

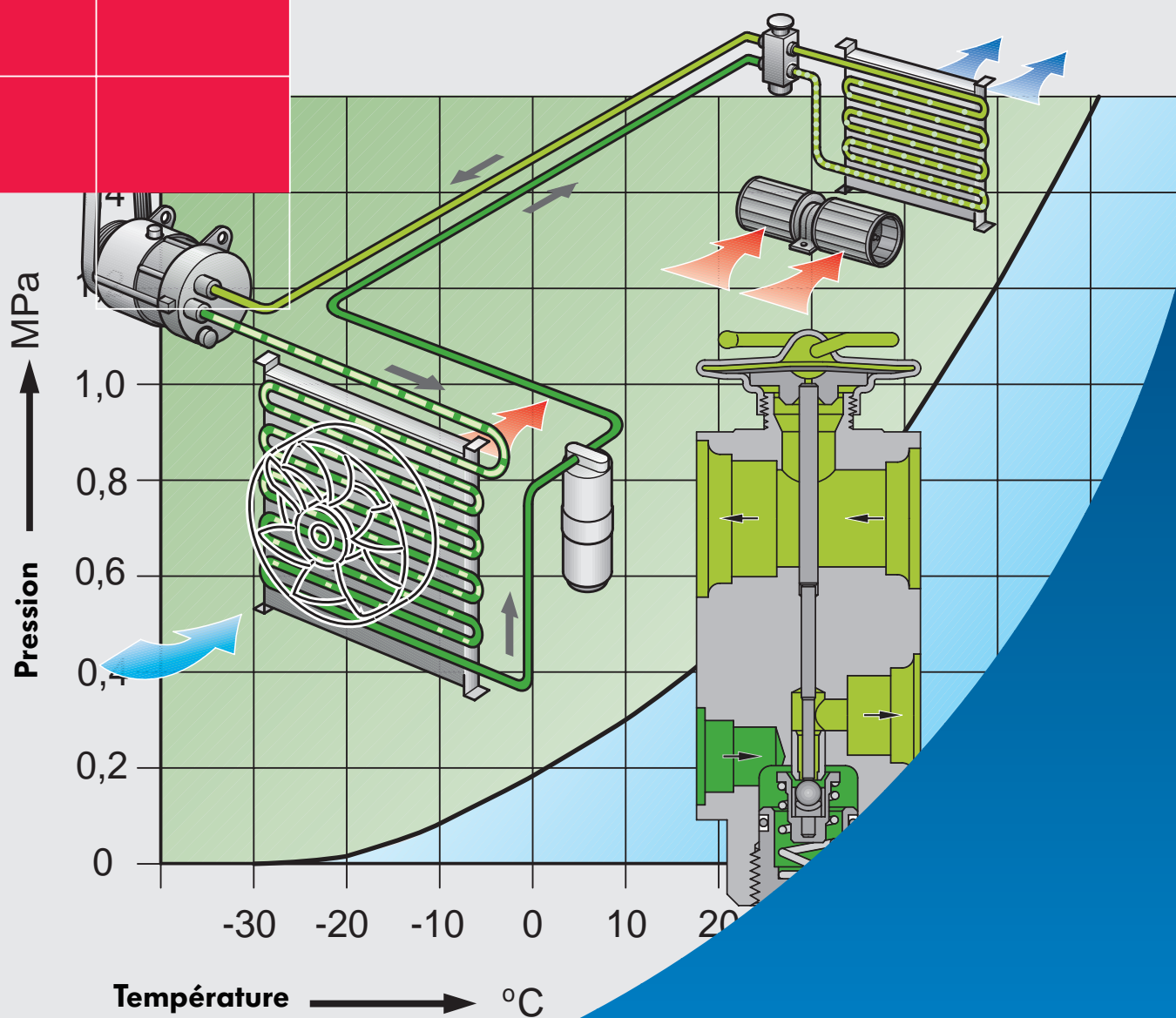
Service.

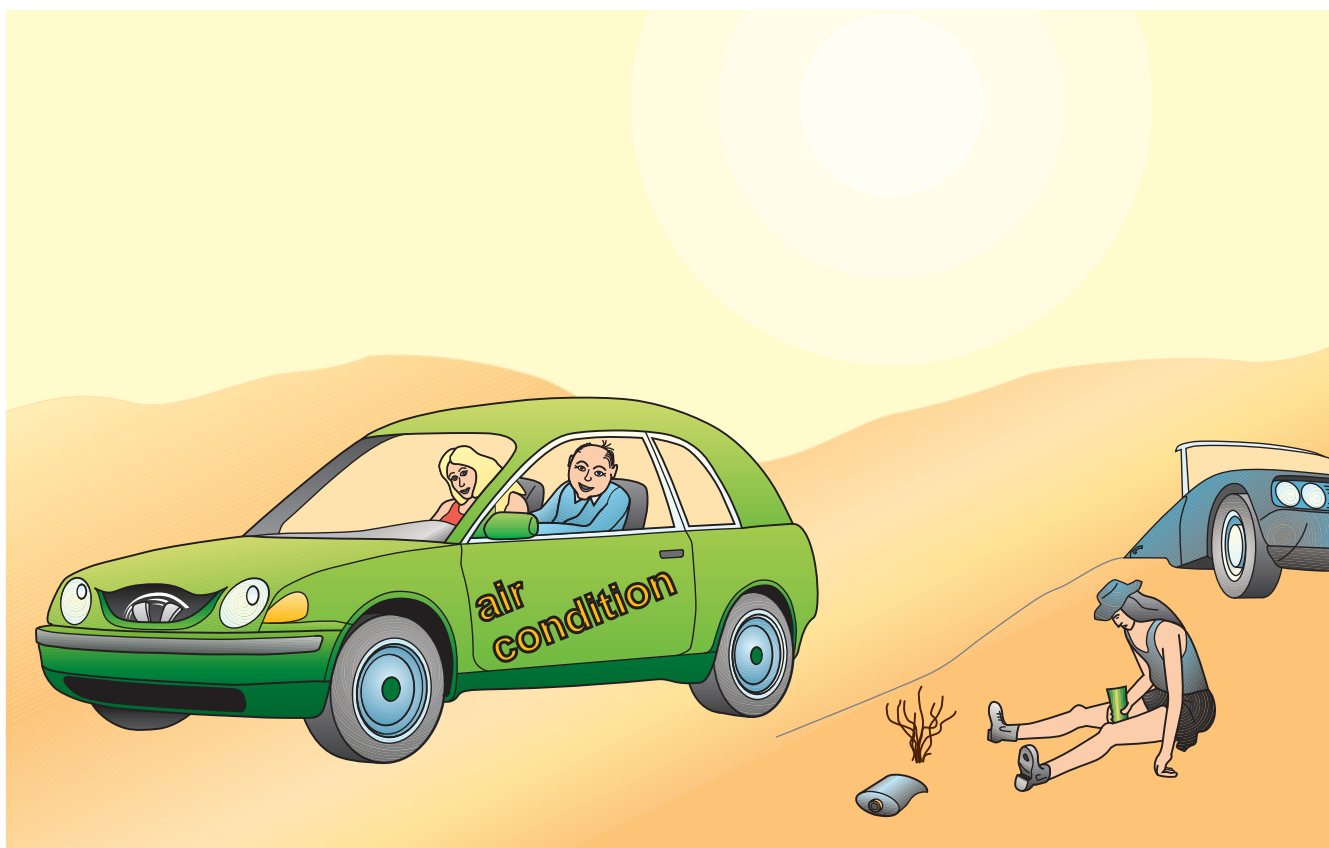


Programme autodidactique 208

La climatisation automobile

Notions de base





L'air conditionné a, sur les véhicules, cessé depuis longtemps d'être considéré comme une option de luxe.

Le climatiseur est devenu un facteur de sécurité active et s'assimile pratiquement à un équipement technique de sécurité.

Si, il y 10 ans de cela, seuls quelque 10 % des véhicules neufs immatriculés pouvaient s'enorgueillir de posséder un climatiseur, plus d'un quart des nouveaux véhicules immatriculés en 1996 en étaient équipés de série.

Les clients souhaitent de plus en plus souvent des véhicules climatisés.

La constitution du circuit de réfrigérant d'un climatiseur est identique sur tous les véhicules. Des variations ne sont sensibles qu'au niveau de l'adaptation aux besoins frigorifiques.

Nous aimerions, dans ce programme autodidactique, vous familiariser avec le principe fondamental et la constitution d'un climatiseur. Vous apprendrez à quoi servent les différents composants assurant la génération du froid, quelles sont les particularités du réfrigérant et pourquoi des directives SAV particulières s'appliquent aux climatiseurs.

Les composants représentés ont, pour la plupart, valeur générale.

**Pour les indications chiffrées, veuillez tenir compte du fait qu'il s'agit d'exemples.
Les valeurs absolues varient pour chaque véhicule spécifique en fonction des besoins frigorifiques.**

NOUVEAU



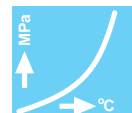
**Attention
Nota**

**Le programme
autodidactique n'est pas un
Manuel de réparation !**

Pour les instructions de contrôle, de réglage et de réparation, prière de consulter les ouvrages SAV correspondants.



La climatisation en automobile	4
Un climatiseur, pourquoi ?	
Physique et technique de refroidissement	6
Physique appliquée	
Réfrigérant	8
Technique de refroidissement	12
Circuit de réfrigérant – Principe	
Circuit de réfrigérant avec clapet de détente	
Compresseur	
Fonctionnement du compresseur	
Coupleur électromagnétique	
Condenseur	
Réservoir de liquide et déshydrateur	
Clapet de détente	
Clapet de détente – nouvelle génération	
Évaporateur	
Circuit de réfrigérant avec étrangleur	
Étrangleur	
Collecteur	
Régulation du système	32
Composants du système de sécurité	
Commutation des ventilateurs de radiateur	40
Commutation des ventilateurs pour refroidissement du moteur/condenseur	
Appareil de commande pour ventilateur de liquide de refroidissement J293	
Régulation de la température	42
Régulation manuelle	
Régulation automatique	
Synoptique du système	
Appareil de commande avec unité de commande et d'affichage	
Principaux détecteurs de température	
Signaux supplémentaires pour régulation de la température	
Servomoteurs	
Guidage d'air	
Répartition d'air	
Mode air recyclé	
Technique SAV	64
Mesures de sécurité	
Influences sur le fonctionnement - Généralités	
Diagnostic des défauts par contrôle de pression	
Diagnostic des défauts par autodiagnostic	
Information	72
Principales notions de technique de refroidissement	



R
134a



La climatisation en automobile



Un climatiseur, pourquoi ?

L'être humain se sent à l'aise à une température et une humidité de l'air ambiant données ; il éprouve alors une sensation de confort.

Le confort, considéré comme composant de la sécurité active, joue un rôle important pour une aptitude à la conduite inaltérée.

La "climatisation automobile" exerce une influence directe sur le conducteur, sur une conduite sans fatigue, sur la sécurité de conduite.

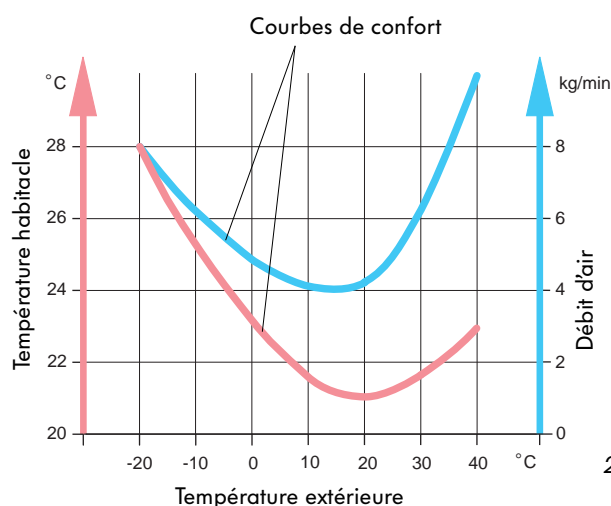
Une température agréable dans l'habitacle dépend de la température régnant à l'extérieur et d'un débit d'air suffisant :

Température extérieure basse, p. ex. -20°C
 ➔ température de l'habitacle assez élevée
 28°C débit d'air élevé 8 kg/min

Température extérieure élevée, p. ex. 40°C
 ➔ basse température de l'habitacle 23°C
 débit d'air élevé 10 kg/min

Température extérieure moyenne, p. ex. 10°C
 ➔ basse température de l'habitacle $21,5^{\circ}\text{C}$
 faible débit d'air 4 kg/min

- En cas de rayonnement solaire important, notamment, l'échange de l'air réchauffé de l'habitacle ne peut avoir lieu qu'avec de l'air à température ambiante.
- Sur le chemin menant de la prise d'admission au diffuseur d'air, il se produit généralement un réchauffement supplémentaire de plusieurs degrés.
- L'ouverture d'une glace ou du toit ouvrant pour obtenir un climat agréable s'accompagne généralement de courants d'air ou d'autres désagréments tels que bruit, gaz d'échappement, pollen.



208_043

Même un système de ventilation et de chauffage moderne ne parvient que de manière insatisfaisante à assurer ce confort à des températures extérieures élevées. Pourquoi ?

Lorsque l'humidité de l'air est élevée, le stress imposé au corps humain augmente encore.

Températures régnant dans un véhicule de catégorie moyenne pour : Temps de conduite 1 h Température extérieure 30°C Rayonnement solaire s'exerçant sur le véhicule		
Zone	avec climatiseur	sans climatiseur
Tête	23°C	42°C
Thorax	24°C	40°C
Pieds	28°C	35°C

208_001



Effets d'une température défavorable dans l'habitable sur l'être humain

Des études scientifiques de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) ont prouvé que l'aptitude à la concentration et le pouvoir de la réaction diminuent fortement en cas de stress.

La chaleur est une forme de stress.

La meilleure température pour le conducteur se situe entre 20 et 22 °C. Cela correspond à la plage climatique A, la zone de confort.

Un rayonnement solaire intense sur le véhicule peut faire monter la température à l'intérieur de la voiture de plus de 15 °C au-dessus de la température extérieure – au niveau de la tête notamment.

C'est là que l'effet de la chaleur est le plus dangereux.

La température du corps augmente, la fréquence cardiaque s'accélère.

Une transpiration plus forte en est également un signe.

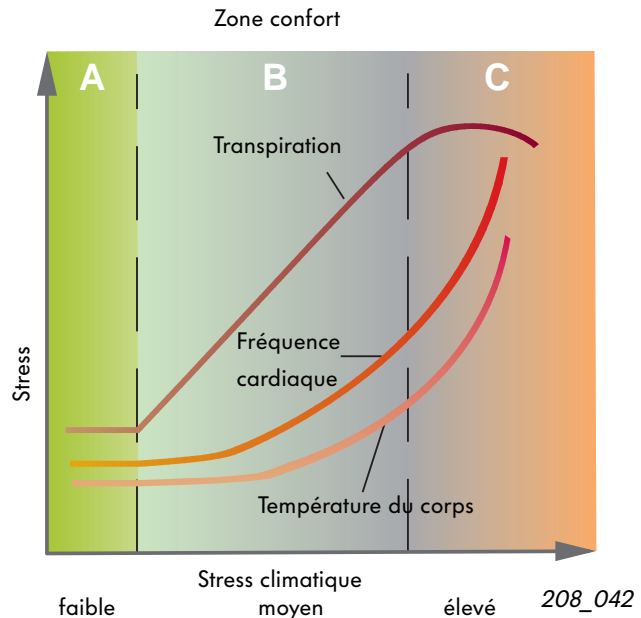
Le cerveau ne reçoit pas suffisamment d'oxygène. Nous sommes dans la zone B du stress climatique.

La zone C représente déjà pour le corps humain un stress difficilement supportable.

La branche de la médecine étudiant les conditions du trafic reconnaît le "stress climatique" comme étant indubitablement une affection.

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.



En vue de réduire ces contraintes, voire de les exclure totalement, on a mis au point le climatiseur, un système créé en vue de garantir à l'homme une température agréable – et qui de surcroît épure et déshydrate l'air.

A l'aide du climatiseur, il est possible de générer au niveau des buses de sortie d'air des températures très fortement réduites par rapport à des températures extérieures élevées.

Et cela vaut que le véhicule soit arrêté ou roule.

Un effet technique secondaire, aussi important toutefois que l'abaissement de la température, est l'absorption de l'humidité de l'air et l'épuration de l'air qui l'accompagne.

Les filtres à pollen et à charbon actif sont des facteurs complémentaires d'assainissement. Cet "air propre" est particulièrement bénéfique aux personnes souffrant d'allergies.

La climatisation automobile

- un élément de sécurité véritable
- un complément fonctionnel et non pas un simple luxe

Physique et technique de refroidissement

Physique appliquée

Lois fondamentales

Un grand nombre de matières sont connues dans trois états.

L'eau par exemple : sous forme **solide – liquide – gazeuse**.

La réfrigération se base sur ces lois fondamentales.

On sait depuis longtemps comment obtenir un refroidissement. Un des premiers procédés utilisés pour le refroidissement d'aliments était de les stocker dans une "glacière".

La glace = eau à l'état solide, absorbe la chaleur des aliments. Ils refroidissent.

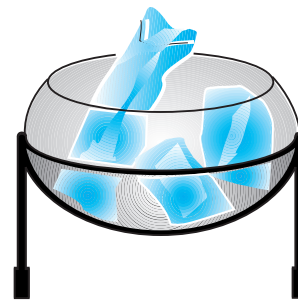
Cela provoque la fonte de la glace, qui repasse à l'état liquide et redevient eau.

Si l'on continue à apporter de la chaleur à l'eau, elle bout et s'évapore. L'état gazeux est atteint.

Le corps gazeux peut, par refroidissement, redevenir liquide et, par un nouveau refroidissement, être retransformé en un corps solide. Ce principe s'applique à pratiquement toutes les matières :

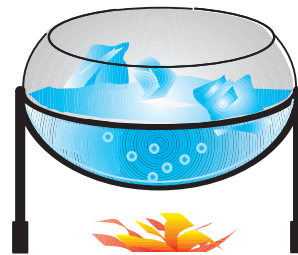
- Une matière absorbe de la chaleur lors de sa transformation de l'état liquide à gazeux.
- Une matière délivre de la chaleur lors de sa transformation de l'état gazeux à liquide.
- Le transfert de chaleur s'effectue toujours de la matière la plus chaude vers la plus froide.

Les effets de l'échange de chaleur, au cours duquel un corps change d'état en des points donnés, sont exploités en technique de climatisation et réalisés sur le plan technique.



Glace – solide

208_039



Glace – devient liquide par absorption de chaleur

208_040



Eau – devient gazeuse sous l'effet de la chaleur

208_041

Loi physique

Point de solidification

p. ex. l'eau se transforme en glace

Point d'ébullition

p. ex. l'eau se transforme en vapeur

Pression et point d'ébullition

Lorsque la pression s'exerce sur un liquide varie, son point d'ébullition est décalé. Tous les liquides se comportent de la même façon.

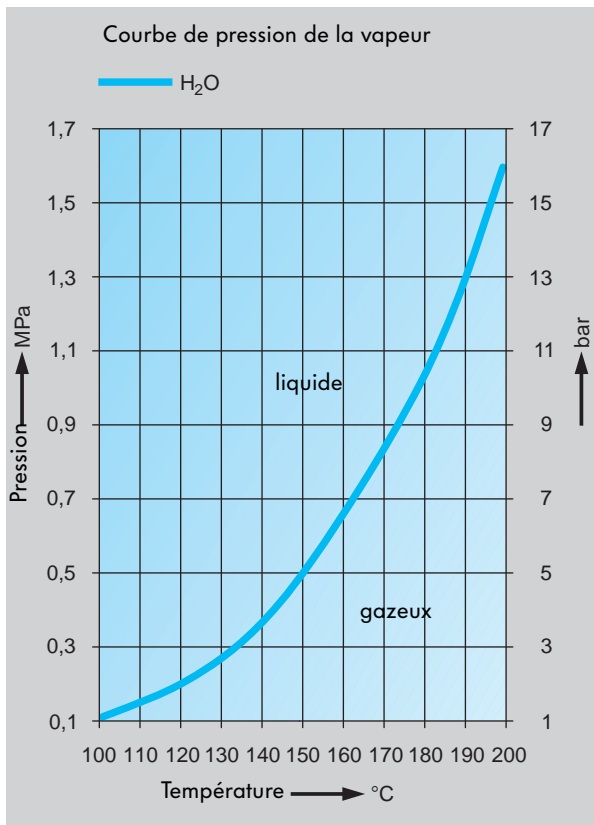
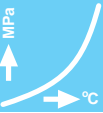
Point d'ébullition H₂O/eau = 100 °C
Huile machine = 380 - 400 °C

Nous savons, dans le cas de l'eau, qu'elle bout à des températures d'autant plus basses (et se transforme en vapeur) que la pression est basse.

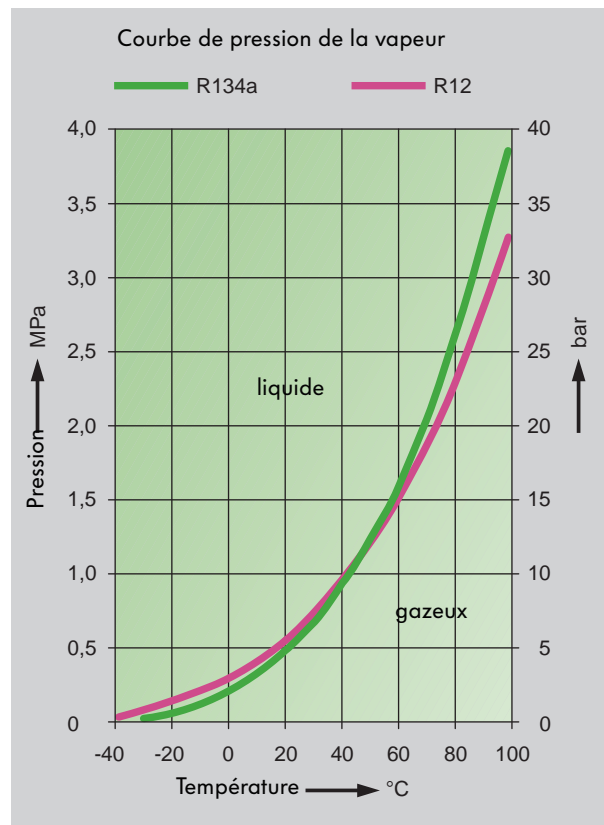
Le processus d'évaporation est également le procédé utilisé sur les climatiseurs automobiles. On utilise alors une matière arrivant facilement à ébullition.

On l'a appelée agent frigorigène, ou réfrigérant.
Point d'ébullition Réfrigérant R12 -29,8 °C
Réfrigérant R134a -26,5 °C

(Le point d'ébullition des liquides indiqué dans les tableaux se réfère toujours à la pression atmosphérique de 0,1 MPa = 1 bar.)



208_006



208_005

Que nous apprend la courbe de pression de la vapeur ?

Les courbes de pression de la vapeur des deux réfrigérants R134a et R12 (le R12 n'est plus utilisé) et de l'eau montrent que :

- A pression constante, la vapeur se transforme en liquide par abaissement de la température (dans le circuit du climatiseur, cela se produit dans le condenseur),
- ou que, par réduction de la pression, le réfrigérant passe de l'état liquide à l'état gazeux (dans le circuit du climatiseur, cela se produit dans l'évaporateur).

Réfrigérant

Le réfrigérant à bas niveau d'ébullition utilisé pour les climatiseurs automobiles est un gaz.

A l'état gazeux, il est invisible, sous forme de vapeur et de liquide, il est incolore, comme l'eau.

Les réfrigérants ne doivent pas être mélangés entre eux et seul celui prescrit pour le système de conditionnement d'air respectif doit être utilisé.

Pour les climatiseurs automobiles, la vente du réfrigérant R12 est, en Allemagne, interdite depuis 1995 et, à partir de juillet 1998, il ne sera plus autorisé non plus d'effectuer le remplissage d'un climatiseur avec du R12.

Sur les climatiseurs de voiture actuels, le réfrigérant R134a est le seul utilisé.

- Le R134a – un hydrofluorocarbure, ne possède pas, comme le réfrigérant R12, d'atomes de chlore responsables, lors de leur décomposition, de l'endommagement de la couche d'ozone de l'atmosphère terrestre.
- La courbe de pression de vapeur du R134a s'apparente fortement à celle du R12. La puissance frigorifique est obtenue comme dans le cas du R12.

Pour les climatiseurs dont le remplissage avec du R12 n'est plus autorisé, le passage au R134a est possible avec un kit de reversion (retrofit).

Les systèmes reconvertis n'atteignent plus leur puissance frigorifique initiale.

En fonction des conditions de pression et de température dans le circuit de réfrigérant, le réfrigérant est gazeux ou liquide.

Réfrigérant R12 – dichloro-difluorométhane
formule chimique CCl_2F_2

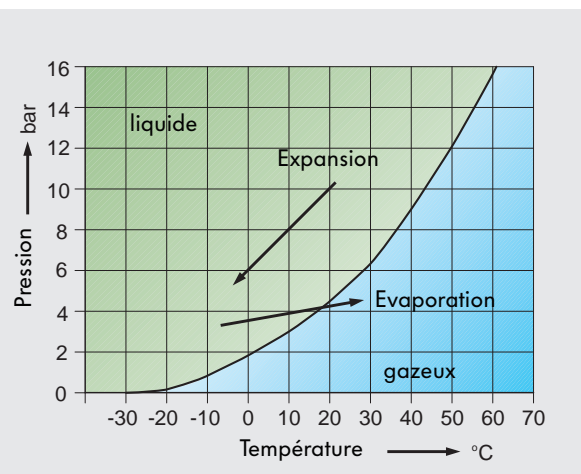
un chlorofluorocarbure (CFC)
polluant !

Réfrigérant R134a – tétrafluoréthane
formule chimique $\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$

un hydrofluorocarbure (HFC)
peu polluant !

Loi interdisant les produits halogénés

R134a



Courbe de pression de la vapeur du R134a

208_050

Etat du réfrigérant R134a dans le cycle d'un climatiseur

En complément de la courbe de pression de la vapeur, le cycle du réfrigérant renseigne, en plus du bilan énergétique, sur les changements d'état du réfrigérant sous l'effet de la pression et de la température et son retour à l'état initial.

Le graphique est un extrait du diagramme d'état du réfrigérant R134a pour un climatiseur automobile.

Les valeurs absolues diffèrent en fonction des besoins frigorifiques du type de véhicule.

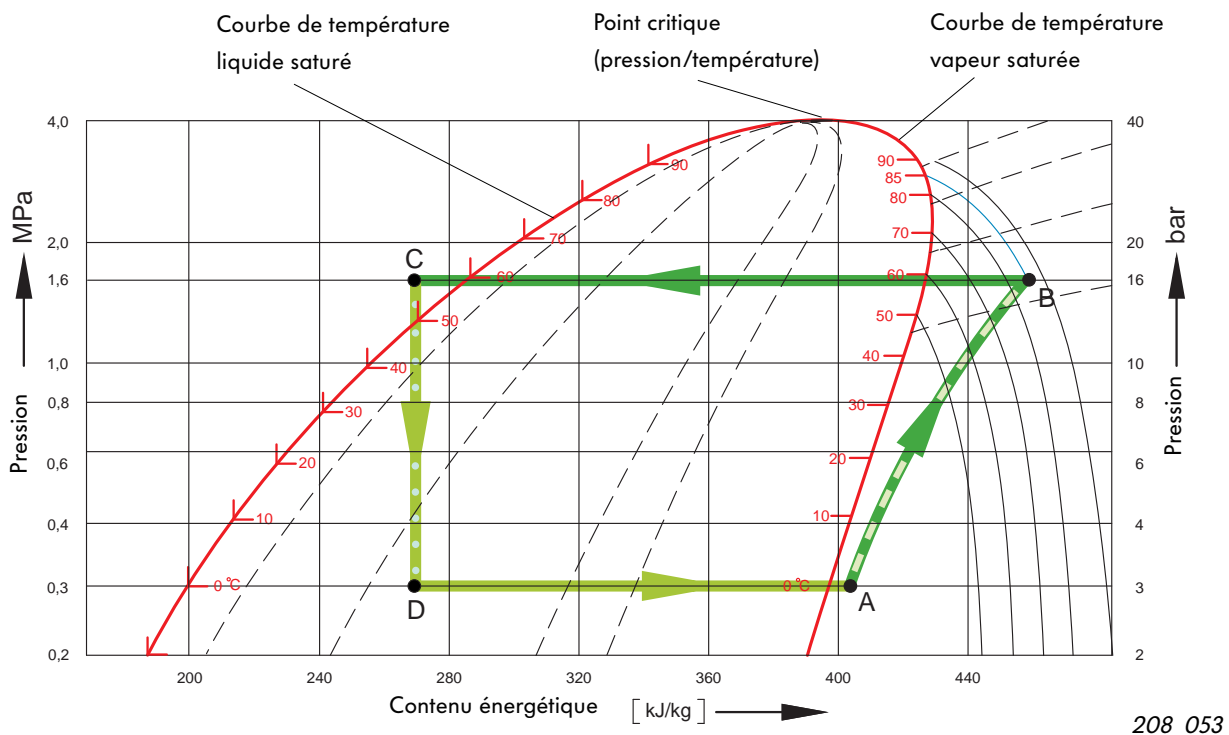
Le contenu énergétique est important pour la conception d'un climatiseur.

Il indique l'énergie nécessaire au fonctionnement du processus (chaleur de l'évaporateur, chaleur du condenseur) en vue d'atteindre la puissance frigorifique prévue.

Caractéristiques physiques du R134a :

Point d'ébullition :	-26,5 °C
Point de congélation :	-101,6 °C
Température critique :	100,6 °C
Pression critique :	4,056 MPa (40,56 bar)

**R
134a**



- A — B Compression dans le compresseur, augmentation de pression et température, gazeux, pression élevée, température élevée
- B — C Processus de condensation dans le condenseur, pression élevée, baisse de température, léger refroidissement, quitte le condenseur à l'état liquide,
- C — D Expansion = détente brusque, provoque l'évaporation
- D — A Processus d'évaporation (absorption de chaleur) dans l'évaporateur. Passage de vapeur à gaz, pression faible
- Courbe de température pour point B

Explication des termes à la page 72.

Réfrigérant

Réfrigérant et couche d'ozone

L'ozone protège la surface terrestre du rayonnement ultraviolet par absorption de la majeure partie de ces rayons. Les rayons ultraviolets décomposent l'ozone (O_3) en une molécule d'oxygène (O_2) et un atome d'oxygène (O). Les atomes et molécules d'oxygène d'autres réactions se combinent à nouveau pour former de l'ozone. Ce processus se déroule dans l'ozonosphère, une couche de la stratosphère, à 20 à 50 km d'altitude.

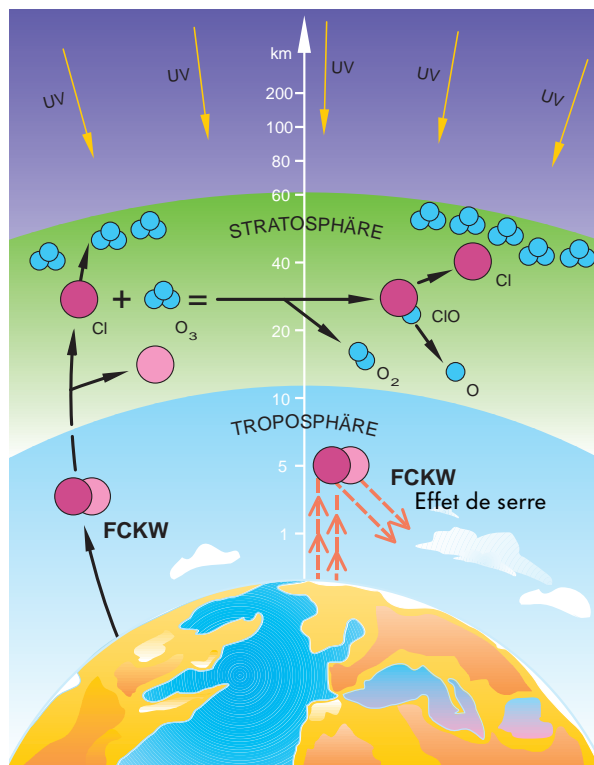
Un réfrigérant CFC tel que le R12 contient du chlore (Cl). En cas de manipulation incorrecte, la molécule de R12 – plus légère que l'air – monte jusqu'à la couche d'ozone. Sous l'action du rayonnement ultraviolet, un atome de chlore du CFC est libéré et réagit avec l'ozone. L'ozone est alors décomposé et on obtient une molécule d'oxygène (O_2) et du monoxyde de chlore (ClO), qui réagit ultérieurement avec l'oxygène et libère du chlore (Cl). Ce cycle peut se répéter jusqu'à 100 000 fois.

Les molécules d'oxygène libre (O_2) ne peuvent cependant pas absorber le rayonnement ultraviolet.

Réfrigérant et effet de serre

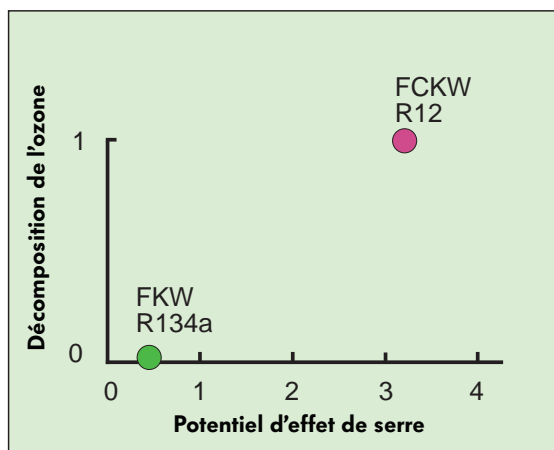
Le rayonnement solaire est reflété à la surface de la terre sous forme de rayonnement infrarouge. Mais les gaz en trace – dont le principal est le CO_2 – reflètent ces ondes dans la troposphère. Il s'ensuit un réchauffement climatique – l'effet de serre. Les CFC sont les principaux responsables de l'augmentation croissante de la concentration de gaz en trace.

1 kg de R12 provoque le même effet de serre que 4000 t de CO_2 . Le R134a ne contribue que très peu à l'effet de serre. Son potentiel de décomposition de l'ozone est pratiquement nul.



Réaction entre CFC et ozone dans l'atmosphère

208_051



208_052

Huile frigorigène

On a besoin pour la lubrification de l'ensemble des pièces mobiles du climatiseur d'une huile spéciale – l'huile frigorigène –, exempte d'impuretés telles que soufre, cire et humidité.

Elle doit être compatible avec le réfrigérant étant donné qu'elle se mélange en partie avec lui et circule dans le circuit de réfrigérant et ne doit pas non plus être agressive pour les étanchements du système.

L'utilisation d'autres huiles n'est pas autorisée car elle risqueraient de provoquer un plaquage de cuivre, une cokéfaction et la formation de résidus. Il s'ensuivrait une usure prématurée et une destruction des éléments mobiles.

Une huile synthétique spéciale est utilisée pour le circuit de réfrigérant rempli de R134a. Elle ne doit être utilisée qu'avec ce réfrigérant étant donné qu'elle n'est pas miscible avec les autres.

L'huile frigorigène ne peut également être adaptée qu'à un type de compresseur donné.

Huile frigorigène pour R134a

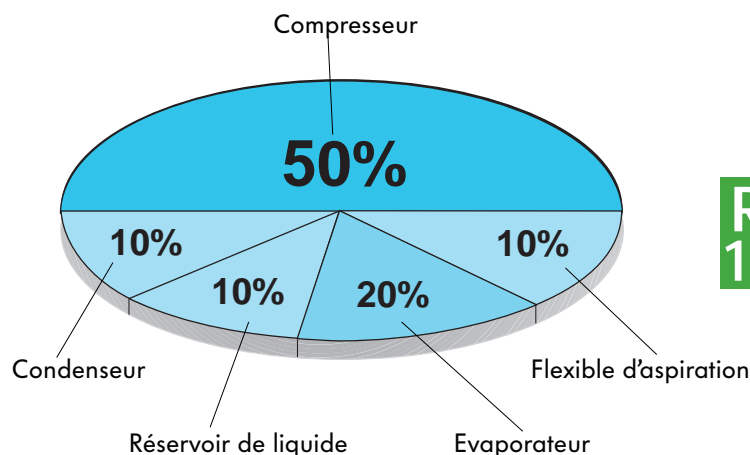
Désignation : PAG = polyalkylène-glycol

Propriétés :

- solubilité élevée avec le réfrigérant
- bon pouvoir lubrifiant
- exempte d'acide
- fortement hygroscopique (absorbe l'eau)
- non miscible avec d'autres huiles

Attention :

- Cette huile ne doit pas être utilisée dans les anciens climatiseurs remplis de réfrigérant R12 étant donné qu'elle n'est pas compatible avec ce type de réfrigérant.



R
134a

Répartition de la quantité d'huile dans le circuit de réfrigérant (approximative)

La capacité d'huile frigorigène varie en fonction de la conception des organes et du type de véhicule considéré.



Remarques importantes :

- Ne pas stocker ouvert (très hygroscopique).
- Toujours fermer le récipient d'huile, refermer immédiatement un bidon entamé en vue de le protéger de la pénétration d'humidité.
- Ne pas réutiliser d'huile frigorigène ayant déjà servi.
- **La mettre au rebut avec les déchets spéciaux.**
En raison de ses propriétés chimiques, l'huile frigorigène ne doit pas être éliminée avec l'huile moteur ou l'huile de boîte.

Technique de refroidissement

Circuit de réfrigérant – Principe

Déroulement du processus de refroidissement et hypothèses techniques

Nous savons que :

Pour refroidir quelque chose, il faut céder de la chaleur.

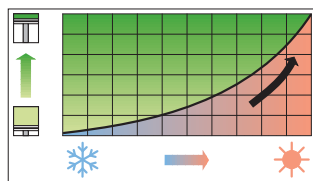
Sur les véhicules automobiles, on utilise dans ce but un système de réfrigération par compression.

Un réfrigérant circule dans un circuit fermé et son état varie en permanence entre liquide et gazeux. Il est :

- comprimé sous forme gazeuse,
- condensé par cession de chaleur,
- évaporé par réduction de pression lors de l'absorption de chaleur.

Il n'est pas produit de froid ; il y a prélèvement de la chaleur de l'air fourni au véhicule.

Déroulement technique



208_071

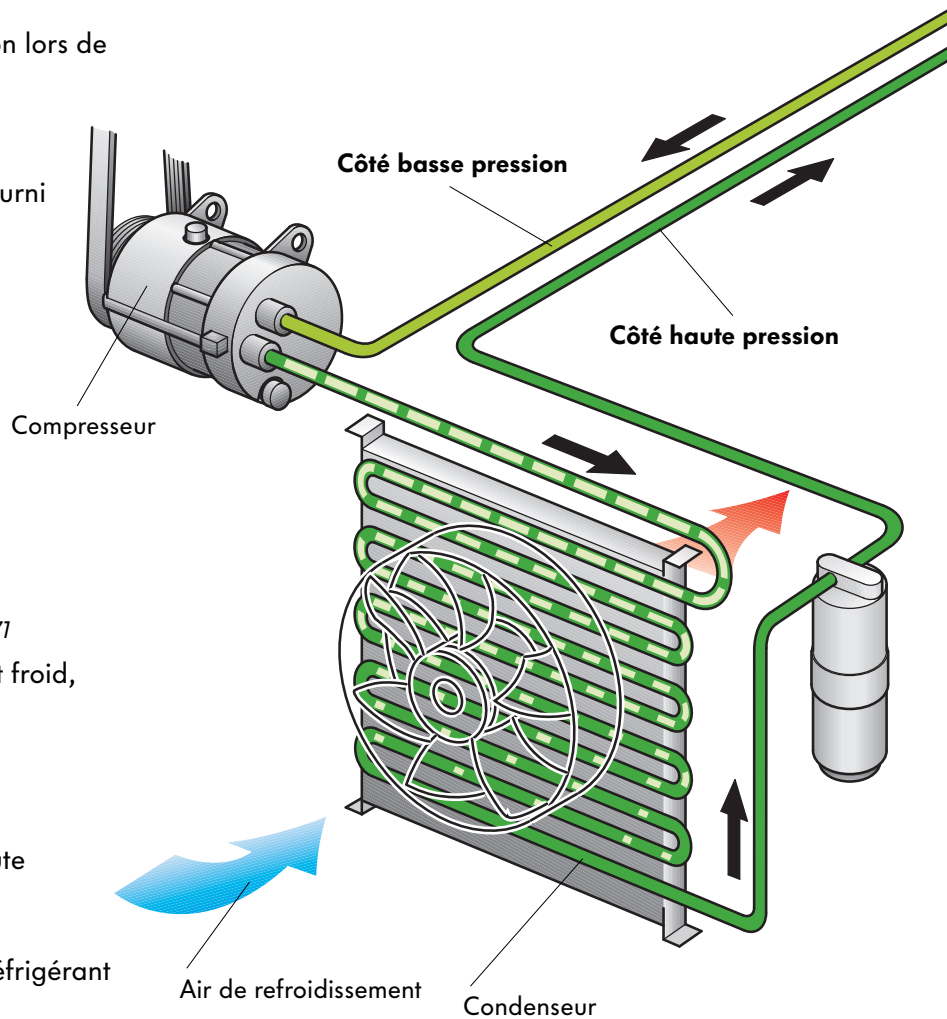
Le **compresseur** aspire le réfrigérant froid, gazeux, à basse pression.

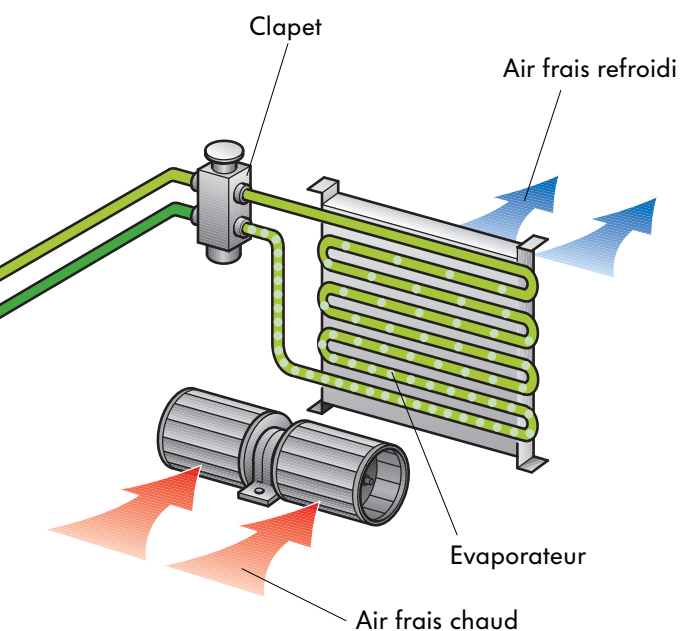
Le réfrigérant est comprimé dans le compresseur et se réchauffe.

Il est pompé dans le circuit (côté haute pression).

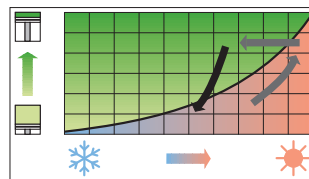


Durant cette phase, le réfrigérant est gazeux, à haute pression à température élevée.





208_004



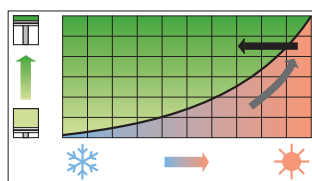
208_073

Le réfrigérant liquide comprimé est alors refoulé en direction d'un étranglement. Il peut s'agir d'un étrangleur ou d'un clapet de détente. Il est à ce niveau pulvérisé dans l'évaporateur, ce qui s'accompagne d'une chute de pression (côté basse pression).

Dans l'**évaporateur**, le réfrigérant liquide pulvérisé se détend et s'évapore. La chaleur d'évaporation requise est prélevée dans l'air frais chaud passant le long des ailettes de l'évaporateur, qui se refroidit. La température dans l'habitacle se rafraîchit.



Durant cette phase, le réfrigérant est à l'état de vapeur à basse pression et basse température.



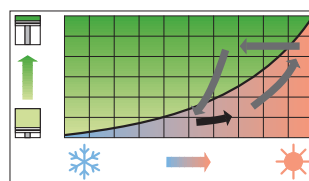
208_072

Le réfrigérant arrive rapidement au **condenseur** (où a lieu sa liquéfaction).

La chaleur du gaz chaud comprimé est alors absorbée dans le condenseur par le flux d'air (vent dû au déplacement du véhicule et soufflante). Lorsqu'il atteint le point de rosée, qui dépend de la pression, le gaz réfrigérant se condense et passe à l'état liquide.



Durant cette phase, donc, le réfrigérant est liquide, à pression élevée et à température moyenne.



208_074

Le réfrigérant, ayant repris une forme gazeuse, sort de l'évaporateur.

Il est réaspiré par le compresseur et le cycle reprend. C'est donc la fin du cycle.

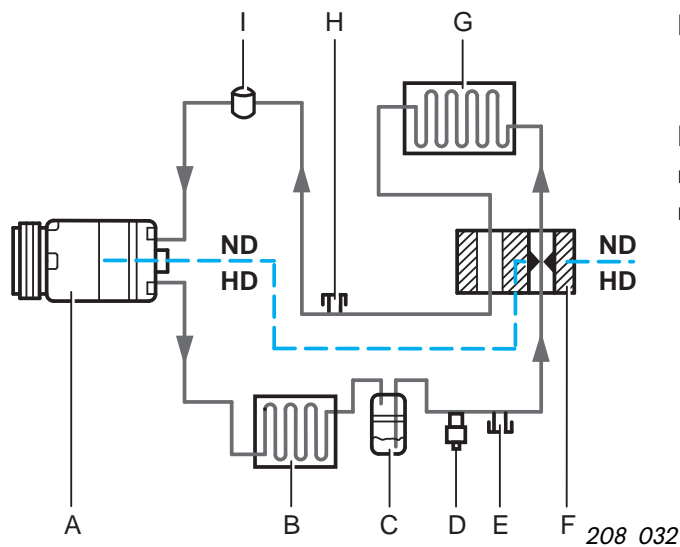


Durant cette phase, le réfrigérant est à nouveau gazeux à basse pression et à basse température.



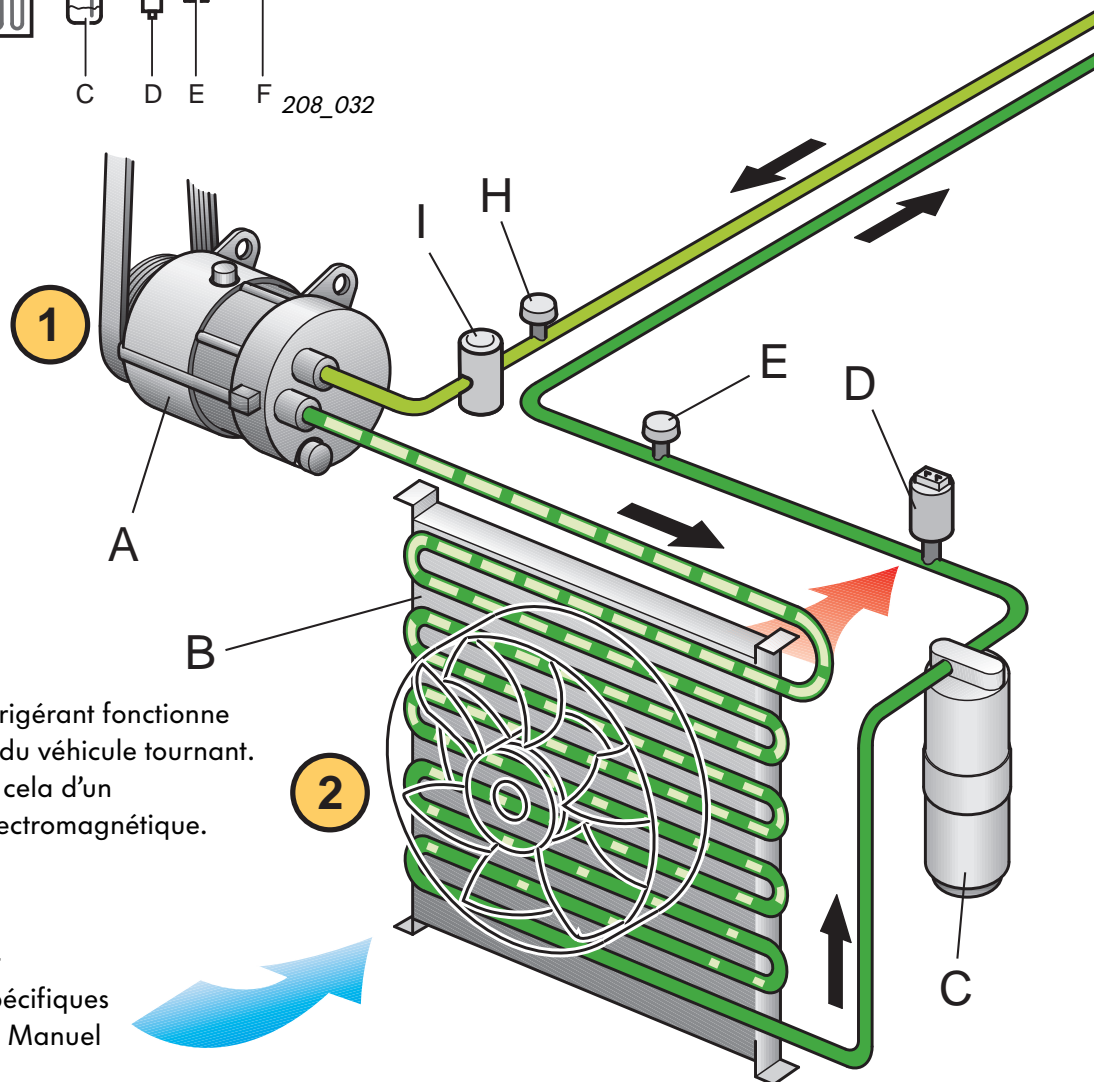
Technique de refroidissement

Circuit de réfrigérant avec clapet de détente



Pression de service HP (HD)= haute pression
BP (ND)= basse pression

Dans les ouvrages techniques, Manuels de réparation par exemple, les composants sont représentés sous forme schématisée.



Le circuit de réfrigérant fonctionne avec le moteur du véhicule tournant. Il est doté pour cela d'un compresseur électromagnétique.



1 MPA = 10 bar
Les valujours spécifiques au véhicule. Cf. Manuel

Pressions et températures dans le circuit (exemple)

1

Compression
à env. 1,4 MPa (14 bar)
Température env. 65 °C

2

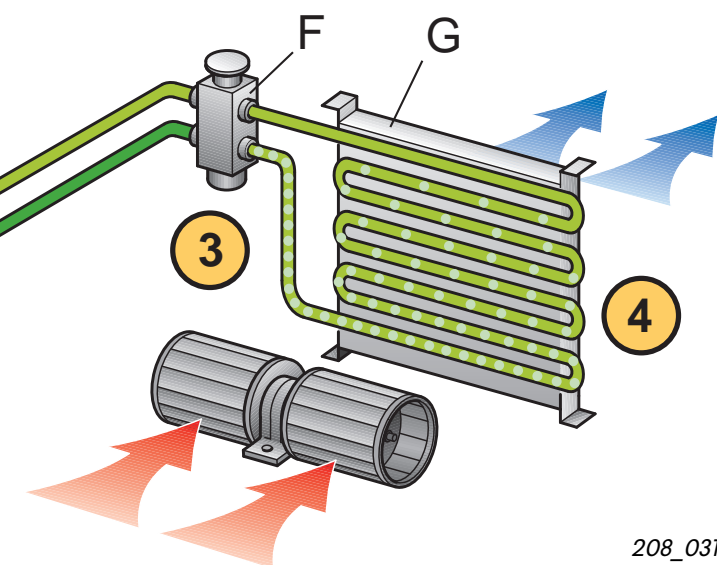
Condensation
Pression env. 1,4 MPa (14 bar)
Refroidissement de 10 °C

Légende



Composants :

- A Compresseur avec coupleur électromagnétique
- B Condenseur
- C Réservoir de liquide avec déshydrateur
- D Contacteur haute pression
- E Raccord SAV haute pression
- F Clapet de détente
- G Evaporateur
- H Raccord SAV basse pression
- I Amortisseur (spécifique au véhicule)



Pour des raisons de sécurité, le circuit de réfrigérant ne doit pas être ouvert.
Si toutefois des réparations sur le véhicule en requièrent l'ouverture, il faut au préalable vidanger le réfrigérant à l'aide d'un appareil de vidange approprié.

208_031

La puissance frigorifique d'un climatiseur automobile est déterminée par les conditions de montage sur le véhicule et la catégorie de véhicule (voiture particulière, utilitaire).

Les composants de A à H existent sur tous les circuits. Suivant la conception et la nécessité, il est possible que l'équipement comporte d'autres raccords SAV, capteurs de température, contacteurs de pression dans les circuits haute et basse pression et vis-bouchons de vidange. La disposition au sein du circuit varie également d'un type de véhicule à l'autre. Certains systèmes sont dotés, en amont du compresseur, d'un amortisseur servant à réduire les vibrations du réfrigérant.

Les pressions et températures dépendent toujours de l'état de service momentané. Les valeurs données ici ne le sont qu'à titre indicatif. Elles sont établies au bout de 20 minutes pour une température ambiante de 20 °C et un régime-moteur de 1500 à 2000/min.

A 20 °C et moteur arrêté, la pression dans le circuit de réfrigérant est de 0,47 MPa (4,7 bar).

Nous allons ci-dessous étudier les composants du circuit de réfrigérant doté d'un clapet de détente (circuit avec étrangleur, cf. page 28).

3

Détente
d'env. 1,4 MPa (14 bar) à env. 0,12 MPa (1,2 bar)
Température d'environ 55 °C à -7 °C

4

Evaporation
Pression env. 0,12 MPa (1,2 bar)
Température env. -7 °C

1

208_033

Technique de refroidissement

Compresseur

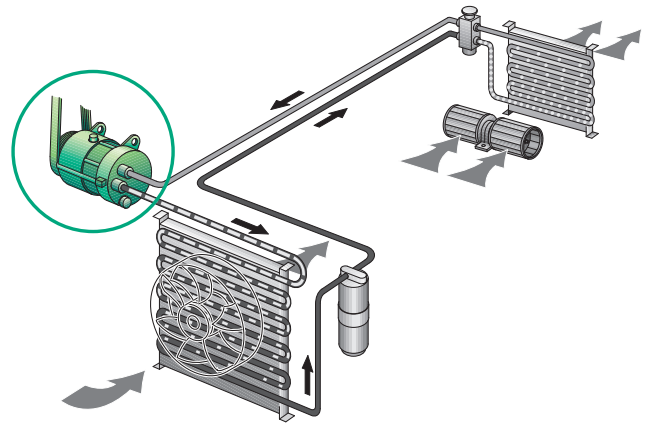
Les compresseurs équipant les systèmes de conditionnement d'air automobiles sont des compresseurs volumétriques lubrifiés. Ils ne fonctionnent que lorsque le climatiseur est en circuit, cette opération étant commandée par un coupleur électromagnétique.

Le compresseur élève la pression du réfrigérant, dont la température augmente.

Sans cette élévation de pression, une détente ultérieure et donc le refroidissement du réfrigérant dans le climatiseur ne seraient pas possibles.

Pour la lubrification, il est fait appel à une huile frigorigène spéciale dont environ 50 % restent dans le compresseur tandis que le reste circule avec le réfrigérant dans le circuit.

Une soupape de sécurité de surpression, généralement montée sur le compresseur, protège le système en cas de pression excessive.



208_028

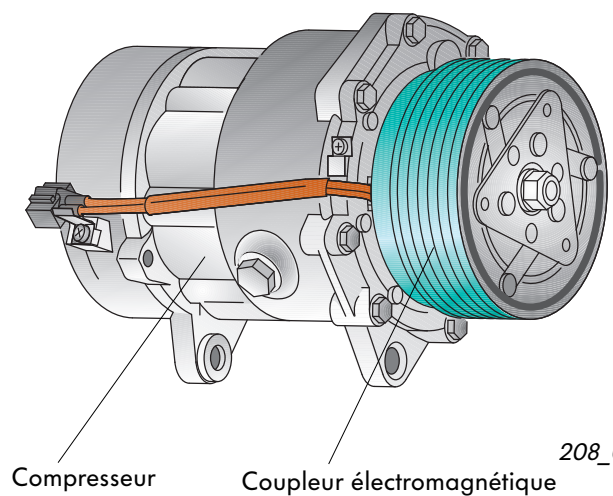
Processus de compression

Le compresseur aspire via l'évaporateur du réfrigérant froid, gazeux et à basse pression.

L'état gazeux est "vital" pour le compresseur, car le réfrigérant liquide ne peut pas être comprimé et détruirait le compresseur (à la façon d'un coup de bélier sur le moteur).

Le compresseur comprime le réfrigérant et le refoule sous forme de gaz chaud en direction du condenseur (côté haute pression du circuit de réfrigérant).

Le compresseur constitue ainsi l'interface entre les côtés basse et haute pression du circuit de réfrigérant.



Compresseur

Coupleur électromagnétique

208_045

Fonctionnement du compresseur

Les compresseurs des climatiseurs fonctionnent selon différents principes :

- compresseur à piston
- compresseur spiral
- compresseur à palettes
- compresseur à disque en nutation

Nous traiterons ici le compresseur à disque en nutation.

Le mouvement rotatif de l'arbre d'entraînement est converti par le disque en nutation en un mouvement axial = course des pistons. Suivant le type, il peut s'agir de 3 à 10 pistons centrés autour de l'arbre d'entraînement. A chaque piston est assigné une soupape d'admission/de pression.

Ces dernières s'ouvrent/se ferment automatiquement selon la cadence de fonctionnement. Le climatiseur est conçu pour le régime maximum du compresseur.

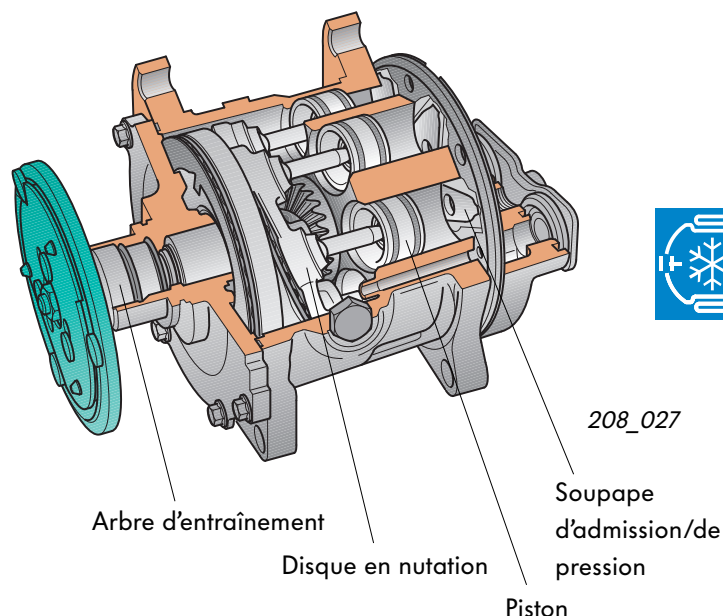
La puissance du compresseur dépend à son tour du régime-moteur.

Des différences de régime du compresseur de 0 à 6000/min peuvent alors se produire.

Cela influe sur le remplissage de l'évaporateur et donc la puissance frigorifique du climatiseur. En vue d'une adaptation aux différents régimes du moteur, à la température ambiante ou aux températures à l'intérieur de l'habitacle sélectionnées par le conducteur - au besoin de réfrigération donc -, on a mis au point des compresseurs à régulation de puissance à volume variable.

Cette variation du volume s'effectue par modification de l'angle du disque en nutation.

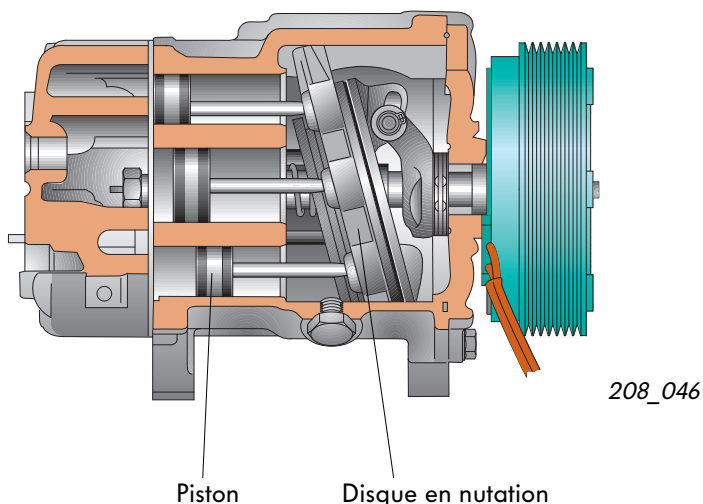
Sur le compresseur à volume constant, l'adaptation au besoin frigorifique est réalisée par mise en et hors circuit périodique à l'aide du coupleur électromagnétique.



Compresseur à disque en nutation - sans autorégulation

Angle du disque en nutation constant

Volume constant



Compresseur à disque en nutation - à autorégulation

Angle du disque en nutation variable

Volume variable

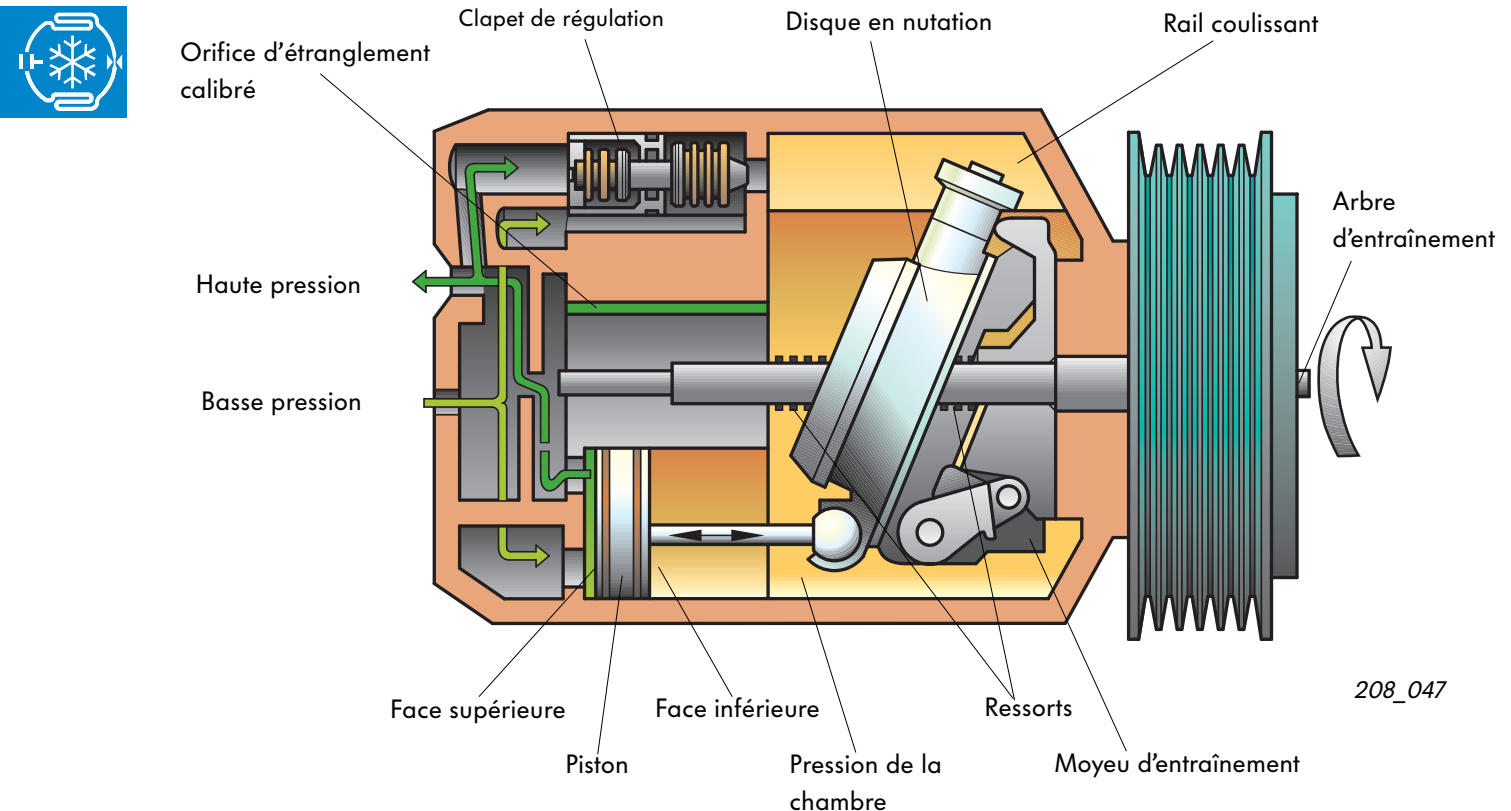


Technique de refroidissement

Le compresseur à autorégulation fonctionne en permanence lorsque le climatiseur est en service

Plage de régulation du compresseur

- ➔ Toutes les positions de régulation entre la butée supérieure (100 %) et la butée inférieure (env. 5 %) sont adaptées par la variation de pression dans la chambre au débit requis.
Le compresseur tourne toujours durant la régulation !



Le mouvement rotatif de l'arbre d'entraînement est transmis au moyeu d'entraînement et converti par le disque en nutation en un mouvement axial des pistons.

Le disque en nutation est guidé dans le sens longitudinal dans un rail coulissant.

La course des pistons et donc le débit sont déterminés par la position oblique variable du disque en nutation.

Position oblique – dépend de la pression dans la chambre et donc des conditions de pression au niveau des faces supérieure et inférieure du piston.

Elle est supportée par des ressorts devant et derrière le disque en nutation.

Pression dans la chambre – est déterminée par la haute et basse pression appliquée au niveau du clapet de régulation ainsi que par l'orifice d'étranglement calibré.

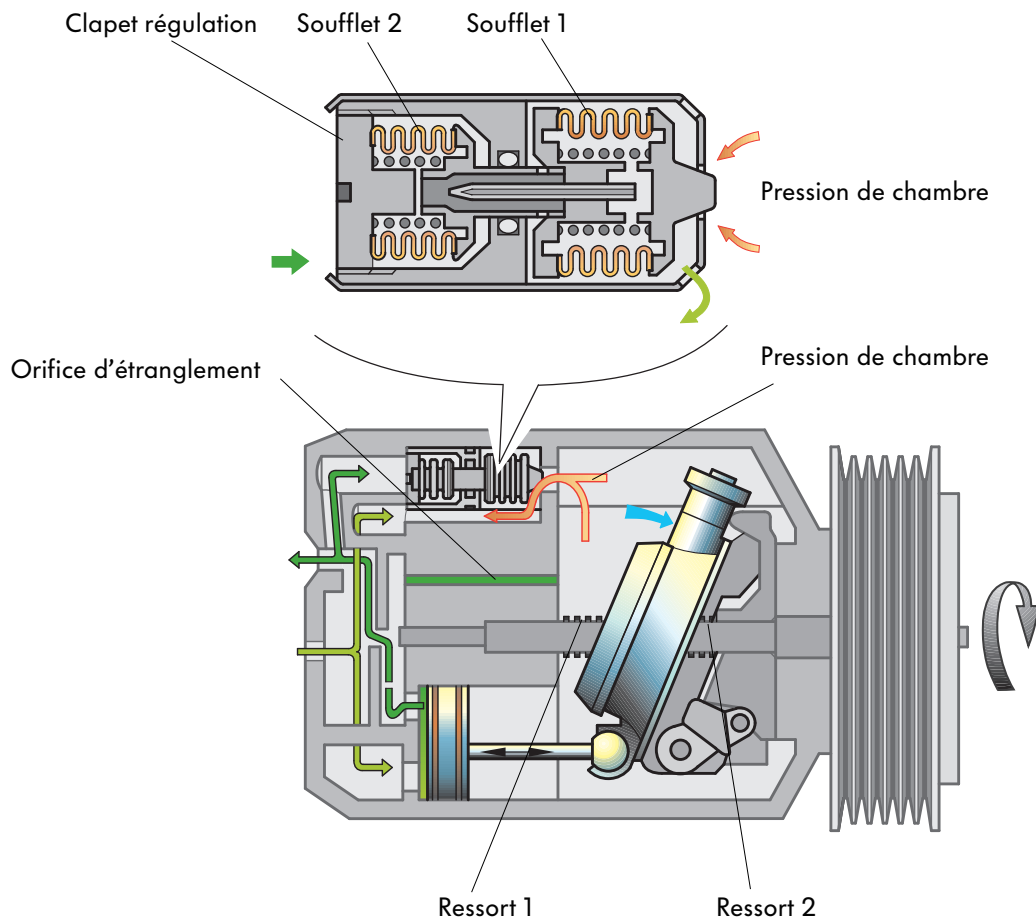
Lorsque le climatiseur est hors circuit, haute pression, basse pression et pression dans la chambre sont identiques.

Les ressorts situés devant et derrière le disque en nutation règlent ce dernier à un débit d'environ 40%.

Un effet secondaire agréable de la régulation de puissance :

L'à-coup de mise en circuit du compresseur, que l'on ressent souvent comme une secousse durant la marche ne se produit pas ici.

Débit important pour une puissance frigorifique élevée - faible pression dans la chambre



208_048



Haute pression



Basse pression

Haute et basse pression relativement élevées.

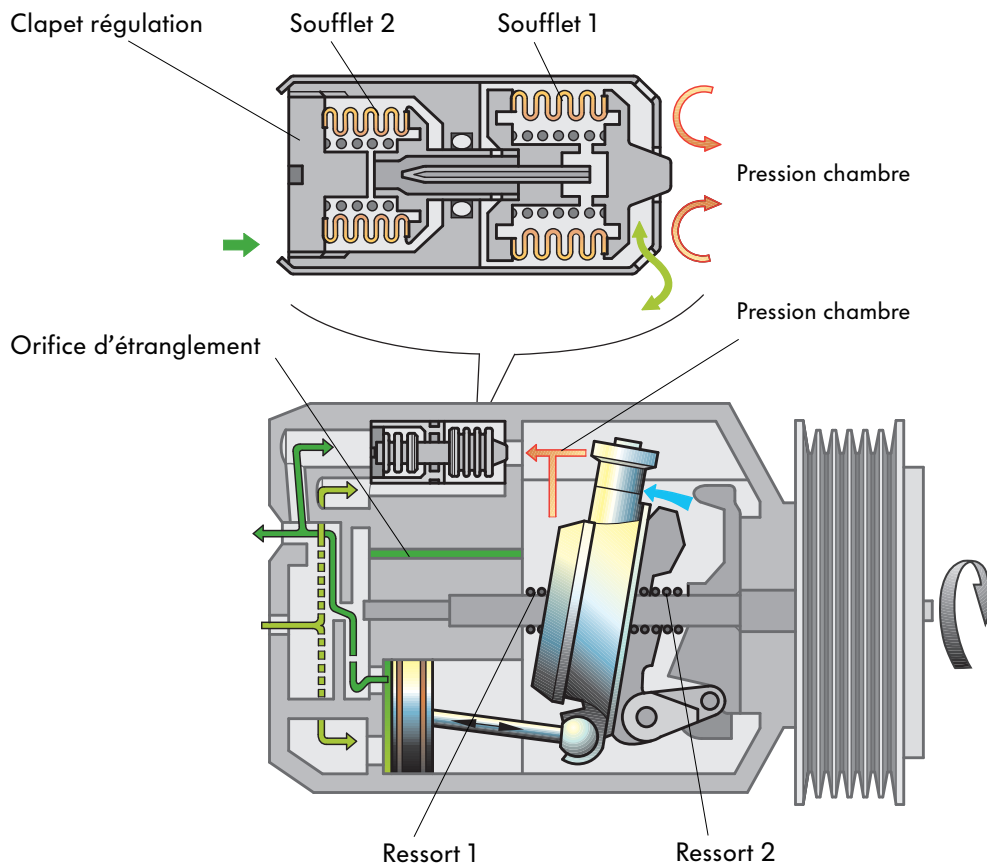
- Soufflet 2 comprimé par la haute pression.
- Soufflet 1 également comprimé par la basse pression relativement élevée.
- Le clapet de régulation s'ouvre. La pression de la chambre est éliminée par le côté basse pression.

- La force combinée de la basse pression sur les faces supérieures des pistons et de la force du ressort 1 dépasse la force combinée de la pression de la chambre sur les faces inférieures des pistons et de la force du ressort 2.

➔ La position oblique du disque en nutation augmente
= course importante et débit élevé

Technique de refroidissement

Faible débit et puissance frigorifique réduite - pression élevée dans la chambre



208_049

Haute pression

Basse pression

Haute et basse pression relativement faibles.

- Le soufflet 2 se détend.
- Le soufflet 1 se détend également du fait de la basse pression relativement faible.
- Le clapet de régulation se ferme.
Le côté basse pression est fermé par rapport à la pression de la chambre.
- La pression de la chambre augmente via l'orifice d'étranglement calibré.
- La force combinée de la basse pression sur la face supérieure du piston et de la force du ressort 1 devient plus faible que la force combinée de la pression de la chambre sur les faces inférieures de piston et de la force du ressort 2.
- ➔ La position oblique du disque en nutation diminue
= faible course et faible débit.

Coupleur électromagnétique

Le coupleur électromagnétique établit la liaison de l'entraînement entre le compresseur et le moteur du véhicule à moteur tournant.

Constitution

Le coupleur se compose de

- Poulie avec palier
- Plaque-ressort avec moyeu
- Bobine électromagnétique

Le moyeu de la plaque-ressort est monté de manière fixe sur l'arbre d'entraînement du compresseur. La poulie est fixée sur le carter du compresseur, en sortie de l'arbre, et peut tourner. La bobine électromagnétique est solidaire du carter du compresseur. Il existe un interstice "A" entre plaque-ressort et poulie.

Fonctionnement

Le moteur du véhicule entraîne la poulie (flèche) via la courroie trapézoïdale à nervures. Elle est également entraînée avec le compresseur hors circuit.

Lorsque le compresseur est mis à son tour en circuit, il y a application d'une tension au niveau de la bobine électromagnétique. Un champ de force est créé. Ce dernier attire la plaque-ressort sur la poulie en rotation (l'interstice "A" est comblé) et établit une liaison d'adhérence entre poulie et arbre d'entraînement du compresseur. Le compresseur est lui aussi entraîné. Il tourne jusqu'à ce que le circuit électrique allant à la bobine magnétique soit interrompu. La plaque-ressort est alors écartée de la poulie par des ressorts. La poulie tourne maintenant sans entraîner l'arbre du compresseur.

Schéma - coupleur hors circuit

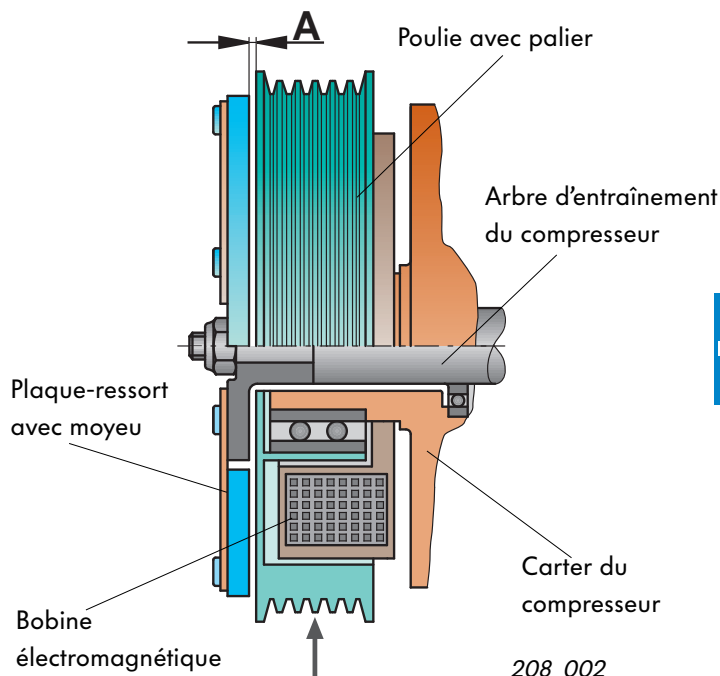
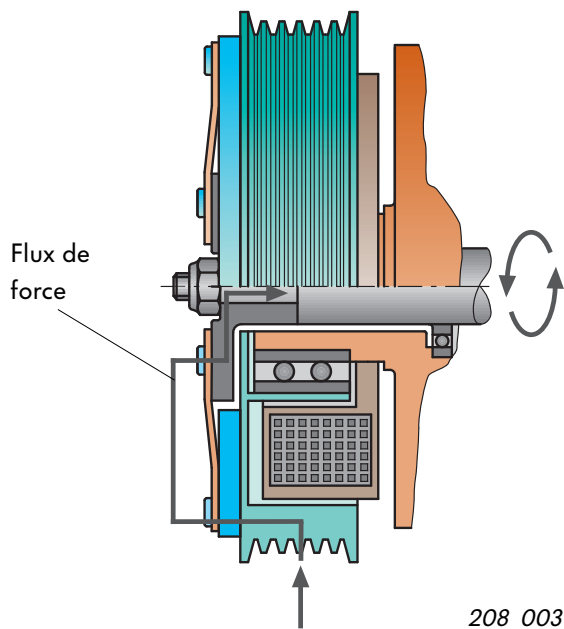


Schéma - coupleur en circuit



Pour les conditions de mise en et hors circuit du compresseur – Cf. régulation du fonctionnement d'un climatiseur.



Technique de refroidissement

Condenseur

Le condenseur constitue le “radiateur” du climatiseur.

Constitution du condenseur

Il est constitué d'un tube en forme de serpentín et garni de lamelles. Cela permet d'obtenir une surface de refroidissement importante et une bonne transition de chaleur.

Le condenseur est, après mise en circuit du climatiseur, refroidi par le ventilateur de radiateur en vue d'assurer la circulation dans le circuit de réfrigérant. Il est toujours monté en amont du radiateur.

Cela permet d'augmenter le rendement du condenseur.

L'échange de chaleur dans le condenseur s'effectue par refroidissement de l'air. Le refroidissement est obtenu par le vent dû à la marche du véhicule et le ventilateur du radiateur – ainsi que, suivant la version, par un ventilateur supplémentaire. Le ventilateur se met généralement à tourner lorsque l'on met le climatiseur en circuit. L'action du contacteur de pression G65 constitue une exception ; dans ce cas, la mise en circuit est temporisée et a lieu selon une pression donnée.

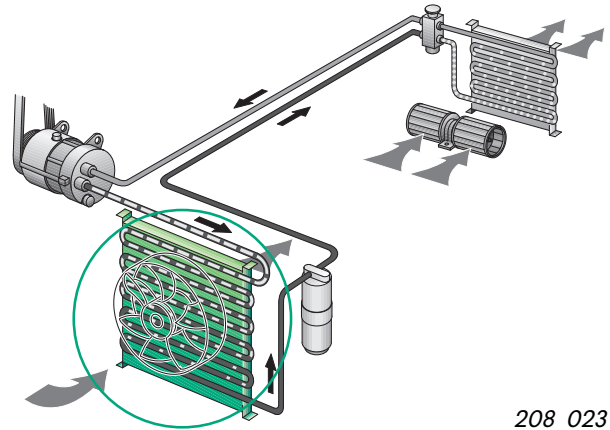
Des impuretés au niveau du condenseur réduisent le débit d'air, ce qui peut avoir des influences néfastes sur le pouvoir réfrigérant comme sur le refroidissement du moteur.

Fonctionnement

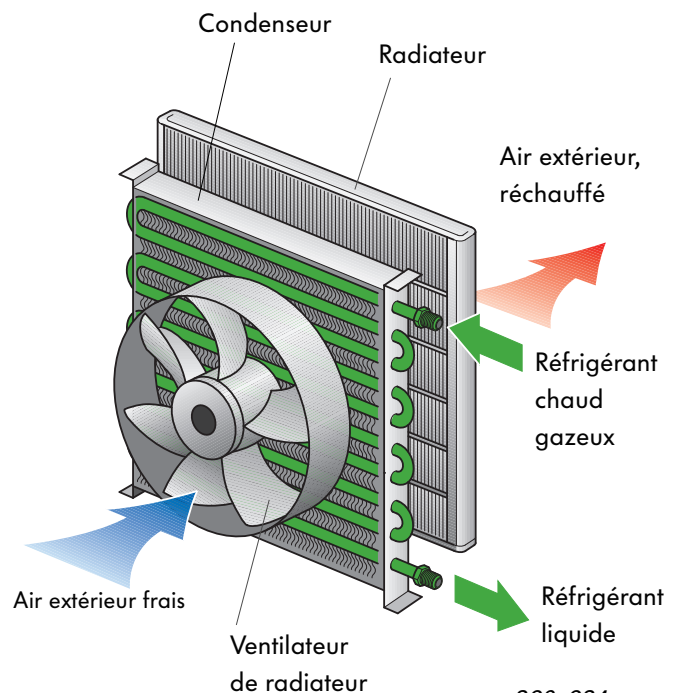
Du réfrigérant chaud sous forme gazeuse, à une température se situant entre 50 et 70 °C, rentre par le haut du condenseur.

Les tubes et ailettes du condenseur absorbent la chaleur. De l'air extérieur frais est dirigé au-dessus du condenseur, il absorbe la chaleur et le réfrigérant gazeux est refroidi.

Lors du refroidissement, le réfrigérant se condense à une température donnée et passe à l'état liquide. Il s'écoule sous forme liquide par le bas du condenseur.



208_023



208_024



La fonction du condenseur est de “liquéfier” le réfrigérant.

Réservoir de liquide et déshydrateur

Le réservoir de liquide sert, dans le circuit de réfrigérant équipé d'un clapet de détente, de vase d'expansion et de réservoir de réfrigérant.

En cas de conditions de services différentes telles que sollicitation due à la chaleur au niveau de l'évaporateur et du condenseur, régime du compresseur, la quantité de réfrigérant pompée dans le circuit varie.

Le réservoir de liquide est incorporé dans le circuit en vue de compenser ces variations.

Le déshydrateur se charge de la liaison chimique de l'humidité qui a pénétré dans le circuit de réfrigérant durant le montage.

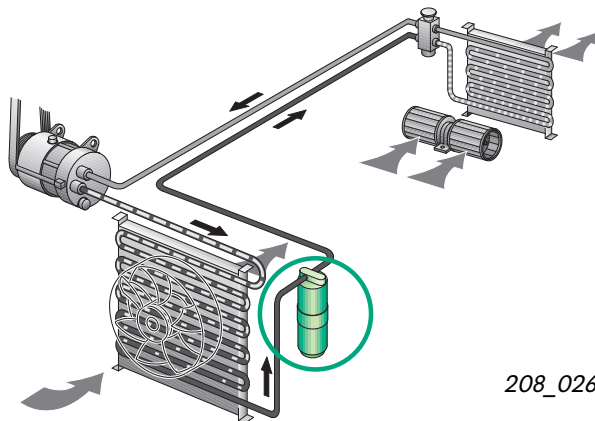
Suivant la version, il peut absorber de 6 à 12 g d'eau. La quantité absorbée dépend de la température. Elle augmente lorsque la température baisse. Les particules métalliques provenant du compresseur, des impuretés venant du montage et autres s'y déposent également.

Fonctionnement

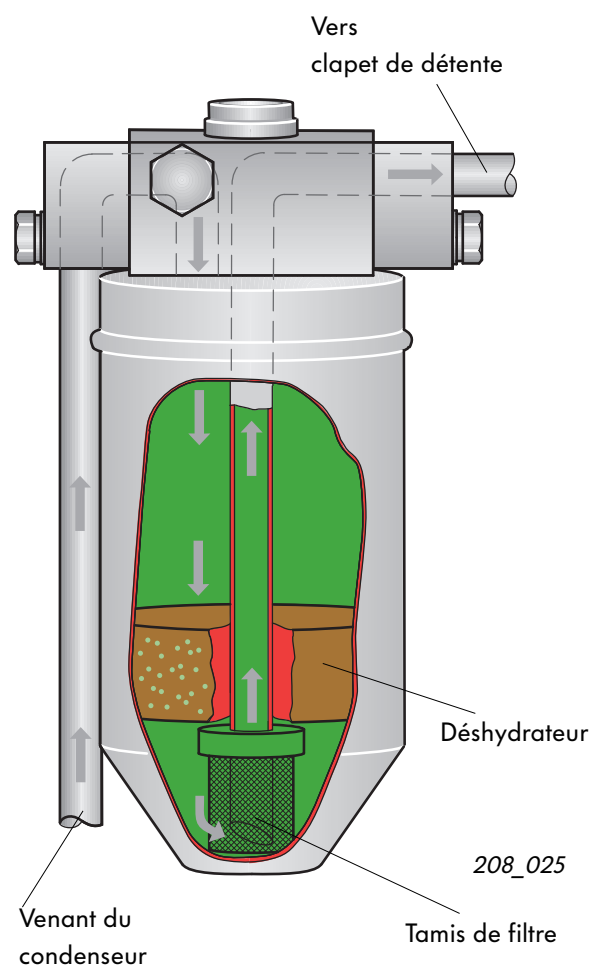
Le réfrigérant liquide en provenance du condenseur pénètre latéralement dans le réservoir. Il y est collecté, traverse le déshydrateur et s'écoule en passant par le tube montant en un flux continu, sans interruption et exempt de bulles, en direction du clapet de détente.



Le réservoir de liquide doit être remplacé à chaque fois que l'on ouvre le circuit de réfrigérant. Il faut, avant repose, le maintenir fermé aussi longtemps que possible pour que l'absorption de l'humidité de l'air ambiant par le déshydrateur reste aussi faible que possible.



208_026



208_025

Technique de refroidissement

Clapet de détente

Le clapet de détente est l'endroit où le réfrigérant se détend dans l'évaporateur et refroidit ce dernier. Il constitue la séparation entre côté haute pression et côté basse pression dans le circuit de réfrigérant.

Le clapet de détente permet de réguler le flux de réfrigérant dans l'évaporateur – en fonction de la température de la vapeur de réfrigérant à la sortie de l'évaporateur.

Dans l'évaporateur, la détente du réfrigérant n'a lieu que pour la quantité nécessaire au maintien d'un "climat froid" homogène dans l'évaporateur.

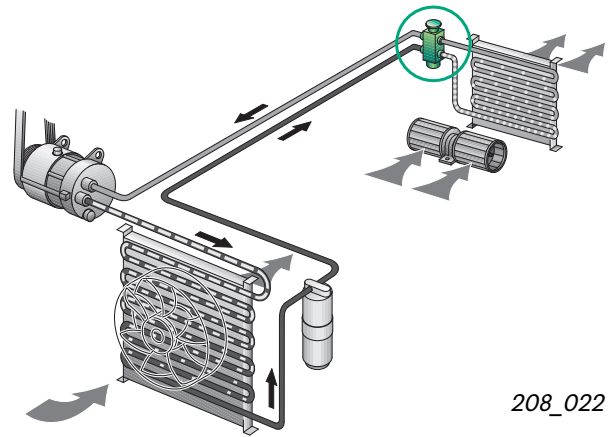
Régulation

Le flux de réfrigérant est commandé par le clapet de détente en fonction de la température.

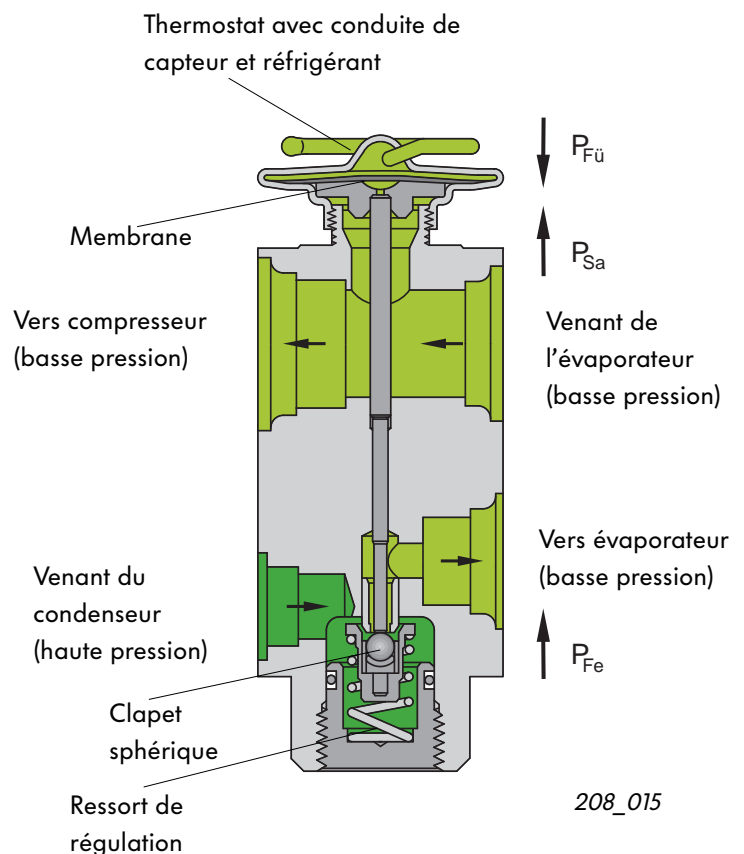
- Si la température du réfrigérant quittant l'évaporateur augmente, le réfrigérant se dilate dans le thermostat. Le passage de réfrigérant au niveau du clapet sphérique, en direction de l'évaporateur, augmente.
- Si la température du réfrigérant quittant l'évaporateur baisse, le volume de réfrigérant dans le thermostat diminue. Le passage de réfrigérant en direction de l'évaporateur au niveau du clapet sphérique est réduit.

Le clapet de détente thermostatique exploite l'interaction de 3 forces :

1. La pression dans le câble du capteur dépend de la température du réfrigérant fortement réchauffé. Elle joue le rôle de force d'ouverture ($P_{Fü}$) agissant sur la membrane.
2. La pression de l'évaporateur (P_{Sa}) agit dans le sens contraire sur la membrane.
3. La pression du ressort de régulation (P_{Fe}) agit dans le même sens que la pression de l'évaporateur.



208_022



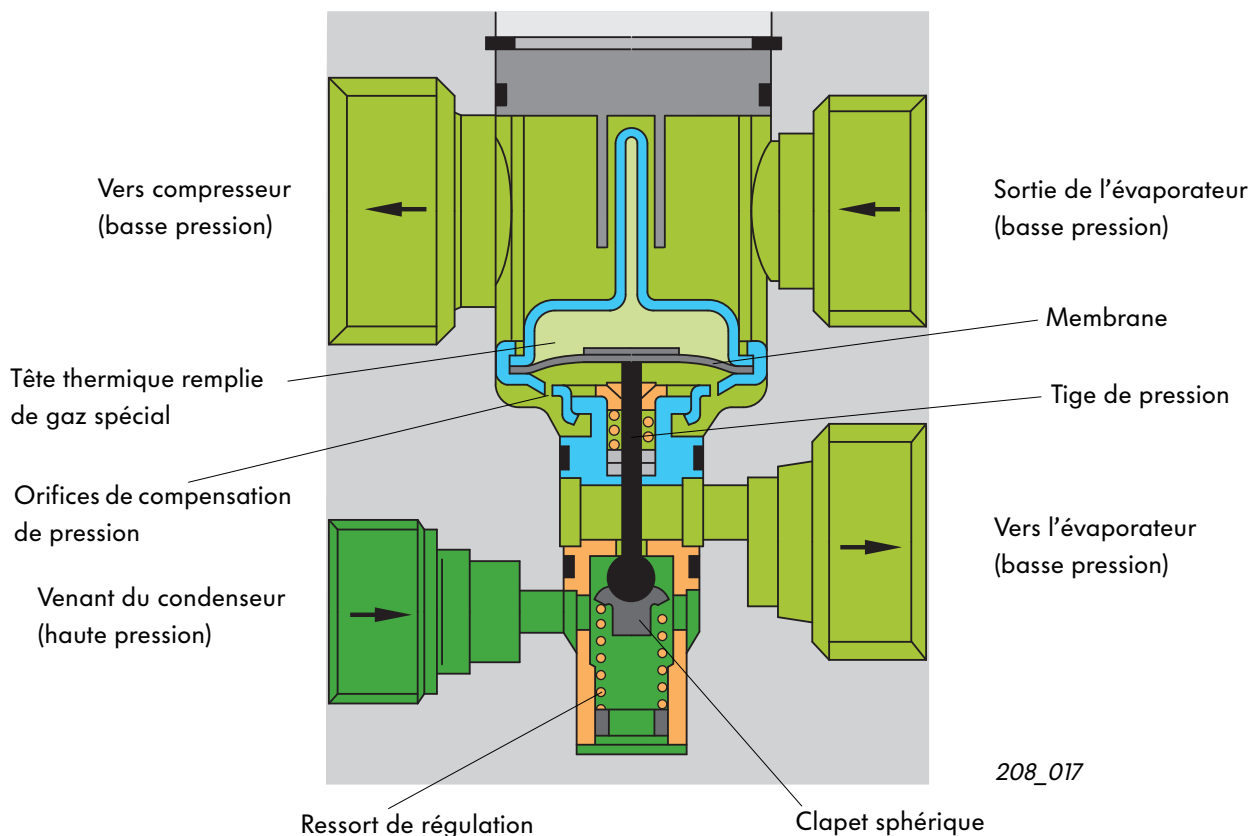
208_015



Les clapets de détente sont réglés et ne doivent pas être modifiés.
Ne pas plier la conduite de capteur, remplie d'un gaz spécial.

Clapet de détente – nouvelle génération

Il est également monté entre les côtés haute et basse pression du circuit de réfrigérant, directement en amont de l'évaporateur.



La commande du clapet de détente est assurée thermiquement. Il dispose d'une unité de régulation avec tête thermique et clapet sphérique.

Dans la tête thermique, un côté de la membrane 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). Le clapet sphérique est actionné par une tige de pression.

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

Le clapet de détente est toujours monté avec une isolation thermique.



L'absence d'isolation thermique au niveau du clapet provoque une variation de la caractéristique de réglage définie.



Technique de refroidissement



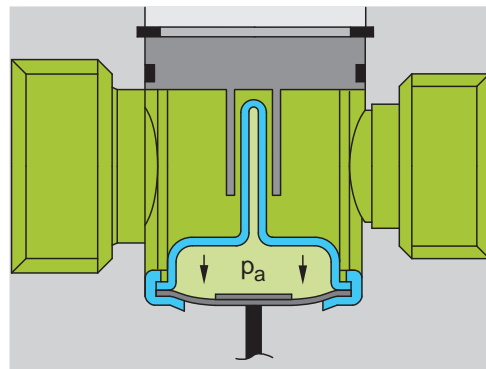
Par augmentation de la sollicitation de refroidissement - température plus élevée au niveau de la sortie de l'évaporateur d'où augmentation de pression (p_a) du gaz contenu dans la tête thermique

La section du clapet sphérique se trouve augmentée par la membrane et la tige de pression.

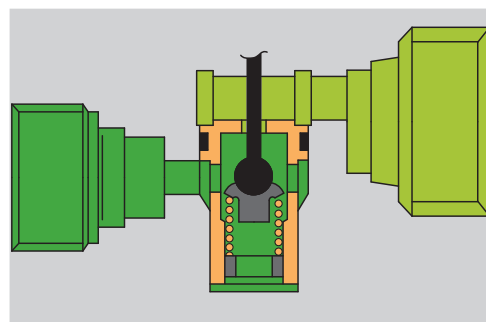
Du réfrigérant s'écoule en direction de l'évaporateur et absorbe de la chaleur lors de la transition entre haute-basse pression
Il y a absorption de la chaleur de l'air traversant l'évaporateur.

Si la température du réfrigérant en sortie de l'évaporateur baisse, le débit en direction de l'évaporateur est à nouveau réduit.

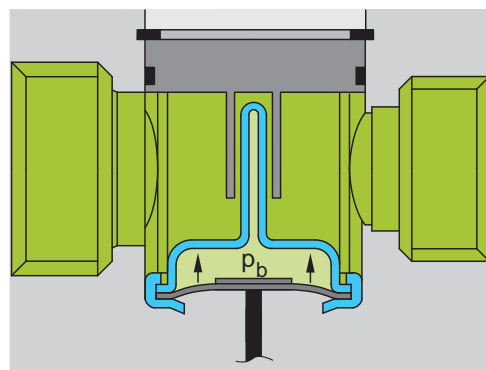
La section du clapet sphérique et donc le débit allant à l'évaporateur sont réduits à nouveau.



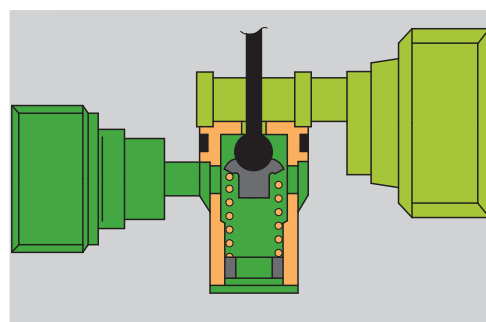
208_018



208_019



208_020



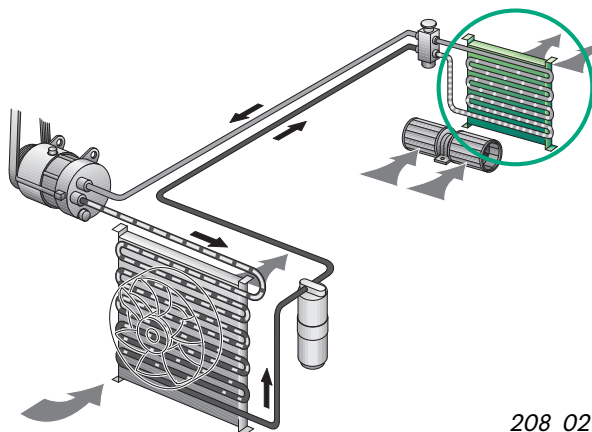
208_021

Le rapport entre les ouvertures du clapet est fonction de la température au niveau de la sortie de l'évaporateur (basse pression).
La compensation de pression est régulée.

Evaporateur

L'évaporateur fonctionne selon le principe d'un échangeur de chaleur.

Il fait partie du système de climatisation monté dans le caisson d'eau. Lorsque le climatiseur est en circuit, la chaleur de l'air circulant entre les ailettes de l'évaporateur froid est absorbée. Cet air est alors refroidi, séché et nettoyé.



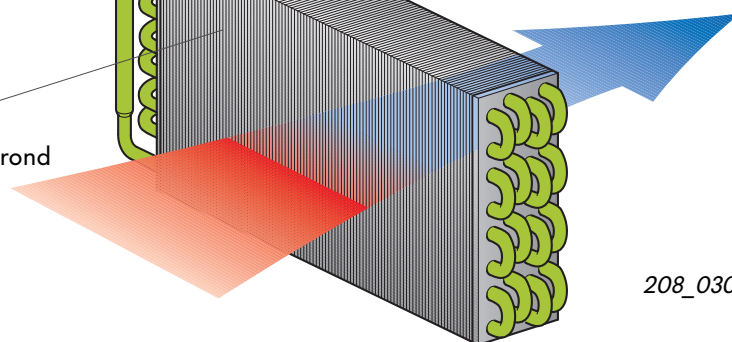
208_029



Retour du réfrigérant (gaz)

Arrivée du réfrigérant (vapeur)

Evaporateur à tube rond



208_030

Fonctionnement

Le réfrigérant libéré par le clapet de détente est détendu dans l'évaporateur, qui se refroidit alors fortement.

Il est transformé en gaz par ébullition.

Lors de l'ébullition dans l'évaporateur, les températures sont nettement inférieures au point de congélation de l'eau.

Le réfrigérant prélève dans son environnement la chaleur nécessaire à l'évaporation – dans l'air traversant l'évaporateur.

Cet air "refroidi" est acheminé dans l'habitacle.

L'humidité de l'air refroidi se dépose dans l'évaporateur aux endroits où la température est inférieure au point de rosée, ce qui revient à dire qu'il se condense. De l'eau de condensation est produite.

L'air est "séché".

Le climat dans l'habitacle s'en trouve optimisé et l'on obtient rapidement un air sain.

Les particules en suspension contenues dans l'air se déposent elles aussi avec l'humidité sur l'évaporateur.

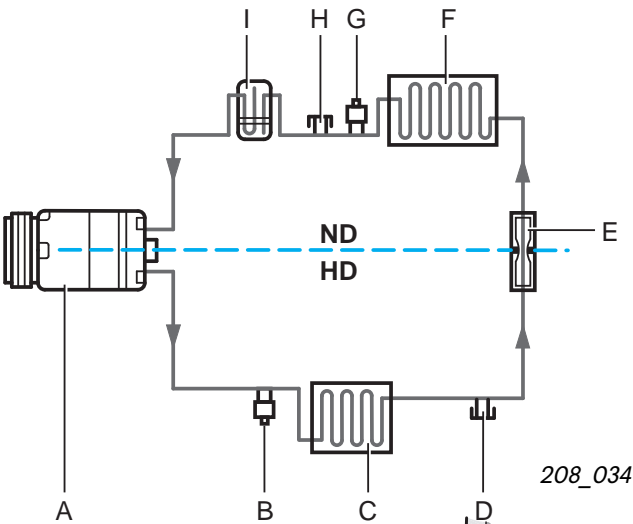
L'évaporateur "épure" aussi l'air.



Des flaques d'eau éventuelles sous un véhicule en stationnement (eau de condensation) ne sont donc pas l'indice d'une anomalie.

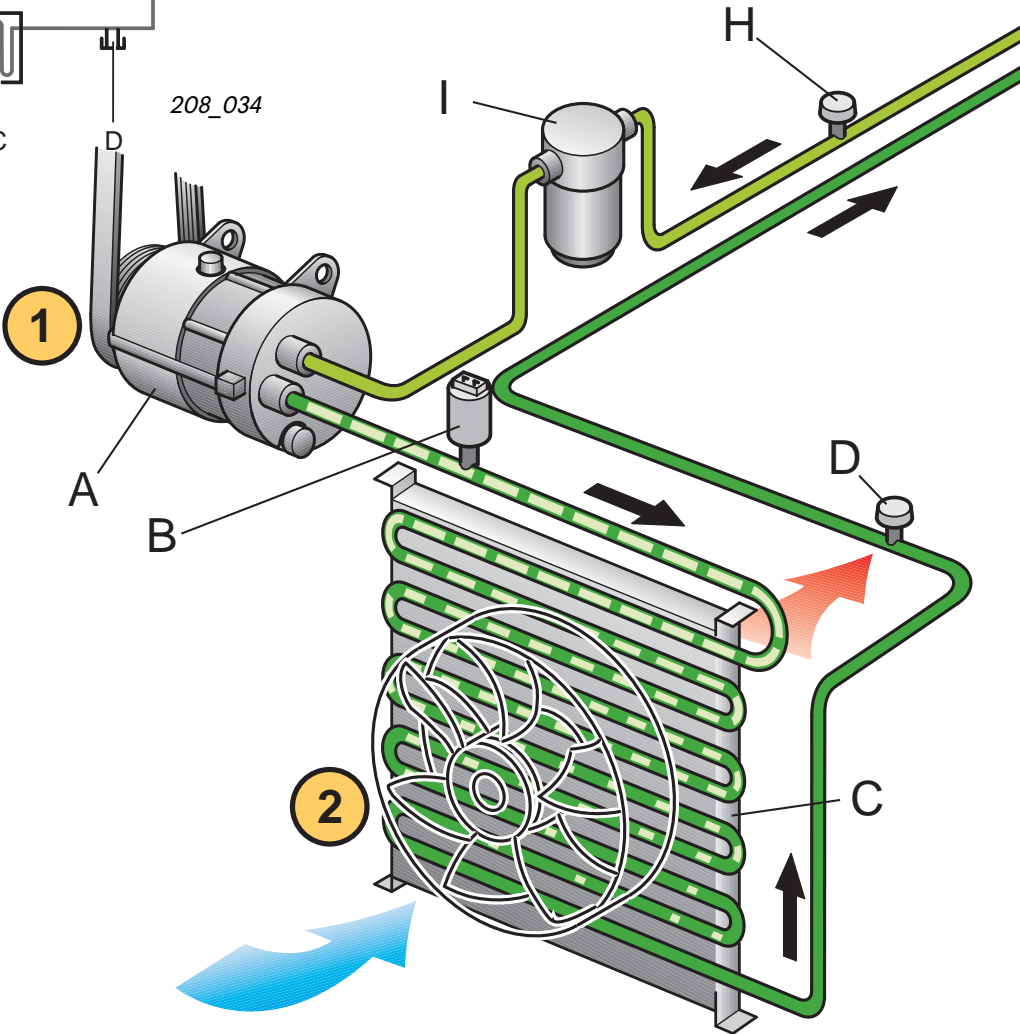
Technique de refroidissement

Circuit de réfrigérant avec étrangleur



Pression de service HP (HD) = haute pression
 BP (ND) = basse pression

Représentation schématique d'un circuit de réfrigérant avec étrangleur



1 MPa = 10 bar

Pressions et températures dans le circuit

1

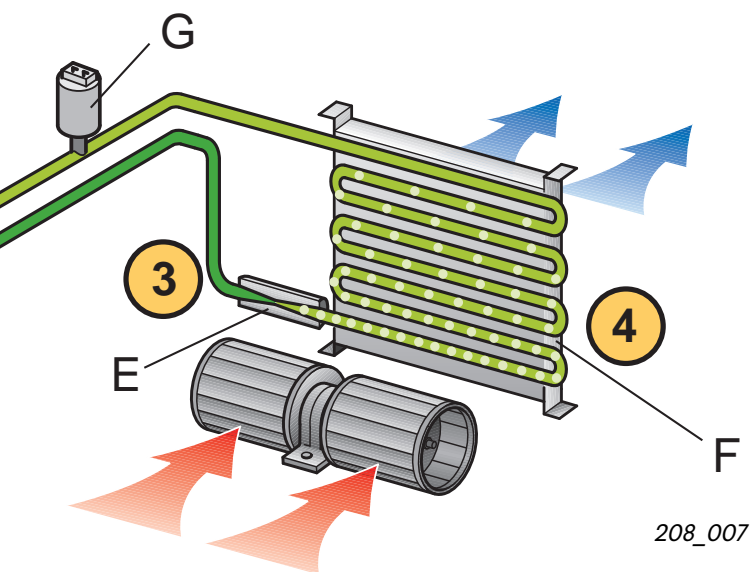
Compression
 Pression jusqu'à 2 MPa (20 bar)
 Température jusqu'à 70 °C

2

Condensation
 Pression jusqu'à 2 MPa (20 bar)
 Refroidissement d'env. 10 °C

Légende

	haute pression
	basse pression



Composants :

- A Compresseur avec coupleur électromagnétique
- B Contacteur de basse pression
- C Condenseur
- D Raccord SAV haute pression
- E Etrangleur
- F Evaporateur
- G Contacteur basse pression
- H Raccord SAV basse pression
- I Collecteur



La vaporisation du réfrigérant liquide dans l'évaporateur est assurée, à la différence du circuit avec clapet de détente, par un étrangleur.

Sur les climatiseurs à régulation par étrangleur, un collecteur est monté côté basse pression à la place du réservoir de liquide côté haute pression.

Il sert de réservoir et de protection pour le compresseur (coup de bélier). Cf. page 31.

Tous les autres composants sont identiques à ceux du circuit avec clapet de détente.

Suivant la conception et la nécessité, d'autres raccords SAV ou capteurs remplissant des fonctions de surveillance peuvent être incorporés dans le circuit.

Les pressions et températures dépendent de l'état de marche momentané. Les valeurs indiquées s'établissent suivant la température extérieure après une période donnée (cf. Manuel de réparation).

3

Détente
de 2 MPa (20 bar) à > 0,15 MPa (1,5 bar)
Température de 60 °C à > -4 °C

4

Evaporation
Pression jusqu'à > 0,15 MPa (1,5 bar)
Température > -4 °C

1

208_033

Technique de refroidissement

Etrangleur

L'étrangleur est un rétrécissement dans le circuit de refroidissement, directement en amont de l'évaporateur. Ce rétrécissement "étrangle" le débit de réfrigérant.

En amont de l'étrangleur, le réfrigérant à pression élevée est chaud.

Lors du passage par l'étrangleur, il se produit une chute rapide de pression.

Le réfrigérant devient froid à faible pression.

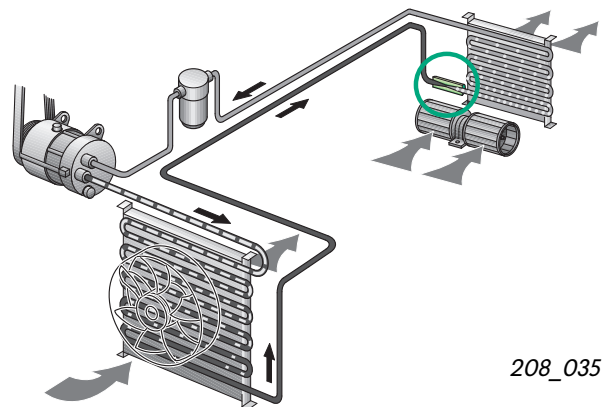
L'étrangleur constitue ainsi la "séparation" entre côtés haute et basse pression dans le circuit de réfrigérant. Un étanchement garantit que le réfrigérant ne traverse l'étrangleur qu'au niveau du rétrécissement.

Objectifs

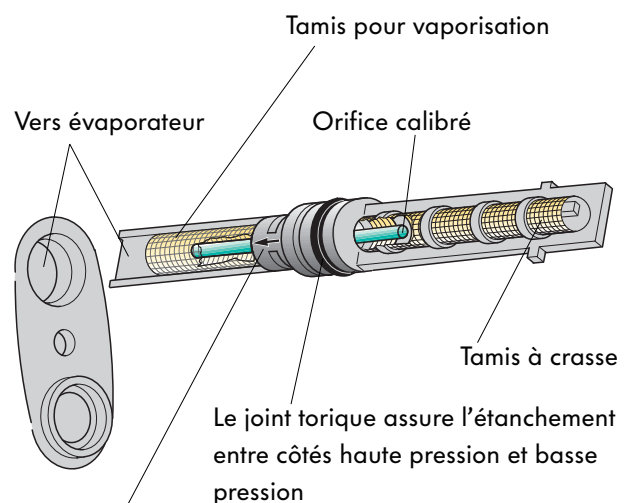
- Détermination du débit de réfrigérant. Cela est assuré par l'alésage calibré. Une quantité de réfrigérant correspondant à la pression peut le traverser.
- Maintien de la pression avec le compresseur tournant côté haute pression du circuit de réfrigérant et donc de l'état liquide du réfrigérant.
- Une chute de pression se produit dans l'étrangleur. En raison d'une évaporation partielle du réfrigérant, un refroidissement a lieu avant l'entrée dans l'évaporateur.
- Vaporisation du réfrigérant.

L'étrangleur est équipé, avant le rétrécissement, d'un tamis anti-encrassement.

En aval du rétrécissement, il y a un tamis pour vaporisation du réfrigérant avant qu'il n'arrive dans l'évaporateur.



208_035



208_016



Tenir compte de la position de montage !
La flèche sur l'étrangleur est orientée vers l'évaporateur.

Collecteur

Sur les climatiseurs avec étrangleur, le collecteur est logé côté basse pression. Il est installé en un endroit chaud du moteur (post-évaporation).

Il sert de vase d'expansion et de réservoir pour le réfrigérant et l'huile frigorigène ainsi que de protection pour le compresseur.

Le réfrigérant gazeux venant de l'évaporateur pénètre dans le réservoir. Si des traces d'humidité se trouvent dans le réfrigérant, elles sont liées dans le déshydrateur intégré.

Le gaz réfrigérant se rassemble en haut, dans la zone du capuchon plastique et est aspiré via le tube en U par le compresseur sous une forme gazeuse garantie.

Ce système permet ainsi d'être sûr que seul du réfrigérant gazeux et pas de gouttelettes de liquide est aspiré par le compresseur ; la protection du compresseur est assurée.

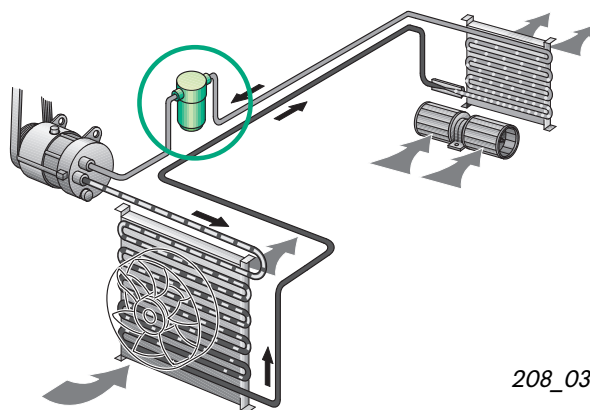
L'huile frigorigène s'accumule dans le fond du collecteur.

Le gaz réfrigérant aspiré par le compresseur absorbe de l'huile frigorigène par un orifice pratiqué dans le tube en U.

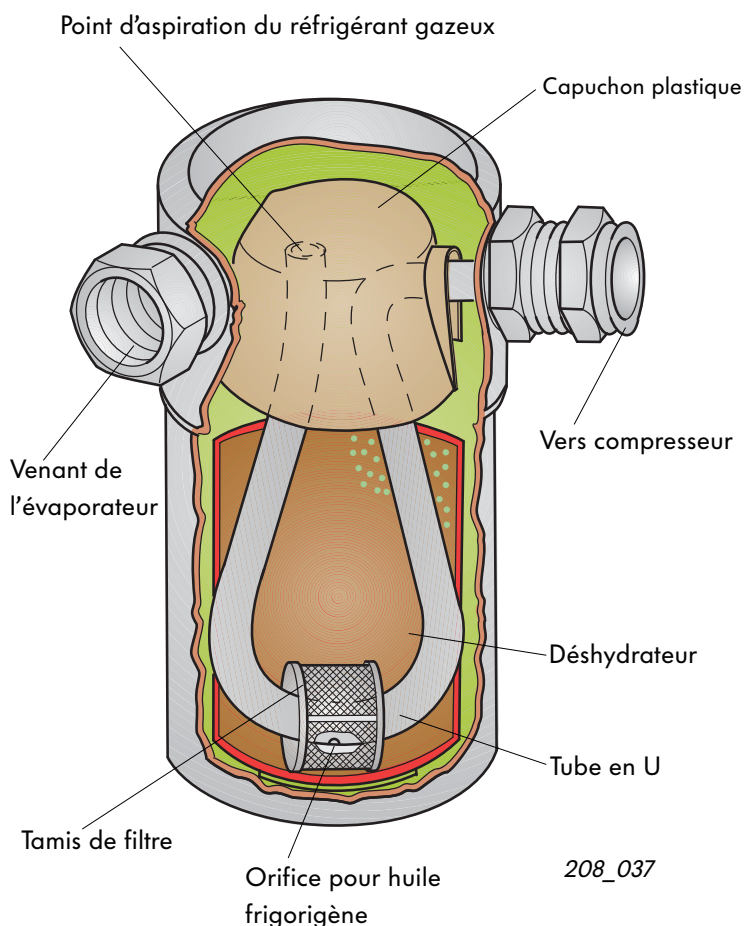
Un tamis de filtre évite que de l'huile frigorigène chargée d'impuretés ne puisse pénétrer par l'orifice.



Il faut, avant sa repose, maintenir le collecteur fermé aussi longtemps que possible (obturateurs sur les raccords) de façon à réduire l'absorption de l'humidité de l'air ambiant par le déshydrateur.

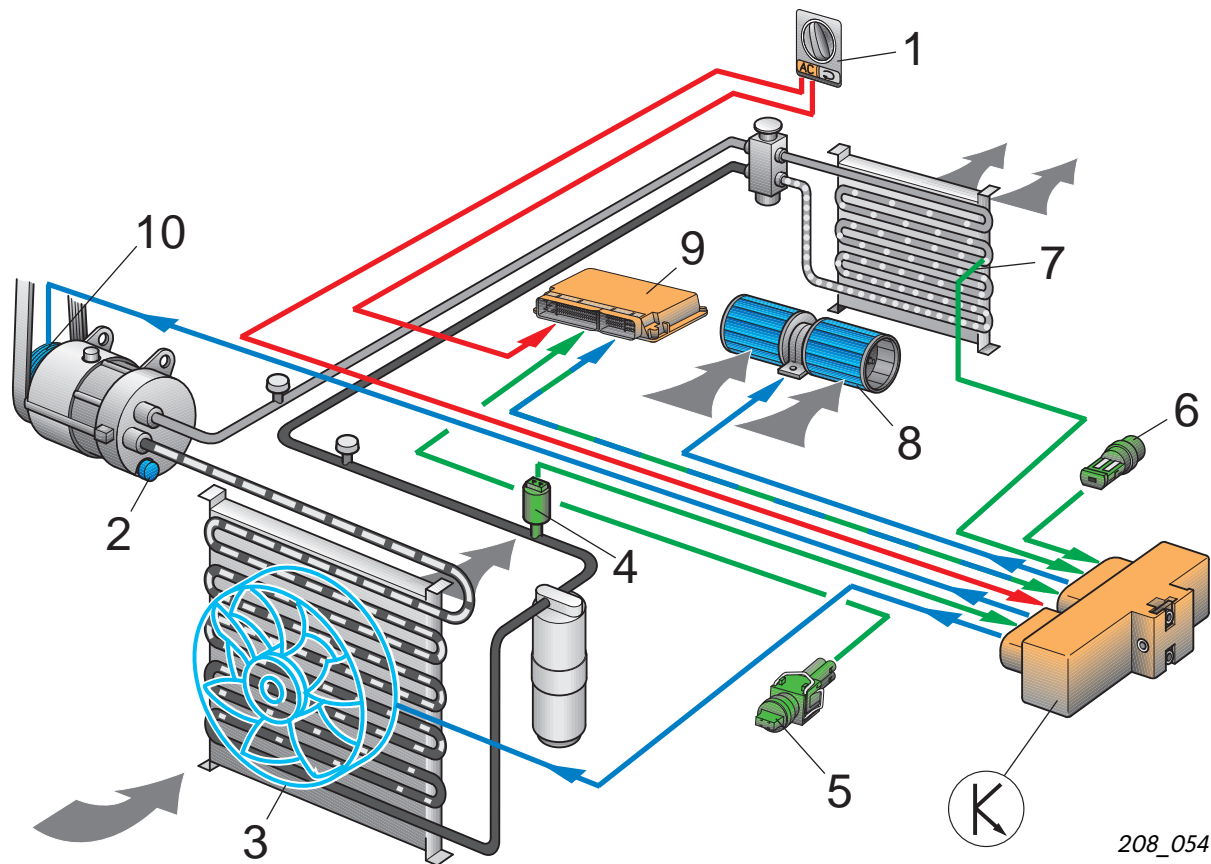


208_036



208_037

Régulation du système



208_054

Un climatiseur ne fonctionne que si tous les composants du système fonctionnent correctement. En cas de défaillance d'un composant, les pressions de fonctionnement peuvent se trouver modifiées et un endommagement ultérieur du système et du moteur ne sont pas à exclure. Pour éviter ces problèmes, des dispositifs de surveillance ont été implantés dans le circuit de réfrigérant.

Un appareil de commande en traite les signaux et pilote la mise en et hors circuit périodique du compresseur et la vitesse de soufflante. Cela permet d'obtenir l'établissement d'un niveau de pression dans le circuit de réfrigérant se situant toujours aux valeurs normales.

Les signaux du système de surveillance sont également, sur les systèmes équipés d'un compresseur non régulé, utilisés pour l'adaptation aux besoins en puissance frigorifique.

(Coupure et mise en circuit du climatiseur en fonction des besoins en froid. Cela permet simultanément d'éviter le givrage de l'évaporateur.)

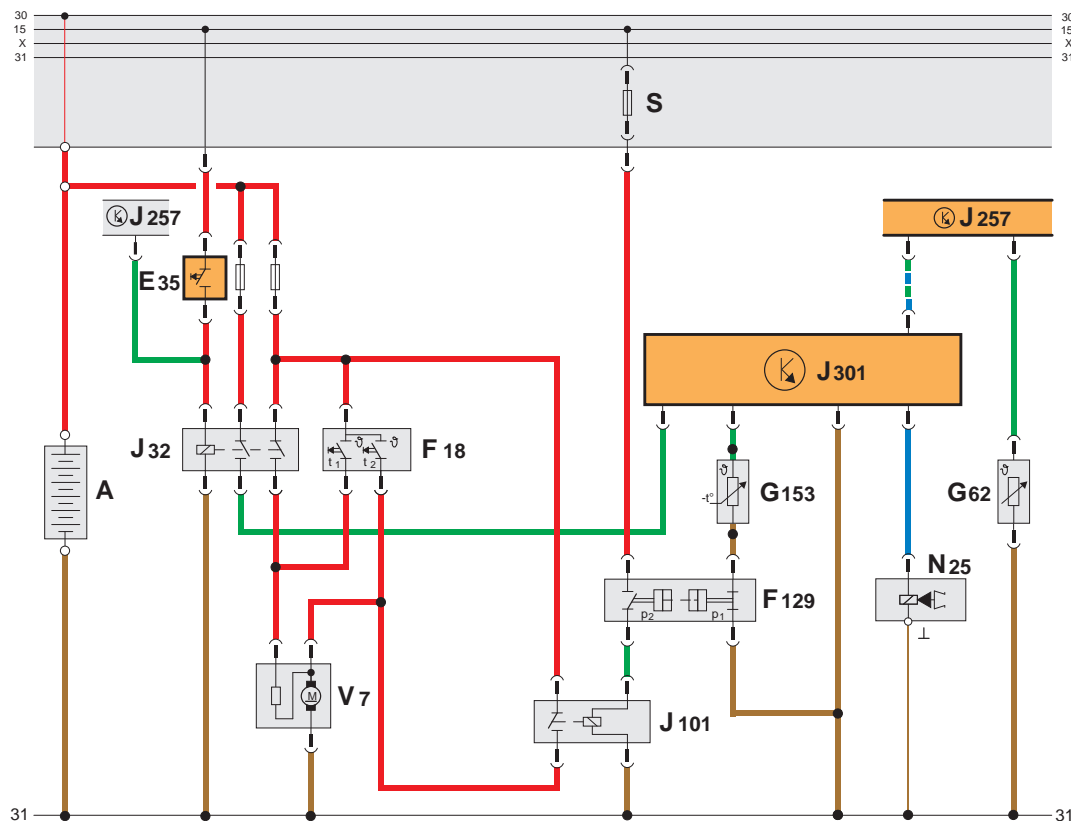
Le principe de base est donné sur la figure.



Tous les équipements représentés dans le graphique ne doivent pas forcément exister ou être reliés comme sur la figure.

Le graphique présente la régulation du système pour un climatiseur manuel simple.

- 1 Commande de climatiseur
- 2 Clapet de décharge de surpression sur compresseur
- 3 Ventilateur de liquide de refroidissement
- 4 Contacteur de pression du climatiseur
- 5 Transm. de température du liq. de refroid.
- 6 Thermocontacteur p. ventil. de liq. refroid.
- 7 Transmetteur de temp. de l'évaporateur
- 8 Soufflante d'air frais
- 9 Appareil de commande du moteur
- 10 Coupleur électromagnétique
- (K) Appareil de commande du climatiseur (et/ou appareil de commande pour ventilateur de liquide de refroidissement, selon type de climatisation)



208_055



- A Batterie
- E35 Commande de climatiseur
- F18 Thermocontacteur de ventilateur de liquide de refroidissement
 $t_1 = 95\text{ °C}$
 $t_2 = 103\text{ °C}$
- F129 Contacteur de pression pour climatiseur
 $P_1 = 0,2\text{ MPa (2 bar)}/3,2\text{ MPa (32 bar)}$
 $P_2 = 1,6\text{ MPa (16 bar)}$
- G62 Transmetteur de température de liquide de refroidissement
- G153 Transmetteur de température d'évaporateur
- J32 Relais de climatiseur
- J101 Relais de 2e vitesse de ventilateur de liquide de refroidissement
- J257 Appareil de commande Mono-Motronic
- J301 Appareil de commande de climatiseur
- N25 Coupleur électromagnétique
- V7 Ventilateur de liquide de refroidissement
- S Fusible

Exemple de fonctionnement simple pour mise en circuit et coupure du compresseur (via coupleur électromagnétique N25) et du ventilateur de liquide de refroidissement.

Codage couleur:

- Positif
- Négatif
- Signal d'entrée
- Signal de sortie
- - - Signal bidirectionnel

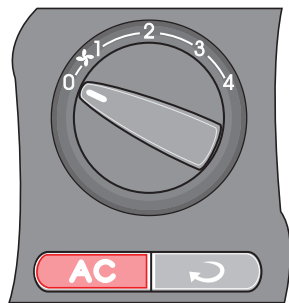


Sur les climatiseurs de la nouvelle génération, le contacteur de pression du climatiseur est remplacé par un transmetteur haute pression. (Cf. page 36)

Régulation du système

Composants du système de sécurité

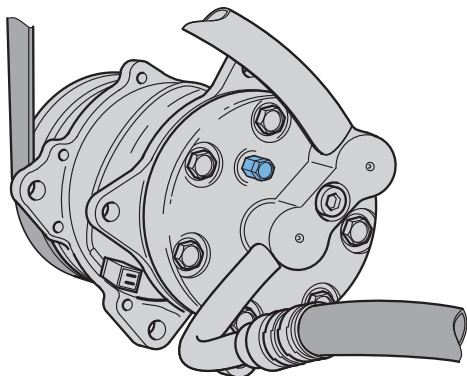
Commande de climatiseur E35



208_068

Pour mise en circuit du climatiseur – le coupleur électromagnétique établit la liaison avec le compresseur. Simultanément, sur les climatiseurs à régulation automatique, le ventilateur de liquide de refroidissement et la soufflante d'air frais sont mis en circuit. Sur les climatiseurs manuels, il faut que la soufflante soit en position 1. La mise en circuit est indiquée à l'appareil de commande, le régime de ralenti du moteur est élevé (compensation de la sollicitation due au fonctionnement du compresseur). Un contacteur de température extérieure peut être monté en aval de la commande. Il assure que le climatiseur ne puisse pas fonctionner à des températures inférieures à 5 °C.

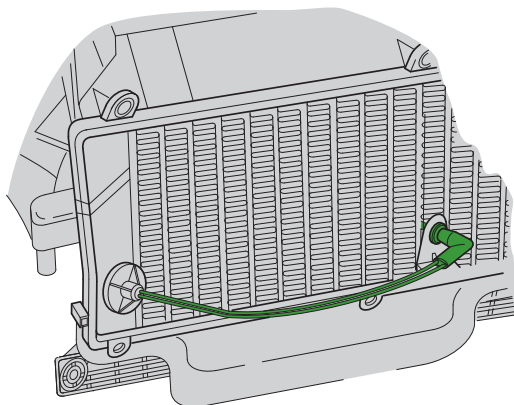
Clapet de décharge de surpression



208_056

Le clapet (autrefois plomb éclateur) est monté directement sur le compresseur ou le réservoir de liquide. Il s'ouvre à env. 3,8 MPa (38 bar) et se ferme lorsque la pression a diminué (env. 3,0 - 3,5 MPa/30 - 35 bar). Suivant la version, il se peut qu'un disque plastique qui se rompt en cas de réponse du clapet équipe ce dernier. Dans ce cas, il faut rechercher l'origine de la surpression dans le système. Remplacement du plomb éclateur uniquement avec système vidangé !

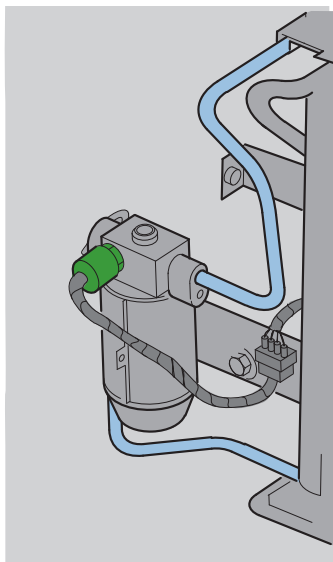
Transmetteur de température de l'évaporateur G153



208_061

Il détermine la température entre les ailettes de l'évaporateur. Le signal du transmetteur est communiqué à l'appareil de commande du climatiseur. En cas de températures trop basses de l'évaporateur, le compresseur est coupé. Coupure à env. -1 °C à 0 °C, mise en circuit à env. +3 °C. On évite le givrage de l'évaporateur par gel de l'eau de condensation. Sur certains systèmes, le transmetteur de température de l'évaporateur E33 remplace ce transmetteur. Il permet de couper directement l'alimentation électrique en direction du coupleur électromagnétique. Sur d'autres systèmes, la régulation du fonctionnement est assurée par un contacteur de température extérieure.

Contacteur de pression F129



208_057

Un contacteur haute pression et un contacteur basse pression sont montés côté haute pression en vue de surveiller et de limiter les pressions régnant dans le circuit de réfrigérant fermé.

En cas de pressions illicites dans le système, il y a coupure du compresseur par le coupleur électromagnétique.

Les contacteurs de pression peuvent être montés directement dans la conduite ou sur le réservoir de liquide.

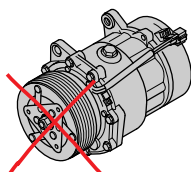
Le contacteur de pression F129 est un contacteur combiné triple pour :

- garantie du débit d'air de refroidissement (commutation des ventilateurs)
- garantie des conditions de pression.

Il fonctionne dans les conditions suivantes :

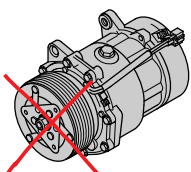
- Il coupe en cas de surpression d'env. 2,4 à 3,2 MPa (24 à 32 bar) le coupleur électromagnétique via l'appareil de commande du climatiseur. Cette surpression peut se produire en cas par exemple de fort encrassement du condenseur.

$p > 3,2 \text{ MPa} =$



208_058

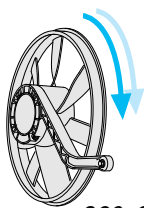
$p < 0,2 \text{ MPa} =$



208_059

- Il coupe pour une pression trop faible (0,2 MPa/2 bar) le coupleur électromagnétique via l'appareil de commande du climatiseur. Cela peut se produire en cas de perte de réfrigérant par exemple.

$p > 1,6 \text{ MPa} =$



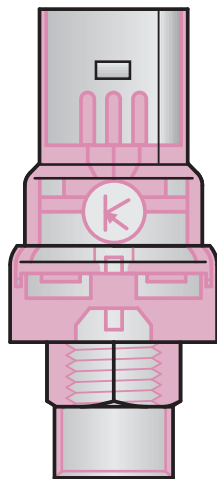
208_060

- Il commute le ventilateur sur la vitesse suivante en cas de surpression de 1,6 MPa (16 bar). Il s'ensuit une performance optimale du condenseur.



Régulation du système

Transmetteur de haute pression G65



208_062

Utilisation du signal
dans l'appareil de commande du
moteur
dans l'appareil de commande du
ventilateur de liquide de refroidissement

Fonction de remplacement

Avantages

Autodiagnostic "signalisation de défaut"

- Une nouvelle génération pour surveillance du circuit de réfrigérant.
- Un capteur de pression électronique.
Remplace le contacteur de pression du climatiseur F129. L'électronique d'évaluation des appareils de commande du climatiseur et du moteur sont adaptés en conséquence.
- Le transmetteur de haute pression est, comme le contacteur de pression F129, monté dans la conduite haute pression.

Il enregistre la pression du réfrigérant et convertit la grandeur physique qu'est la pression en un signal électrique. A la différence du contacteur de pression du climatiseur, l'enregistrement ne se limite pas aux seuils de pression définis, mais la surveillance du réfrigérant couvre tout le cycle de fonctionnement.

Les signaux permettent de détecter la sollicitation du moteur due au climatiseur et les conditions de pression dans le circuit de réfrigérant. L'appareil de commande du ventilateur de liquide de refroidissement assure la mise en et hors circuit de la vitesse suivante du ventilateur du radiateur et du coupleur électromagnétique du compresseur.

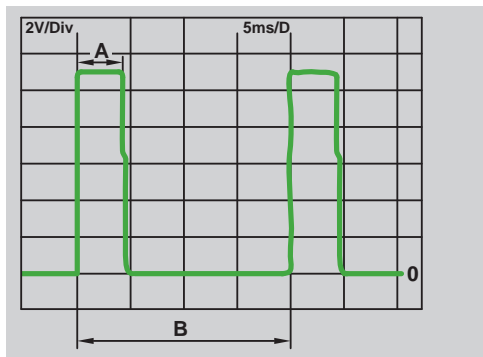
Si l'appareil de commande du ventilateur de liquide de refroidissement ne détecte aucun signal, il coupe le compresseur pour des raisons de sécurité.

- Le ralenti du moteur peut être adapté exactement à la consommation de puissance du compresseur.
- La mise en et hors circuit des vitesses du ventilateur de radiateur sont décalées avec une légère temporisation. La variation de vitesse du ventilateur de radiateur n'est alors pratiquement pas sensible au régime de ralenti, ce qui augmente le confort sur les moteurs moins puissants notamment.

Le défaut "transmetteur de haute pression" est enregistré dans la mémoire de défauts de l'électronique moteur.

**p. ex. : 00819 Transmetteur haute pression
G65
"Signal trop faible"**

Fonctionnement du transmetteur de haute pression



208_109

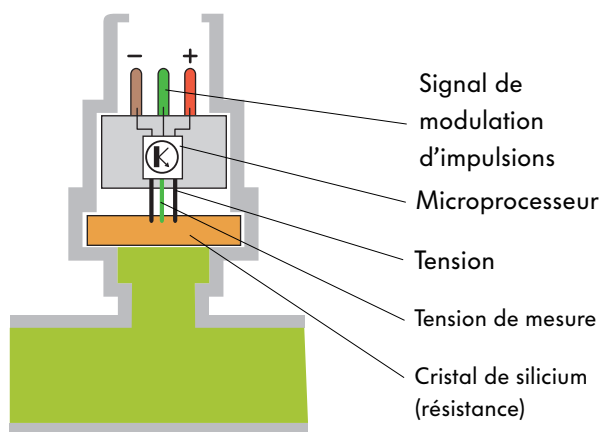
La pression du réfrigérant est transmise à un cristal de silicium. Suivant l'importance de la pression, le cristal est alors plus ou moins "déformé".

Le cristal de silicium est intégré, avec un microprocesseur, dans le transmetteur et est alimenté en tension.

Le cristal de silicium a la propriété de faire varier sa résistance électrique lors de sa déformation. Une tension de mesure, prélevée sur le cristal de silicium, varie alors en conséquence.

La tension de mesure est transmise au microprocesseur et convertie en un signal de modulation d'impulsions en largeur (A = largeur d'impulsion, B = écart du signal).

En cas de faible pression



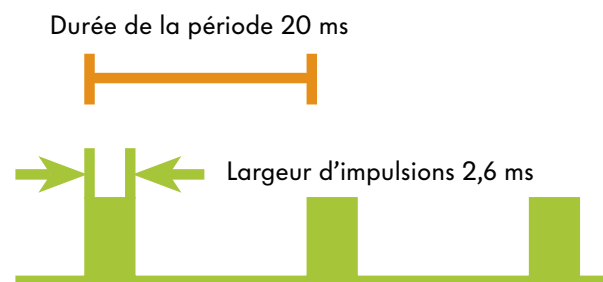
208_063

En cas de faible pression, la "déformation" du cristal est minime.

Une faible résistance est alors opposée à la tension appliquée.

La variation de tension est faible.

Signal de largeur d'impulsions



208_064

A faible pression, le microprocesseur du transmetteur de haute pression délivre une largeur d'impulsions faible.

Les signaux de largeur d'impulsions sont générés selon une fréquence de 50 Hz par seconde. Cela correspond à une période de 20 ms = 100 %

Pour une faible pression de 0,14 MPa (1,4 bar), la largeur d'impulsions est de 2,6 ms. Cela correspond à 13 % de la période.

