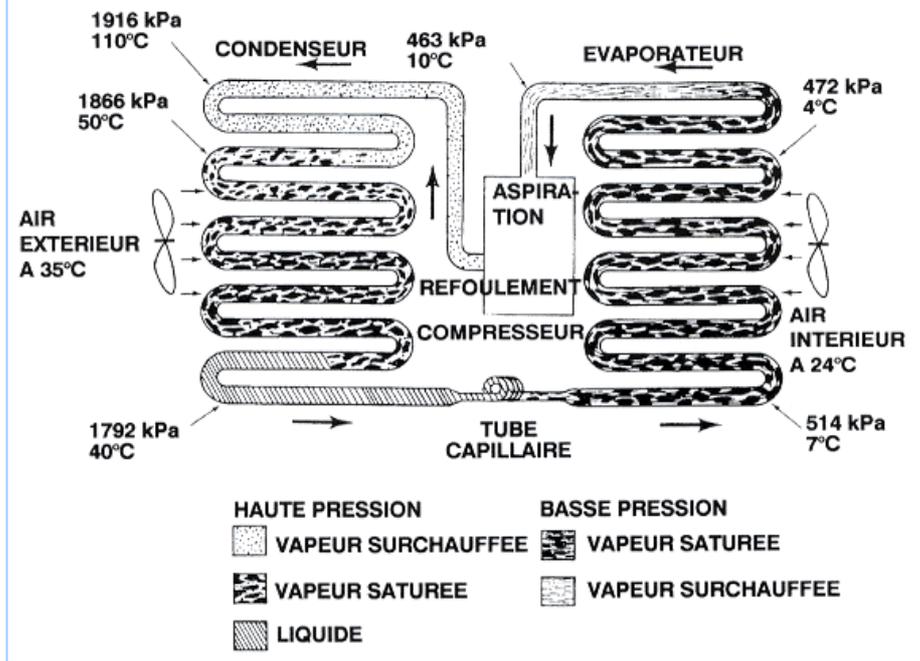
En climatisation d'été, on considère comme normales des températures de **5°C** pour l'évaporation et de **45°C** pour la condensation.

Ce choix permet d'évacuer les calories du condenseur avec un air extérieur à **35°C** tandis que l'air rafraîchi est ramené à environ **10°C**, après passage sur l'évaporateur et mélangé à l'air recyclé pour obtenir une température de soufflage voisine de **15°C**.

Lors du fonctionnement d'hiver en pompe à chaleur pour extraire des calories de l'air à **-7°C**, la température du fluide frigorigère doit descendre à **-15°C** sans diminuer pour autant la température de condensation.

Ci-contre, un exemple de fonctionnement fourni par **TRANE**.

Fonctionnement standard (exemple TRANE)





Vanne d'inversion de cycle

La vanne 4 voies sert dans deux cas :

- pour inverser le mode de fonctionnement de refroidissement à chauffage ou vice-versa,
- en mode chauffage, pour dégivrer l'évaporateur (placé à l'extérieur).

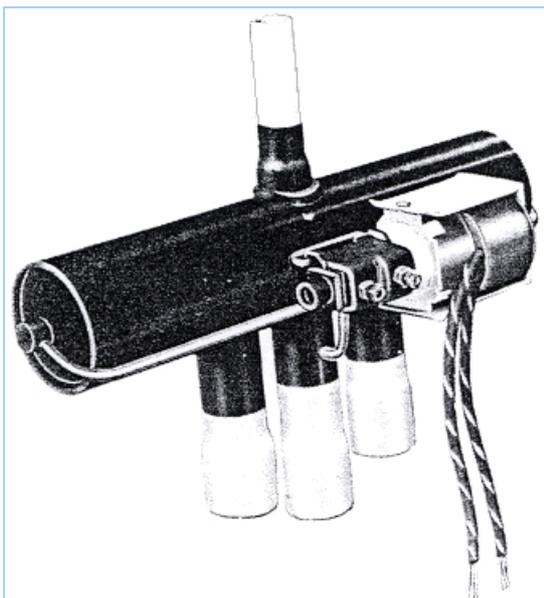
Dans ces deux cas, la vanne 4 voies permet l'inversion du mode de fonctionnement en orientant, au refoulement du compresseur, les gaz vers l'échangeur opportun (intérieur ou extérieur).

Ainsi en mode chauffage, l'échangeur extérieur est évaporateur et les gaz à sa sortie doivent être dirigés vers l'aspiration du compresseur. Le refoulement doit être aiguillé vers le condenseur, en unité intérieure.

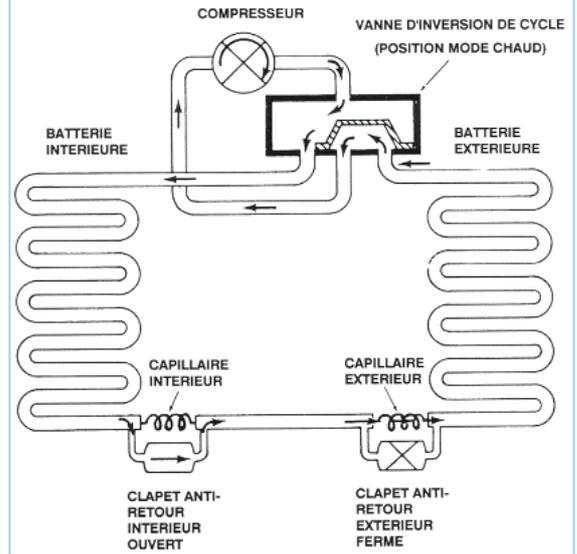
En mode refroidissement, et de même en mode dégivrage, c'est à la sortie de l'échangeur intérieur (évaporateur) que les gaz doivent être dirigés vers l'aspiration du compresseur alors que le refoulement alimente le condenseur, à l'extérieur.

Concrètement, une vanne d'inversion de cycle ou vanne 4 voies, se présente sous cette forme.

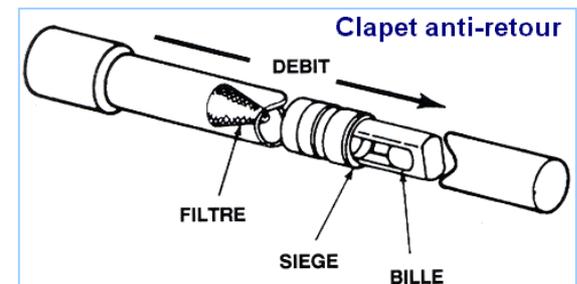
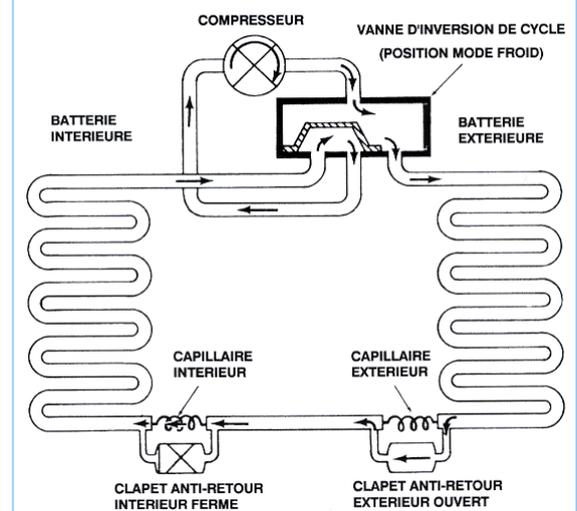
C'est un organe mesurant entre 10 et 15 cm de long composé de 4 tubes de cuivre frigorifiques débouchant sur un cylindre fermé, dans lequel coulisse une cloche mise en mouvement par un petit système électrique, à deux positions.



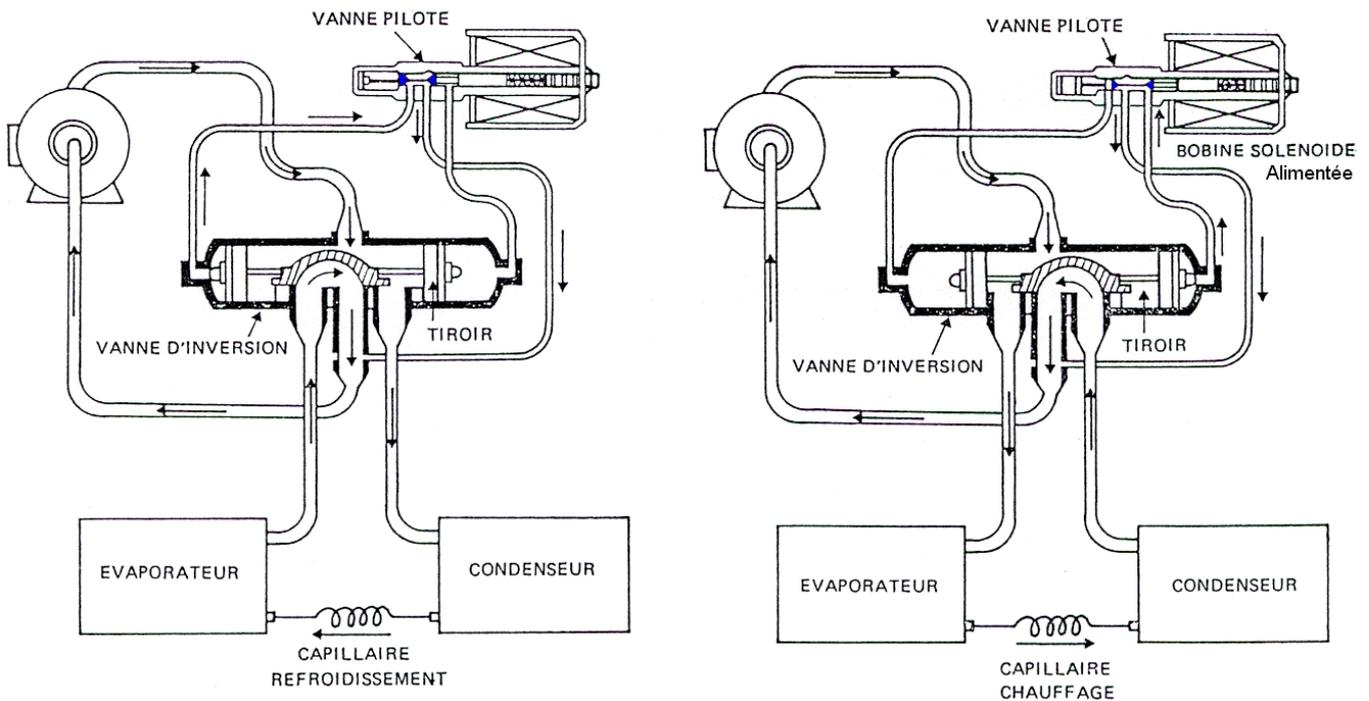
Fonctionnement en mode CHAUD



Fonctionnement en mode FROID



Vanne inversion de cycle : principe



Givrage des évaporateurs à air

Le givrage des évaporateurs de type tube ailettes est un phénomène important puisqu'il conduit :

- à une diminution des performances de l'appareil lorsque la température extérieure décroît,
- à la mise en œuvre d'un dispositif de dégivrage.

Il découle directement des propriétés physiques de l'air humide comme le montre le schéma du diagramme ci-contre.

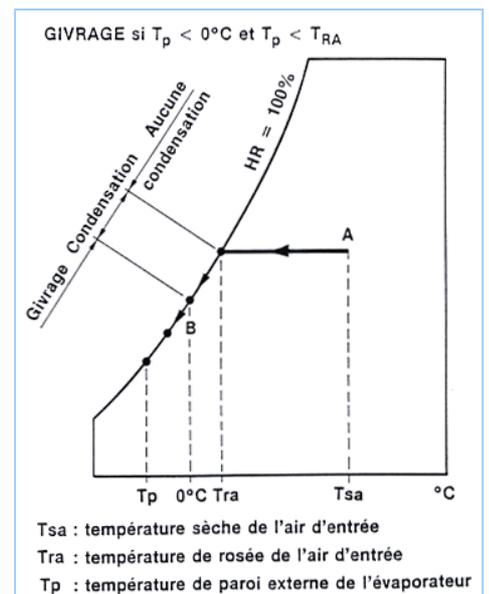
Ce phénomène se produit en général pour des températures d'air inférieures à 7°C, la température d'évaporation étant alors en dessous de 0°C.

Il se produit alors :

- une isolation thermique de l'évaporateur,
- une réduction du débit d'air,
- une baisse de puissance.

On comprend donc qu'un système de dégivrage efficace soit indispensable sur tout climatiseur air/air réversible.

Le processus majoritairement employé est l'inversion du circuit frigorifique, par action sur la vanne 4 voies.





Dégivrage des évaporateurs à air

La commande de la séquence de dégivrage (inversion de la vanne 4 voies) peut être réalisée de différentes manières :

Mise en marche :

- Détection d'une température d'air.
(exemple : dégivrage si $T_{ext} < 7^{\circ}\text{C}$).
- Détection d'une température de fluide frigorigène
(exemple : dégivrage si $TF < -15^{\circ}\text{C}$).
- Détection de la valeur différentielle de la température entre l'air extérieur et la température d'évaporation (thermostat ou sondes thermostatiques).
- Détection d'une valeur minimale sur un pressostat différentiel entre la pression de l'air en amont et en aval de l'évaporateur.

L'arrêt est piloté :

- soit par un dispositif chronologique,
- soit par le seuil haut du paramètre ayant déclenché le dégivrage.

