



Office de la formation professionnelle Et de la promotion du travail

Direction Régionale sous massa
ISTA biougra

13/05/2020

Le système de climatisation automobile

Niveau :
Technicien
Bac professionnel
Technicien spécialisé

ESSAID AITKHANDOUCH
ISTA BIOUGRA

Sommaire

A) Généralité sur le système de climatisation automobile	3
B) Principe de fonctionnement d'un circuit de climatisation	7
C) Réalisation de la climatisation sur un véhicule	9
D) Composition d'un circuit de climatisation avec détendeur	11
E) Les sous-ensembles d'un système de climatisation	13
F) Les sous-ensembles d'un système de climatisation	14
G) Composition d'un circuit de climatisation avec calibreur	16
H) La climatisation automatique à une assistance électronique	19
I) Le dégivrage et le désembuage	21
J) L'évolution des circuits de climatisation	22
K) Intervention et diagnostic de la boucle froide	24
L) Evaluation des connaissances	26

A) Généralité sur le système de climatisation automobile

I) Introduction :

La climatisation est définie comme l'ensemble des moyens permettant de maintenir l'atmosphère d'une salle, à une pression, à un degré d'humidité et à une température donnée

II) Principe

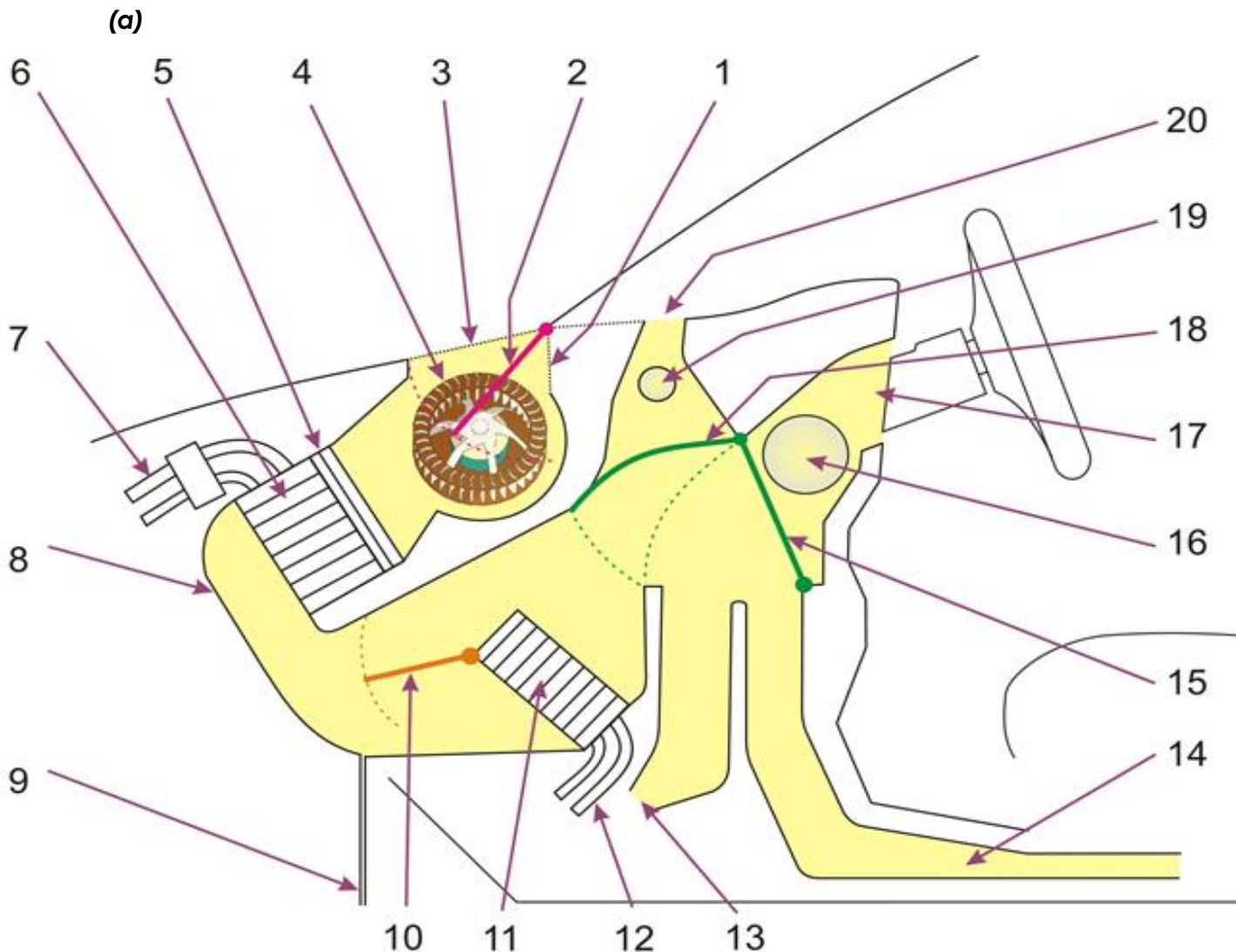
La climatisation d'un habitacle de véhicule nécessite :

- ❖ Un circuit de réfrigérant
- ❖ Un circuit de refroidissement.

La combinaison d'air froid et d'air chaud permet de créer les conditions de climatisation souhaitées, lesquelles n'ont absolument rien à voir avec les conditions extérieures.

La climatisation joue donc un rôle essentiel en participant à l'amélioration de la sécurité et du confort de conduite.

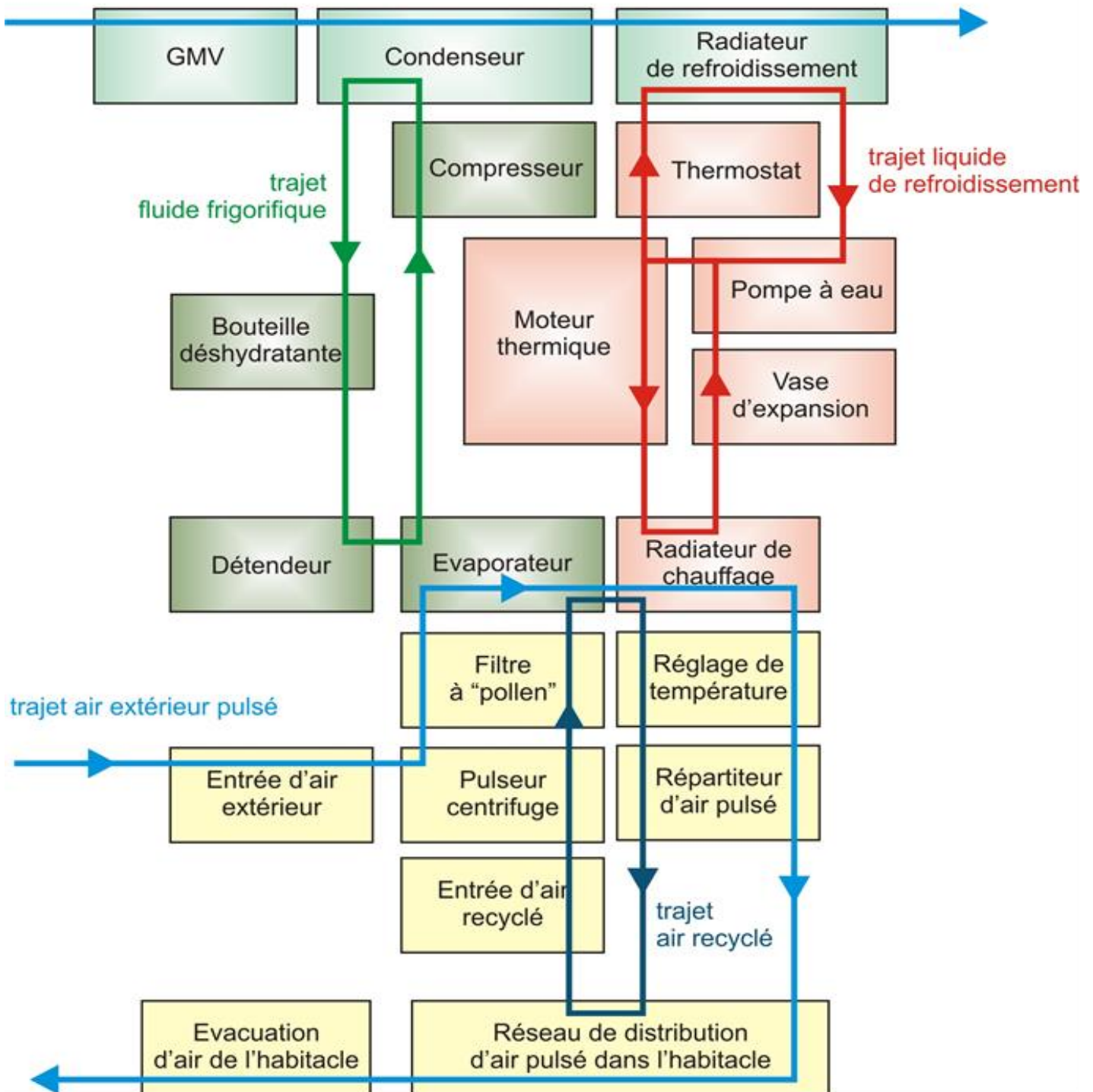
III) Synthèse des composants mis en œuvre dans le système



- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Entrée d'air recyclé | 11. Radiateur de chauffage |
| 2. Volet de recyclage | 12. Circuit de refroidissement du moteur |
| 3. Entrée d'air extérieur | 13. Bouches de sortie basse avant (chauffage avant) |
| 4. Ventilateur centrifuge | 14. Bouches de sortie basse arrière (chauffage arrière) |
| 5. Filtre à pollen | 15. Volet de répartition d'air |
| 6. Evaporateur | 16. Vers les bouches latérales orientables (ventilation) |
| 7. Circuit de réfrigération | 17. Bouches centrales orientables (ventilation) |
| 8. Carter du climatiseur | 18. Volet de désembuage-dégivrage |
| 9. Evacuation des condensas | 19. Vers les bouches de désembuage-dégivrage des vitres latérales |
| 10. Volet de mixage | 20. Bouche de désembuage du pare-brise. |

IV) Les flux d'air dans un système de climatisation

trajet air de refroidissement



01) Entrées d'air

Elles permettent de faire pénétrer l'air dans le véhicule en le débarrassant des impuretés pouvant gêner le fonctionnement du système et incommoder les occupants, d'où la présence d'un filtre à « pollen ».

(a) Entrée d'air extérieur

Il est admis à l'aide d'un boîtier d'entrée qui permet :

- ❖ De décanter l'eau de pluie en suspension et de l'évacuer,
- ❖ D'empêcher l'entrée de feuilles, brindilles, papiers, neige

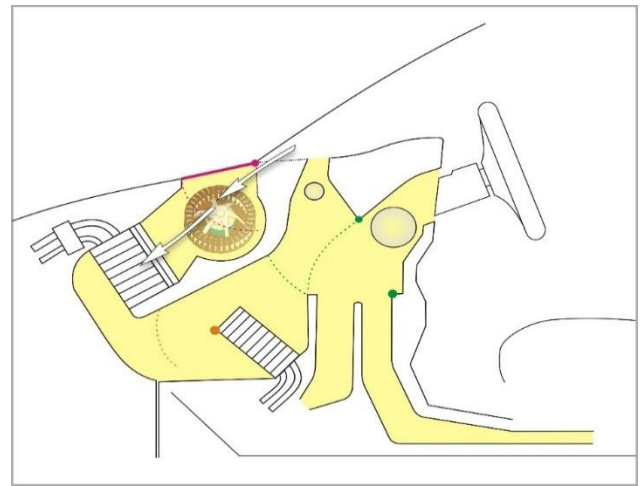
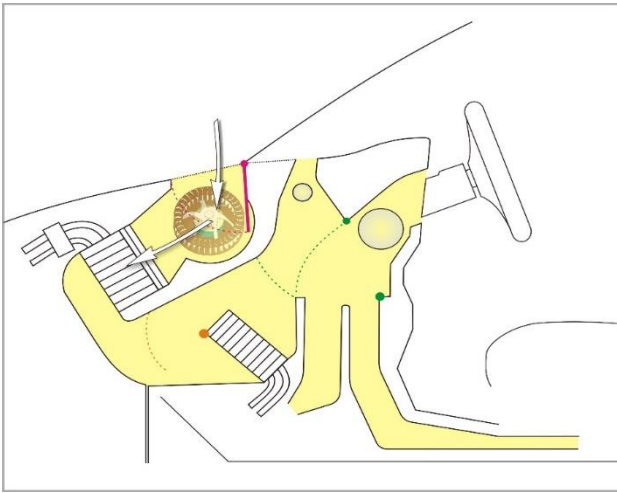
(b) Entrée d'air recyclé

Dans ce cas l'air est prélevé à l'intérieur de l'habitacle et circule à nouveau dans le climatiseur. Dans ce mode de fonctionnement, l'habitacle est isolé de l'extérieur

Le recyclage permet :

- ❖ D'isoler les occupants d'un environnement pollué (trafic intense, tunnel, ...)
- ❖ D'accélérer la baisse de température de l'habitacle puisque l'air refroidi repasse par l'évaporateur.

V) Réglage de la température



Une des solutions largement utilisées, pour régler la température de l'air soufflé et donc de l'habitacle, consiste à mélanger des flux d'air chaud et des flux d'air froid en ajustant leurs proportions.

Le volume total de l'air passe à travers l'évaporateur dans lequel il est refroidi et déshumidifié, il est ensuite divisé en deux parties :

- ❖ Une partie est dirigée vers le radiateur de chauffage afin d'augmenter sa température,
- ❖ L'autre partie est envoyée directement en aval du radiateur de chauffage qui est parcouru en permanence par le liquide de refroidissement du moteur.

Les deux volumes sont alors mélangés pour obtenir une température homogène avant d'être dirigés vers les bouches de distribution. La température obtenue sera fonction de la proportion entre l'air réchauffé et l'air passant directement.

Sur la plupart des véhicules de gammes élevées, le climatiseur est partagé en deux et permet de régler différemment les températures droites et gauches. Les places possèdent également leur propre réglage de température.

VI) Répartition de l'air dans l'habitacle

Le réseau de distribution de l'air dans l'habitacle assure les fonctions de visibilité et de confort thermique.

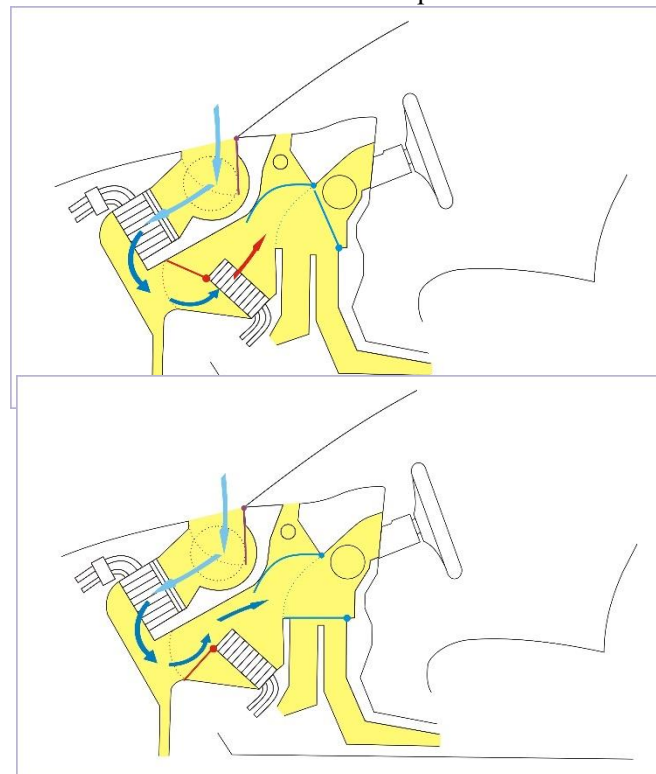
La répartition de l'air, à la sortie de la chambre de mélange, est réalisée par un boîtier muni de volets qui commandent les modes chauffage, dégivrage-désembuage et ventilation.

Par temps froid :

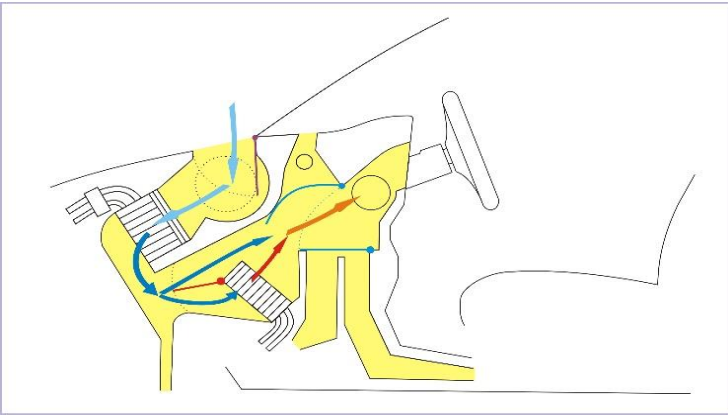
Il faut maintenir une température moyenne dans l'habitacle agréable, mais aussi il faut réduire le plus possible l'effet de rayonnement des parois froides en créant une enveloppe d'air chaud autour des passagers. Le soufflage de l'air s'effectue en partie basse de l'habitacle, aussi bien à l'avant qu'à l'arrière. Il est à noter que le mode dégivrage-désembuage fait l'objet de normes qu'il est bien sûr nécessaire de respecter

Par temps chaud :

Contrairement à l'enveloppe d'air chaud nécessaire en hiver, l'air rafraîchi et déshumidifié est soufflé directement sur les occupants. Ceci évite à l'air de se réchauffer sur les parois et permet d'avoir une vitesse d'air suffisante pour assurer l'évaporation de l'eau à la surface de la peau. Le soufflage est réalisé en partie haute de l'habitacle.



En demi-saison :



Les deux méthodes sont utilisées, il est agréable d'avoir de l'air frais sur le visage tout en ayant de l'air tiède au niveau des pieds, c'est la position BI LEVEL

VII) Conclusion

Sur les véhicules de tourisme entraînés par un moteur à combustion interne, la climatisation était encore récemment, considérée comme un accessoire de luxe. Les constructeurs la réservaient aux automobiles de prestige, ainsi que pour la grande exportation vers les régions à climat chaud.

Aujourd'hui, elle équipe un pourcentage grandissant du parc automobile, à tous les niveaux de gamme et pour tous les pays.

En effet, la banalisation des voyages routiers augmente le temps passé dans les véhicules et la densité croissante du trafic réclame des conducteurs une plus grande vigilance au volant.

La stabilité thermique des habitacles et la visibilité par tous les temps, sont ainsi devenus des composantes essentielles du confort et de la sécurité.

La climatisation offre la réponse technique à ce besoin et devient, maintenant, un des équipements majeurs de l'automobile.

B) Principe de fonctionnement d'un circuit de climatisation

I) Introduction

La climatisation est un élément de la sécurité à bord des véhicules, par les fonctions principales qu'elle assure.

- ❖ Elle garantit la visibilité au travers des vitres
- ❖ Le confort thermique indispensable au maintien de la vigilance du conducteur.
- ❖ D'isoler en totalité l'habitacle, pendant la traversée d'une zone polluée, sans provoquer le désembuage des vitres, grâce à la capacité d'assèchement de l'air, du système air conditionné.

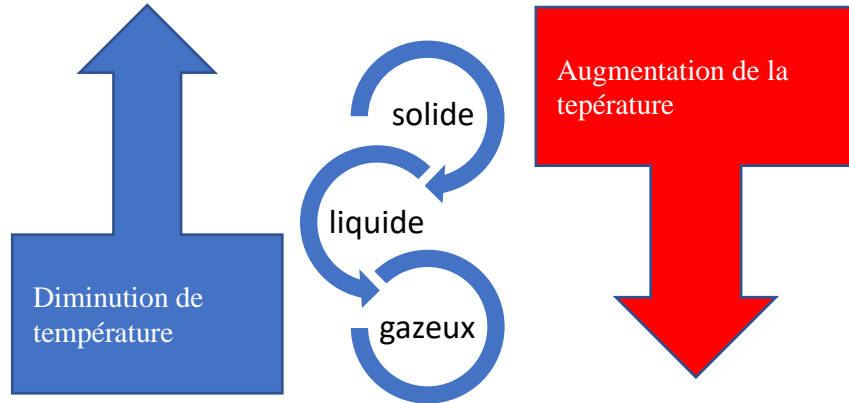
II) Principes physiques mis en œuvre

01) Les états de la matière

En fonction de la température, la matière peut être dans des états distincts.

Prenons l'eau par exemple :

- ❖ état solide = glace
- ❖ état liquide = eau
- ❖ état gazeux = vapeur d'eau



02) Changement des états

ETAT PRIMAIRE	ETAT SECONDAIRE	CONDITION DE CHANGEMENT D'ETAT	NOM DU CHANGEMENT D'ETAT
Solide	Liquide	Apport de température	LIQUEFACTION
Liquide	Gazeux	Apport de température	VAPORISATION
Gazeux	Liquide	Prélèvement de température	CONDENSATION
Liquide	Solide	Prélèvement de température	SOLIDIFICATION
Solide	Gazeux	Apport de température	SUBLIMATION

(a) Remarque :

Les apports ou les prélèvements de température sont variables avec les pressions.

III) PRINCIPE DE LA REFRIGERATION :

Il n'y a pas de procédé connu pour produire du froid, il y a seulement absorption de chaleur.

Comme l'eau qui coule toujours du haut vers le bas, la chaleur "s'écoulera" toujours :

D'UN CORPS CHAUD VERS UN CORPS FROID

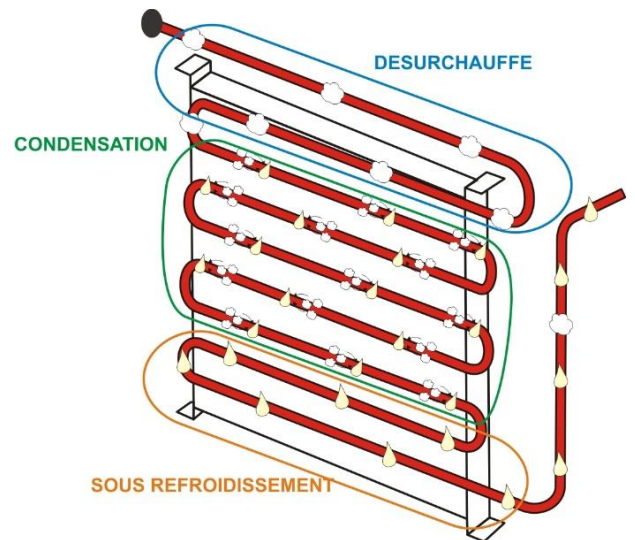
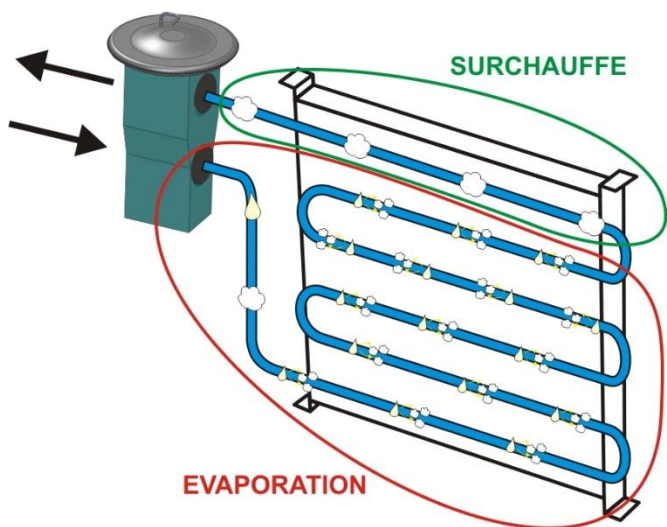
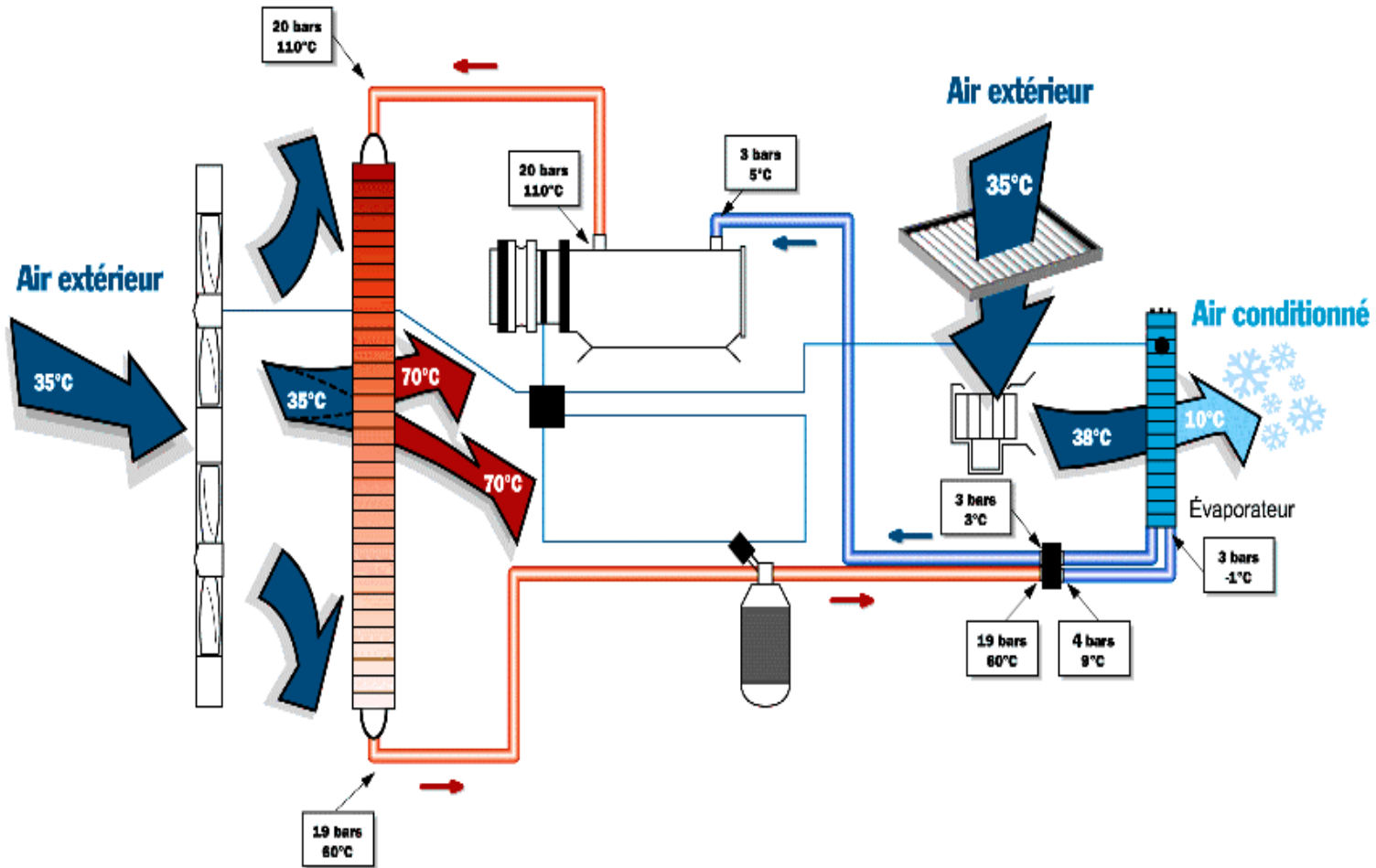
Exemple : pour refroidir une boisson, on ajoute des glaçons. Les glaçons qui sont un Corps solide pour revenir à leur état initial, C'est-à-dire de l'eau donc liquide, ils vont absorber de la chaleur au liquide. On peut aussi refroidir de l'air, ou absorber de la chaleur de l'air d'un habitacle, il est nécessaire de mettre l'air chaud en contact avec une surface froide.

IV) LE CYCLE DE LA REFRIGERATION :

L'élément principal de toute climatisation est, bien sûr, le circuit qui génère l'air froid. Bien qu'il y ait plusieurs méthodes pour le générer, l'industrie automobile utilise exclusivement le système à compression d'un fluide.

Ce principe utilise le changement d'état gaz/liquide d'un fluide et la variation de pression pour obtenir une différence de température. Suivant le principe thermodynamique, chaque changement entraîne obligatoirement celui d'un des 2 autres paramètres.

Le fluide frigorigène utilisé est de l'hydrofluorocarbone (HFC), plus simplement appelé R 134a. Il a remplacé en 1995 le CFC, aussi appelé R12, qui avait l'inconvénient d'attaquer la couche d'ozone. Le HFC est un produit de synthèse qui a la particularité d'avoir une température d'évaporation inférieure à celle de l'air ambiant.



C) Réalisation de la climatisation sur un véhicule

1) Climatisation avec détendeur ou calibreur

Dans un circuit de climatisation, le réfrigérant est utilisé continuellement, c'est un circuit fermé. Pour cette raison tous les climatiseurs suivent un même cycle en 4 étapes :

01) Etape 1 la compression

Le compresseur, entraîné par le moteur, comprime le fluide à environ 16 bars. Cette compression, comme lorsque vous gonflez les pneus de votre vélo, fait monter la température du fluide à environ 80°C.

Ce fluide reste à l'état gazeux.

Le compresseur consomme environ 8 ch. et peut faire augmenter la consommation du véhicule d'environ 1 l/100 km.

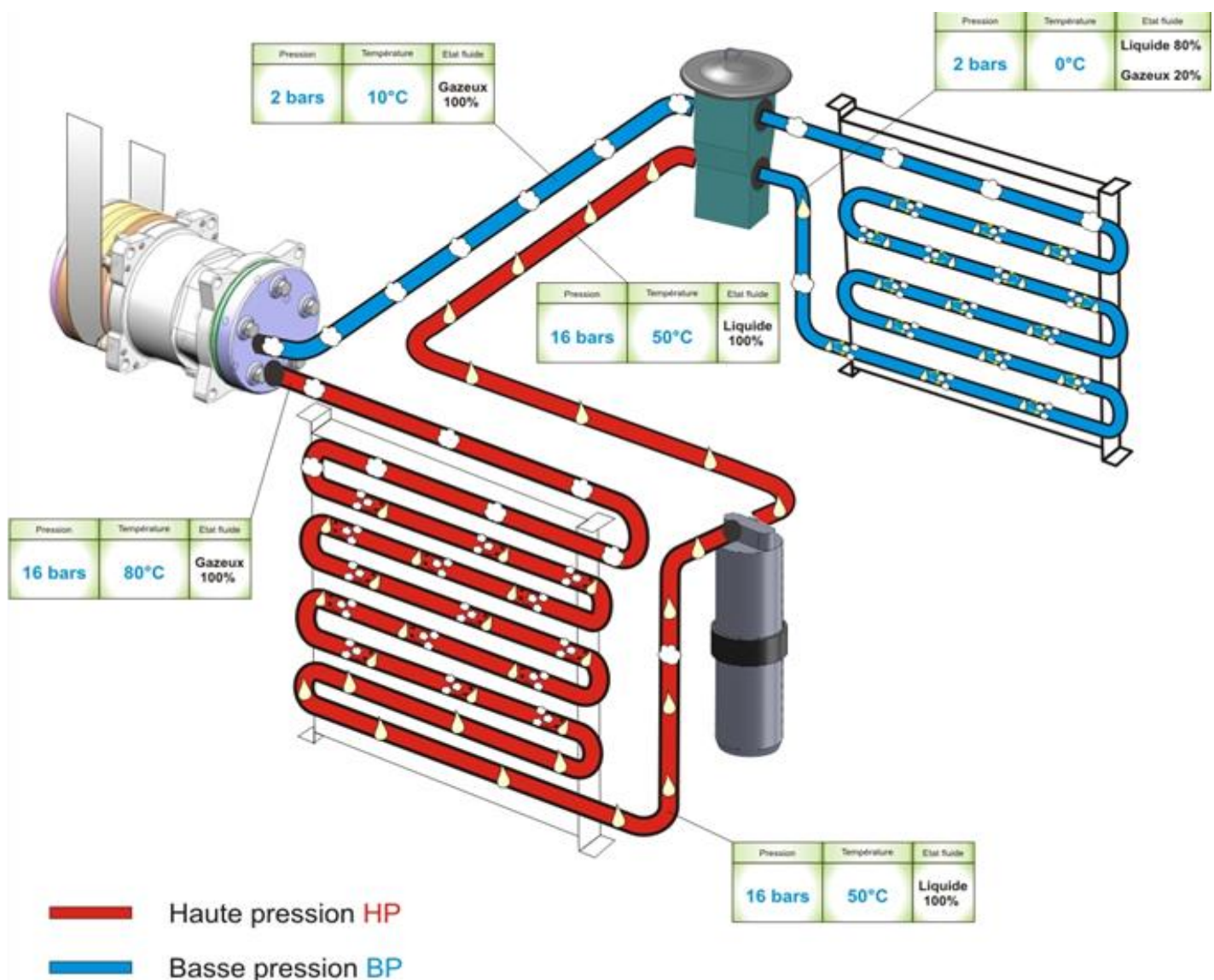
02) Etape 2 la condensation

Un condenseur, c'est à dire un radiateur, refroidit le fluide. Il est placé à l'avant du véhicule, devant le radiateur de refroidissement du moteur. (Il n'est donc plus rare de trouver 4 radiateurs à l'avant des véhicules modernes : eau moteur, huile moteur, climatisation et intercooler de turbo ...).

A la sortie du condensateur, la température chute à 50°C sans modification de pression. L'autre paramètre modifié, pour garantir l'équilibre des corps est donc l'état du fluide. Grâce au refroidissement, le fluide passe de l'état gazeux à l'état liquide. C'est un point important pour la suite. L'air, qui a permis ce refroidissement en traversant le condenseur, est réchauffé et évacué dans la nature.

Il faut noter aussi qu'un réservoir de fluide, servant aussi d'extracteur d'humidité, est placé à la sortie du condenseur Le processus inverse commence.

03) Etape 3 la détente



Une vanne d'expansion fait chuter la pression du fluide à environ 14 bars. Ce dernier reste à l'état liquide mais la température chute à approximativement

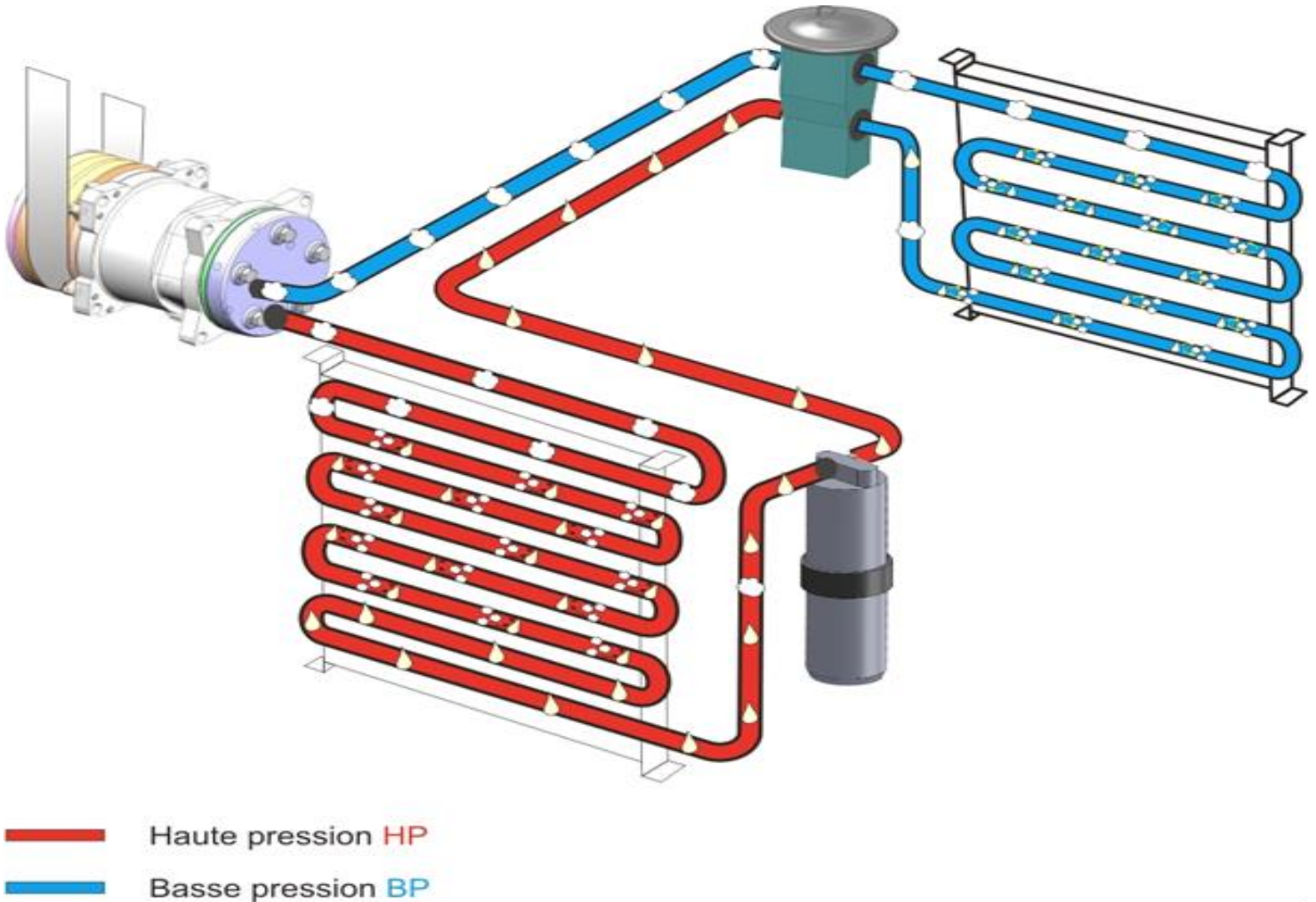
0 °C. Nous avons fabriqué là un produit froid. Pour terminer sa boucle, le fluide est aspiré par le compresseur. Il doit donc revenir à l'état gazeux.

04) Étape 4 l'évaporation

Ce changement d'état, qui est l'inverse de l'opération de l'étape 2, ne peut se faire qu'en se réchauffant (en perdant son froid). Il passe dans un évaporateur, encore un radiateur, qui permet de " donner son froid " à l'air qui le traverse. Cet air froid, grâce à la ventilation, est ensuite dirigé vers l'habitacle. Le fluide veut revenir à l'état liquide car sa température, en traversant l'évaporateur, est montée à 10°C. Le circuit est aussi protégé par un thermostat et un pressostat limitant les trop basses températures et les trop fortes pressions dans le circuit et le passage afin de garantir l'arrivée du gaz au compresseur.

(a) Exercice :

Indiquer sur la figure ci-dessous les organes qui réalisent les '4 étapes pour produire du froid
Spécifier les changements d'états et de grandeurs physiques y afférentes

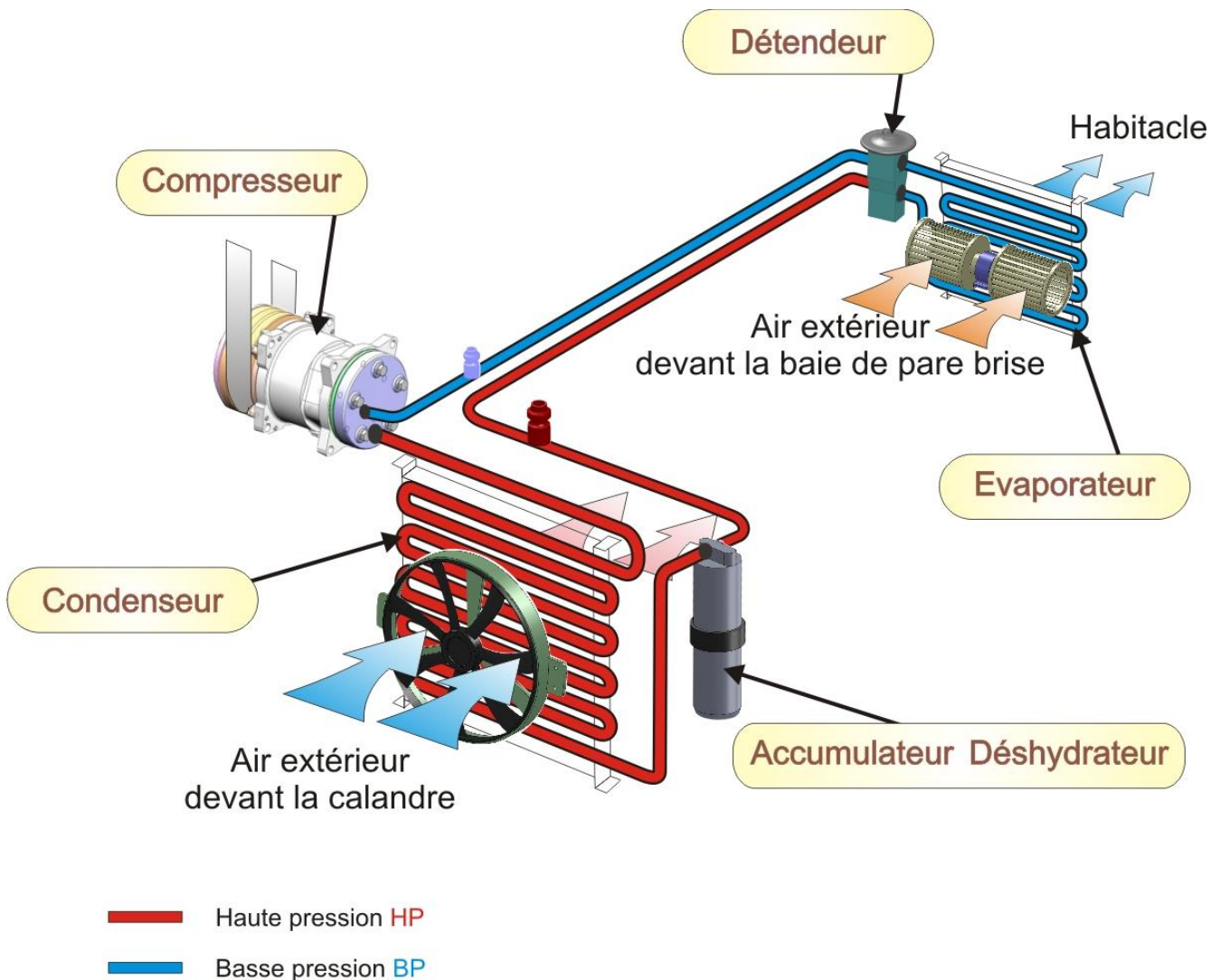


D) Composition d'un circuit de climatisation avec détendeur

I) Organisation d'un système de climatisation avec détendeur

Les différents composants du circuit de réfrigérant sont reliés par des flexibles et/ou des conduites en aluminium et forment ainsi un système fermé. Le réfrigérant et l'huile frigorigène, entraînés par le compresseur, circulent dans le système. Le système de climatisation est composé de

- ❖ Un compresseur
- ❖ Condenseur
- ❖ Déshydrater
- ❖ Détendeur
- ❖ Évaporateur
- ❖ Des systèmes électriques et électronique de commande
- ❖ Des orifices pour la maintenance et le contrôle.



II) Fonctionnement de la climatisation avec détendeur

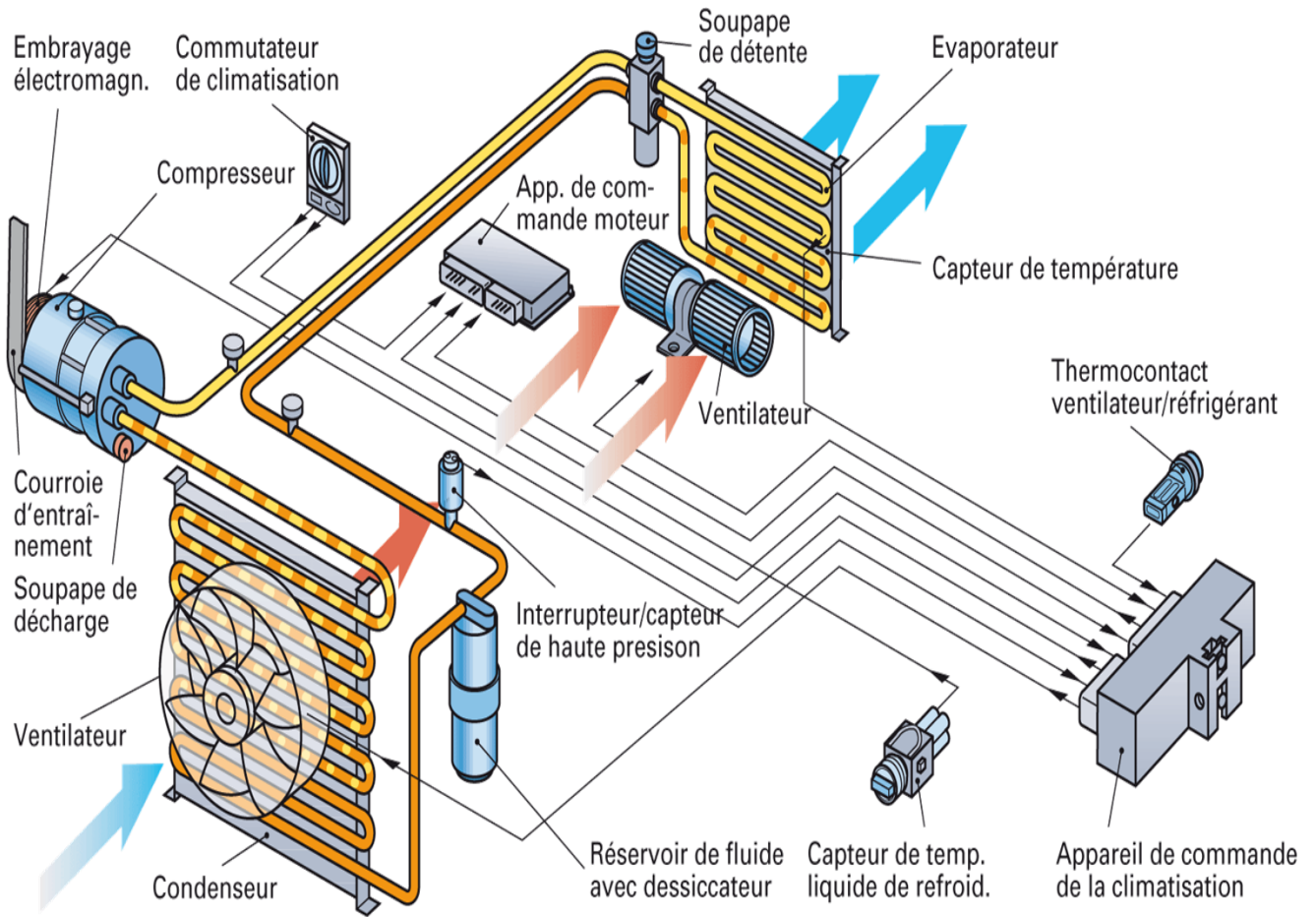
Le circuit est divisé en deux parties :

La partie entre le compresseur et le détendeur est appelée côté haute pression (

Le parcours entre le détendeur et le compresseur est ce que nous appelons le côté basse pression (bleu).

Le compresseur comprime le réfrigérant à l'état gazeux (ce qui le réchauffe fortement) et l'envoie sous haute pression dans le condenseur. Là, de la chaleur est extraite du réfrigérant qui se condense et passe de l'état gazeux à l'état liquide. Le filtre déshydratant, la prochaine station, élimine les impuretés et inclusions d'air dans le réfrigérant devenu liquide et lui retire l'humidité. Cela garantit l'efficacité du système tout en protégeant les composants contre l'endommagement causé par les impuretés.

Détails des composants d'un circuit de climatisation :



E) Les sous-ensembles d'un système de climatisation

I) Le compresseur

01) Mise en situation

Il est entraîné par la courroie d'accessoire du moteur.

Le rapport des vitesses est de l'ordre de 1.

La puissance maximum pour un véhicule de tourisme de gamme moyenne est de l'ordre de 4 kW. Ce qui est loin d'être anodin pour les performances et les consommations.

Les compresseurs les plus utilisés sont à came rotative et plateau oscillant à cylindrée fixe ou variable.

02) Fonction

Le compresseur est une pompe qui met le fluide en circulation et permet d'élever sa pression.

Il transforme l'énergie mécanique prélevée au moteur en énergie hydraulique sous forme de pression

Il agit sur le fluide à l'état gazeux.

II) Principe de fonctionnement compresseur à cylindrée fixe

Ce compresseur est donc une pompe de type volumétrique. Son fonctionnement est basé sur une variation de volume entre les phases d'aspiration et de refoulement. Cinq à sept pistons (suivant les compresseurs) aspirent et refoulent le gaz à chaque rotation

Embrayage électromagnétique
Il permet d'assurer le couplage du compresseur avec le moteur selon les besoins de production de froid. La commande du compresseur est assurée par le calculateur de gestion de l'air conditionné

III) Compresseur à cylindrée variable

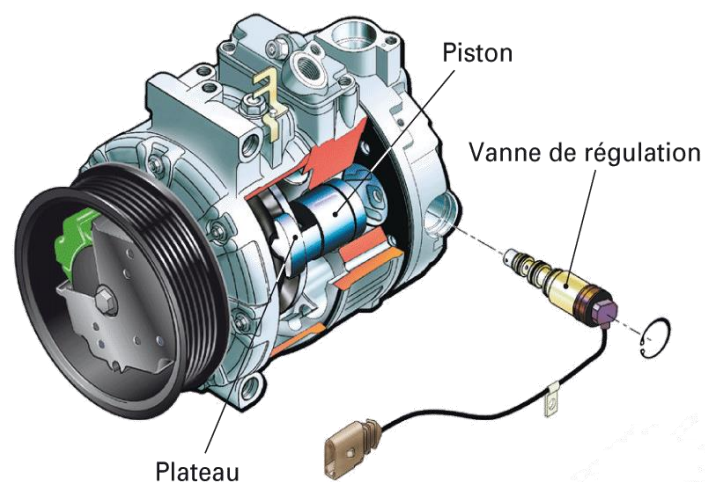
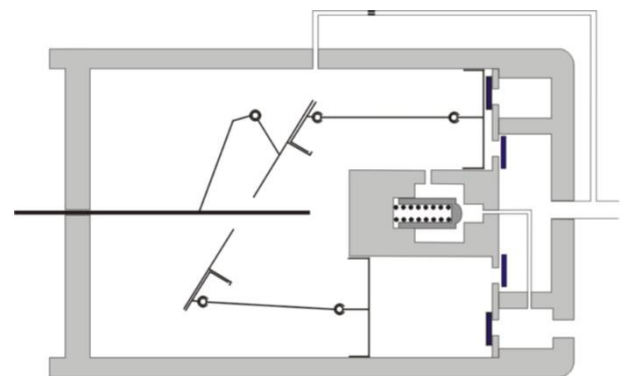
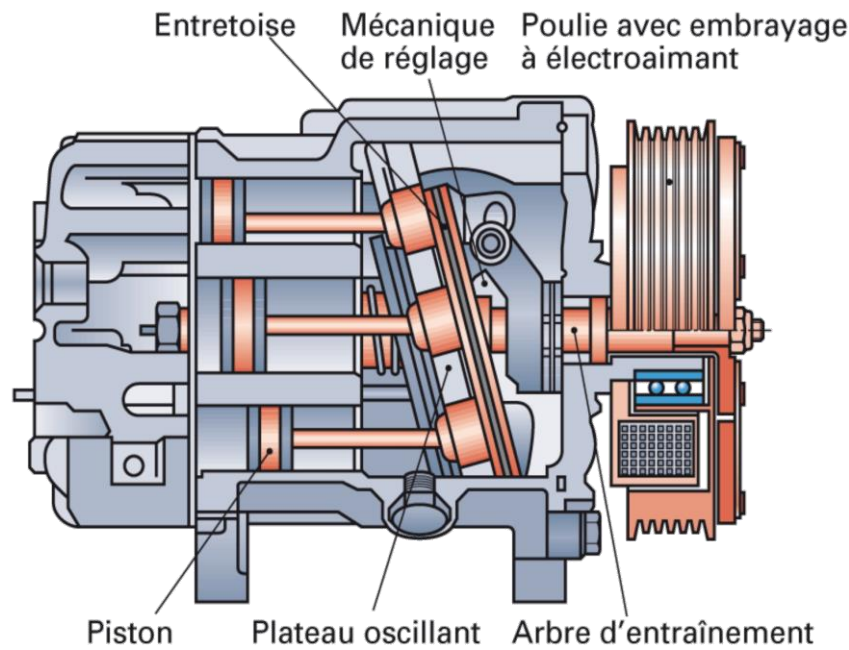
Sur les climatisations équipées d'un compresseur à cylindrée fixe la régulation flux thermique est réalisée en alternant l'arrêt et l'entraînement du compresseur : le « cyclage », commandé par la mesure de la température évaporateur (un capteur est placé sur l'évaporateur et informe le calculateur). Afin de limiter le « cyclage », les compresseurs actuels sont à cylindrée variable et permettent de réguler la puissance frigorifique.

La variation de cylindrée est réalisée à l'aide:

- d'un clapet interne piloté par les pressions de carter et d'aspiration (compresseur « auto piloté »).
- d'une électrovanne commandée en RCO par le calculateur

IV) Principe :

Il s'agit d'obtenir la variation de la cylindrée en modulant la course des pistons par variation de l'angle du plateau oscillant (de 1,5° à 24°).

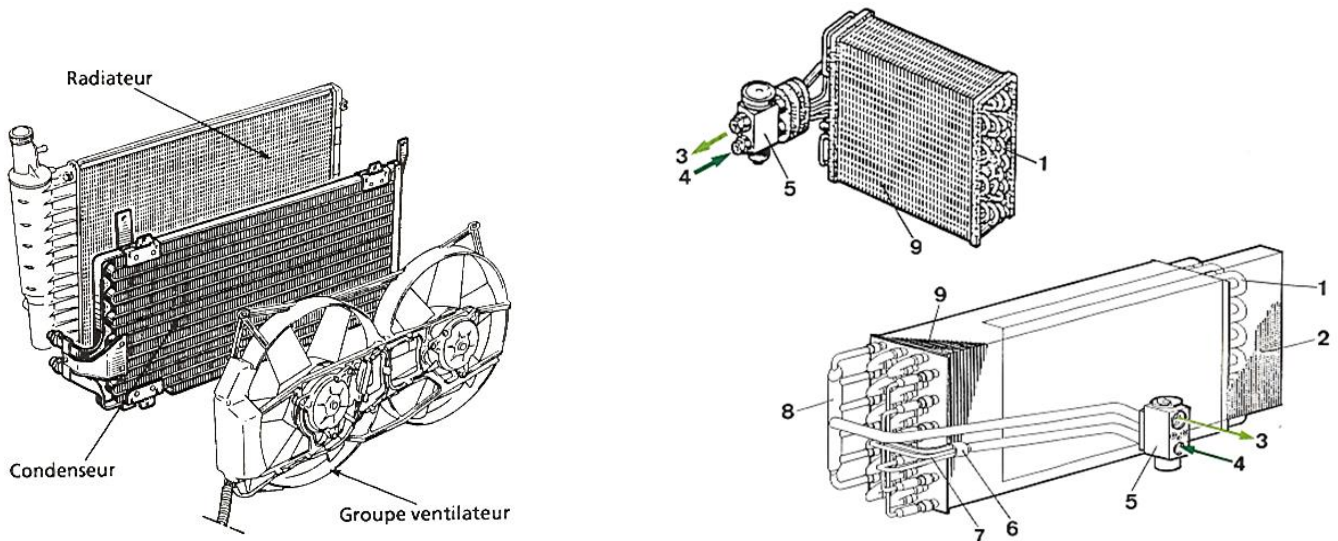


F) Les sous-ensembles d'un système de climatisation

I) Le condenseur

Il permet la condensation du fluide frigorigène après que celui-ci ait absorbé de la chaleur lors des phases évaporation et compression. Le fluide échange de la chaleur avec l'air extérieur.

Il est situé sur la face avant du véhicule et placé devant le radiateur de refroidissement.



II) L'évaporateur

1. Tube en épingle
2. Grille pare gouttelettes
3. Vers l'aspiration du compresseur sous forme de vapeur
4. Arrivée du fluide sous forme de liquide
5. Détendeur
6. Distributeur
7. Tubes capillaires d'alimentation
8. Tube de sortie
9. Faisceau d'ailettes

III) Le déshydrater (bouteille déshydratante)

- ❖ Il assure le stockage du fluide et absorbe les à-coups provoqués par le cyclage du compresseur.
- ❖ Il assure également la filtration des particules solides.
- ❖ Il permet d'absorber l'humidité contenue dans le fluide à l'aide de sels dessiccatifs.
- ❖ Il assure une alimentation à l'état liquide du détendeur car son tuyau de sortie « plonge » dans la zone inférieure de la bouteille : la zone où le fluide est à l'état liquide.

IV) Le détendeur

Il est constitué :

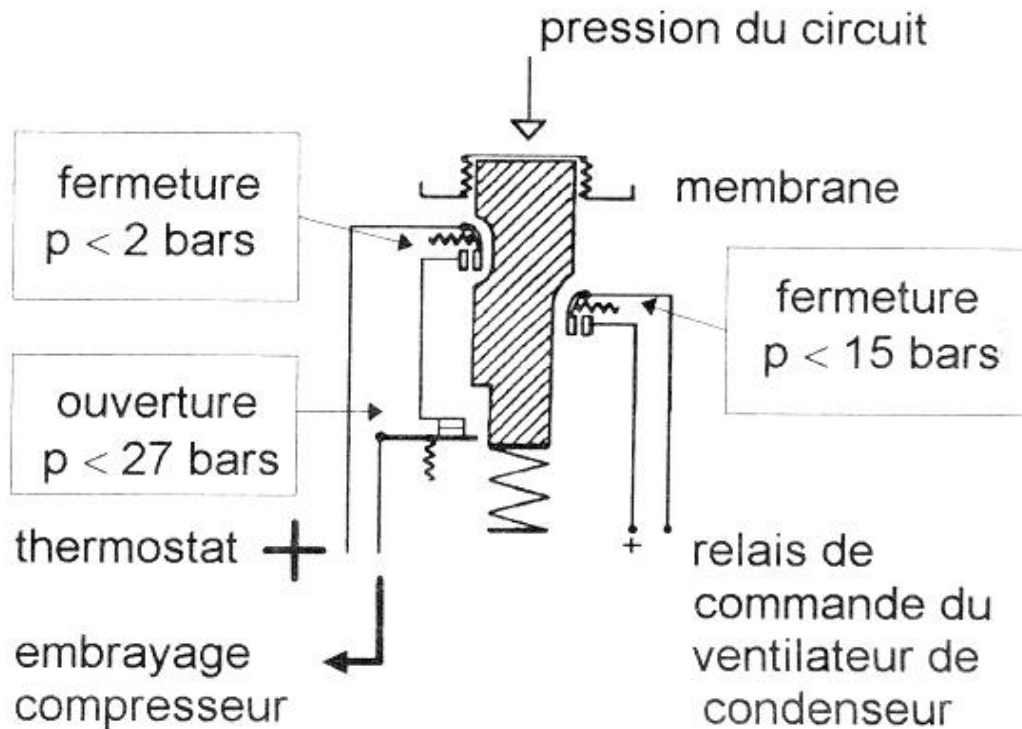
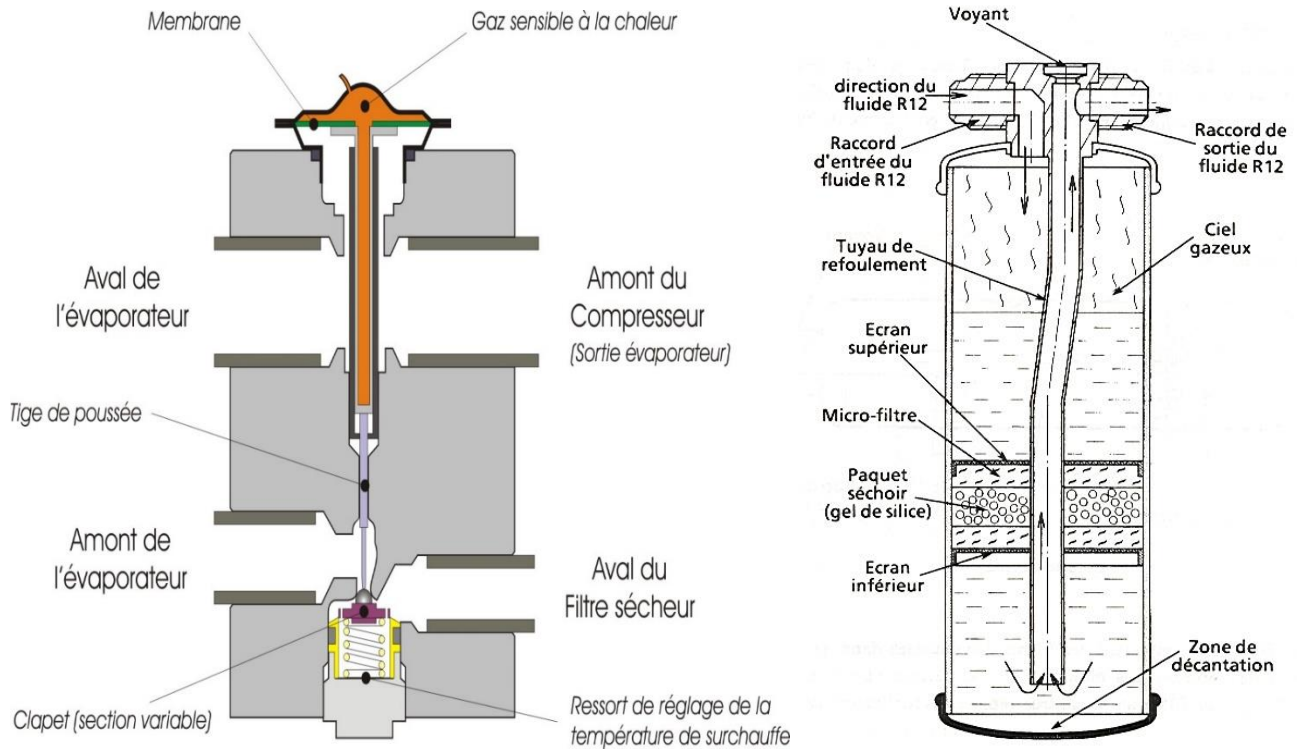
- ❖ D'un dispositif à section variable
- ❖ D'un dispositif de mesure de la température de surchauffe
- ❖ La membrane agit sur le clapet par l'intermédiaire d'une tige de poussée.
- ❖ Les actions sur la membrane sont dues aux actions :
- ❖ De la pression du gaz sensible à la température enfermée au-dessus de la membrane
- ❖ De la pression du gaz en sortie de l'évaporateur.
- ❖ Du ressort de rappel situé sous le clapet.

V) LE PRESSOSTAT

Placé sur le réservoir déshydrater, il possède trois fonctions pour la sécurité du système de climatisation d'où son nom : pressostat tri fonctions.

- A. Basse pression : L'alimentation du relais de l'embrayage du compresseur est coupée en cas de faible pression du fluide (< 2 bars) : fuite ou absence de fluide.

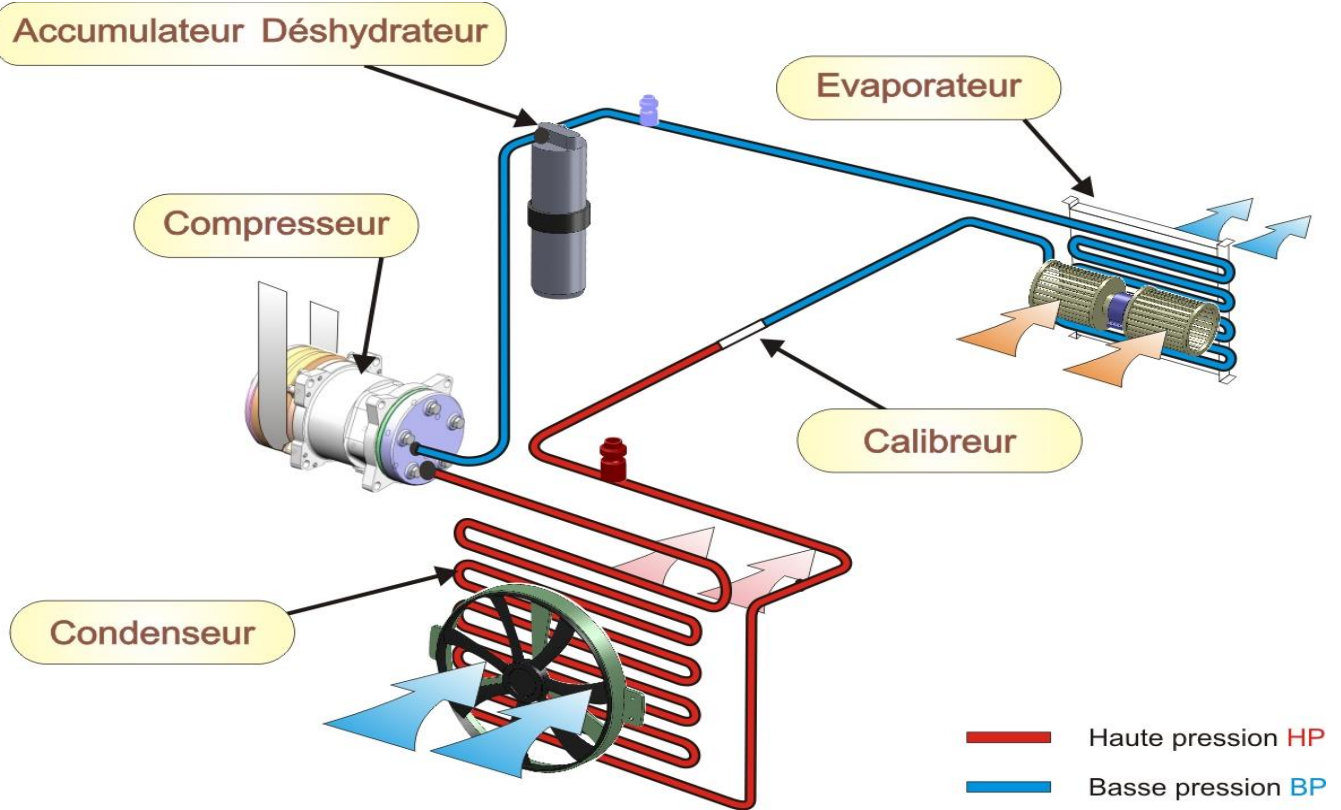
- B. Haute pression : L'alimentation du relais de l'embrayage du compresseur est coupée en surpression du fluide (> 27 bars)
- C. Commande G.m.v. : Fermeture du circuit de commande du Groupe Moto Ventilateur quand la pression devient trop importante (> 15 bars)



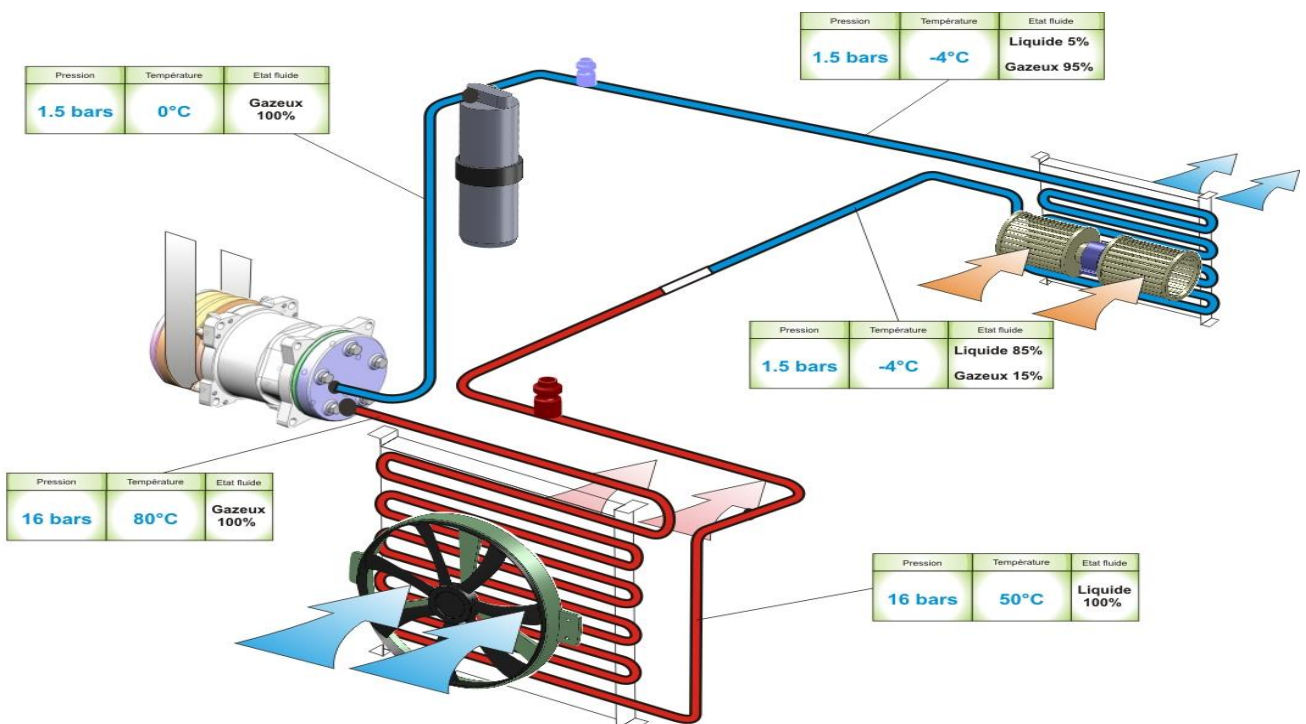
G) Composition d'un circuit de climatisation avec calibreur

I) Amélioration

Ce système équipe un grand nombre de véhicule chez des constructeurs tels que Renault, Ford, Opel, VAG,.... Le détendeur qui se trouvait en amont de l'évaporateur a été remplacé par un calibreur (dont la section est fixe). La bouteille déshydratante se situe après l'évaporateur juste avant l'aspiration du compresseur.



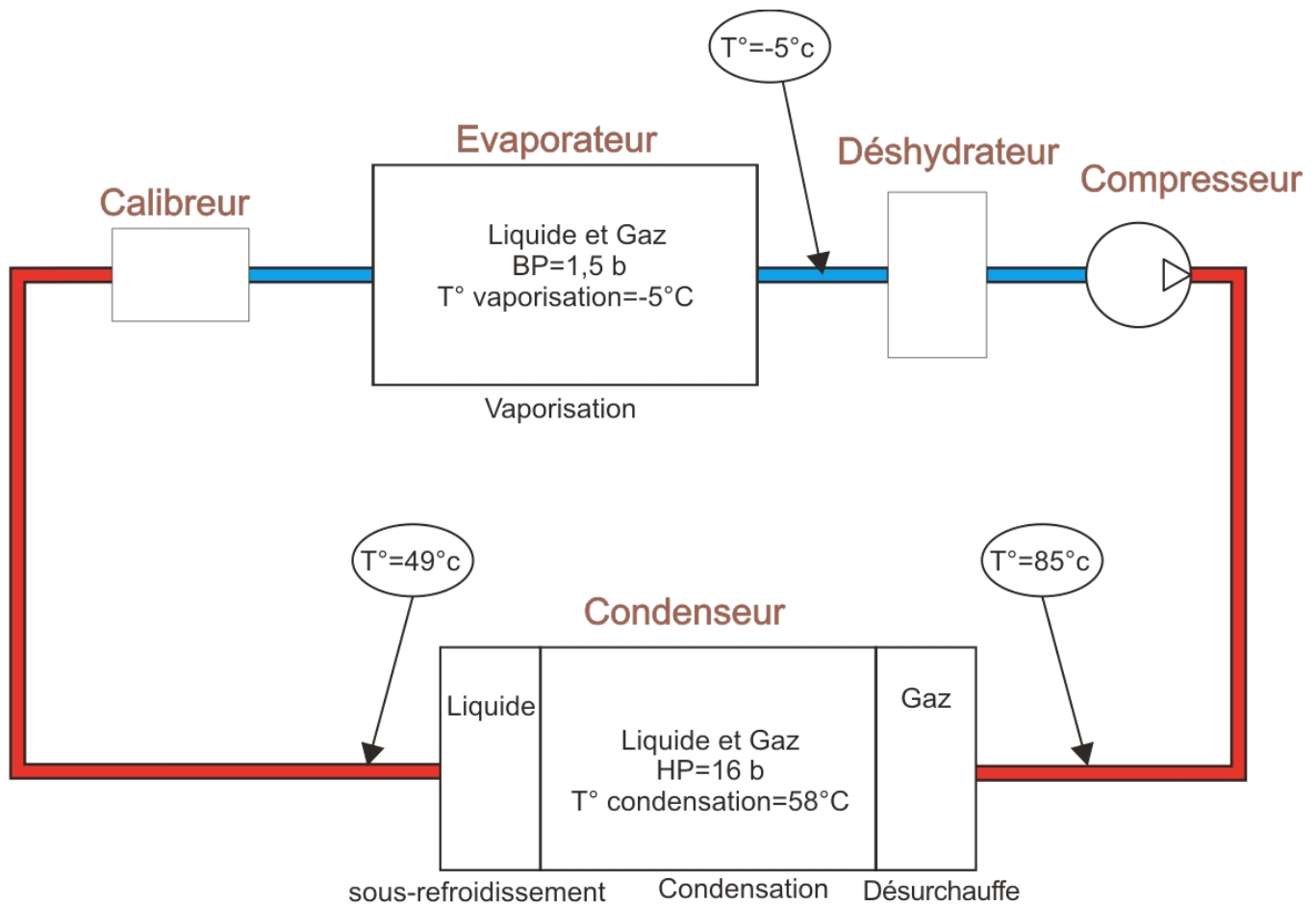
II) Bilan des états, des pressions et des températures :



(a) Noter Bien :

Comme la température sortie évaporateur n'est pas réglée, il peut y avoir du fluide à l'état liquide en sortie évaporateur. (Voir bouteille déshydratante plus loin).

III) Ordre de grandeur des pressions et des températures :



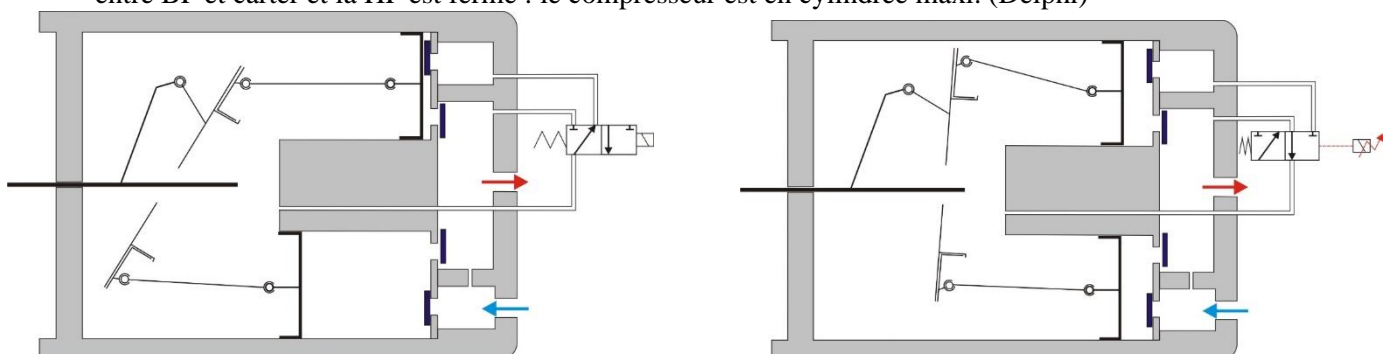
IV) Synthèse du montage avec calibreur :

01) Remarques importantes :

- Dans un montage avec calibreur, il n'y a pas de surchauffe (autour de 0°C).
- La couleur du calibreur détermine sa section de passage qui est spécifique pour chaque véhicule.
- Dans ce montage, le compresseur est systématiquement à cylindrée variable pilotée par une électrovanne interne, elle-même commandée par le calculateur de gestion.
- Le principe de fonctionnement reste identique à celui des compresseurs autopilotés : c'est la pression du carter qui détermine l'inclinaison du plateau et donc sa cylindrée.
- L'électrovanne établit (ou non) la liaison avec la HP ou la BP.

En fonction des marques, au repos l'électrovanne établit la liaison :

- entre BP et carter et la HP est ferme : le compresseur est en cylindrée maxi. (Delphi)



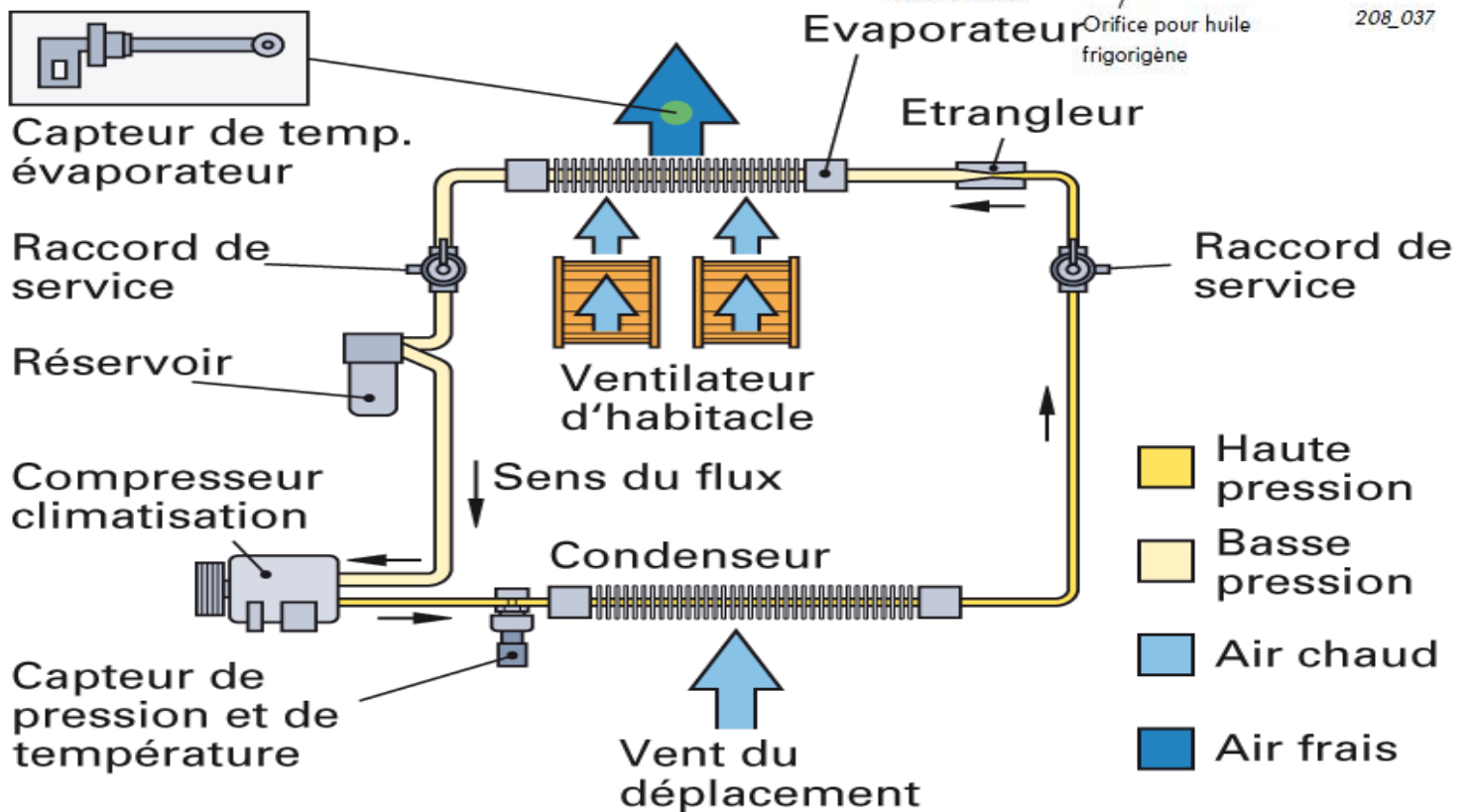
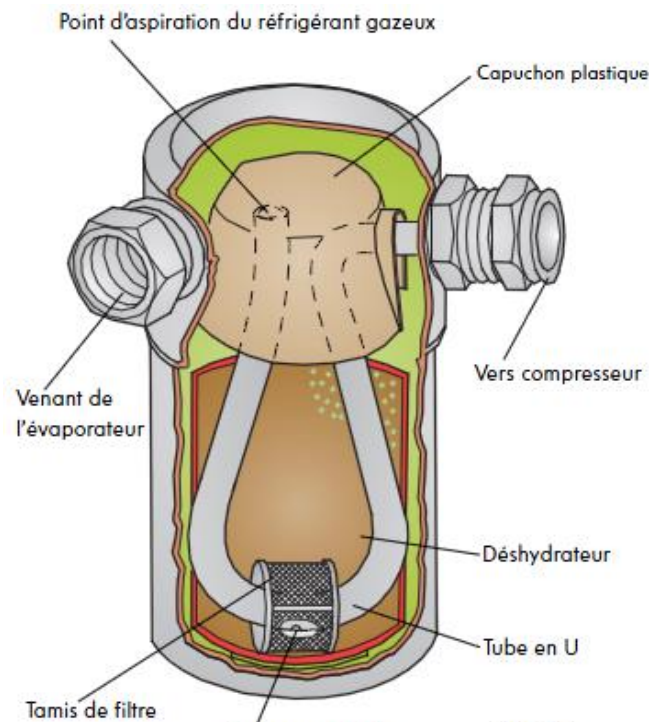
- entre la HP et le carter (BP isolée) : le compresseur est en cylindrée mini (Sanden, Denso).
- Un pilotage en MLI de l'électrovanne (RCO) permet d'obtenir une infinité de valeur de la cylindrée.

V) La bouteille déshydratante :

Dans ce montage sans détendeur, il n'y a pas de contrôle de la température de fin d'évaporation.

L'évaporateur assure la vaporisation du fluide mais pas sa surchauffe.

La bouteille de part sa constitution permet au compresseur d'aspirer le fluide dans la partie supérieure de la bouteille : là où le fluide est à l'état gazeux. Ainsi le compresseur est protégé.



3H) La climatisation automatique à une assistance électronique

I) Introduction

Il ne suffit pas de faire du froid, encore faut-il qu'il corresponde au besoin de l'utilisateur. Le système de climatisation à commande manuelle se contente d'envoyer une quantité de froid qui sera :

A la charge du conducteur de régler la température avec la vitesse de ventilation de l'air, l'introduction d'un peu d'air chaud ou ... la coupure de la climatisation.

II) La climatisation automatique

La plupart des systèmes de climatisation sont maintenant asservis à une assistance électronique qui améliore notablement le confort d'utilisation.

La première automatisation a été celle de la température de l'air et le conducteur peut sélectionner précisément la température qu'il souhaite.

Mais comment mettre un habitacle à une température donnée alors que quelques unes de ses zones sont agressées thermiquement par le soleil à travers des vitres et que la température de l'air extérieur n'est pas constante ?

L'air à la sortie des buses d'aération n'est pas à la température demandée par le conducteur, mais souvent plus basse. Cela permet de mettre la température de l'habitacle proche de celle voulue.

Un capteur, muni d'une aspiration de l'air, mesure la température de l'habitacle.

Pour être encore plus précis, une vraie climatisation automatique gère aussi la distribution de l'air et sa puissance de ventilation en fonction des éléments extérieurs.

Un capteur solaire, placé sur le dessus du tableau de bord, mesure l'intensité et l'orientation du soleil. En fonction d'un programme défini, la gestion électronique pilotera tous les paramètres de la climatisation, pour que les passagers aient en permanence la même sensation de confort.

Par exemple, si après un virage à angle droit, les passagers se retrouvent face au soleil, la climatisation automatique enverra plus d'air frais au visage pour compenser une sensation de chaleur supplémentaire.

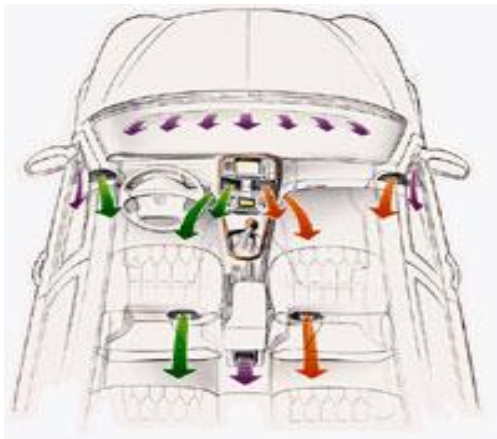
Il reconnaît aussi le jour de la nuit. Lorsque la nuit est détectée, le système délivre automatiquement une température légèrement supérieure, car le corps humain réclame environ 1°C de plus la nuit pour ressentir le même confort (information Citroën).



III) La climatisation 2 zones

La climatisation, électronique propose souvent deux zones de réglage : une pour le conducteur et une autre pour le passager à l'avant et les passagers à l'arrière.

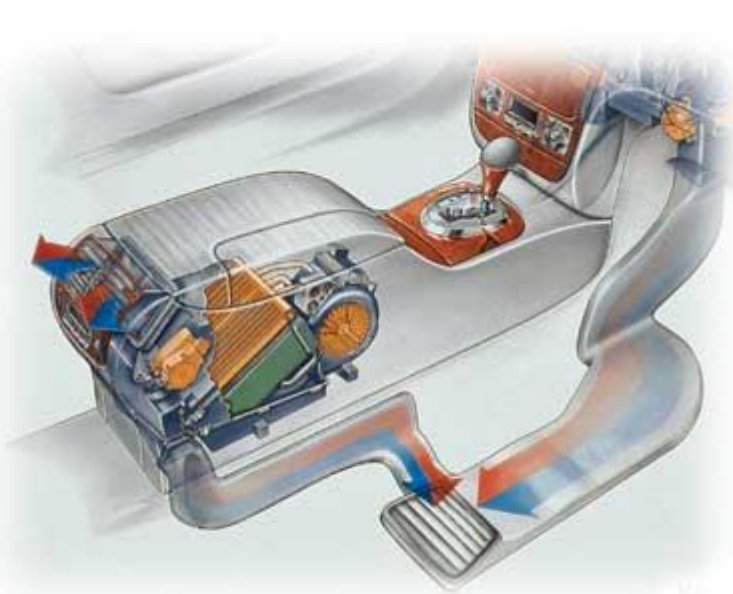
La zone des passagers comprend celui placé à l'avant et ceux placés à l'arrière. Le conducteur demande souvent une température légèrement plus basse que les passagers.



IV) La climatisation 4 zones

Quelques véhicules haut de gamme ne séparent pas l'habitacle en deux zones, mais en quatre. La console centrale est alors équipée d'un système supplémentaire de climatisation pour les places arrière : évaporateur, ventilateur et système de commande électronique. Plus de 30 micro-moteurs sont utilisés pour cette installation.

Chaque siège est équipé d'un capteur de température. La gestion électronique Thermotronic de Mercedes prend aussi en compte la position des vitres latérales et du toit ouvrant.



I) Le dégivrage et le désembuage

1) Principe

Différents programmes sont testés et mis en mémoire dans le boîtier électronique.

01) Dégivrage

Le dégivrage est une fonction très particulière. La climatisation, a la particularité d'assécher l'air. La fonction dégivrage met donc simultanément la température maximale (dès que disponible), la climatisation, en position maximale et l'orientation de l'air vers le pare-brise, puis les fenêtres. Les dégivrages électriques de la lunette arrière et du pare-brise, si disponibles, sont aussi connectés.

Climatisation automatique de la BMW Série 7 pilotée par le



système i-drive



Certains véhicules sont équipés d'un capteur d'humidité actionnant automatiquement cette fonction.

02) Désembuage

Ce capteur externe surveille la température de l'air et ne le refroidit pas plus que nécessaire. La plage de refroidissement s'étendant jusqu'à environ 10 °C, l'air conserve plus d'humidité, ce qui est plus agréable pour les muqueuses.

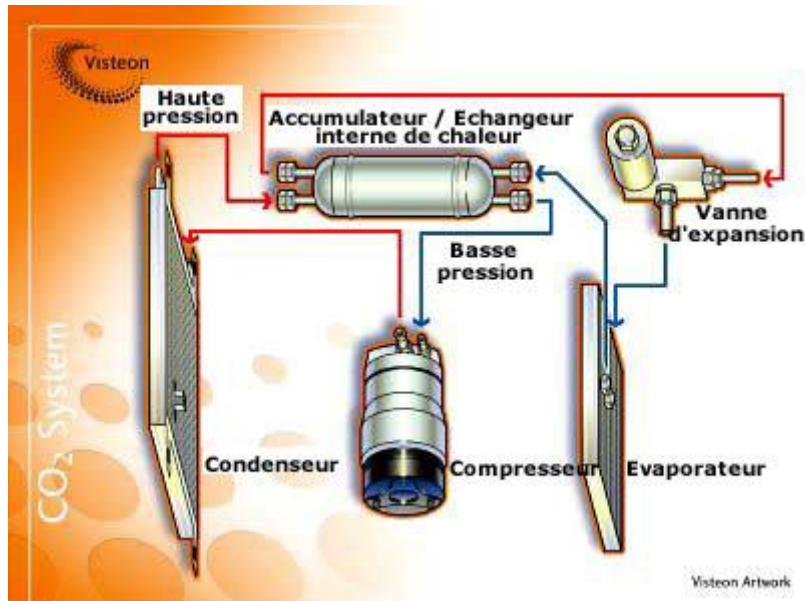
Audi, sur son modèle A8, a porté un traitement particulier au désembuage. L'embuage des vitres arrive lorsque leur température est inférieure à celle de la condensation de l'air humide (appelé point de rosée).

- ❖ Dans un premier temps, le taux d'humidité de l'air est contrôlé. La climatisation, assèche l'air de l'habitacle si nécessaire. ;
- ❖ Dans un second temps, un capteur à infrarouge mesure la température du pare-brise. Si celle-ci s'approche du fameux point de rosé, un filet d'air chaud est envoyé vers le pare-brise. Cette quantité d'air est si faible qu'elle n'influence que de très peu la température globale de l'habitacle.

J) L'évolution des circuits de climatisation

I) La future de la climatisation : le CO2

L'équipementier Visteon développe une nouvelle climatisation utilisant le dioxyde de carbone CO2 comme réfrigérant. Sa fabrication, de même que son utilisation, ne posent aucun problème pour l'industrie automobile et pour l'environnement.



Les caractéristiques thermodynamiques du CO2 sont plus performantes que le R134a actuellement utilisé. Il accepte une pression de fonctionnement de 140 bars, soit 5 fois plus que les systèmes courants et une quantité de seulement 450 grammes sont nécessaires, contre 750 grammes. Au final, le fonctionnement du système demande 25% d'énergie en moins.

Ses avantages ne s'arrêtent pas là. L'utilisation du CO2 est aussi réversible. Il peut chauffer un véhicule une fois connecté à une pompe à chaleur. Cet avantage est particulièrement apprécié sur les moteurs diesel modernes longs à monter en température.

Des tests effectués par Visteon montrent qu'avec une température extérieure de -20°C, la température de l'habitacle d'un véhicule après 10 mn de fonctionnement est de 0°C avec un chauffage conventionnel et de 22°C avec une pompe à chaleur. Cela représente un gain de confort, mais aussi une réduction de l'usure du moteur.

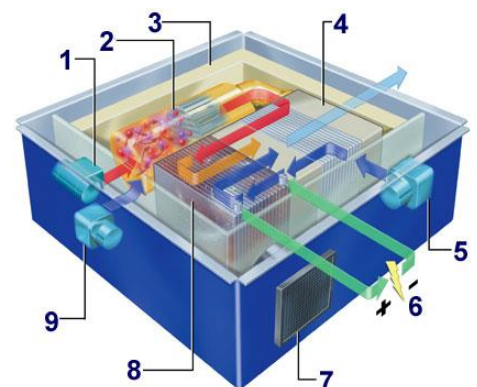
II) Capteur de pollution

Un capteur de pollution, placé dans le système de climatisation, mesure le niveau de pollution de l'air. Si ce niveau est trop élevé, le système de recyclage ferme l'arrivée d'air de l'extérieur. Ce capteur est constitué d'une couche d'oxyde métallique chauffée. Les gaz mesurés sont le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures (HC), l'oxyde d'azote (NO) ou le chlore (Cl).



III) Climatisation autonome

La prochaine évolution de la climatisation sera son indépendance vis à vis du moteur. Cela permettra de maintenir une température basse dans l'habitacle sans fonctionnement du moteur. Le déclenchement du système pourra être programmable ou télécommandé à distance. L'énergie d'alimentation sera électrique, ce qui ne posera pas de problème pour des véhicules hybride qui en auront une grande réserve. L'énergie pourra aussi être fournie par une pile à combustible spécialement dédiée aux équipements auxiliaires.



- 1 - Injection d'essence,
- 2 - Reformeur à essence,
- 3 - Isolation thermique,
- 4 - Réaction chimique et échappement,
- 5 - Régulation de l'air de la pile à combustible,

- 6 - Energie électrique,
- 7 - Aération,
- 8 - Pile à combustible SOFC,
- 9 - Régulation de l'air du reformeur.

Le système de chauffage indépendant programmable existe depuis de nombreuses

années pour le poids lourds, et commence à être proposé sur les véhicules diesel, car leurs moteurs sont assez longs à monter en température.

K) Intervention et diagnostic de la boucle froide

I) Consignes d'intervention

Il est nécessaire de respecter un certain nombre de règles de sécurité pour intervenir sur un circuit :

- ❖ il faut porter des gants et des lunettes de protection pour éviter tout risque de gelure.
- ❖ Il faut éviter toute source de chaleur (cigarette, soudure, etc...) qui peut entraîner un dégagement de vapeurs toxiques.
- ❖ Il faut éviter de manipuler de l'huile de compresseur usagée qui peut être toxique.
- ❖ Il faut être possesseur de l'attestation de capacité (à vie).

Afin de limiter les risques de pannes, il faut :

- ❖ obturer les conduits immédiatement après l'ouverture du circuit pour limiter l'introduction d'humidité.
- ❖ les pièces neuves stockées à température ambiante (condensation) sont déballées au dernier moment avant le montage.
- ❖ Le réservoir déshydrateur se sature très vite d'humidité, il faut donc le remplacer si le circuit est resté ouvert trop longtemps.
- ❖ Observer la quantité d'huile prélevée avec la station de récupération lors d'une vidange du circuit et réintroduire la même quantité d'huile neuve au remplissage + 30 cm³ par élément remplacé.

II) Contrôles

Pour vérifier complètement du système de climatisation, il est nécessaire de :

- ❖ Contrôler l'efficacité du circuit de réfrigération
- ❖ Contrôler les pressions
- ❖ Contrôler l'absence de fuite
- ❖ Contrôler visuellement le système

III) Contrôle de l'efficacité :

Il s'agit essentiellement de vérifier les températures d'air soufflé au niveau des aérateurs avec des conditions de fonctionnement qui sont généralement :

- ❖ Régime moteur aux alentours de 2500 tr/min,
- ❖ Demande de froid maximum
- ❖ Vitesse pulseur d'air maxi
- ❖ Climatisation active depuis au moins 5 minutes
- ❖ Capot baissé.

Selon les systèmes (compresseur à cylindrée fixe ou variable), les constructeurs fournissent un tableau de valeurs,

01) Exemple

CITROEN (valeurs représentatives):

Compresseur à cylindrée variable (tolérance + ou - 3°C)

Température extérieur .	40°C	35°C	30°C	25°C	20°C	15°C
Véhicules	Température moyenne de l'air soufflé en sortie des aérateurs centraux					
C3	17°C	13°C	11°C	9°C	8°C	8°C
C4	21°C	17°C	15°C	12°C	10°C	10°C
3008	20°C	16°C	13°C	11°C	9°C	8°C
C5	24°C	18°C	15°C	13°C	10°C	8°C

IV) Contrôle des pressions :

En branchant la station de récupération, il est possible de contrôler la HP et la BP.

BP : En climatisation, la température d'évaporation du fluide est maintenue constante et légèrement au dessus de 0°C pour éviter le givrage.

- Avec un compresseur à cylindrée variable la pression est très stable et égale à 2 bars (+/- 0,2).
- Avec un compresseur à cylindrée fixe, des phases d'embrayage et de débrayage se succèdent, la pression doit se stabiliser à environ 2 bars lorsque le compresseur est embrayé depuis quelques secondes.

HP : La pression de condensation est directement fonction de la température autour du condenseur. Celle-ci varie avec la température ambiante et la température du moteur (radiateur à proximité).

La valeur de la pression doit correspondre à la température ambiante + 20°C environ.

Exemple : Ambiance à 20°C => température de condensation = 40°C soit 12 bars avec du R134a.

(a) Noter Bien :

Il faut se référer au manuel constructeur pour les valeurs exactes attendues.

V) Contrôle des fuites :

Le fluide très volatile et constitué de molécules relativement fines favorise les fuites vers l'atmosphère.

Trois moyens de contrôles assez complémentaires permettent de les localiser le cas échéant.

- a) Contrôleur auditif : Celui-ci émet des « bip » répétés et de plus en plus rapides en fonction de la quantité de fluide contenu dans l'espace contrôlé. Il convient bien aux fuites importantes et aux endroits difficiles d'accès.
- b) Fluide fluorescent : Introduit dans le circuit avec le fluide il apporte une teinte fluorescente visible grâce à une lampe UV et des lunettes spéciales. Convient aux fuites très faibles (raccords par exemple) mais nécessite un contact visuel qui n'est pas toujours facile sans démontage.
- c) Solution savonneuse : mettre le circuit sous pression avec de l'azote (20 bar) et projeter la solution sur les parties suspectes. Des bulles se forment au niveau des fuites. Convient bien pour confirmer l'emplacement d'une fuite.

VI) Contrôles visuels :

Il s'agit de vérifier l'état des différents éléments :

- ❖ tuyaux : fissurés, déformés, mal fixés.
- ❖ courroie d'entraînement : détendue, craquelée.
- ❖ condenseur : abîmé, encrassé.
- ❖ Présence des capuchons sur les prises de pression.

Remarque : certaines installations peuvent être équipées d'un voyant au niveau de la bouteille permettant d'identifier un manque de fluide (présence de bulles en fonctionnement) et une présence d'humidité (pastille verte : normale ; Pastille jaune ou rose : présence d'humidité).

VII) Recherche de dysfonctionnements :

Lorsque l'installation ne produit plus ou pas assez de froid, c'est à dire lorsque la température de l'air soufflé dans l'habitacle est trop élevée, un contrôle simple est à effectuer avant toute investigation :

Vérifier le claquement de l'embrayage compresseur lors de la mise en marche de la climatisation.

Si l'embrayage ne claque pas :

Vérifier la présence de fluide dans l'installation en branchant les manomètres.

Contrôler le circuit de commande du compresseur.

Si l'embrayage claque :

Vérifier que le compresseur est entraîné : Une différence entre HP et BP doit s'établir dès le claquement de l'embrayage.

Rappels :

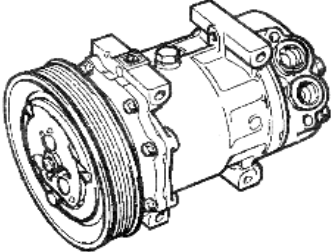
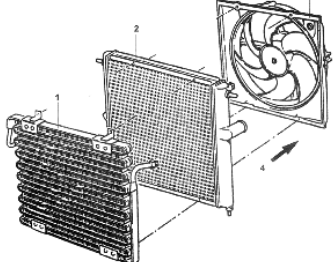
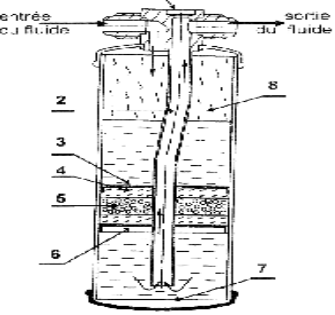
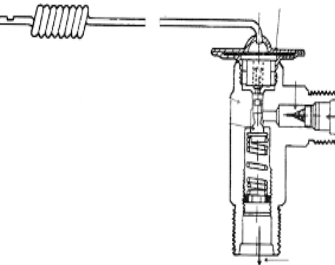
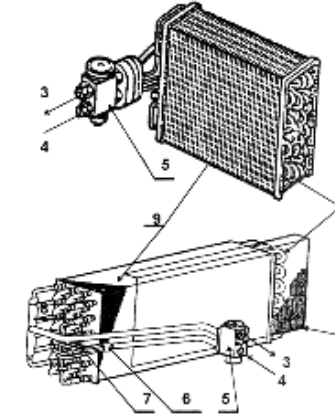
La mesure de la surchauffe permet de vérifier d'une part le remplissage de l'évaporateur et d'autre part que le compresseur aspire du fluide à l'état gazeux.

La mesure du sous-refroidissement indique que la condensation du fluide est totale.

NB : La recharge du circuit est très souvent nécessaire pour éliminer la panne

L) Evaluation des connaissances

Remplissez le tableau suivant

Entrée De l'élément	Elément	Nom de l'élément	Sortie De l'élément
Gaz basse pression basse température		Le compresseur	Gaz haute pression...
			
			
			
			

1. COLORIER SUR LE CIRCUIT SUIVANT :
 - ❖ Le circuit de gaz basse pression en bleu
 - ❖ Le circuit de liquide basse pression en orange
 - ❖ Le circuit de gaz haute pression en rouge
 - ❖ Le circuit de liquide haute pression en vert
2. Faites la nomenclature
3. De quel type de circuit de climatisation s'agit il
4. Citez ses caractéristiques

