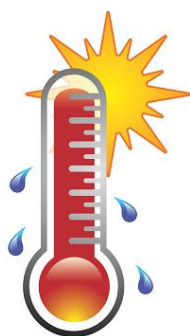




1. Brève histoire de la climatisation automobile en France.
2. La couche d'ozone.
3. L'effet de serre.
4. Les fluides frigorigènes.
5. Les huiles et traceur.
6. Les dangers des fluides frigorigènes sur l'environnement.
7. Les règles d'hygiène, de sécurité et de protection de l'environnement en situation d'intervention sur un circuit frigorigène.
8. La réglementation sur la manipulation de fluides frigorigènes.
9. Les obligations imposées par la réglementation.
10. Obligations liées à la détention d'outillage.
11. L'attestation de capacité.
12. La fiche d'intervention.
13. Le système de climatisation.
  - 13.1. Quelques principes physiques.
    - 13.1.1. Les états de la matière.
    - 13.1.2. Principe de la vaporisation et de la condensation.
  - 13.2. Le circuit d'air.
  - 13.3. Le circuit du fluide frigorigène.
    - 13.3.1. Boucle de froid avec détendeur.
    - 13.3.2. Boucle de froid avec orifice calibré.
    - 13.3.3. Schématisation de la boucle de froid avec détendeur.
    - 13.3.4. Le diagramme de fonctionnement (diagramme de Mollier)
    - 13.3.5. Les composants du système.
      - 13.3.5.1. Le compresseur.
        - 13.3.5.1.1. *Le compresseur à disque en nutation sans autorégulation.*
        - 13.3.5.1.2. *Le compresseur à cylindrée variable.*
      - 13.3.5.2. Le condenseur.
      - 13.3.5.3. La bouteille déshydratante.
      - 13.3.5.4. Le détendeur.
      - 13.3.5.5. L'évaporateur.
      - 13.3.5.6. L'orifice calibré.
      - 13.3.5.7. L'accumulateur.
      - 13.3.5.8. Les tuyaux et raccords.
      - 13.3.5.9. Les raccords de service.
      - 13.3.5.10. Le thermostat.
      - 13.3.5.11. Le capteur de pression.
  - 13.4. Le circuit d'huile
    - 13.4.1. Exemple de répartition de la quantité d'huile dans un circuit ayant fonctionné.
    - 13.4.2. Exemple de quantité d'huile dans un circuit (Renault Laguna).



## 1. Brève histoire de la climatisation automobile en France.

Lutter contre les conditions météorologiques défavorables et améliorer le confort des occupants ont été deux des préoccupations des constructeurs depuis l'invention de l'automobile.



**1900** : Les occupants ne sont pas protégés des intempéries...

**1920** : Les passagers arrière sont protégés des intempéries... mais pas du froid...



**1950** : les occupants sont protégés des intempéries depuis plusieurs années déjà...  
... et voici l'apparition du chauffage...

**1970** : Apparition des toutes premières climatisations.



**1990** : Apparition des climatisations réglées à gestion électronique intégrale.

**1985** : Apparition des climatisations réglées.



**2003** : 3 véhicules neufs vendus sur 4 en étaient équipés.

**2020** : En comptant les véhicules anciens, 9 véhicules sur 10 devraient être climatisés.

### Pendant ce temps-là aux Etas Unis...

**1933** : Installation du 1er système de climatisation automobile.

**1960** : 20 % des voitures sont équipées.

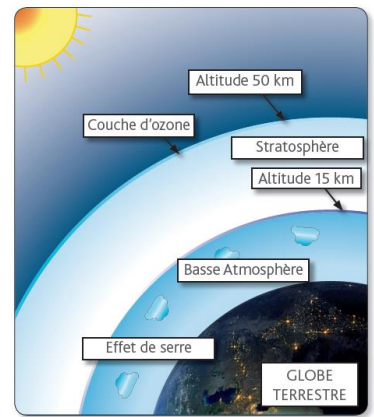


## 2. La couche d'ozone.

C'est une couche de gaz située dans la stratosphère. Elle nous protège en absorbant une partie des rayons ultraviolets.

## 3. L'effet de serre.

C'est un phénomène naturel. La basse atmosphère terrestre laisse pénétrer la chaleur du soleil et l'emprisonne comme la vitre d'une serre (ou d'une véranda).



## 4. Les fluides frigorigènes.

Désignation	R12	R134a	413A	416A (DI24)
Classification	CFC	HFC	HFC	HCFC
	ChloroFluoroCarbone	HydroFluoroCarbone	HydroFluoroCarbone	HydroChloroFluoroCarbone
Applications	Interdit à la vente depuis 12/1999	Circuit d'origine ou circuit R12 reconverti au R134a	Circuit R12 reconverti au 413A	Circuit R12 reconverti au 416A

R1234 yf
HFO ou HFC saturé
HydroFluoroCarbone
Véhicules neufs 2017



Ne pas mélanger les fluides

## 5. Les huiles et traceur.

Désignation	Huile minérale	Huile PAG	Huile POE	Traceur
Classification	Composition minérale	Composition synthétique / type PolyAlkylèneGlycol	Composition synthétique / type PolyEster	Composition synthétique / mélange d'huile et de fluoescéine
Viscosité		PAG SP 10 (ISO 46) PAG SP 20 (ISO 100) PAG 488 (ISO 150)		
Applications	Circuit au R12	Circuit au R134a Circuit au 413A	Circuit au R134a Circuit au R12 Circuit au 413A Circuit 416A	Recherche de fuites avec lampe UV
Observations		Très utilisée en climatisation automobile		Très utilisé en climatisation automobile



Ne pas mélanger les huiles

Ne pas laisser l'huile neuve ou le traceur à l'air libre

Remplacer l'huile si le circuit est resté à l'air libre

Huiler les joints au montage

Utiliser un traceur adapté au circuit

## 6. Les dangers des fluides frigorigènes sur l'environnement.

Fluides frigorigènes	ODP (a)	PRP(b)	Observations
R12 (CFC)	1	8500	Participe à la destruction de la couche d'ozone et à l'augmentation de l'effet de serre
R134a (HFC)	0	1300	Participe à l'augmentation de l'effet de serre
R714 (CO <sub>2</sub> )	0	1	Participe à l'augmentation de l'effet de serre
R413A (HFC)	0	3100	Participe à l'augmentation de l'effet de serre
R416A (HCFC)	0,006	900	Participe à la destruction de la couche d'ozone et à l'augmentation de l'effet de serre
R1234 yf	0	4	A partir de 2017, PRP < 150. (Règlementation Européenne)

ODP (potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) : plus le nombre est proche de 1, plus le fluide considéré détruit la couche d'ozone.

PRP (potentiel de réchauffement planétaire) : plus ce nombre est élevé, plus le fluide considéré augmente l'effet de serre.

## 7. Les règles d'hygiène, de sécurité et de protection de l'environnement en situation d'intervention sur un circuit frigorigène.

- Ne pas vidanger le fluide dans l'atmosphère.
- Ne pas jeter dans la nature l'huile usagée.
- Travailler dans un local ventilé si du fluide s'est échappé dans l'atmosphère.
- Ne pas fumer.
- Ne pas chauffer anormalement le fluide (soudure).
- Ne pas stocker les bouteilles de fluide à une température supérieure à 50°C.
- Se protéger les mains (gants) et les yeux (lunettes) lorsque vous branchez et débranchez la station de climatisation (risque de gelure).
- Mettre des gants pour éviter le contact de l'huile et du traceur avec les mains.
- Ne pas démonter le circuit si celui-ci contient du fluide.
- Boucher les composants démontés.
- Stocker un compresseur démonté dans sa position de montage.
- Ne pas dévisser le bouchon d'huile d'un compresseur si le circuit contient du fluide.
- Ne pas dépasser 15b lorsque le circuit est gonflé à l'azote pour faire une recherche de fuites.
- Lire les notices des outillages (station de climatisation, injecteur de traceur, lampe UV, détecteur de fuites électronique...).



## 8. La réglementation sur la manipulation de fluides frigorigènes.

L'objectif de cette réglementation est de réduire l'effet de serre en imposant une **attestation de capacité** et des procédures d'intervention aux différentes entreprises qui procèdent à des manipulations de fluides frigorigènes.

## 9. Les obligations imposées par la réglementation.

- Interdire l'achat et la manipulation de fluides frigorigènes à l'**opérateur (1)** n'ayant pas d'**attestation de capacité**.
- Avoir l'**aptitude professionnelle (2)** conforme à l'activité (**catégorie V**) (3).
- Avoir l'outillage approprié conforme (**catégorie V**), et justifiant d'une vérification.
- Réaliser un bilan des quantités de fluides frigorigènes utilisées.
- Interdire le dégazage dans l'atmosphère.
- Interdire le remplissage d'un circuit présentant un défaut d'étanchéité identifié.
- Tolérer un seul remplissage limité à la moitié de la charge nominale pour la recherche de fuites avec un traceur, sur les climatisations automobiles dont la contenance des circuits est inférieure à 2 kg.
- Réaliser des contrôles d'étanchéité des circuits dont la charge est supérieure à 2 kg.
- Réaliser des fiches d'intervention.

(1) : Entreprise

(2) : Intervenant sur la climatisation à l'atelier

(3) : Systèmes de climatisation de véhicules, engins et matériels mentionnés à l'article R. 311-1 du code de la route.

## 10. Obligations liées à la détention d'outillage.

L'outillage suivant est obligatoire :

Climatisation de véhicules	
Catégorie V	Station de charge et de récupération compacte ou en éléments séparés. Matériel de détection des fuites adapté aux systèmes de climatisation de véhicules. Thermomètre et balance de précision 5 %. Tableau mis à jour des charges en fluide et en huile des véhicules.

L'opérateur doit détenir au moins deux dispositifs de détection de fuite.

Concernant la détection des fuites annuelles pour les circuits dont la charge est supérieure à 2 kg, les détecteurs utilisés doivent être conformes à la norme EN 14624 et avoir une sensibilité de 5 g / an.

La sensibilité des détecteurs de fuites doit être vérifiée annuellement pour garantir qu'elle ne dérive pas de plus de 10%.

## 11. L'attestation de capacité.

Elle est délivrée par un **organisme agréé** (ex : Bureau Veritas, SGS,...).

Cette attestation a une durée de validité de 5 ans, période pendant laquelle des audits seront réalisés.

Pour obtenir cette **attestation de capacité** il faut présenter un dossier constitué :

- des coordonnées de l'entreprise ;
- de la liste des activités concernant la manipulation de fluides frigorigènes ;
- de la liste nominative des intervenants amenés à manipuler les fluides frigorigènes, en précisant, pour chacun, leurs **aptitudes professionnelles** ;
- des types et quantités d'outillages et leur dernière vérification ;
- de l'engagement du demandeur de transmettre à l'**organisme agréé** qui lui a délivré l'**attestation de capacité**, au plus tard le 31 janvier de chaque année, une déclaration précisant pour chaque fluide frigorigène :
  - les quantités de fluides achetées au cours de l'année civile précédente,
  - les quantités de fluides chargées au cours de l'année civile précédente,
  - les quantités de fluides récupérées au cours de l'année civile précédente, en distinguant celles remises aux distributeurs et celles réutilisées,
  - les quantités de fluides détenues au début et à la fin de l'année civile précédente.
- de l'engagement du demandeur d'informer l'**organisme agréé** de tout changement susceptible de modifier le respect des conditions de l'**aptitude professionnelle** ou de détention de l'outillage (dans le délai d'un mois).

## 12. La fiche d'intervention.

Cette fiche mentionne :

- les coordonnées de l'entreprise ou organisme ;
- son numéro d'attestation de capacité ;
- la date ;
- la nature de l'intervention effectuée ;
- la nature de l'intervention à effectuer ;
- le type de fluide ;
- la quantité de fluide récupéré ;
- la quantité de fluide recyclé ;
- la quantité de fluide rechargé ;
- la signature du technicien confirmé.

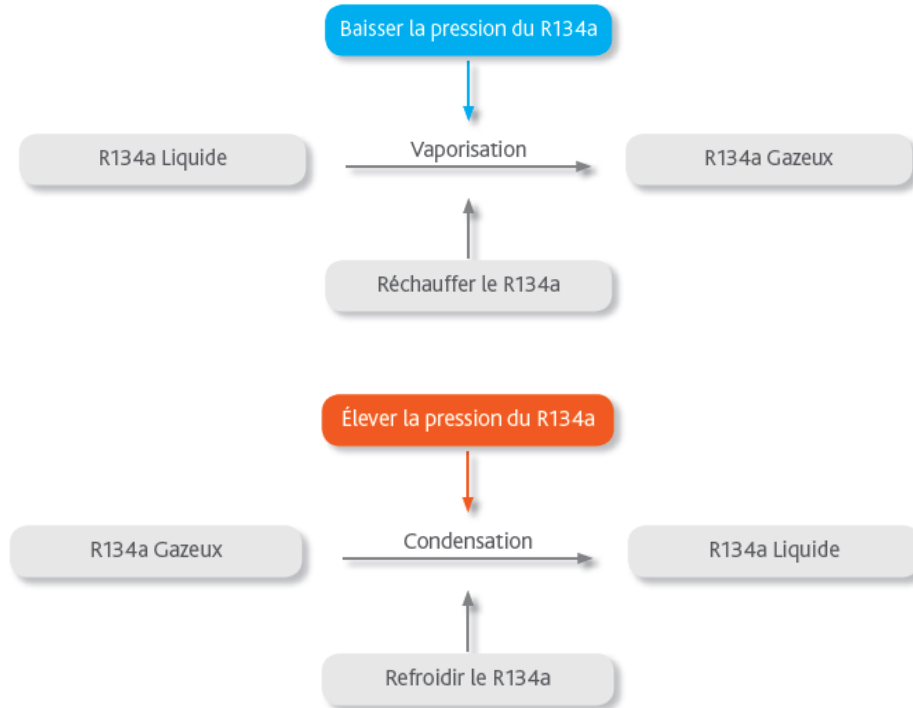
### 13. Le système de climatisation.

#### 13.1. Quelques principes physiques.

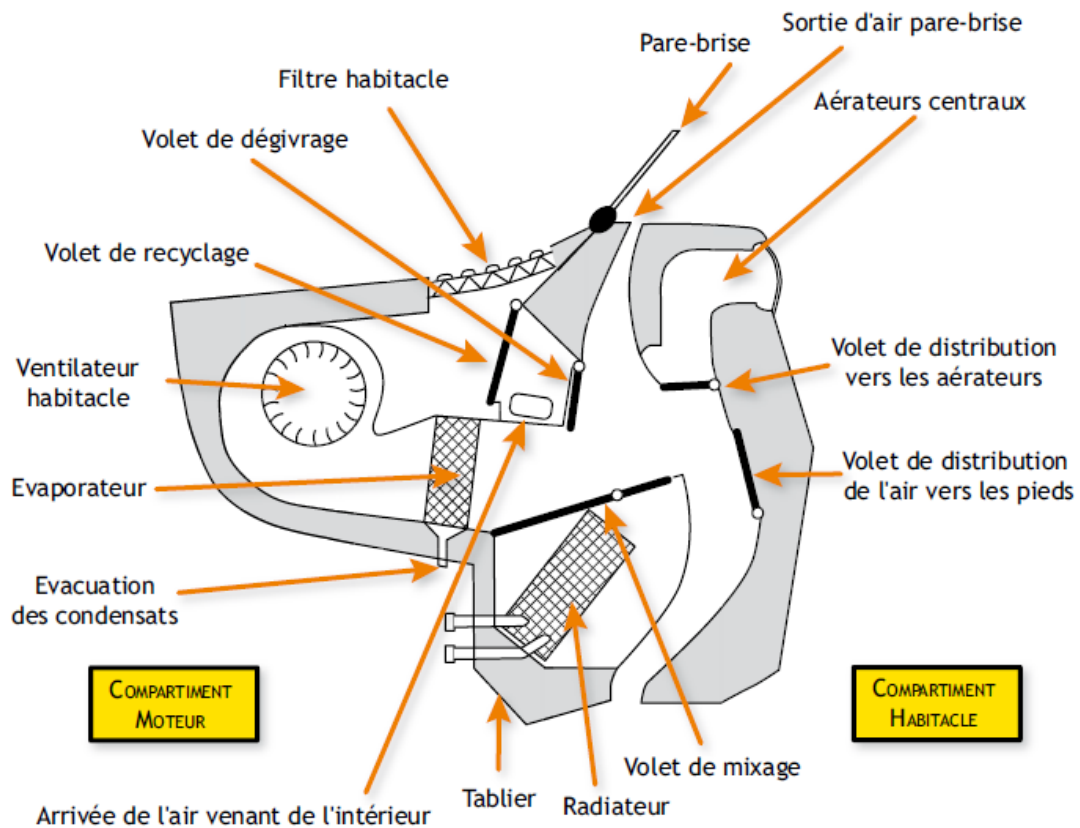
##### 13.1.1. Les états de la matière.



##### 13.1.2. Principe de la vaporisation et de la condensation.



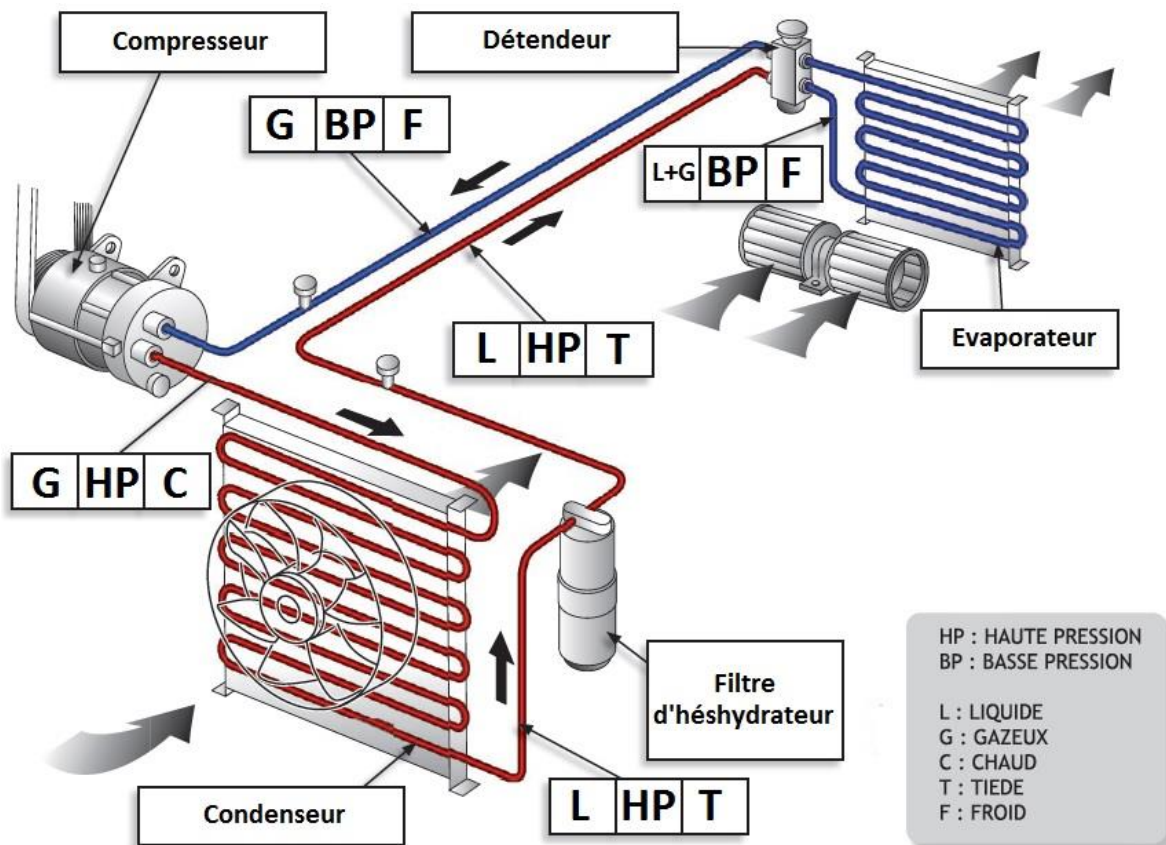
### 13.2. Le circuit d'air.



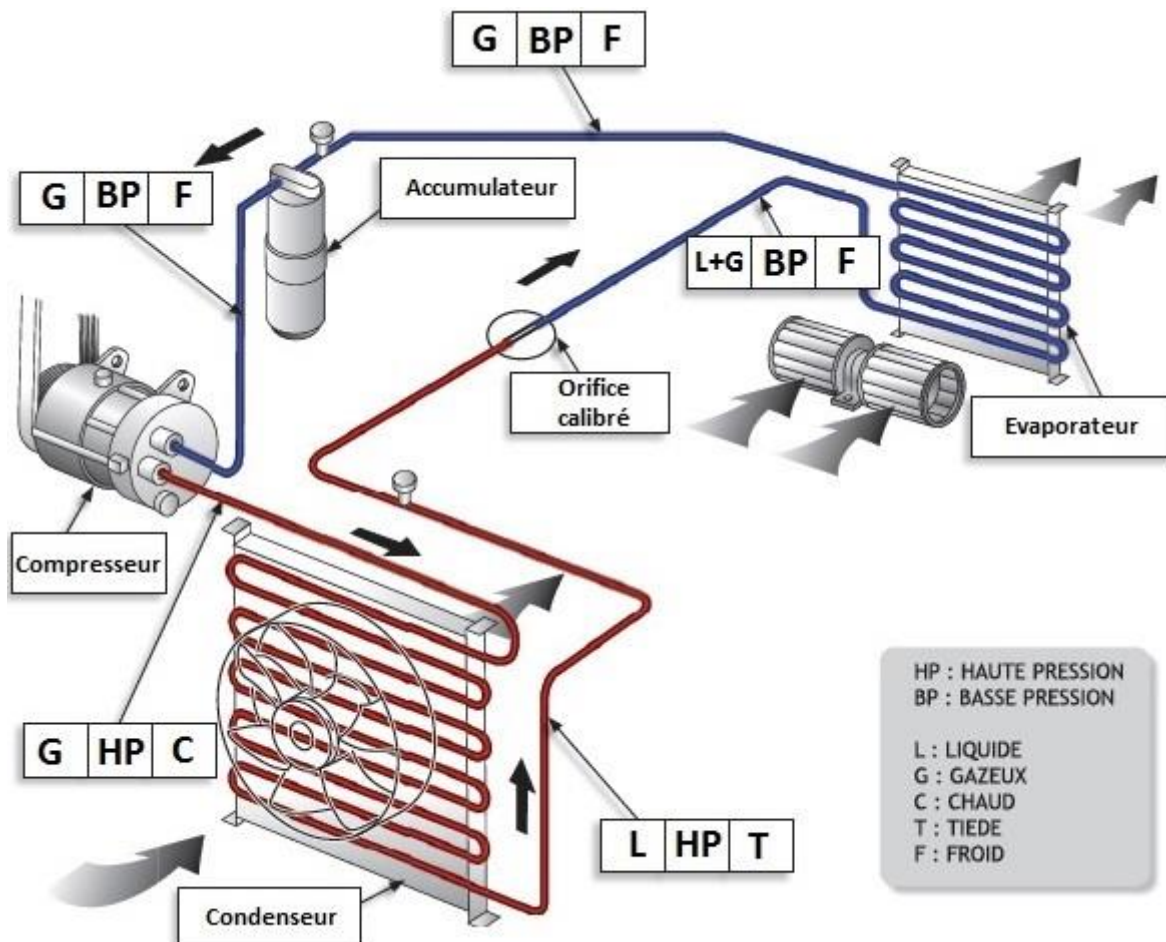
**Fonction du recyclage :** Augmenter l'efficacité de la climatisation. Eviter les mauvaises odeurs provenant de l'extérieur.

### 13.3. Le circuit du fluide frigorigène.

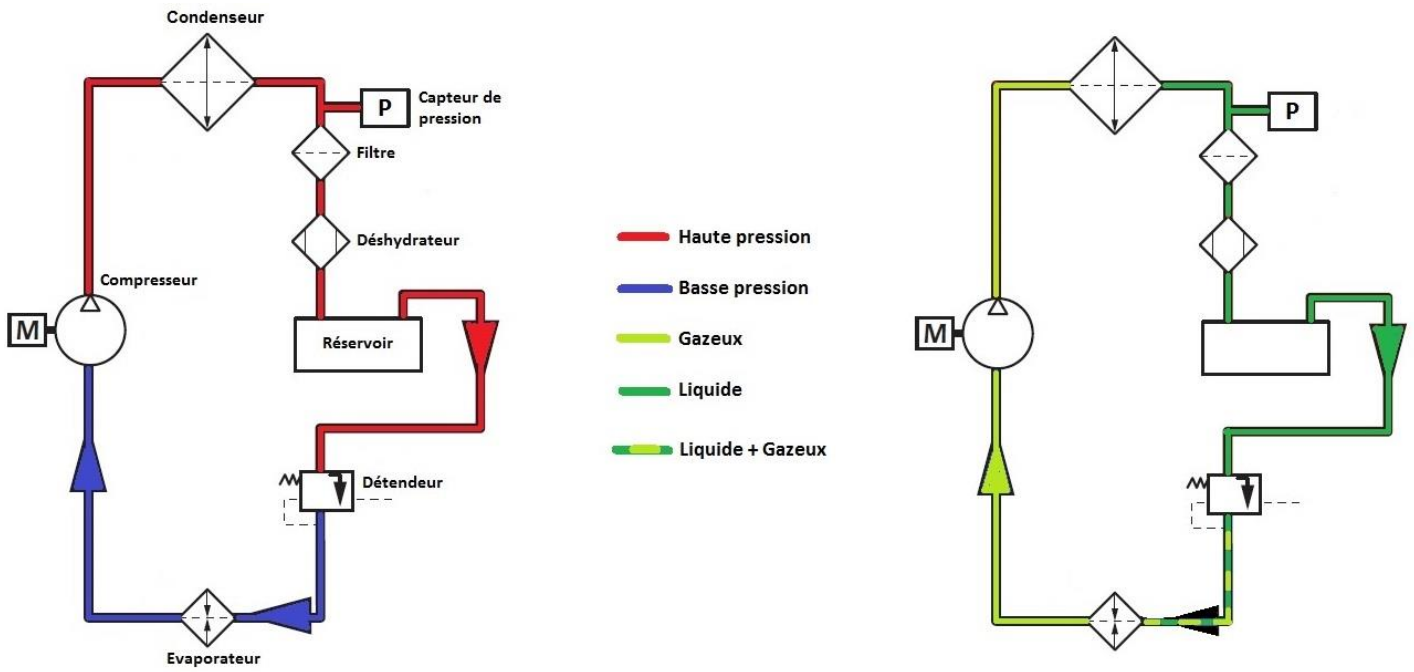
#### 13.3.1. Boucle de froid avec détendeur.



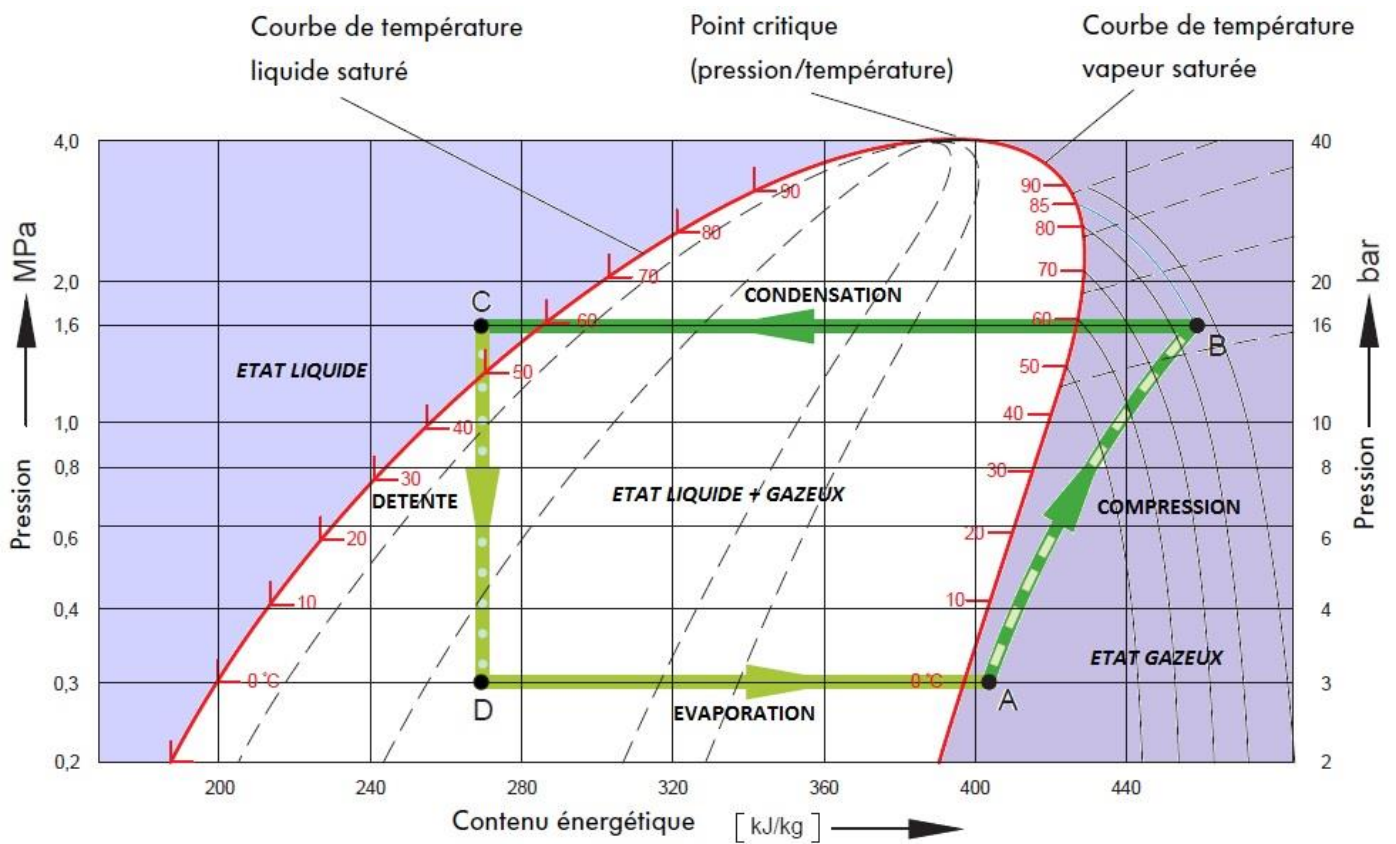
#### 13.3.2. Boucle de froid avec orifice calibré.



### 13.3.3. Schématisation de la boucle de froid avec détendeur.



### 13.3.4. Le diagramme de fonctionnement (diagramme de Mollier).

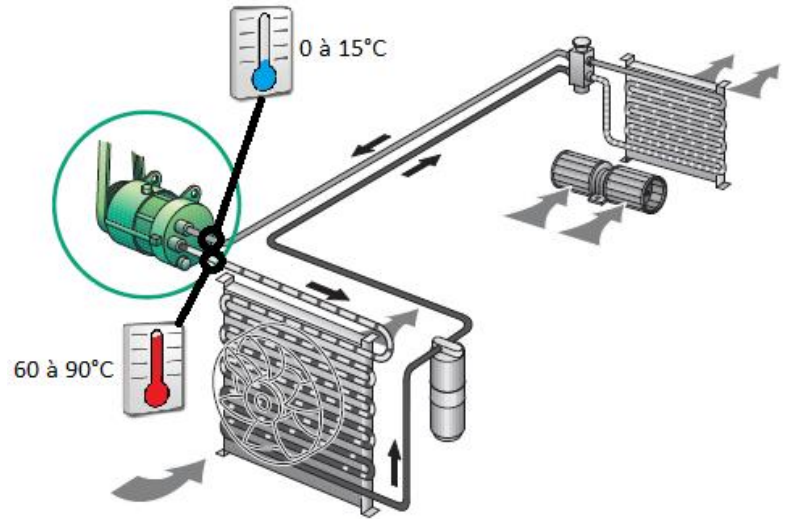


A : Entrée Compresseur      B : Sortie Compresseur  
 C : Sortie Condenseur      D : Sortie Détendeur

### 13.3.5. Les composants du système.

#### 13.3.5.1. Le compresseur.

**Fonction :** Aspirer le fluide frigorigène à l'état gazeux en basse pression et le refouler à l'état gazeux en haute pression.



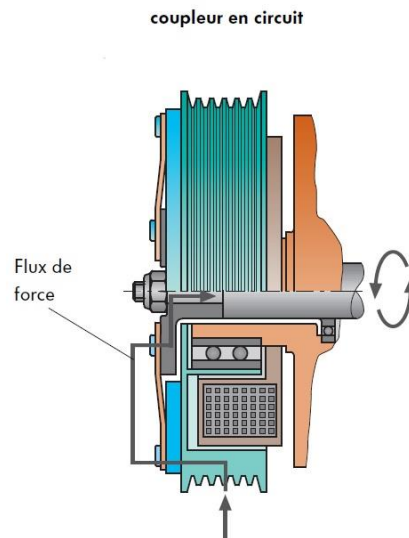
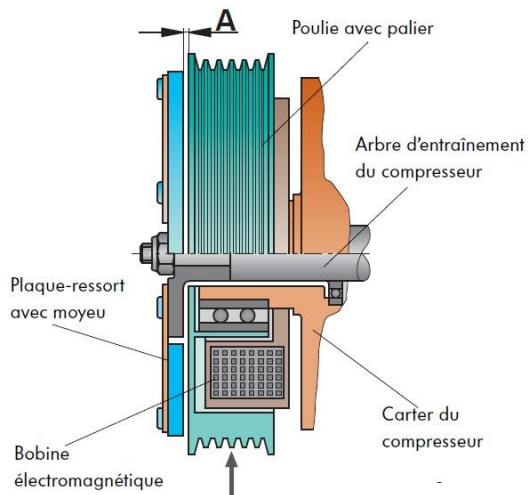
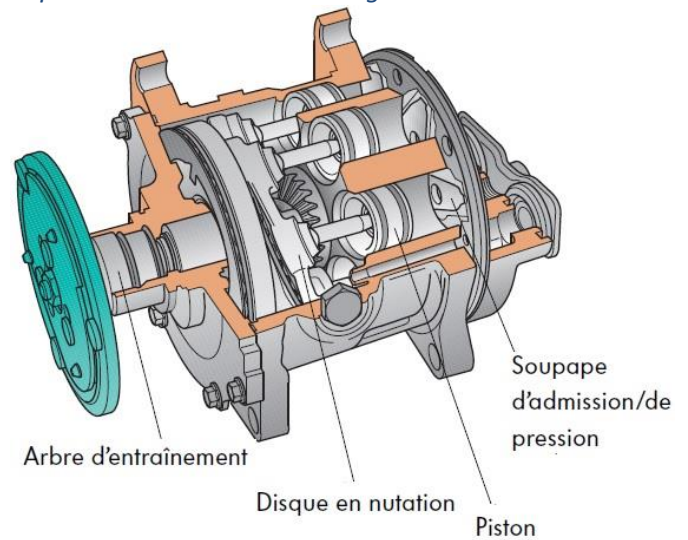
#### 13.3.5.1.1. Le compresseur à disque en nutation sans autorégulation.

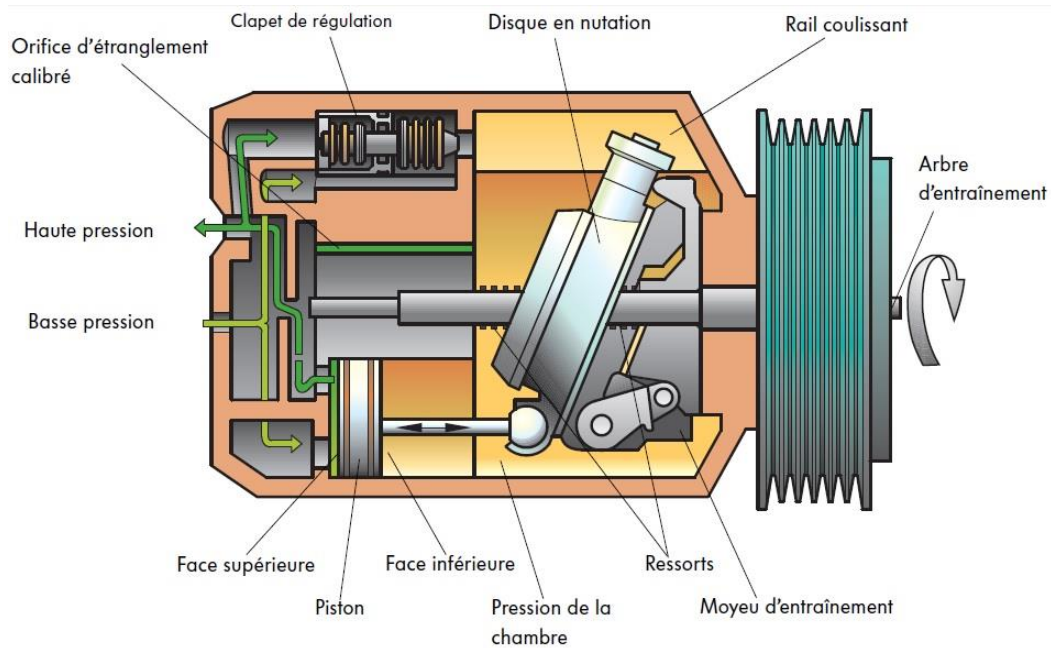
L'angle entre l'arbre d'entraînement et le disque en nutation est constant.

La cylindrée du compresseur est constante.

Un coupleur électromagnétique établit la liaison mécanique entre le moteur thermique et le compresseur.

L'adaptation de la puissance frigorifique désirée est assurée par la commande électrique du coupleur électromagnétique.



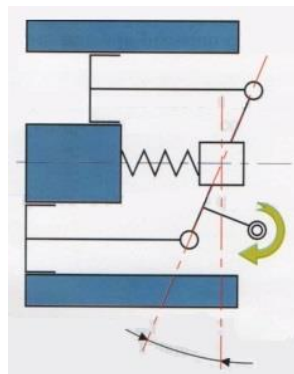


### Avantages

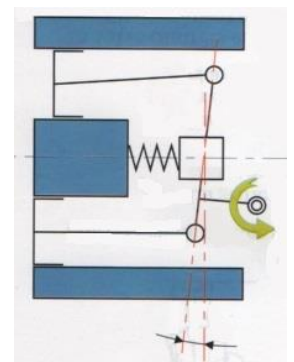
- Eviter les à-coups moteurs (enclenchement et déclenchement du compresseur,
- Diminuer les efforts mécaniques violents sur la courroie d'entraînement,
- Maintenir la température de soufflage d'air sensiblement constante,
- Maintenir la basse pression sensiblement constante dans l'évaporateur,
- Réduire la puissance mécanique absorbée au moteur,
- Accroître la durée de vie du compresseur.

### Principe de fonctionnement :

- La modification de cylindrée s'obtient par variation de l'angle du plateau oscillant, ce qui provoque une réduction ou une augmentation de la course des pistons.



Course maxi des pistons



Course très faible des pistons

- Le détendeur définit les besoins en froid par son analyse de la température du fluide en sortie d'évaporateur. Ainsi :



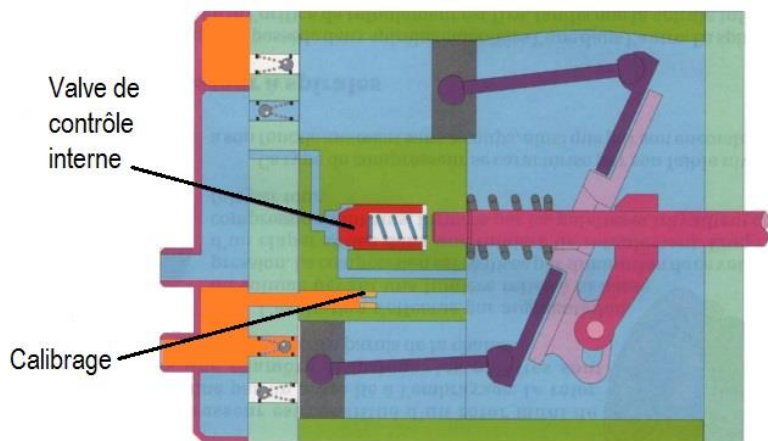
- L'angle du plateau oscillant évolue en fonction de la basse pression.
- Il convient de distinguer 3 niveaux de pression :
  - La haute pression (HP),
  - La basse pression (BP),
  - La pression de carter (PC).
- Un orifice calibré met en communication la chambre de décharge (HP) avec le carter du compresseur.
- Une valve de contrôle interne gère la pression du carter (PC) en lui autorisant ou non la communication avec la chambre d'aspiration (BP). Elle maintient la PC supérieure ou égale à BP (pression de référence).
- La PC s'oppose ou non au recul des pistons en phase d'aspiration, provoquant ainsi la variation de cylindrée.

PC = BP

Valve de contrôle S'OUVRE

Angle plateau ↗

Cylindrée ↗

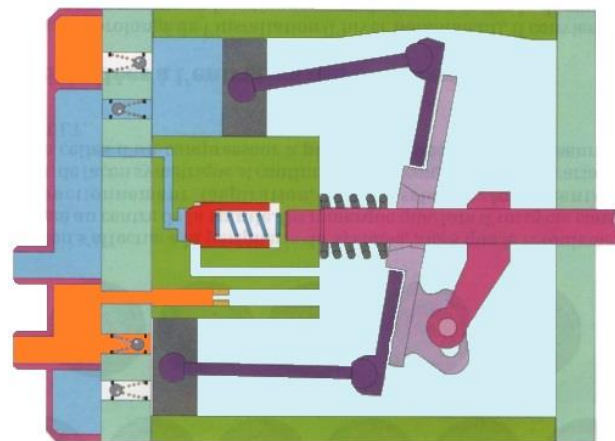


PC < BP

Valve de contrôle SE FERME

Angle plateau ↘

Cylindrée ↘

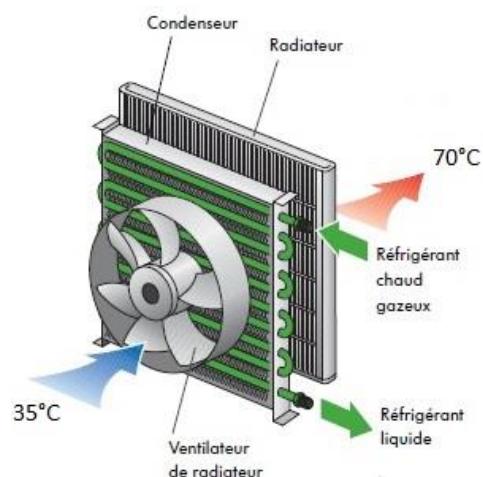
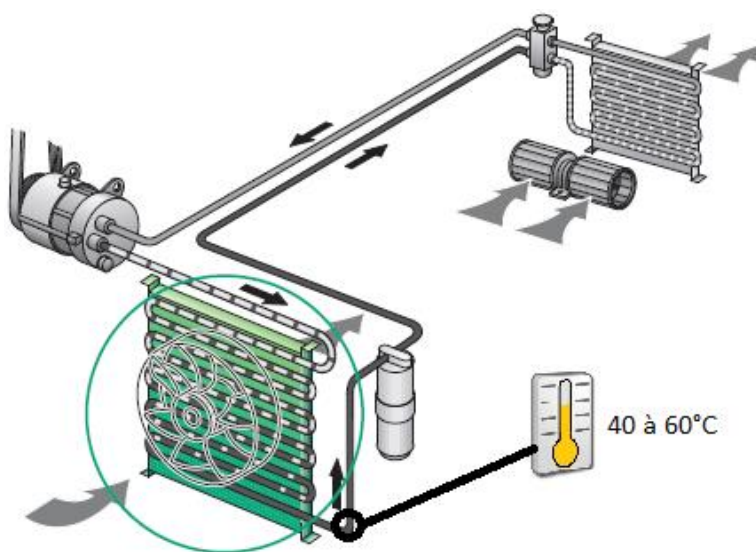


■ Haute pression

■ Basse pression

■ Pression carter


### 13.3.5.2. Le condenseur.

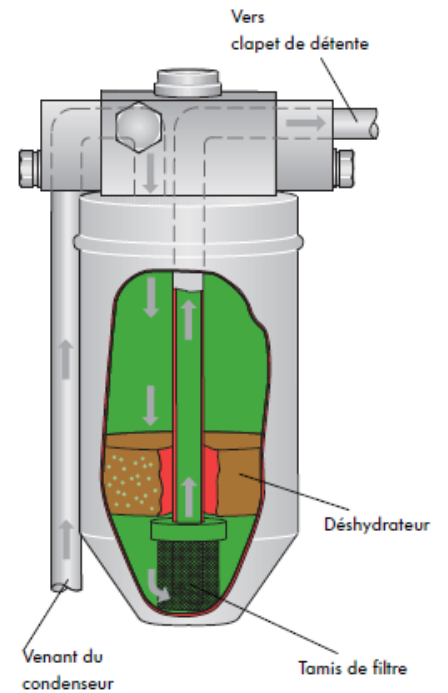
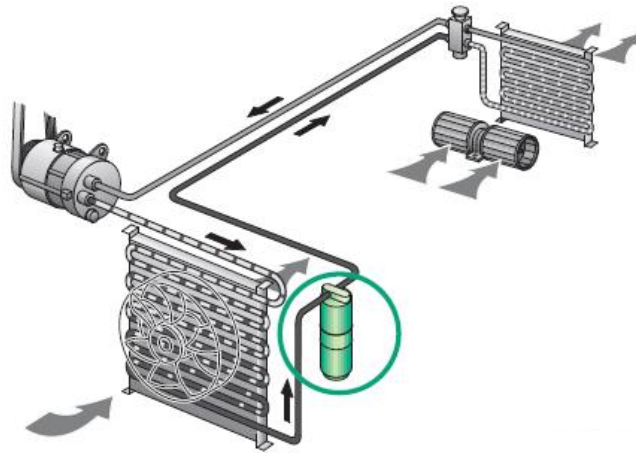


**Fonction :** Changer l'état du fluide frigorigène. En entrée de condenseur il est gazeux en HP et chaud. En sortie il est liquide en HP et tiède.

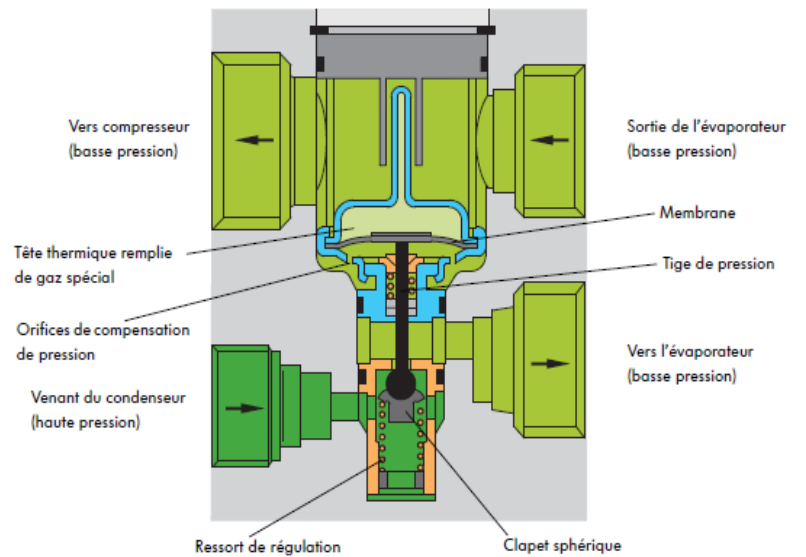
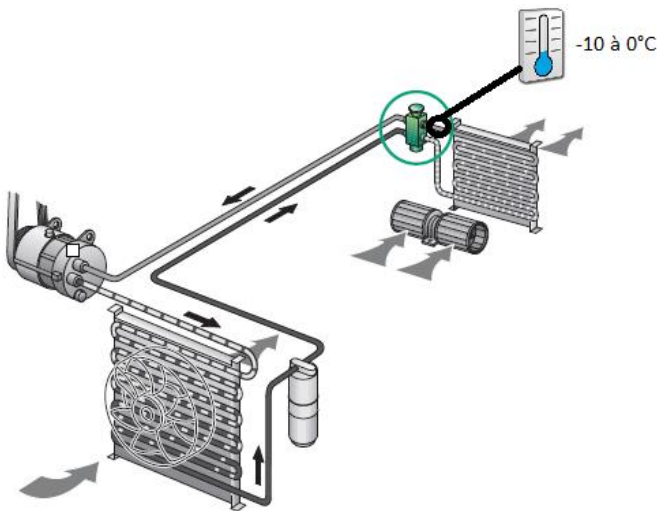
### 13.3.5.3. La bouteille déshydratante.

**Fonction :** Stocker, filtrer et déshydrater le fluide frigorigère à l'état liquide.

 Elle doit être remplacée à chaque ouverture du circuit réfrigérant ou si le circuit ne contient plus de gaz.

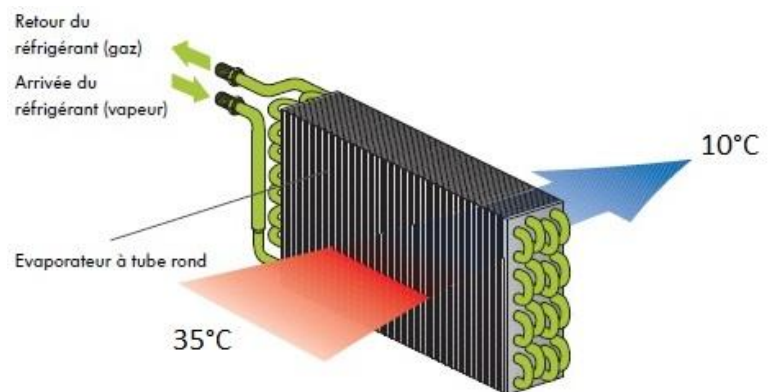
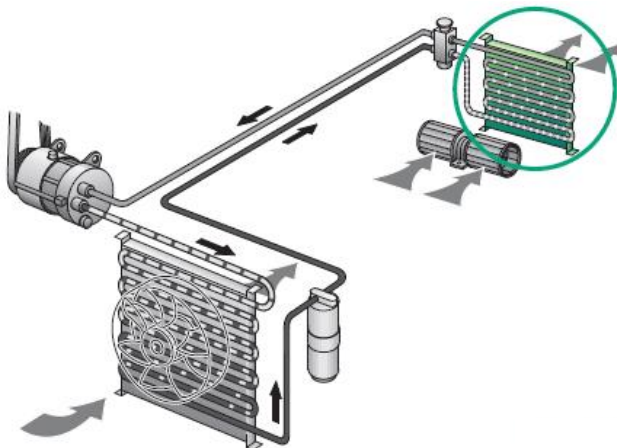


### 13.3.5.4. Le détendeur.



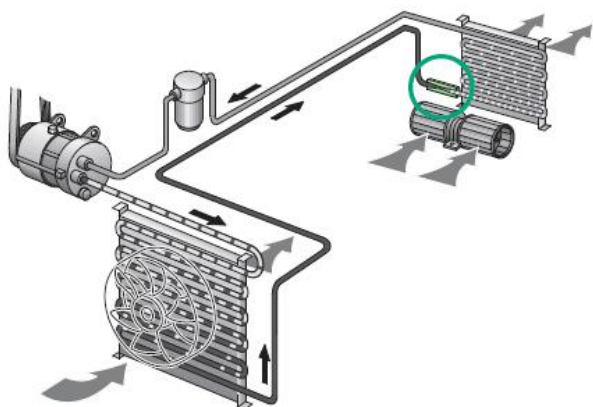
**Fonction :** Faire chuter la pression et réguler le débit du fluide frigorigère.

### 13.3.5.5. L'évaporateur.

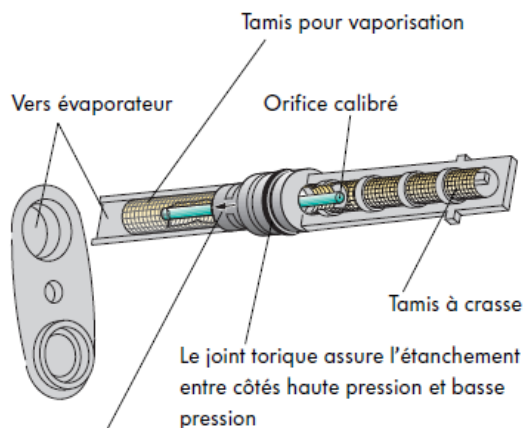


**Fonctions :** Changer l'état du fluide frigorigère de liquide en gazeux en BP. Refroidir et déshumidifier l'air qui entre dans l'habitacle.

### 13.3.5.6. L'orifice calibré.




**Fonctions :** Provoquer une chute rapide de pression entraînant la vaporisation du fluide frigorigène. Réguler le débit.

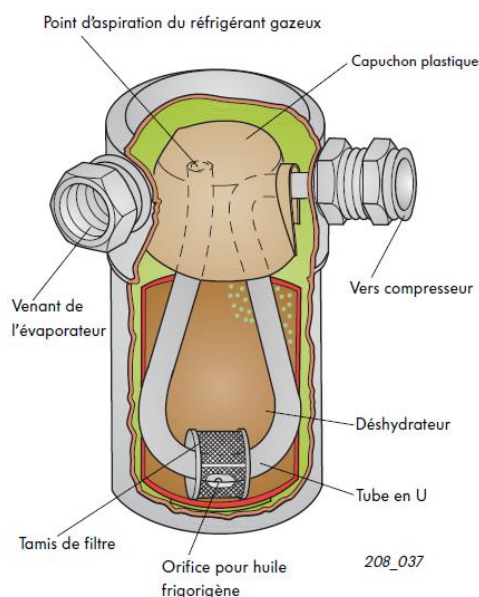
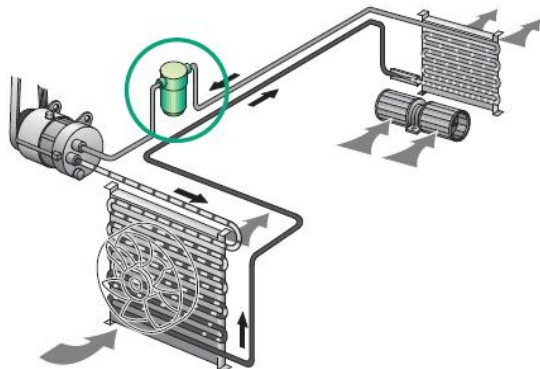


**Tenir compte de la position de montage ! La flèche sur l'étrangleur est orientée vers l'évaporateur.**

### 13.3.5.7. L'accumulateur.

**Fonctions :** Stocker, filtrer et déshydrater le fluide frigorigène à l'état liquide. L'accumulateur est placé coté basse pression (à un endroit chaud du moteur : post-évaporation).

 Il doit être remplacé à chaque ouverture du circuit réfrigérant ou si le circuit ne contient plus de gaz.



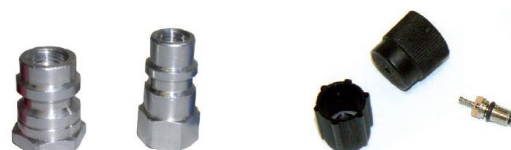
### 13.3.5.8. Les tuyaux et raccords.

Ils permettent les liaisons et les raccordements entre les principaux éléments du circuit.



### 13.3.5.9. Les raccords de service.

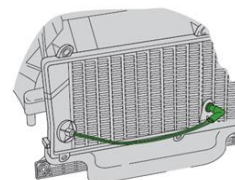
Ils permettent de brancher la station de climatisation au circuit.



### 13.3.5.10. Le thermostat.

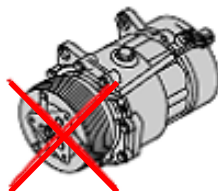
Fixé proche de l'évaporateur, il coupe le compresseur lorsque la température de l'air extérieure approche 0°.

On évite ainsi le givrage de l'évaporateur (casse du compresseur) par aspiration de liquide



### 13.3.5.11. Le capteur de pression.

Il gère le fonctionnement du compresseur en fonction de la pression de fluide dans le circuit.



Il enclenche les GMV en grande vitesse.

2 bar < Pression > 30 bar

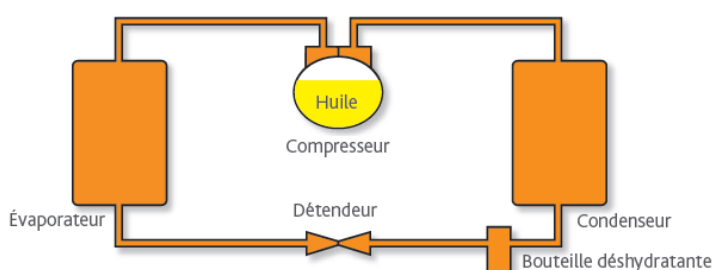


Pression > 20 bar



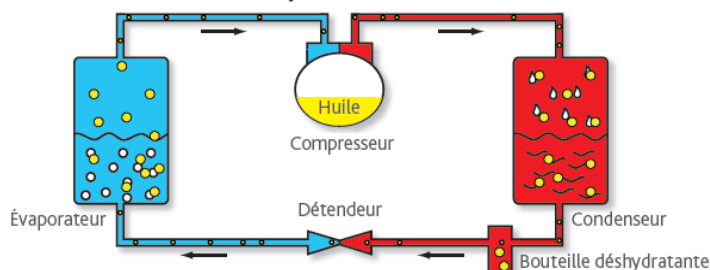
## 13.4. Le circuit d'huile

### Circuit neuf.



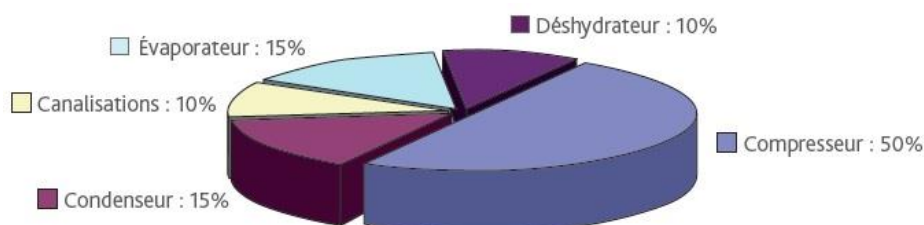
Toute l'huile est dans le compresseur

### Circuit ayant fonctionné.



Une partie de l'huile est transportée par le fluide dans le circuit.

### 13.4.1. Exemple de répartition de la quantité d'huile dans un circuit ayant fonctionné.



L'huile se répartissant différemment dans les composants, il est nécessaire de rajouter une quantité d'huile lors du remplacement d'un composant (voir documentation technique)

### 13.4.2. Exemple de quantité d'huile dans un circuit (Renault Laguna).

Huile de climatisation	
Type	Planetel PAG488
Viscosité	ISO 150
Capacité du système	
V6	120-150 ml
Sauf V6	205-235 ml
Capacité des composants	
Compresseur	Remplacer la quantité vidangée
Accumulateur	Remplacer la quantité vidangée + 15 ml
Condenseur	Remplacer la quantité vidangée + 30 ml
Évaporateur	Remplacer la quantité vidangée + 30 ml
Tuyaux de liaison	Remplacer la quantité vidangée + 10 ml
Tuyaux de liaison (à la suite d'une fuite importante)	100 ml

- Solubilité élevée avec le réfrigérant
- Bon pouvoir lubrifiant
- Exempte d'acide
- Fortement Hygroscopique (absorbe l'eau)
- Non miscible avec d'autres huiles