

ROYAUME DU MAROC



مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

*Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
DIRECTION RECHERCHE ET INGÉNIERIE DE FORMATION*

**RÉSUMÉ THÉORIQUE &
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N°: 14 ENTRETIEN ET RÉPARATION DU CIRCUIT DE
CLIMATISATION**

SECTEUR : RÉPARATION DES ENGIN A MOTEUR

**SPÉCIALITÉ : RÉPARATION DES ENGIN A MOTEUR
OPTION : AUTOMOBILE**

NIVEAU : TECHNICIEN

SYSTEMES DE CLIMATISATION

SOMMAIRE

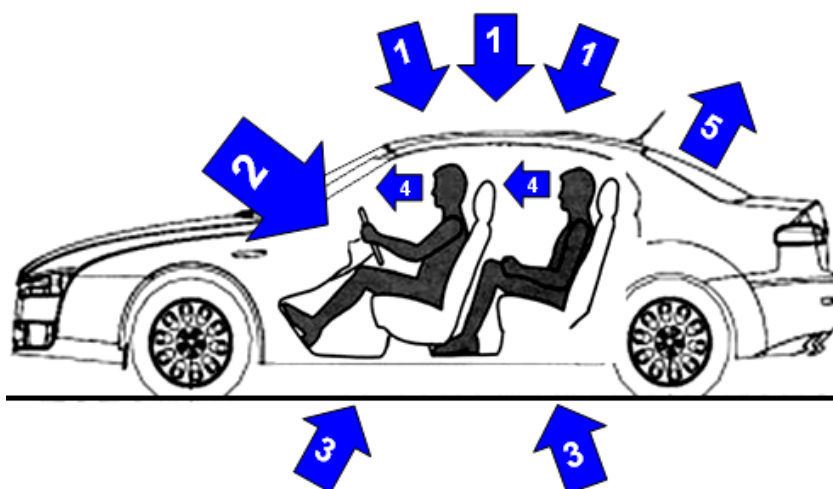
1. GENERALITES	5
2. LE BIEN-ETRE THERMOHYGROMETRIQUE	6
2.1. HUMIDITE DE L'AIR	8
2.2. L'humidité spécifique (Us)	8
2.3. Humidité spécifique maximum (Umax) et condensation	9
2.4. L'humidité relative (Ur)	9
3. FLUIDE REFRIGERANT	9
3.1. Gaz R134a	10
4. PROPRIETES DES LUBRIFIANTS	10
4.1. CARACTERISTIQUES:	11
4.2. SEUIL CRITIQUE :	11
4.3. CHANGEMENTS D'ETATS	11
5. RAPPORT ENTRE PRESSION ET TEMPERATURE	12
5.1. Rapport entre pression et température.	12
5.2. Graphique Pression/Température.	13
6. SYSTEME DE CLIMATISATION SUR LE VEHICULE	13
6.1. CONDITIONNEUR ET CLIMATISEUR	13
6.1.1. CONDITIONNEUR :	13
6.1.2. CLIMATISEUR:	14
7. FONCTIONNEMENT THEORIQUE D'UN CIRCUIT DE REFRIGERATION	14
8. COMPOSANTS DU SYSTEME DE REFRIGERATION	16
9. FONCTIONNEMENT DES COMPOSANTS DU SYSTEME DE REFRIGERATION	18
9.1. LE COMPRESSEUR	18
9.1.1. NOMBRE D'UNITES DE POMPAGE :	19
9.1.2. CYLINDREE :	19
9.1.3. TAUX DE COMPRESSION :	19
9.1.4. RENDEMENT VOLUMETRIQUE :	19
9.1.5. PUISSANCE CONSOMMEE :	19
9.1.6. COMPRESSEUR A CYLINDREE VARIABLE DELPHI V5	20
a) CARACTERISTIQUES :	20
b) Soupape de contrôle	20
c) FONCTIONNEMENT :	21
d) PLEINE CHARGE (schéma 1):	21
e) CHARGE MINIMUM (schéma 2):	22
9.1.7. COMPRESSEUR A CYLINDREE VARIABLE SANDEN SD7V16	23
a) CARACTERISTIQUES :	23
b) REGULATION DU DEBIT :	24
9.1.8. COMPRESSEUR NIPPONDENSO TV 12 SC	26
a) DESCRIPTION	26
b) FONCTIONNEMENT	26
c) SECURITE	26
d) CONTROLE DU DEBIT	26
9.1.9. COMPRESSEUR SCROLL SC08	28
a) DESCRIPTION	28
b) AVANTAGES	28
c) FONCTIONNEMENT	28
d) ELECTROAIMANT DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT	29
10. LE CONDENSEUR	31
11. LE FILTRE DESHUMIDIFICATEUR	32
12. LE DETENDEUR	33

12.1.	Détendeur avec bulbe thermostatique externe.....	33
12.1.	Détendeur avec bulbe thermostatique interne	33
13.	L'EVAPRATOEUR	34
14.	COMPOSANTS DE CONTROLE ET DE GESTION DU CIRCUIT DE REFRIGERATION.....	36
14.1.	SONDE DE TEMPERATURE D'AIR EXTERIEUR.....	38
14.2.	SONDES DE TEMPERATURE D'AIR CLIMATISE	40
14.3.	SONDE DE TEMPERATURE D'AIR D'HABITACLE	40
14.4.	CAPTEUR DE POLLUTION (AQS)	42
14.5.	CAPTEUR D'ENSOLEILLEMENT	44
14.5.1.	Fonctionnement	44
14.6.	CAPTEUR DE BUEE	44
14.6.1.	Fonctionnement	45
14.7.	PRESSOSTAT	45
14.7.1.	Le pressostat multifonction mécanique	46
14.7.2.	Pressostat à trois niveaux (trinaire).....	46
14.7.3.	Pressostat à quatre niveaux (quadrinaire).	46
14.7.4.	Le pressostat électronique linéaire	47
a)	Graphique du signal du pressostat linéaire	47
14.8.	CAPTEUR ANTIGIVRE	48
14.8.1.	Graphique du signal capteur antigivre.....	48
15.	GROUPE MELANGEUR.....	49
15.1.	LE VENTILATEUR ELECTRIQUE.....	51
15.2.	ACTIONNEURS DES VOLETS.....	52
15.3.	ACTIONNEURS DES SYSTEMES TRADITIONNELS :	52
15.4.	Brochage et emplacement des actionneurs	52
15.5.	ACTIONNEURS DES NOUVEAUX SYSTEMES:	53
15.6.	Schéma électrique fonctionnel de la climatisation (Alfa Romeo 159)	54
15.7.	FILTRE A POLLEN	55
15.7.1.	CARACTERISTIQUES :	56
15.8.	RADIATEUR DE CHAUFFAGE.....	57
15.9.	CHAUFFAGE SUPPLEMENTAIRE C.T.P.	57
15.10.	CHAUFFAGE AUTONOME SUPPLEMENTAIRE	58
15.10.1.	FONCTIONNEMENT	58
a)	Conditions d'allumage	59
b)	Conditions d'extinction.....	59
16.	PANNEAUX DE COMMANDE DU DISPOSITIF	59
16.1.	CLIMATISEUR MANUEL.....	60
16.1.1.	Logique de fonctionnement du climatiseur manuel	60
16.2.	CLIMATISEUR AUTOMATIQUE	60
16.2.1.	Commandes avant bi/trizone.....	61
16.2.2.	Commandes AR trizone	62
17.	LOGIQUE DE FONCTIONNEMENT DU CLIMATISEUR AUTOMATIQUE	62
17.1.	Utilisation du système.....	63
17.2.	FONCTIONS.....	64
17.2.1.	Molette de commande de température	64
a)	Condition "HI"	65
b)	Condition "LO"	66
c)	Bouton "AUTO".....	67
	Travaux Pratique.....	69
18.	Maintenance du système de climatisation	69
18.1.	Opération de vidage	70
18.2.	Contrôle de la production de froid.....	70
18.3.	Réaliser le remplacement du filtre habitacle. (Filtre à pollen)	72
18.4.	CONTROLE DE LA PRODUCTION DE FROID.....	72
18.5.	Contrôle de la haute et basse pression.....	74
18.6.	CONTROLE DU FONCTIONNEMENT DES COMMANDES	74

1. GENERALITES

Les exigences toujours plus poussées des utilisateurs en matière de confort et de sécurité ont conduit les constructeurs de véhicules à étudier et à proposer des solutions visant si ce n'est à éliminer, du moins à réduire toutes les sources d'inconfort pour les passagers.

La pénétration de la chaleur provenant de l'extérieur dans l'habitacle se fait par les vastes surfaces vitrées et par la libération de la chaleur accumulée par les éléments d'insonorisation, plus difficile à dissiper.



Dans le bilan thermique de l'habitacle, plusieurs sources entrent en jeu, comme notamment la chaleur qui se propage de l'extérieur vers l'intérieur :

- Rayonnement solaire (1).
- L'environnement, à savoir l'air ambiant qui s'infiltre dans l'habitacle à partir de l'environnement externe et du compartiment moteur (2).
- La réverbération de la chaussée (3).
- Les émissions thermiques du moteur et de ses accessoires (3-2).
- La chaleur dégagée par les occupants de l'habitacle, surtout via la respiration (4).
- La pénétration de chaleur via les surfaces vitrées (5).

Toute cette chaleur dégagée contribue à accroître la température de l'habitacle jusqu'à des valeurs insupportables pour le corps humain, ce qui a de graves répercussions sur le seuil d'attention et donc la sécurité.

Pour maintenir la température et l'humidité interne du véhicule aux niveaux souhaités, l'habitacle est pourvu d'un véritable circuit de réfrigération appelé climatiseur.

De plus, le climatiseur est couplé à un chauffage et à un système de ventilation et de réglage, ce qui permet de maintenir la température de l'habitacle dans la zone de "bien-être" quelles que soient les conditions climatiques externes. C'est cet ensemble que l'on appelle "climatiseur".

2. LE BIEN-ETRE THERMOHYGROMETRIQUE

Du point de vue thermique, le corps humain doit répondre à un besoin fondamental :

- ❖ maintenir une température interne très stable, d'environ $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, même si le corps produit constamment de la chaleur du fait de l'activité du métabolisme.

Pour atteindre cet objectif, le corps doit donc dissiper cet excès de chaleur dans l'environnement : il ne doit pas en libérer trop sinon la température interne du corps chute, et il ne doit pas en libérer moins, sous peine d'une augmentation excessive.

On appelle donc **“équilibre thermique”** la condition dans laquelle le corps humain réussit, en recourant à ses mécanismes d'autorégulation, à compenser les avantages/inconvénients liés à la production interne de chaleur et à l'échange de chaleur avec l'environnement.

On appelle **“bien-être thermo hygrométrique”** l'état mental de satisfaction éprouvée au plan de l'environnement thermique.

La condition dans laquelle le plus grand nombre de personnes expriment un sentiment de bien-être est appelée **“bien-être optimal”**.

Pour parvenir à maintenir son équilibre thermique, le corps humain s'autorégule, ce qui génère des sensations désagréables.

Ces sensations désagréables sont un véritable signal, un indicateur de la **“fatigue”** éprouvée par le corps pour maintenir son équilibre.

Pour maintenir l'homéothermie du corps, il existe deux types de thermorégulation :

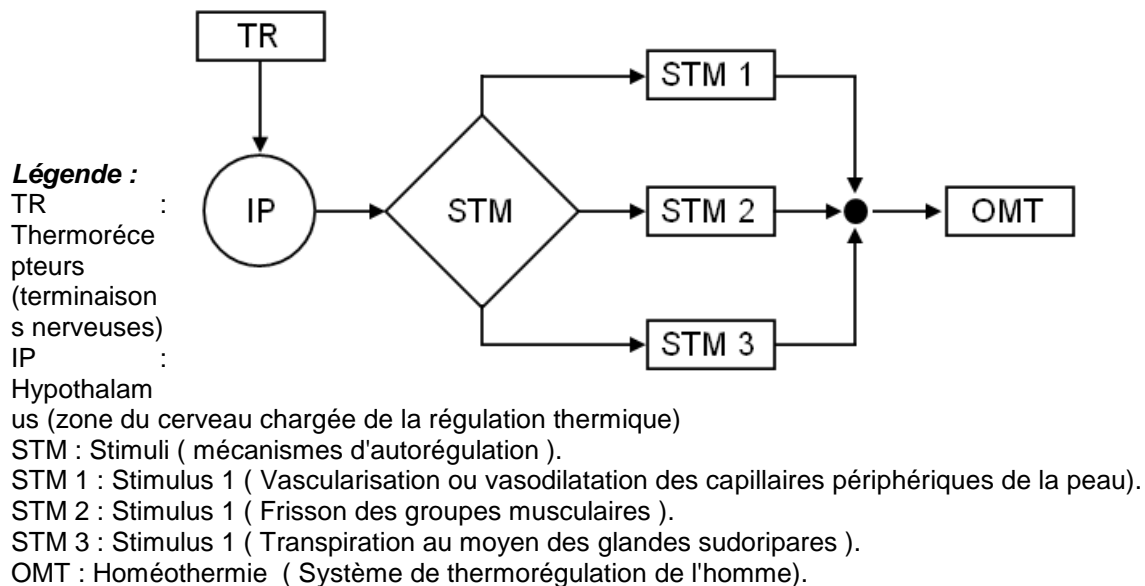
- vasomotrice
- comportementale

L'énergie thermique générée à l'intérieur du corps humain est libérée dans l'environnement essentiellement par la peau, que ce soit par convection, par rayonnement (dus à un écart de température entre la peau et l'air entourant le corps et entre la peau et la température moyenne rayonnée par les parois qui entourent le corps) ou par évaporation.

La thermorégulation vasomotrice concerne les capillaires superficiels (STM 1) : ces derniers, équipés de vannes s'ouvrent (vasodilatation dans les environnements les plus chauds) ou se ferment (vasoconstriction dans les environnements les plus froids) en augmentant ou en bloquant l'afflux sanguin. D'autres mécanismes sont également à l'oeuvre pour maintenir l'homéothermie du corps : En cas de froid: le frisson (STM 2), c'est-à-dire l'activation de certains groupes musculaires, entraîne une augmentation du métabolisme énergétique qui empêche la libération d'énergie mécanique dans l'environnement.

En cas de chaleur : la transpiration (STM 3) recouvre la peau d'un film fin de solution aqueuse qui se transforme en partie en vapeur dans l'air, éliminant de la chaleur à la surface du corps humain.

Le corps humain est un système de climatisation efficace et l'illustration suivante représente le système de thermorégulation de l'homme **L'Homéothermie”**.

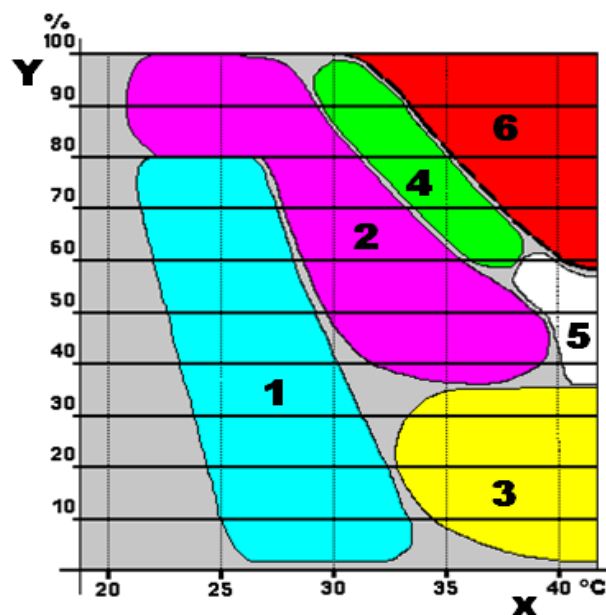


En conclusion, l'état de bien-être physique et psychique de l'organisme humain dépend de la température, de l'humidité et du vent.

Les processus de thermorégulation cutanée sont stimulés par la température et par l'humidité qui produisent sur les personnes une sensation subjective influencée à son tour par le vent.

Si l'on s'en tient uniquement aux paramètres de température et d'humidité, on sait bien que les hautes températures sont d'autant plus difficiles à supporter que le degré d'humidité de l'air est élevé.

Une atmosphère chaude et humide (climat étouffant) empêche le refroidissement périphérique du corps humain au moyen de la transpiration, alors que l'air sec et chaud favorise une évaporation rapide et donc l'abaissement de la température corporelle.



Légende :

- 1 - Optimal
- 2 - Etouffant
- 3 - Torride
- 4 - Opprimant

- 5 - Asphyxiant
- 6 - Coup de chaleur
- Y - Echelle % (Humidité).
- X - Echelle °C (Température).

2.1. HUMIDITE DE L'AIR

L'humidité de l'air dépend de la présence de vapeur d'eau.

Un niveau trop élevé ou trop faible d'humidité de l'air peut influencer négativement sur le corps humain et plus particulièrement sur l'appareil respiratoire.

La quantité de vapeur d'eau que peut contenir l'air n'est pas illimitée et dépend des conditions de température et de pression à l'instant T.

Cette quantité est d'autant plus importante que la température est élevée et à chaque température correspond une quantité limite maximale qui ne peut pas être dépassée.

Lorsque l'air contient la quantité maximale de vapeur d'eau pour une température donnée, on dit que l'air est "Saturé" et que passé ce stade, le phénomène de condensation peut se produire.

La quantité d'eau que l'air peut emprisonner fluctue en fonction de la température et augmente si la température de l'air augmente.

Par conséquent, alors qu'1 kg d'air sec à 21°C peut contenir jusqu'à 15,8 g de vapeur d'eau, la même quantité d'air à -18 °C ne peut contenir que 0,92 grammes environ.

L'humidité de l'air est donc l'un des quatre paramètres environnementaux dont dépend le bien-être thermo hygrométrique. Les autres paramètres sont :

- la température.
- la vitesse de l'air.

Le degré d'humidité de l'air peut être évalué selon différents critères de mesure, dont voici les plus courants:

- **L'humidité absolue (Ua)**, égale au poids en grammes de la vapeur d'eau contenue dans 1 m³ d'air ;
- **L'humidité spécifique (Ua)**, égale au poids en grammes de la vapeur d'eau contenue dans 1 kg d'air humide ;
- **Rapport de mélange ou mixing-ratio**, rapport entre la masse de vapeur d'eau et la masse d'air sec avec laquelle la vapeur d'eau est mélangée;
- **Humidité spécifique maximum (Umax) ou saturation**, égale au poids en grammes de la vapeur d'eau saturée pour 1 kg d'air humide et pour une valeur de température et de pression donnée ;
- **Humidité relative (Ur)**, égale au rapport entre la quantité de vapeur d'eau pour 1 kg d'air humide et celle que l'on obtiendrait s'il était saturé dans les mêmes conditions de température et de pression.

2.2. L'humidité spécifique (Us)

Exprime la teneur en grammes (g) de vapeur d'eau dans un kilogramme d'air. Cette mesure définit le contenu réel de vapeur à l'intérieur d'une masse d'air et ne permet pas de déterminer le point de saturation et donc de connaître la probabilité de la formation de nuages.

La température de rosée est la température à laquelle une fraction de l'air doit être refroidie (sans subir de variations de pression ou de teneur en vapeur) pour devenir saturée.

Exemple : Supposons qu'une masse d'air à une température de 20°C ait une teneur en vapeur équivalant à 7,2 g/Kg d'air. Si l'on se reporte au tableau ci-avant, on déduit que l'air en question devient saturé si on le refroidit jusqu'à 10°C. Cette dernière valeur représente la température de rosée de la masse d'air étudiée. Si la température de rosée est inférieure à 0°C, si l'on poursuit le refroidissement, on obtient la formation de givre.

2.3. Humidité spécifique maximum (U_{max}) et condensation

Une masse d'air ne peut pas contenir une quantité illimitée de vapeur d'eau.

Pour une température donnée, il existe une quantité maximum de vapeur pouvant être contenue dans un kilogramme d'air (au sol, un kilogramme d'air correspond à un volume d'air d'environ 0,8 m³).

Plus la température est élevée, plus la quantité maximum de vapeur d'eau que peut contenir l'air est élevée. Lorsque cette limite est atteinte, on obtient la saturation. Un apport supplémentaire de vapeur d'eau ou une baisse de la température provoque la condensation de l'excès de vapeur d'eau, phénomène qui produit des gouttelettes qui composent les nuages, le brouillard, la brume, etc.

Le tableau suivant donne quelques exemples de valeurs en grammes (g) de la quantité maximum de vapeur d'eau qui peut être contenue dans un kg d'air dans les couches les plus proches du sol.

°C	-10	0	10	20	30	40
g/Kg	1,7	3,6	7,2	13,6	25,0	45,0

2.4. L'humidité relative (U_r)

est la mesure de l'hygrométrie qui permet le mieux d'indiquer si une masse d'air est proche de la saturation, car elle exprime le rapport sous forme de pourcentage entre la quantité de vapeur d'eau effectivement présente dans la masse d'air et la quantité maximum de vapeur d'eau que l'air peut contenir à la même température (humidité de saturation - U_{max}).

Exemple: Une masse d'air qui à 10°C contient 7,2 g de vapeur d'eau possède une humidité relative de 100%, car comme elle est déjà saturée, elle contient 100% de la quantité maximum de vapeur qu'elle peut renfermer. Un refroidissement ultérieur entraînera la condensation de l'excès de vapeur. En revanche, la masse d'air à 10°C contient seulement 4,8 g de vapeur par kilogramme d'air, son humidité relative U_r est exprimée par la formule :

$$U_r = [4,8 (U_s) : 7,2 (U_{max})] \times 100 = 66\%$$

L'humidité relative donne des indications précises sur la probable saturation de l'air et est donc un paramètre significatif pour prévoir la formation de nuages et pour déterminer le bien-être physiologique.

3. FLUIDE REFRIGERANT

Pour le fonctionnement du cycle de réfrigération, il faut utiliser un type de gaz ou de fluide particulier. Les propriétés de ces fluides doivent correspondre aux conditions de l'environnement qu'ils devront supporter pendant le cycle.

Voici les principales caractéristiques d'un fluide réfrigérant :

- **POINT DE GEL BAS**, afin d'empêcher sa solidification, même aux températures très basses.
- **TEMPERATURE D'EVAPORATION ELEVEE** pour obtenir une absorption élevée de chaleur en employant des quantités faibles de fluide.
-

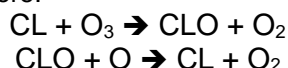
- **INFLAMMABILITE REDUITE**, pour éviter tout risque d'incendie en cas de fuites à l'intérieur du compartiment moteur.
- **NON OXYDANT ET/OU CORROSIF**, afin de ne pas détériorer les composants du circuit.
- **FACILE A MELANGER AUX ELEMENTS LUBRIFIANTS** pour garantir une lubrification parfaite de tous les éléments qui constituent le circuit.

3.1. Gaz R134a

Ce fluide peut être utilisé à des températures et des pressions plus élevées que le R12. Par conséquent, sur les nouveaux systèmes, il a fallu redimensionner les surfaces d'échange (condenseur et évaporateur) et redessiner certains composants.

Appellation commerciale	R134a.	R12
Groupe	HFC	CFC
Nom	Hydro Fluoro Carbure	Chloro Fluoro Carbure
Formule chimique	CH ₂ F CF ₃	CF ₂ CL ₂
Base	Hydrogène	Chlore
Point d'ébullition à 1bar	- 26,5 °C	- 29,8 °C
Point de congélation	- 101 °C	- 158 °C
Volume spécifique	0,057 m ³ /Kg	0,047 m ³ /Kg
Densité du liquide à 25 °C	1,203 g/cm ³	1,311 g/cm ³
Pression de la vapeur à 25 °C	6,62 bars	6,51 bars
Nocif pour l'ozone	non	oui

Les CFC (composés de chlore, de fluor et de carbone) ont une vie moyenne assez longue et ne sont décomposés que par la radiation solaire qui scinde la molécule, libérant ainsi le chlore (CL) qui une fois libéré réagit avec l'ozone (O₃) en lui soutirant une molécule d'oxygène pour former ainsi le monoxyde de chlore (CLO). La molécule de monoxyde de chlore lorsqu'elle rencontre une molécule d'oxygène (O) se scinde en libérant à nouveau du chlore qui est libre de "détruire" une autre molécule d'ozone (O₃), bouclant ainsi le cycle catalytique du chlore.



La permanence de ce cycle au cours des années (la production industrielle des CFC a commencé dans les années 20) a provoqué une réduction moyenne de 3% de l'ozone, qui laisse ainsi davantage passer les ultraviolets provenant de l'atmosphère.

La prise de conscience de la gravité du problème et les normes adoptées au fil des ans ont conduit l'industrie de la réfrigération dans les pays industrialisés à se convertir de plus en plus aux gaz "écologiques".

4. PROPRIETES DES LUBRIFIANTS

La présence d'organes en mouvement dans un circuit de réfrigération (comme le compresseur et le détendeur) nécessite une lubrification méticuleuse de l'ensemble du dispositif.

L'huile de lubrification pour les circuits de climatisation doit avoir des caractéristiques particulières pour pouvoir supporter les conditions qui règnent à l'intérieur du circuit:

- ils ne doivent pas former de mousse.
- ils ne doivent pas geler.
- ils doivent être miscibles avec le fluide de réfrigération.

4.1. CARACTERISTIQUES:

pour le fluide R12, les lubrifiants utilisés sont des huiles minérales hautement raffinées dans lesquelles des impuretés comme la cire, le soufre et l'eau ont été soigneusement extraites. Toutefois, ces huiles ne sont pas solubles dans le fluide R134a pour lequel il faut utiliser des huiles de synthèse spécifiques (polyalcalinglycols).

4.2. SEUIL CRITIQUE :

parmi les caractéristiques de ces nouvelles huiles, il faut tenir compte de leur fort caractère hygroscopique, c'est-à-dire à leur forte tendance à absorber l'humidité contenue dans l'air. Il est donc déconseillé de laisser ces bidons d'huile ouverts plus que de nécessaire.

Pour palier ce problème, les compresseurs neufs sont déjà remplis avec la quantité exacte d'huile de lubrification et pressurisés à l'azote afin d'éviter toute infiltration d'impuretés et d'humidité.

N. B. : Il est préférable de ne jamais utiliser d'huiles déconseillées par la maison mère pour les dispositifs de climatisation (par exemple les huiles pour moteur ou les liquides de freins), car cela pénaliserait fortement l'efficacité du circuit ainsi que sa fiabilité.

N. B. : pour le type d'huile conseillé, se reporter au chapitre traitant du compresseur.

4.3. CHANGEMENTS D'ETATS

Lorsqu'un corps est chauffé, il absorbe de l'énergie, son agitation thermique augmente ainsi que sa température.

Les molécules s'éloignent les unes des autres et le corps se dilate.

Quand on chauffe le corps, les molécules s'éloignent et provoquent un changement d'état :

- fusion: si le corps est à l'état solide, il devient liquide;
- vaporisation: si le corps est liquide il devient gazeux.

Quand on refroidit le corps, les changements d'états inverses se produisent:

- solidification : si le corps est liquide il devient solide;
- condensation: la vapeur revient à l'état liquide.

Les changements d'états se font à une température précise qui dépend des propriétés de la substance. C'est ce que l'on appelle la température de fusion (corps solides) et la température d'ébullition (corps liquides).

Dans certains cas, on assiste au passage direct de l'état solide à l'état gazeux et inversement (sublimation et gel).

Inversement, si un gaz est comprimé et passe à l'état liquide, nous obtenons une liquéfaction.

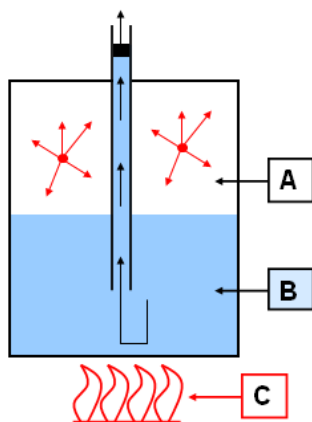
En règle générale, une augmentation de pression tend à rapprocher les molécules et favorise par conséquent les changements d'états qui se font avec une réduction de volume (solidification, condensation), alors qu'elle ralentit les changements qui nécessitent une augmentation de volume (vaporisation, fusion).

N. B. :

- Lorsqu'un gaz passe de l'état liquide à l'état gazeux, il exécute un travail en utilisant l'énergie interne accumulée. Dans ce cas, le gaz se refroidit.
- Lorsqu'un gaz passe de l'état gazeux à l'état liquide, il exécute un travail en utilisant l'énergie externe. Dans ce cas, le gaz s'échauffe.

5. RAPPORT ENTRE PRESSION ET TEMPERATURE.

Prenons pour exemple un récipient hermétiquement clos contenant un liquide (B), par exemple de l'eau que l'on soumet à une augmentation de température (C) qui porte ce liquide à l'ébullition. La vapeur qui se crée (A) ne peut pas s'échapper, ce qui augmente la pression à l'intérieur du liquide. (c'est exactement ce qui se produit dans une banale cafetière italienne).



Légende :

- A - Vapeur sous pression
- B - Liquide en ébullition
- C - Source de chaleur

Le principe thermodynamique que l'on déduit de l'exemple est le suivant :

- quand on chauffe un gaz, cela augmente la pression dans le conteneur.
- quand on comprime un gaz, cela augmente sa température.

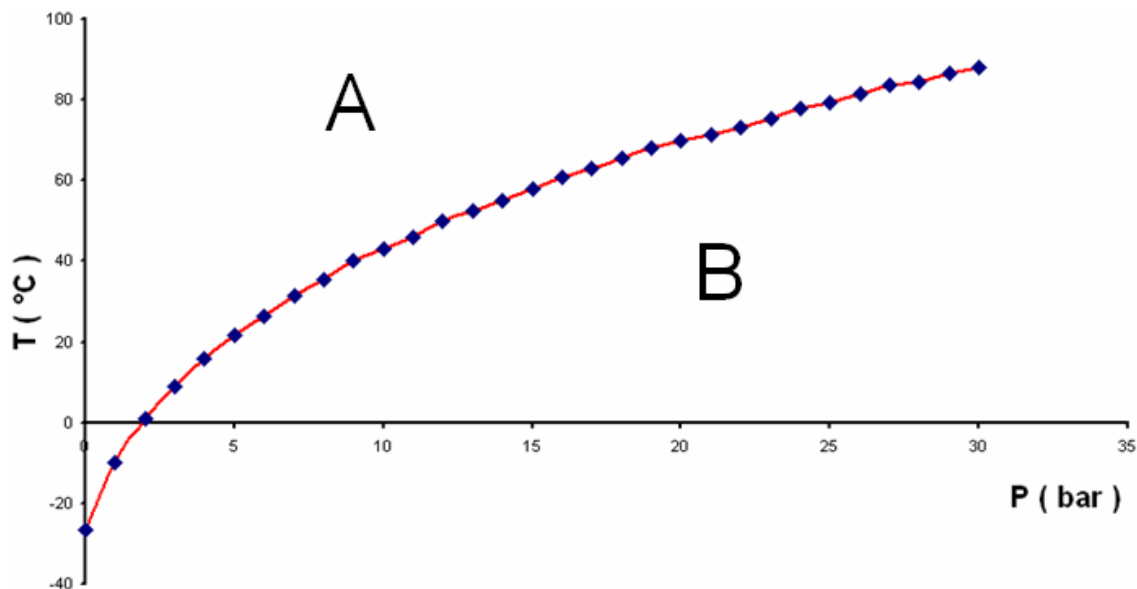
5.1. Rapport entre pression et température.

Le tableau ci-dessous indique les valeurs de pression du gaz R134a en fonction de la température externe.

Pression (Bar)	Température externe (C°)		Pression (Bar)	Température externe (C°)
0	- 26		16	61
1	- 10		17	63
2	1		18	65,5
3	9		19	68
4	16		20	70
5	21,5		21	71,5
6	26,5		22	73
7	31,5		23	75,5
8	35,5		24	78
9	40		25	79,5
10	43		26	81,5
11	46		27	83,5
12	50		28	84,8
13	52,5		29	86,4
14	55		30	88
15	58			

5.2. Graphique Pression/Température.

Le tracé représente sous forme graphique les valeurs du tableau ci-avant.



Légende :

T – Température du gaz (°C)

P – Pression du gaz (bar)

A – gaz sous forme gazeuse

B – Gaz sous forme liquide

6. SYSTEME DE CLIMATISATION SUR LE VEHICULE

6.1. CONDITIONNEUR ET CLIMATISEUR

La principale différence entre un système de *CONDITIONNEMENT* et un système de *CLIMATISATION* réside dans le mode de gestion de la fonction chauffage/refroidissement du flux d'air.

On confond parfois à tort un système de climatisation avec un système de conditionnement automatique.

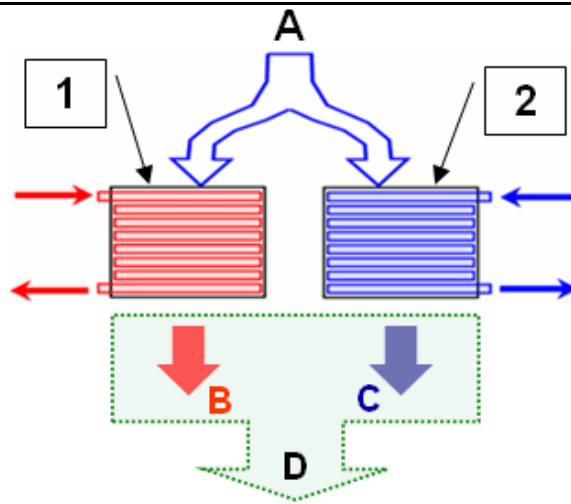
Il existe en effet des systèmes automatiques ou manuels des deux types qui obéissent à des logiques de gestion radicalement différentes.

6.1.1. CONDITIONNEUR :

dans un système de conditionnement, le flux d'air (A) traverse séparément le chauffage (1) et l'évaporateur (2).

Par conséquent, dans le conduit d'air, il y a deux flux distincts, un froid (B) avec une faible humidité relative et un chaud (C) avec une forte humidité relative.

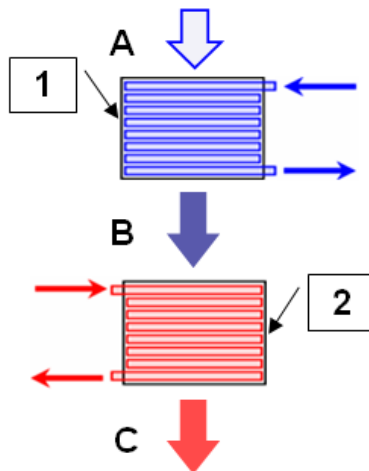
Ces deux flux recombinaés (D) sont diffusés dans l'habitacle via les bouches d'aération.



6.1.2. CLIMATISEUR:

Cette architecture présente l'avantage de contrôler l'humidité du flux d'air.

Le flux d'air (A) est unique et traverse tout d'abord l'évaporateur (1) produisant un flux d'air froid et déshumidifié (B), puis passe ensuite à travers le chauffage (2) où il est chauffé (C) et introduit dans l'habitable par les bouches d'aération.



7. FONCTIONNEMENT THEORIQUE D'UN CIRCUIT DE REFRIGERATION

Les dispositifs de réfrigération par compression d'un fluide sont les plus diffusés pour les systèmes de petite et moyenne dimension.

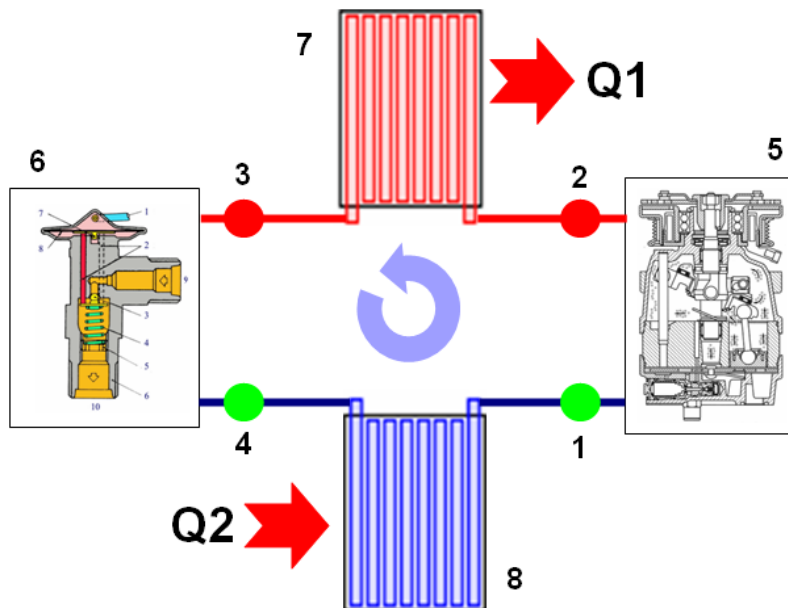
Les systèmes frigorigènes utilisent un fluide qui change d'état :

- Vaporisation sous pression et température constantes dans les phases où ils soustraient de la chaleur
- Condensation, toujours à température et pression constantes, alors qu'ils cèdent de la chaleur quand la pression et la température sont plus élevées par rapport au processus de vaporisation.

Lors des changements d'état, l'efficacité de la transmission de chaleur est très élevée et les deux transformations peuvent être effectuées avec des surfaces d'échange relativement réduites.

L'enthalpie élevée de changement d'état permet de plus d'opérer avec des débits réduits de masse de fluide de réfrigération.

Pour illustrer certains aspects importants de la réfrigération, nous avons représenté ci-dessous le cycle :

**Légende :**

- 1 - Etat du gaz (vapeur).
- 2 - Etat du gaz (vapeur saturée).
- 3 - Etat du gaz (liquide).
- 4 - Etat du gaz (vapeur).
- 5 - Compresseur du gaz.
- 6 - Détendeur.

- 7 - Groupe condenseur.
- 8 - Groupe évaporateur.
- Q1 - Chaleur cédée dans l'environnement.
- Q2 - Chaleur absorbée par l'environnement.

Le fluide de réfrigération pénètre dans l'évaporateur (8) à l'état de vapeur saturée (Etat 4) et, en soustrayant de la chaleur

à la source inférieure, il vaporise partiellement jusqu'à l'Etat 1.

Il est donc comprimé de l'état 1 à l'état 2 de vapeur saturée.

Pendant ce processus, la température augmente de T_2 à T_1 , tout comme la pression.

La transformation 2-3 se fait dans le condenseur où le fluide de réfrigération se condense complètement du fait de la chaleur cédée à l'extérieur. L'état 4 est enfin rétabli par la détente provoquée par le compresseur (5).

Il est toutefois nécessaire de remarquer que les cycles frigorigènes réels ne recoupent pas totalement le cycle idéal simple décrit ci-dessus.

La compression, de l'état 1 à l'état 2, devrait se faire avec de la vapeur saturée, c'est-à-dire en présence d'un mélange de liquide et de vapeur.

Cette compression, appelée "humide" est normalement évitée, car la phase liquide présente peut endommager le compresseur.

Dans la plupart des cas, sur les dispositifs de petite et moyenne taille, le compresseur est de type alternatif et la phase liquide, incompressible, tend à occuper le volume "nocif" du compresseur, ce qui risque de compromettre son intégrité mécanique.

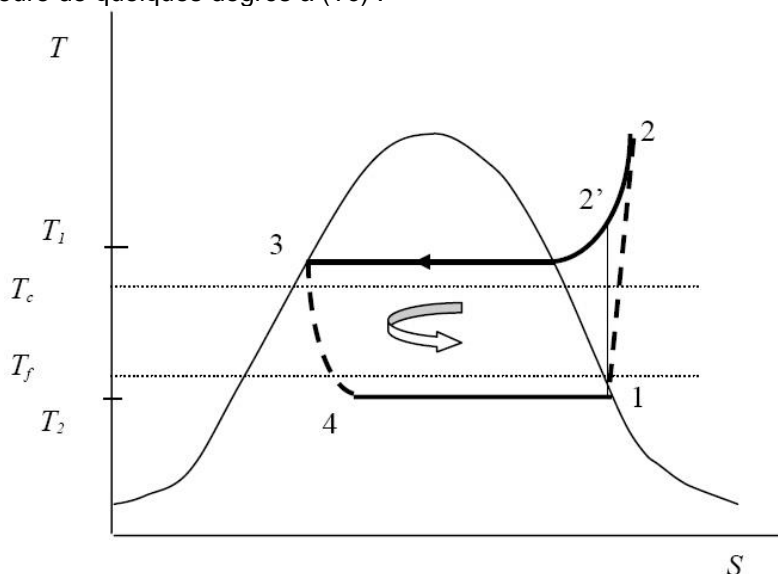
Le liquide tend en outre à laver le voile d'huile de lubrification sur les parois du cylindre, ce qui augmente les frottements qui s'opposent au mouvement.

Actuellement, on préfère donc opérer une compression "à sec", dans laquelle l'état initial du fluide est la vapeur saturée sèche et l'on part du principe que le fluide est à l'état liquide saturé à la sortie du condenseur.

Pour ce qui est de la détente, on note que si elle est effectuée avec une vapeur saturée à faible titre, cela nécessite beaucoup moins de travail externe que celui nécessaire pour la compression.

La détente se fait donc au moyen du détendeur (transformation 3-4).

Enfin, il faut également tenir compte du fait que pour mener à terme les échanges thermiques des transformations 4-1 et 2-3, avec des températures constantes et définies par les sources externes à (T_c) (température du fluide externe chaud) et (T_f) (température du fluide externe froid), il est nécessaire que la vaporisation se fasse à une température inférieure de quelques degrés à (T_f) et que la condensation s'effectue à une température supérieure de quelques degrés à (T_c) .



Légende :

T – Température du fluide
 T_1 - température du fluide après la compression
 T_2 - température du fluide après la détente
 T_c - température du fluide externe chaud
 T_f - Température du fluide externe froid
S - Enthalpie

8. COMPOSANTS DU SYSTEME DE REFRIGERATION

L'utilisation d'un dispositif de conditionnement sur le véhicule a permis de résoudre plusieurs problèmes liés au séjour à bord et à la sécurité de conduite :

- maintenir une température et une humidité "agréables" pour les passagers.
- éviter la formation de condensation sur les vitres.
- éviter une distribution stratifiée de l'air.
- limiter les mauvaises odeurs.

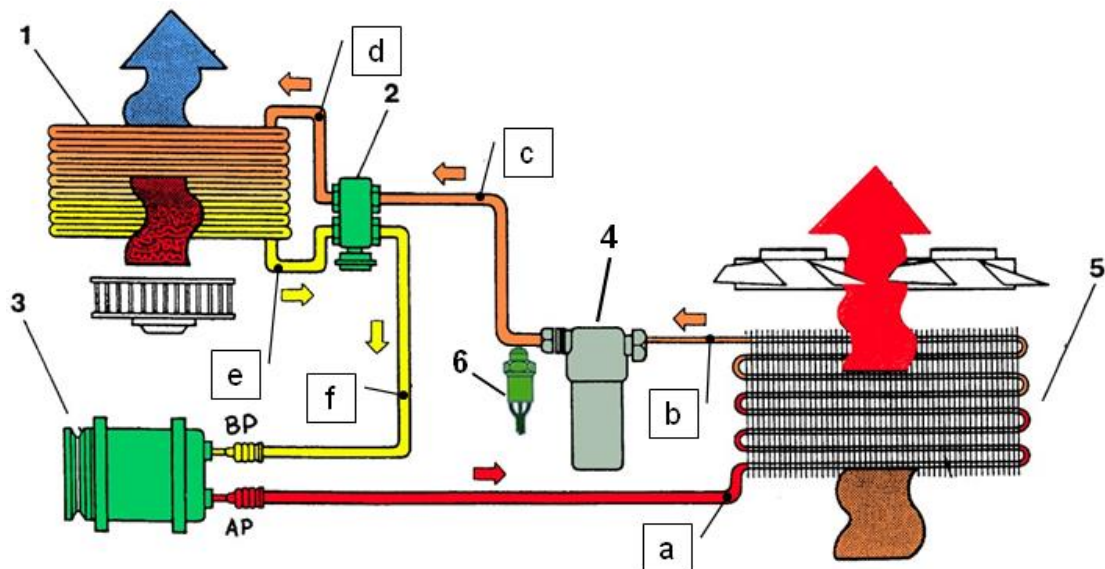
Bien entendu, le dispositif de conditionnement doit être en mesure d'atteindre ces objectifs dans des délais raisonnables, sans gêner les passagers, par exemple avec des flux d'air trop violents ou des températures d'air trop chaudes ou trop froides.

Pour ce faire, le système doit être en mesure de :

- refroidir
- réchauffer
- déshumidifier

Pour ce faire, le dispositif utilise les propriétés de certains fluides appelés fluides de réfrigération.

L'illustration suivante montre un exemple de schéma fonctionnel de réfrigération.

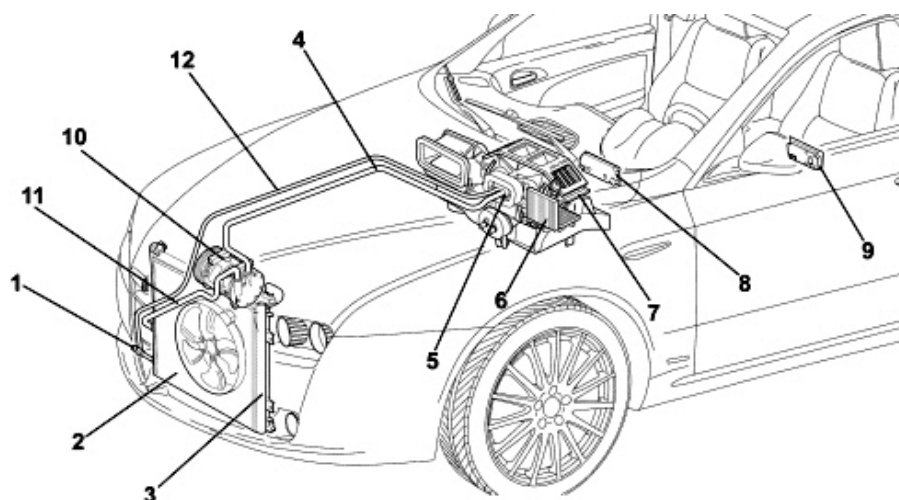


Légende :

- 1 – Groupe évaporateur
- 2 – Détendeur
- 3 – Compresseur du gaz
- 4 - Filtre déshumidificateur
- 5 – Groupe condenseur
- 6 - Capteur de pression
- a - Conduite de gaz sous forme gazeuse ($80 \div 100\text{ °C}$ / $10 \div 20\text{ bars}$).
- b - Conduite de gaz sous forme liquide ($50 \div 60\text{ °C}$ / $10 \div 20\text{ bars}$).
- c - Conduite de gaz sous forme liquide ($50 \div 60\text{ °C}$ / $10 \div 20\text{ bars}$).
- d - Conduite de gaz sous forme gazeuse ($10 \div 15\text{ °C}$ / $2,5 \div 3\text{ bars}$).
- e - Conduite de gaz sous forme gazeuse ($6 \div 12\text{ °C}$ / $2,5 \div 3\text{ bars}$).
- f - Conduite de gaz sous forme gazeuse ($6 \div 12\text{ °C}$ / $2,5 \div 3\text{ bars}$).
- BP - raccord basse pression
- AP - raccord haute pression

N. B. : sur les derniers dispositifs, le filtre déshumidificateur (4) est intégré dans le groupe condenseur (5).

L'illustration suivante montre l'emplacement des composants du dispositif de climatisation du modèle Alfa Romeo 159.



Légende :

- | | |
|--|---|
| 1. Pressostat linéaire | 8. Panneau des commandes avec centrale électronique |
| 2. Condenseur | 9. Panneau de commandes arrière (version trizone) |
| 3. Filtre déshumidificateur intégré dans le condenseur | 10. Compresseur |
| 4. Tuyau de gaz basse pression | 11. Tuyau de gaz haute pression |
| 5. Détendeur | 12. Tuyau de fluide haute pression |
| 6. Évaporateur | |
| 7. Groupe convoyeur/distributeur | |

9. FONCTIONNEMENT DES COMPOSANTS DU SYSTEME DE REFRIGERATION

Les composants d'un système de réfrigération fonctionnent comme suit:

- **Compresseur (3)** – Comprime le fluide à l'état gazeux provenant de l'évaporateur ($T = +6^{\circ}\text{C} \div +12^{\circ}\text{C}$) ($P = 2,5 \div 3$ bars). Avec ce procédé, le fluide surchauffe ($T = 80^{\circ}\text{C} \div 100^{\circ}\text{C}$) et augmente la pression ($P = 10 \div 20$ bars).
- **Condenseur (5)** – Refroidit le fluide ($T = +50^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$) et celui-ci passe de l'état gazeux à l'état liquide. Avec ce procédé, la pression se maintient ($P = 10 \div 20$ bars).
- **Détendeur (2)** – Détend le fluide qui revient à l'état gazeux. Avec ce procédé, la pression du fluide ($P = 2,5 \div 3$ bars) et sa température baissent ($T = -10^{\circ}\text{C} \div -15^{\circ}\text{C}$).
- **Évaporateur (1)** – Le fluide absorbe la chaleur de l'air qui traverse l'évaporateur en le refroidissant. Avec ce procédé, le fluide surchauffe ($T = +6^{\circ}\text{C} \div +12^{\circ}\text{C}$).

9.1. LE COMPRESSEUR

Dans le cycle de réfrigération, le compresseur est l'élément qui permet d'augmenter la pression du fluide de réfrigération. Le fluide à la sortie du compresseur dispose d'une température naturellement beaucoup plus élevée que celle qu'il avait en entrée, mais il conserve son état gazeux.

Il est très important que le compresseur travaille toujours avec du fluide à l'état gazeux afin d'éviter d'être gravement endommagé.

Voici les paramètres distinctifs d'un compresseur:

- nombre d'unités de pompage
- cylindrée
- taux de compression
- rendement volumétrique
- puissance consommée

9.1.1. NOMBRE D'UNITES DE POMPAGE :

les compresseurs alternatifs ont en général de 2 à 7 unités de pompage (pistons). Ce paramètre a une influence directe sur la cylindrée du compresseur et son régime de fonctionnement.

9.1.2. CYLINDREE :

pour les compresseurs alternatifs, la cylindrée C équivaut à la surface S de chaque piston multipliée par sa course maximum L, multipliée par le nombre de cylindres n.

$$C = S \cdot L \cdot n$$

9.1.3. TAUX DE COMPRESSION :

le taux de compression est le rapport entre la pression absolue de refoulement et la pression absolue d'aspiration.

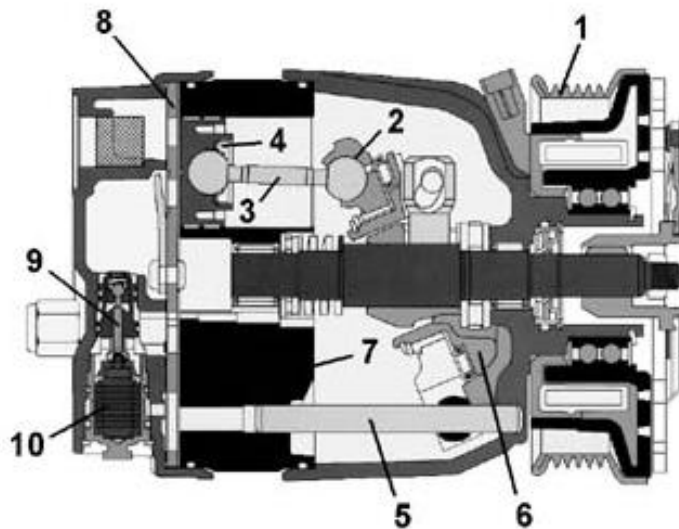
9.1.4. RENDEMENT VOLUMETRIQUE :

le rendement volumétrique est le rapport entre le volume d'air aspiré par le compresseur en un tour et la cylindrée du compresseur proprement dit.

9.1.5. PUISSANCE CONSOMMEE :

pendant son fonctionnement, le compresseur absorbe une partie de la puissance du moteur. La consommation de puissance est d'environ 1,5 ÷ 5kW (2 ÷ 7 CV) au ralenti moteur et de 1 ÷ 3,5 kW aux régimes les plus élevés.

9.1.6. COMPRESSEUR A CYLINDREE VARIABLE DELPHI V5



Légende :

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1 - Poulie avec articulation | 6 - Plan incliné |
| 2 - Disque | 7 - Bloc moteur |
| 3 - Bielle | 8 - Plaque porte-soupapes |
| 4 - Piston | 9 - Soupape de régulation |
| 5 - Axe de guidage du disque | 10 - Soufflet de commande de soupape |

a) CARACTERISTIQUES :

- 5 pistons
- cylindrée variable de 161,3 à 10,4 cm³/tour

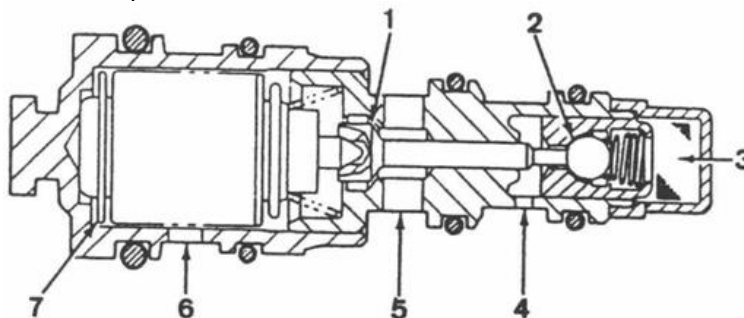
Comme la cylindrée d'un compresseur alternatif dépend de la surface des pistons, de leur course et de leur nombre, dans ce cas, pour la faire varier, on intervient sur la course.

A la place de la bielle qui déplace le piston, on utilise un plateau oscillant. La variation de la longueur du bras de bielle, nécessaire pour faire varier la course du piston, est réalisée en changeant l'inclinaison du plateau.

b) Soupape de contrôle

Une des caractéristiques de ce compresseur, c'est la soupape de contrôle intégrée au compresseur qui modifie l'inclinaison du rotor de commande de la bride porte-bielles/pistons.

La variation de l'inclinaison de cette bride entraîne, comme nous l'avons déjà expliqué, la variation continue de la cylindrée du compresseur.



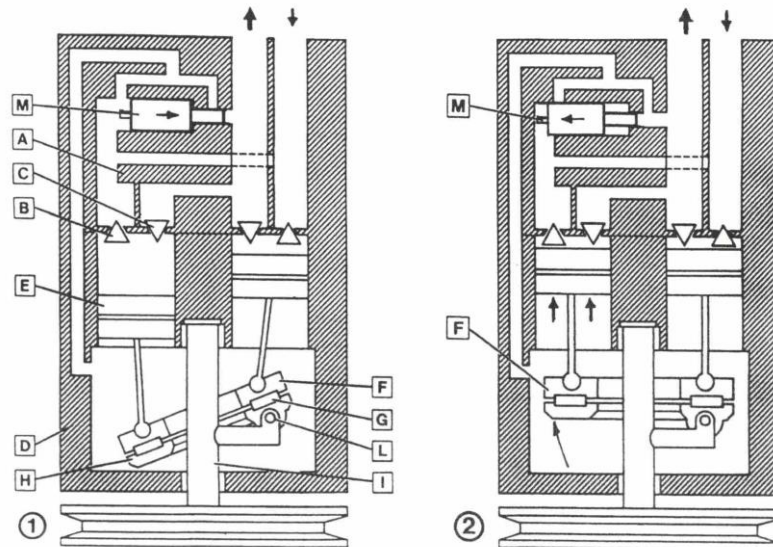
Légende :

- 1 – Orifice calibré de la pression d'admission.
- 2 – Orifice calibré de la pression de refoulement.
- 3 – Entrée de la pression de refoulement.
- 4 – Passage vers le corps du compresseur.
- 5 – Passage de retour du corps du compresseur.
- 6 – Passage vers la chambre d'admission.
- 7 – Soufflet.

c) FONCTIONNEMENT :

L'illustration ci-dessous représente schématiquement le fonctionnement du compresseur dans deux situations limites :

- à pleine charge (cylindrée maximum).
- à charge minimum (cylindrée minimum).



Légende :

A - Plaque des soupapes
B - Soupape d'entrée
C - Soupape de refoulement
D - Bloc moteur
E - Piston
F - support de bielle

G - Roulement
H - Plateau oscillant
I - Arbre
J - Axe du plateau
K - Soupape régulatrice.

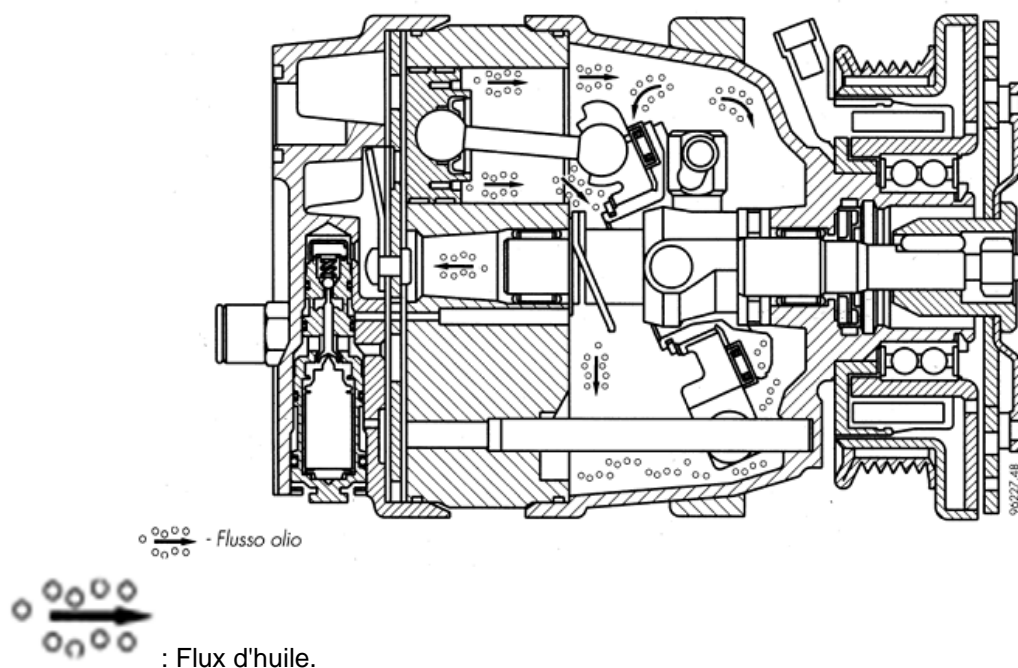
d) PLEINE CHARGE (schéma 1):

À pleine charge, la soupape régulatrice M est déplacée vers la droite sous l'action du ressort et la pression élevée qui se retrouve à droite n'est pas suffisante pour la déplacer. Dans ce cas, la chambre sous les pistons se retrouve en basse pression d'admission, ce qui contribue à maintenir l'inclinaison du plateau.

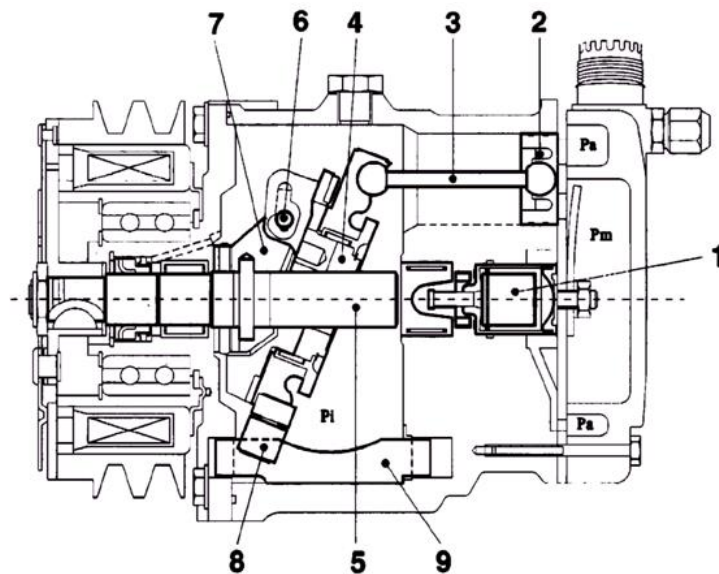
e) **CHARGE MINIMUM** (schéma 2):

lorsque la haute pression réussit à déplacer la soupape de régulation, une partie de la pression parvient à la chambre sous les pistons et soulève partiellement le plateau oscillant. Ainsi, la cylindrée du compresseur est réduite tant que les deux pressions d'entrée et de sortie restent quasiment équivalentes.

Schéma de lubrification du compresseur DELPHI HARRISON V5



9.1.7. COMPRESSEUR A CYLINDREE VARIABLE SANDEN SD7V16



Légende :

- 1 – Soupape à membrane.
- 2 - Pistons.
- 3 – Bielles.
- 4 - Plaque porte-bielles.
- 5 - Arbre.
- 6 - Axe.

- 7 – Bras.
- 8 – Glissière.
- 9 – Guide.
- Pa – Pression d'admission.
- Pi – Pression interne au compresseur.
- Pm – Pression de refoulement.

a) CARACTERISTIQUES :

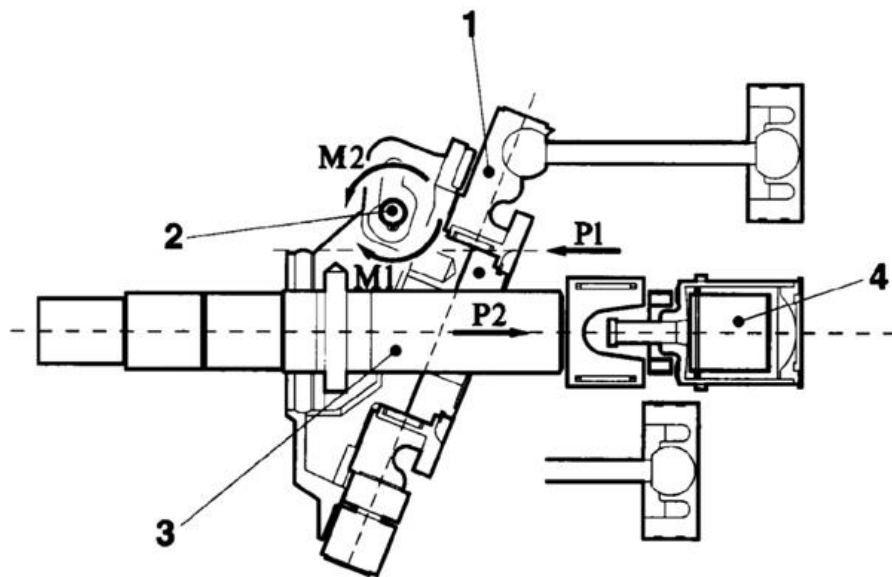
- cylindrée variable de 161,3 à 10,4 cm³/tour
- 7 pistons
- soupape de contrôle de débit intégrée
- sens de rotation : horaire
- régime maximum: 8000 tours/min.
- régime maximum continu : 7000 tours/min.

Comme sur le compresseur Delphi, la variation de puissance se fait en faisant varier l'inclinaison du plateau porte-bielles. Cette inclinaison est toujours réglée de façon à équilibrer les pressions d'admission et de refoulement du fluide. Ainsi, une basse pression d'admission entraîne un redressement du plateau oscillant qui réduit le débit. Inversement, une haute pression entraîne une inclinaison maximale du plateau et donc un débit maximum.

b) REGULATION DU DEBIT :

La régulation du débit, qui se fait au moyen de la soupape à membrane (4) illustrée, fonctionne comme suit :

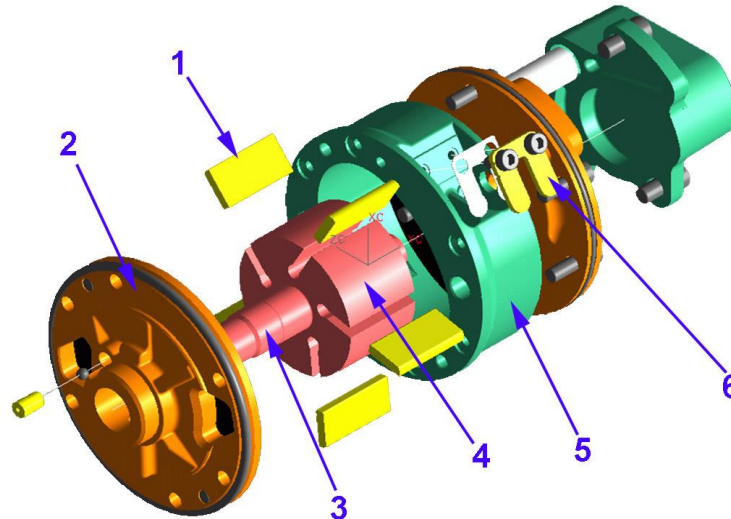
- Quand la pression d'admission P_a est élevée, la soupape (4) reste fermée. Sur la plaque (1) enchâssée sur l'axe (2) s'exercent principalement les forces de réaction des pistons (P_1) qui provoquent un mouvement dans le sens des aiguilles d'une montre (M_1) appliqué sur l'axe de la plaque qui reste ainsi en position d'inclinaison maximum.
- Quand la pression P_a diminue, l'écart de pression ouvre la soupape (4) qui exerce ainsi une pression (P_2) qui pousse l'arbre (3). Cette force crée un mouvement (M_2) anti-horaire qui s'exerce sur l'axe de la plaque et tend ainsi à la ramener en position d'inclinaison minimum.



Légende :

1. Plaque porte-bielles
2. Axe
3. Arbre
4. Soupape à membrane

9.1.8. COMPRESSEUR NIPPONDENSO TV 12 SC



Légende :

1 - Palettes.

2 - Plaque frontale.

3 - Arbre de commande.

4 - Rotor.

5 - Cylindre du stator.

6 - Soupape de refoulement.

a) DESCRIPTION

Le compresseur est de type "à palettes" avec régulateur de pression afin de régler le débit lorsque la pression d'admission chute à des valeurs risquant d'entraîner le gel de l'évaporateur.

b) FONCTIONNEMENT

La compression est assurée par la rotation d'un moyeu (4) désaxé qui entraîne les palettes (3). Du fait du désaxage du moyeu, les chambres (2) qui se créent entre une palette et l'autre ont un volume variable en fonction de la rotation du moyeu proprement dit.

Cela crée donc les lumières d'admission et de compression lorsque les chambres sont respectivement en phase d'augmentation de volume et de réduction, générant ainsi l'effet d'aspiration et de compression souhaité.

c) SECURITE

Le compresseur est en outre doté d'une thermistance de sécurité qui désactive l'électroaimant si la température interne du compresseur dépasse les 180°C.

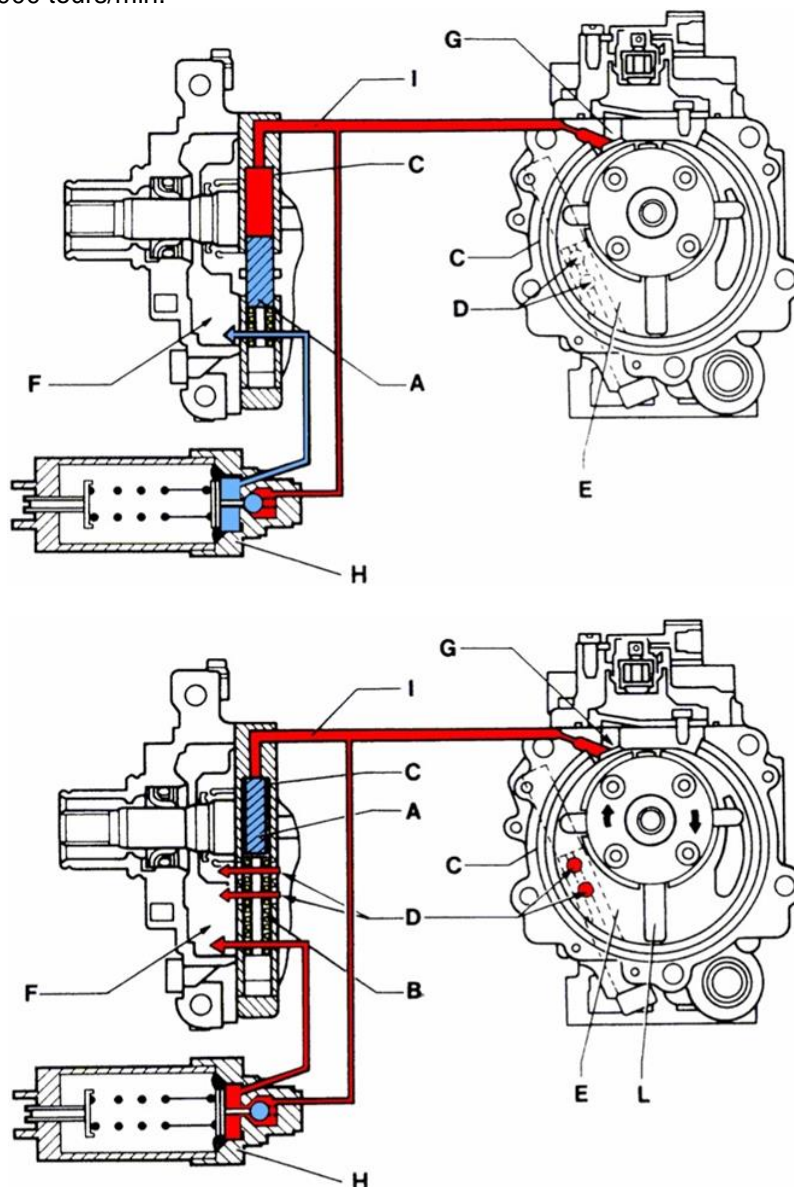
d) CONTROLE DU DEBIT

Le contrôle du débit est obtenu par un mécanisme pneumatique intégré au compresseur, ce qui crée une dérivation de fluide lorsque la pression d'admission est trop faible.

Lorsque la pression prélevée dans le conduit (I) à travers le régulateur (H) dans la chambre basse pression n'est pas en mesure de conserver le piston abaissé (A) grâce à la pression du ressort (B), ce dernier se soulève en laissant ouverts les orifices de communication (D).

A travers ces orifices, une partie du fluide qui se trouve dans la chambre de compression (E) peut passer dans la chambre d'admission (F).

Ce système est en mesure de réduire le débit du compresseur jusqu'à 17% de son débit maximum quand le moteur atteint 1000 tours/min.

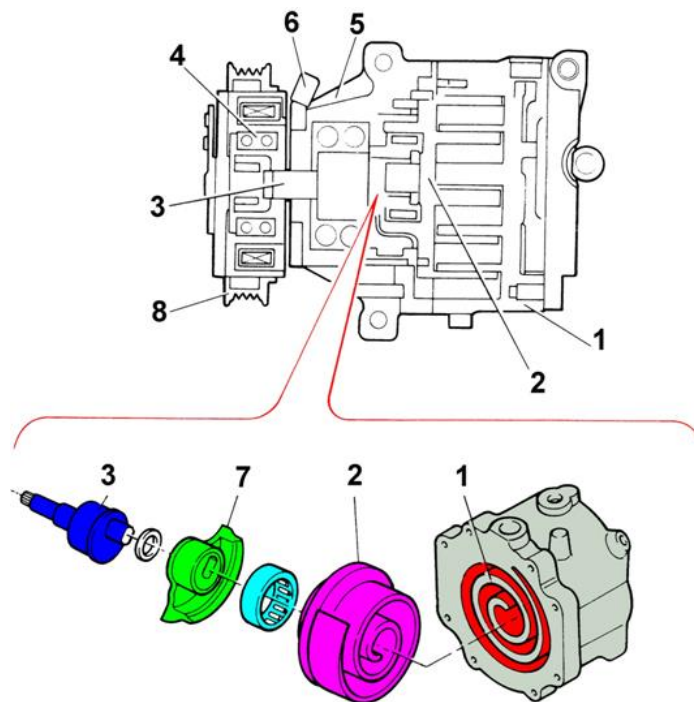


Légende :

A – Piston.
B – Ressort.
C – Cylindre.
D – Orifices de communication.
E – Chambre de compression.

F – Chambre d'admission.
G – Orifice calibré.
H – Régulateur de pression.
I – Conduit.

9.1.9. COMPRESSEUR SCROLL SC08



Légende :

1 – Vis d'Archimède fixe (corps).
2 – Vis d'Archimède orbitale.
3 – Came.
4 – Joint d'étanchéité de l'arbre excentrique.

5 – Protection.
6 – Connexion électrique (alimentation).
7 – Masse d'équilibrage.
8 – Poulie.

a) DESCRIPTION

Le compresseur SCROLL est de type à spirale orbitale et il se compose de deux parties seulement, une vis d'Archimède fixe (1) qui fait partie intégrante du corps du compresseur et une partie mobile (2). Le mouvement de révolution qui crée la compression est obtenu par une came (3) équilibrée par une masse (7).

b) AVANTAGES

Ce type de compresseur présente les avantages suivants:

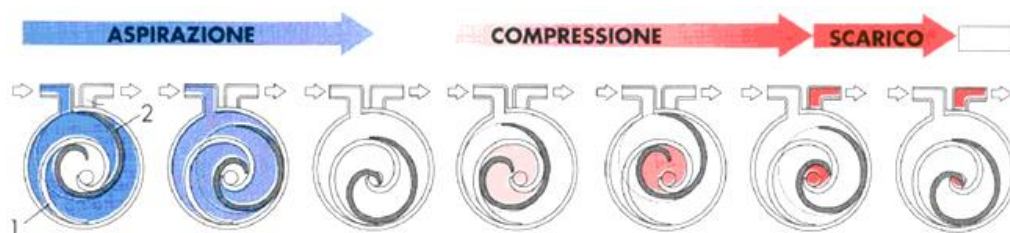
- absence de fuites axiales et radiales et par conséquent, pas de joints d'étanchéité,
- fuites et bruits réduits du fait de l'absence de soupapes et de tuyaux internes,
- amélioration de l'étanchéité des deux vis avec l'usure.

c) FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement du compresseur SCROLL à spirale orbitale se base sur la séquence de tours représentée sur l'illustration.

Dans la pratique, du fait de la forme des deux spirales et du nombre de bras de chaque spirale (3), le volume de fluide capturé durant les premiers 360° de rotation (un tour complet) est expulsé au bout de 1080° (3 tours complets).

L'effet de compression est obtenu par le fait que le volume capturé par le bras externe plus grand de la spirale lors du premier tour est expulsé par le bras central plus petit au troisième tour.



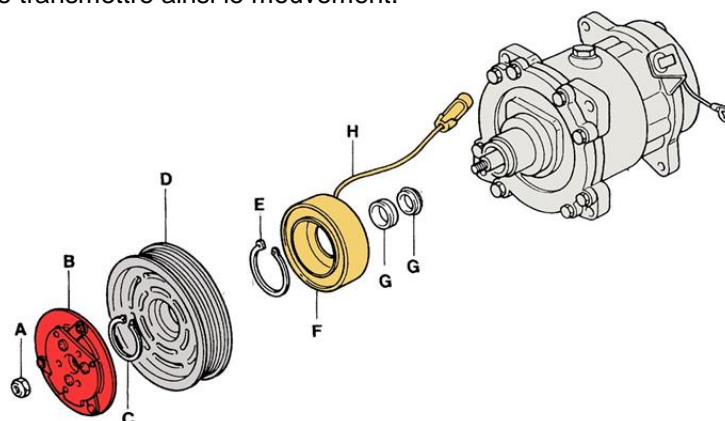
Légende :

- 1 - Spirale fixe
- 2 - Spirale orbitale

d) ELECTROAIMANT DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT

L'électroaimant permet de rendre solidaire la poulie du compresseur avec son arbre. En phase de désactivation, la poulie tourne en roue libre sans transmettre le mouvement de la courroie aux organes internes du compresseur. Pendant cette phase, l'embrayage de l'électroaimant se trouve à une distance de $0,6 \div 0,8$ mm de la poulie.

Lorsque l'électroaimant est excité, il relie, en attirant un embrayage, la poulie avec le moyeu afin de les rendre solidaires et de transmettre ainsi le mouvement.

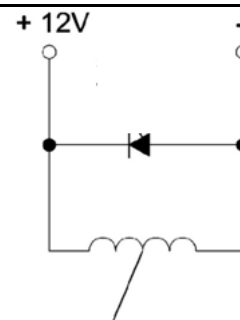
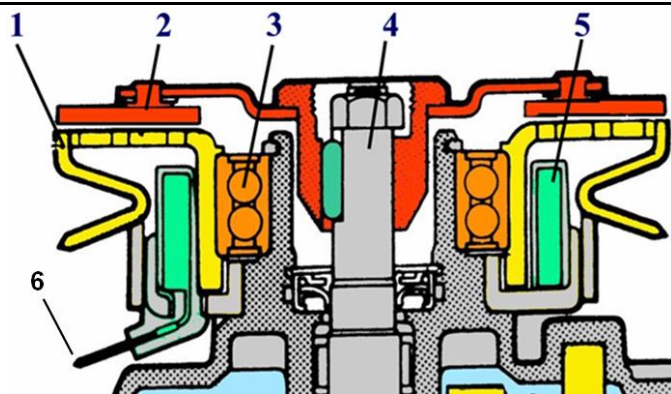


Légende :

- A – Boulon de fixation du groupe d'embrayage.
- B – Moyeu.
- C – Circlip de retenue de la poulie.
- D – Poulie.

- E – Circlip de la poulie électromagnétique.
- F - Electroaimant.
- G – Rondelles d'épaulement pour le réglage du jeu d'embrayage.
- H – Câble d'alimentation de l'électroaimant.

Embrayage électromagnétique et circuit équivalent de l'électroaimant (1) avec diode de protection (2).



5

Légende :

1 – Poulie.

2 – Embrayage.

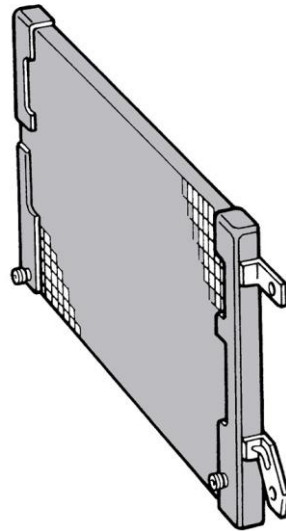
3 – Roulement.

4 – Moyeu.

5 – Electroaimant.

6 – Connexion électrique (alimentation).

10. LE CONDENSEUR

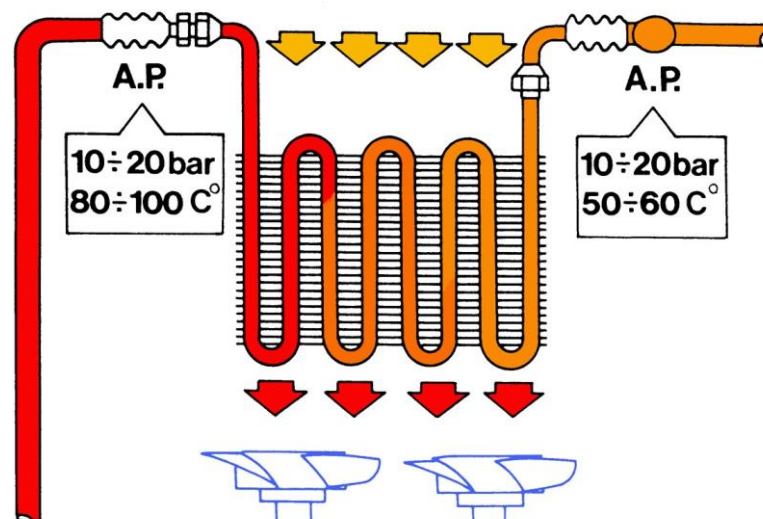


Le condenseur est un échangeur situé habituellement devant le radiateur de liquide de refroidissement du moteur.

Il a pour mission de ramener le fluide provenant du compresseur à des températures plus faibles afin de le liquéfier.

En effet, le fluide provenant du compresseur à une pression d'environ 10-20 bars et une température de 80°-100°C et se trouve à l'état gazeux.

En aval du condenseur, le fluide perd environ 30°-40°C sans perte de pression et revient à l'état liquide.



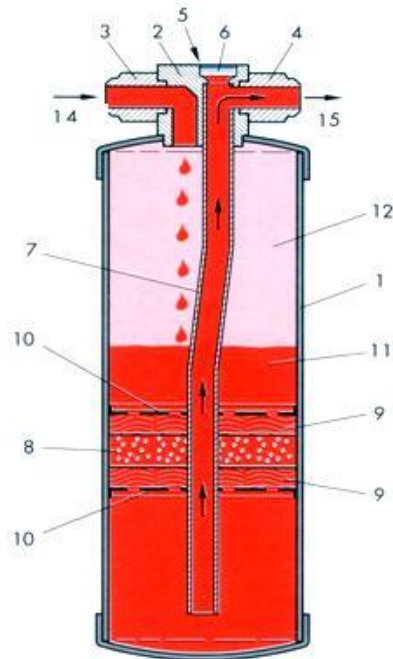
Le refroidissement du condenseur est assuré par la circulation naturelle de l'air lorsque le véhicule roule et par un ou deux ventilateurs lors des arrêts.

L'absence de refroidissement du condenseur entraîne une réduction de l'efficacité de l'ensemble du circuit de réfrigération.

11. LE FILTRE DESHUMIDIFICATEUR

La fonction du filtre est indispensable afin que les impuretés éventuellement présentes dans le circuit ne reviennent pas boucher le détendeur qui se trouve tout de suite en aval.

De plus, ce dispositif sert également d'élément séparateur entre le fluide à l'état liquide et celui à l'état gazeux.



Légende :

- 1 - conteneur
- 2 - bloc porte-raccords
- 3 - raccord d'entrée
- 4 - raccord de sortie
- 5 - soupape de service
- 6 - vitre témoin
- 7 - tuyau de puisage

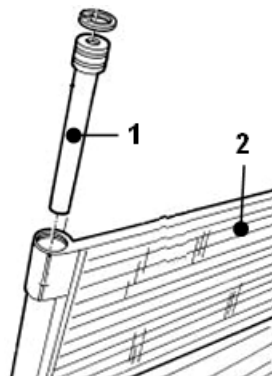
- 8 - matériau hygroscopique
- 9 - micro filtre
- 10 - écran percé
- 11 - liquide
- 12 - vapeur
- 14 - entrée
- 15 - sortie

L'humidité éventuellement présente dans le circuit en contact avec le fluide crée des acides de type chlorhydrique et fluorhydrique qui sont hautement corrosifs.

La présence d'humidité dans le circuit de réfrigération crée de la glace qui peut obstruer le détendeur.

Les substances présentes dans le filtre (SILICAGEL ou gel de silice) retiennent cette humidité.

Sur les derniers dispositifs, le filtre déshumidificateur (1) est intégré dans le groupe condenseur (2).



12. LE DETENDEUR

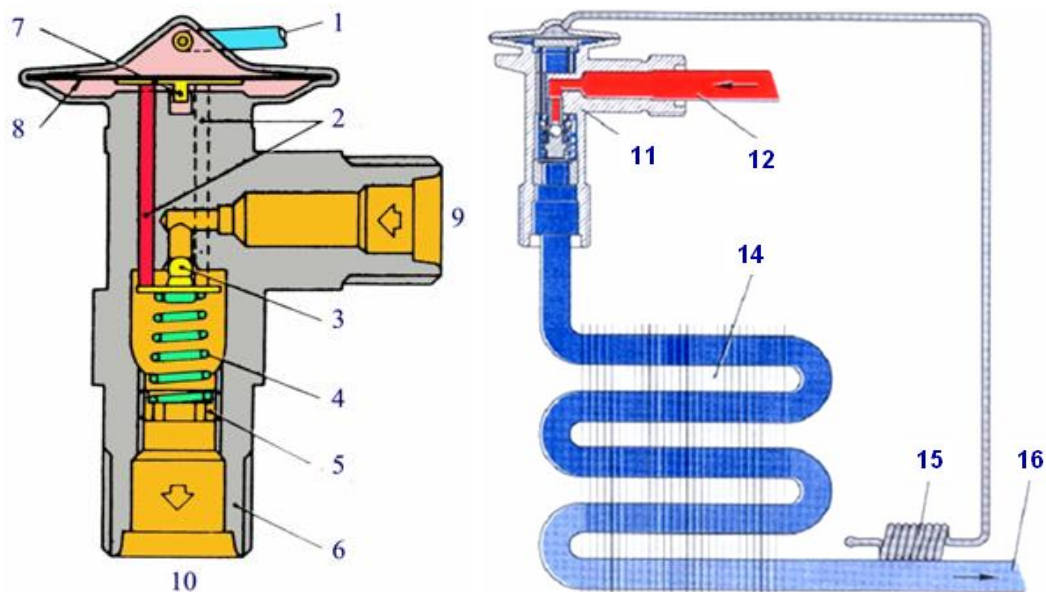
Le détendeur a pour mission de réguler le passage du fluide (gaz) de l'état liquide à haute pression à l'état gazeux basse pression.

Il existe deux types de détendeurs avec :

- bulbe thermostatique de contrôle externe.
- bulbe thermostatique de contrôle interne.

12.1. Détendeur avec bulbe thermostatique externe

Le bulbe externe (1) contenant un gaz inerte, situé sur le dessus du détendeur (11) est relié au conduit (1) avec un embout en serpentin (15). Lorsque la température à la sortie de l'évaporateur devient trop faible, le gaz du bulbe réduit sa pression en soulevant le diaphragme (8) qui à travers les stylets (2) ferme le clapet à bille (3).



Légende :

1 - Bulbe thermostatique

2 - Stylets

3 - Clapet sphérique

4 - Ressort

5 - Dispositif de contrainte du ressort

6 - Corps du détendeur

7 - Disque mobile

8 - Diaphragme

9 - Entrée (du groupe condenseur)

10 - Sortie (vers le groupe évaporateur)

11 - Détendeur

12 - Entrée

14 - Groupe évaporateur

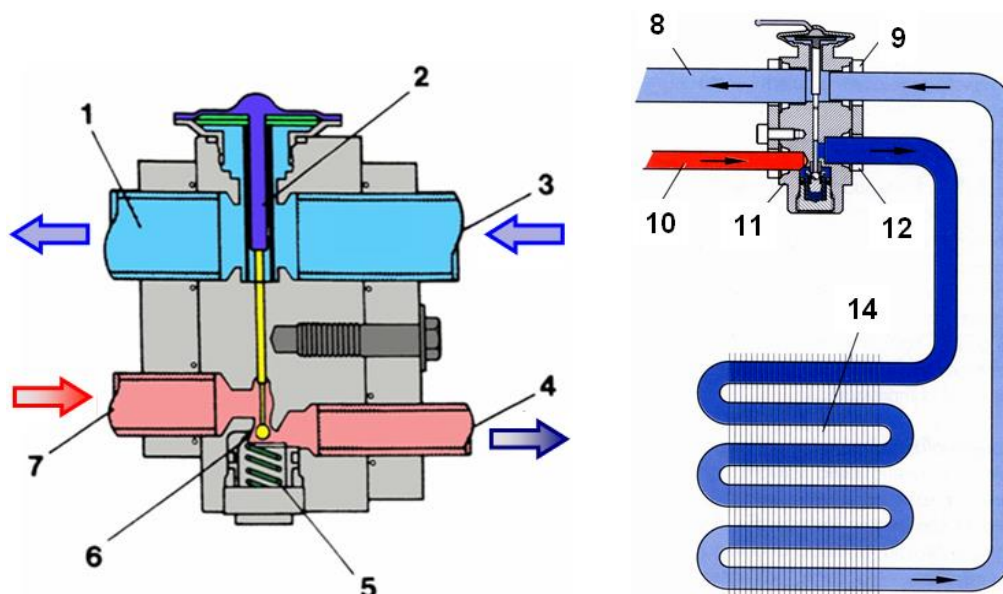
15 - Sonde thermostatique externe

16 - Renvoi au compresseur

12.1. Détendeur avec bulbe thermostatique interne

Dans ce cas, le contrôle de la température se fait sur le gaz à la sortie de l'évaporateur.

Quand on recycle le gaz à travers la soupape (de 1 à 3), ce dernier est en contact avec le bulbe thermostatique sensible (2) qui en se contractant ou se dilatant fait varier l'orifice de passage (6) et donc l'expansion du fluide vers l'évaporateur.



Légende :

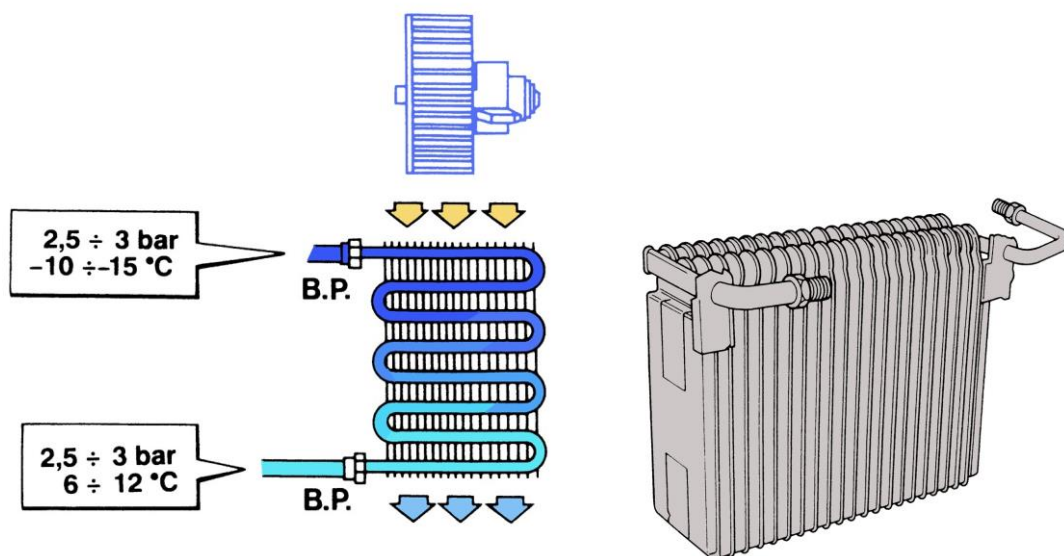
- 1 - Sortie (vers le compresseur).
- 2 - Bulbe interne thermostatique.
- 3 - Entrée (sortie des gaz du groupe évaporateur).
- 4 - Sortie (vers le groupe évaporateur).
- 5 - Ressort.
- 6 - Clapet sphérique.
- 7 - Entrée (du groupe condenseur).

- 8 - Sortie (vers le compresseur).
- 9 - Raccord du tuyau (sortie des gaz du groupe évaporateur).
- 10 - Entrée (du groupe condenseur).
- 11 - Détendeur.
- 12 - Raccord du tuyau (entrée des gaz au groupe évaporateur).
- 14 - Groupe évaporateur.

Les soupapes décrites sont tarées en usine grâce à la précontrainte appliquée au ressort (5) qui maintient fermé l'orifice de passage du gaz. Pour cette raison, ce réglage ne doit sous aucun prétexte être modifié afin de ne pas compromettre l'efficacité du dispositif et par voie de conséquence celle de l'ensemble du dispositif de réfrigération.

13. L'EVAPRATOEUR

L'évaporateur est un échangeur de chaleur monté à l'intérieur du groupe convoyeur/ventilateur à l'intérieur de l'habitacle. Habituellement beaucoup plus petit que le condenseur, il se compose d'un conduit en serpentín avec des ailettes en aluminium qui augmentent la surface d'échange thermique. La mission de l'évaporateur est de refroidir et de déshumidifier l'air qui le traverse.



L'air chaud et humide qui traverse les ailettes froides de l'évaporateur non content de se refroidir cède également une partie de l'humidité du fait de l'augmentation de l'humidité relative provoquée par l'abaissement de la température.

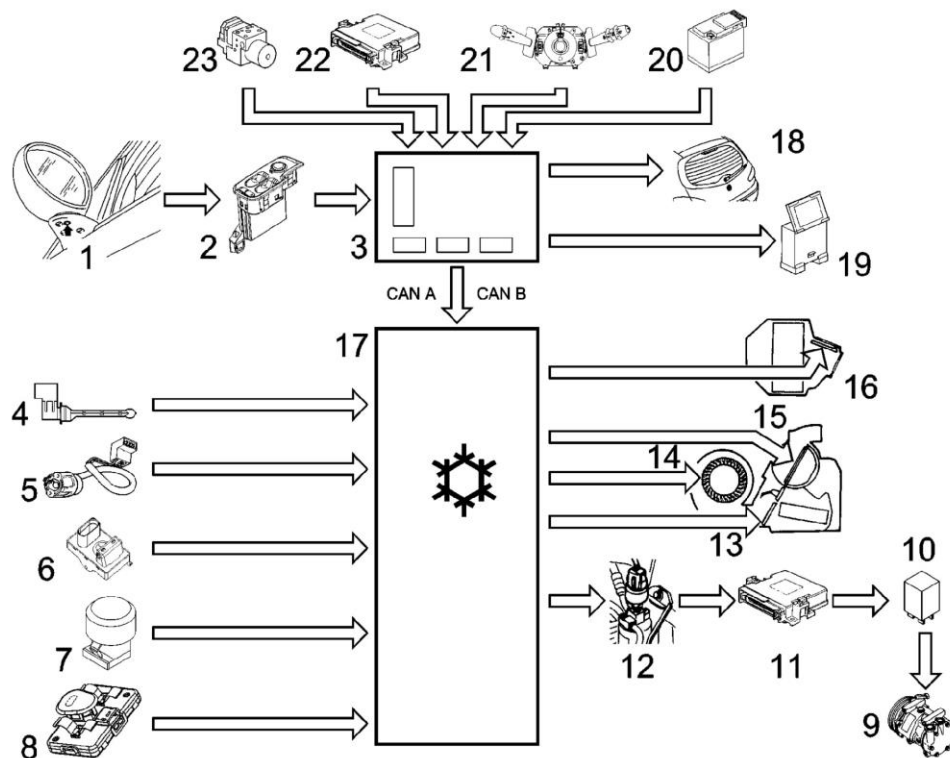
Cette humidité se condense sur les ailettes de l'évaporateur sous forme de gouttelettes d'eau qui sont ensuite collectées dans un réservoir ad hoc. Ce dernier est équipé d'un tuyau en caoutchouc pour rejeter l'eau (condensation) hors de l'habitacle.

NOTE : l'humidité qui se crée sur les ailettes en aluminium contribue grandement à collecter les impuretés qui risquent d'obstruer les fentes entre les ailettes proprement dites. Ce phénomène est une cause fréquente de dysfonctionnement du système.

14. COMPOSANTS DE CONTROLE ET DE GESTION DU CIRCUIT DE REFRIGERATION

Le système de réfrigération décrit précédemment peut fonctionner de manière totalement autonome sans autres contrôles externes, si ce n'est l'activation de l'électroaimant.

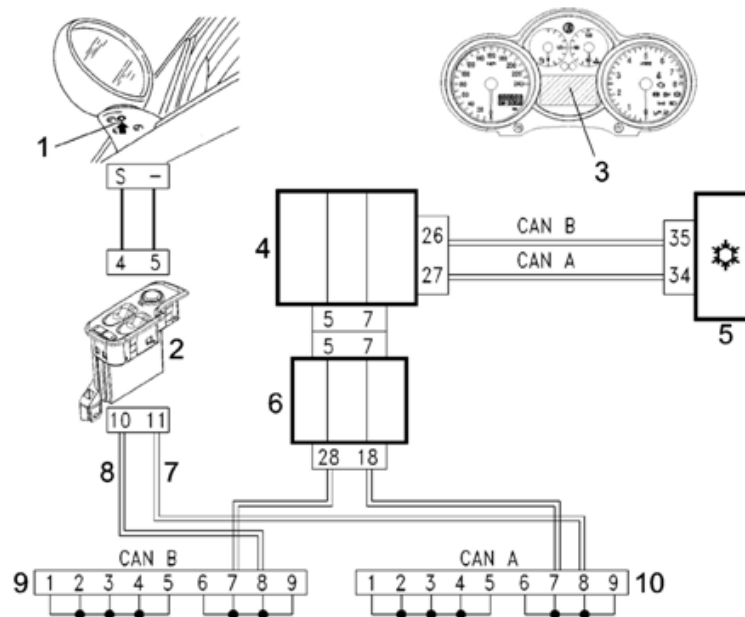
Toutefois, pour que le système de climatisation du véhicule fonctionne de manière automatique ou semi-automatique, il faut également prévoir un système de contrôle des paramètres climatiques de l'habitacle.



COMPOSANT	FONCTION
Sonde de température d'air externe (1) reliée à l'ordinateur de bord (3) via le Noeud de porte conducteur NPG (2)	Mesurer la température extérieure et la mettre à disposition sur le réseau CAN
Sondes de température d'air mélangé (4). Deux sur les bouches centrales supérieures, deux sur les bouches inférieures.	Mesurer la température de l'air climatisé qui pénètre dans l'habitacle scindé en zone supérieure et zone inférieure.
Sonde de température d'air d'habitacle (5).	Mesurer la température de l'habitacle pour contrôler le bon fonctionnement de la climatisation.
Capteur de pollution (6)	Mesurer la présence de substances polluantes dans l'air extérieur.
Capteur de rayonnement solaire (7).	Mesurer l'intensité du rayonnement solaire à l'intérieur de l'habitacle.
Capteur de buée (8).	Mesurer la présence de vapeur d'eau déposée sur la surface interne du pare-brise.
Pressostat à 4 niveaux (12) pour l'activation ou la désactivation du compresseur (9) au moyen d'un relais (10) commandé directement par la centrale de contrôle du moteur (11).	Contrôler la pression du fluide de réfrigération pour activer éventuellement les ventilateurs de refroidissement du condenseur et pour couper le compresseur si les pressions sont trop élevées ou trop basses.
Actionneurs des volets de mélange (13), répartition de l'air (15) et recyclage (16) dans l'habitacle.	Moteurs pas à pas pour le déplacement automatique des volets.
Actionneur du ventilateur d'habitacle (14).	Gestion de la ventilation de l'habitacle.
Noeud de climatiseur NCL ou unité électronique de commande (17).	Unité électronique de gestion du circuit.
Eléments auxiliaires sur le réseau CAN : prise de diagnostic (19), contrôle de lunette dégivrante (18), contrôle de tension de la batterie (20), contrôle de la commande de lave-glace (21), noeud de contrôle du moteur (22), noeud du système de freinage (23).	Contrôles pour désactiver éventuellement le compresseur en cas de demande de puissance électrique par des consommateurs prioritaires.

14.1. SONDE DE TEMPERATURE D'AIR EXTERIEUR

La sonde (de type CTN) peut être reliée, selon le type de véhicule, directement à la centrale de gestion du climatiseur ou via le noeud de porte conducteur au moyen de la ligne CAN, voir l'exemple ci-dessous.

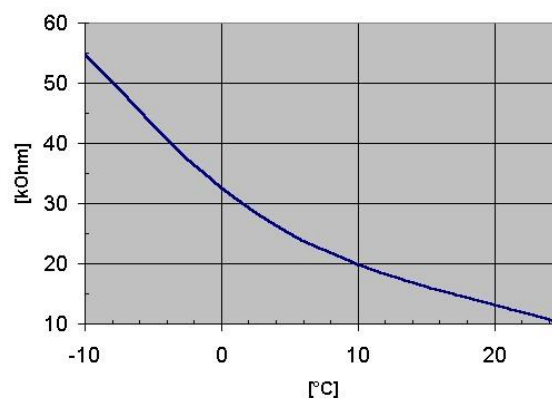
**Légende :**

- 1- Sonde de température d'air externe.
- 2 – Noeud de porte conducteur (NPG).
- 3 – Noeud de combiné de bord (NQS).
- 4 – Noeud d'ordinateur de bord (MBC).
- 5 – Noeud des commandes de climatiser.

- 6 – Centrale de dérivation de la planche de bord.
- 7 - Ligne CAN A.
- 8 - Ligne CAN B.
- 9 – Connecteur multiple Ligne CAN B.
- 10 – Connecteur multiple Ligne CAN A.

La sonde de température d'air extérieur, de type CTN, possède une plage de fonctionnement de -40°C à 80°C et délivre les valeurs suivantes de résistance lorsque la température change :

Température (C°)	Résistance (k Ω)
- 10	54.89
0	32.51
0	19.86
25	10



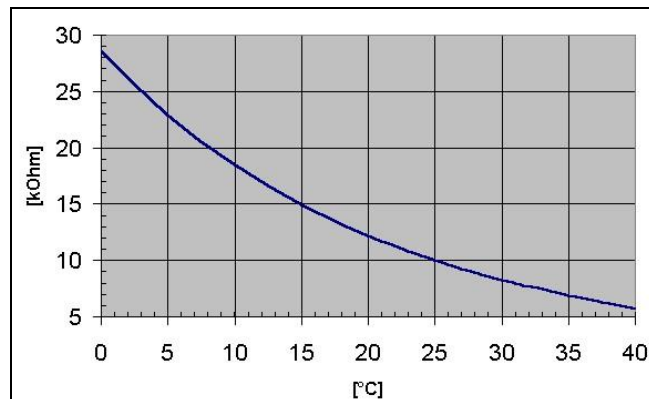
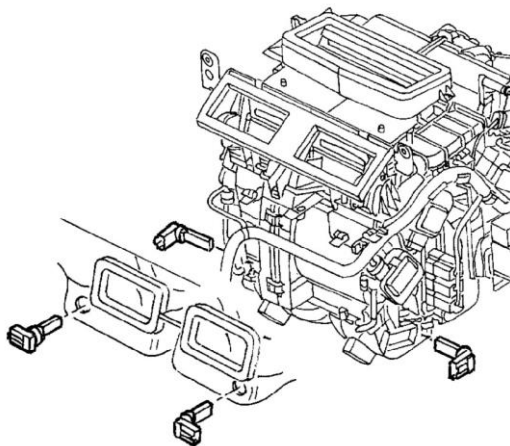
Le système de gestion électronique vérifie la valeur de résistance du capteur et réactualise la lecture de la température dans les cas suivants :

- température mesurée supérieure à celle mémorisée. La réactualisation se fait uniquement si la vitesse du véhicule est supérieure ou égale à 30 km/h et si la mesure persiste pendant au moins une minute.
- température mesurée inférieure ou égale à celle mémorisée. La réactualisation intervient immédiatement.

14.2. SONDES DE TEMPERATURE D'AIR CLIMATISE

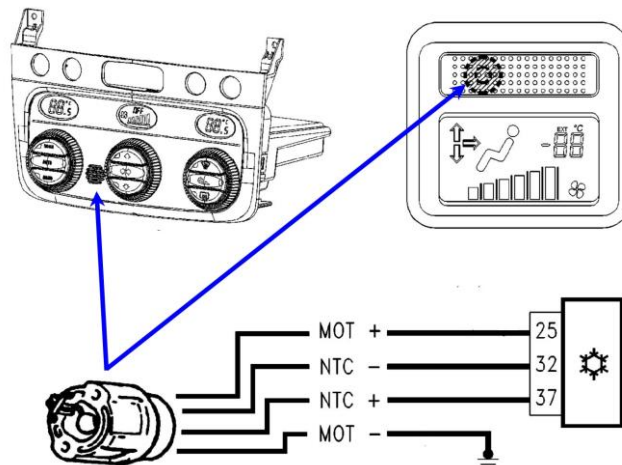
Les sondes d'air climatisé sont au nombre de quatre ou deux, selon le type de climatisation (monozone ou bizonne).

Il s'agit de sondes de type CTN qui sont montées à proximité des bouches d'aération. Leur plage de fonctionnement est comprise entre -40° et 100°C.



14.3. SONDE DE TEMPERATURE D'AIR D'HABITACLE

La sonde de température d'air d'habitacle est habituellement intégrée dans la planche de bord et elle se compose d'une sonde de type CTN couplée à un petit ventilateur qui assure une circulation minimum d'air afin d'éviter de devoir faire porter la mesure uniquement sur le volume d'air qui stagne à l'intérieur du boîtier qui abrite la sonde.



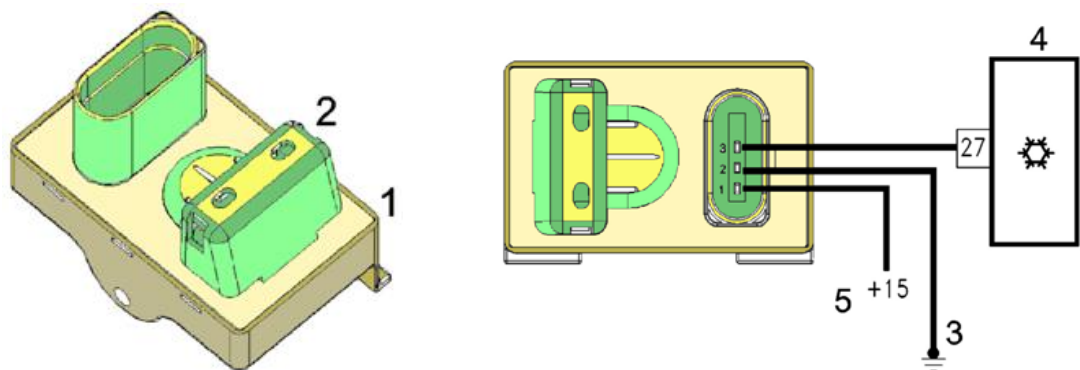
La résistance/température caractéristique de la sonde CTN est en tous points identique à celle déjà décrite pour la sonde de température d'air brassé.

Le ventilateur qui équipe la sonde est de type sans balai à six pales avec une vitesse de rotation de 3600 \pm 600 tours/min, ce qui crée une vitesse de circulation de l'air de 2 m/s.

14.4. CAPTEUR DE POLLUTION (AQS)

Le but du capteur de pollution AQS (Air Quality System) est de permettre le contrôle de la qualité de l'air qui pénètre dans l'habitacle et d'intervenir si nécessaire en activant le volet de recyclage d'air afin d'éviter toute pénétration d'air pollué dans l'habitacle.

Le fonctionnement du capteur est basé sur un élément sensible aux éléments chimiques oxydants (CO) et réducteurs (NOX) sur la base d'un étalonnage prédéfini en laboratoire.



Légende :

- 1 - Capteur de pollution (AQS)
- 2 - Elément sensible de mesure.
- 3 - Masse électrique (GND).

- 4 - Noeud de contrôle du climatiseur.
- 5 - Alimentation sous clé (+15).

Pour permettre une uniformité de fonctionnement de toutes les conditions ambiantes, le capteur travaille à une température d'environ 300°C. Ainsi, il n'est pas influencé par la vitesse et la température de l'air qui le traverse.

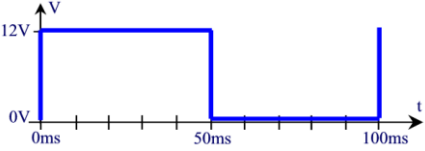
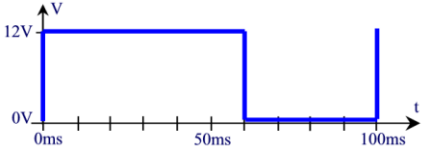
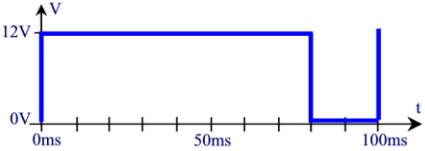
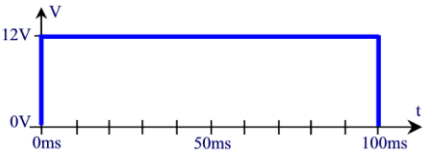
Le capteur fournit la donnée de mesure sous forme de signal PWM dans un délai maximum de 40 sec. après son activation.

Comme nous l'avons déjà expliqué, le capteur de pollution transmet la mesure sous forme de signal modulé de type PWM.

Le tableau ci-dessous indique certains signaux significatifs que le capteur peut générer ainsi que leur interprétation par la centrale électronique.

Le signal PWM a une période constante de 100 ms et la forme d'onde change selon la mesure du capteur.

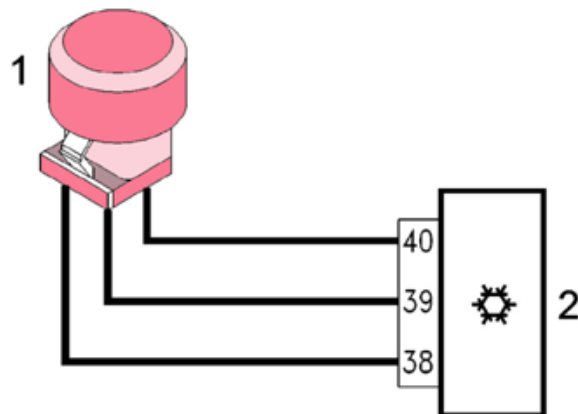
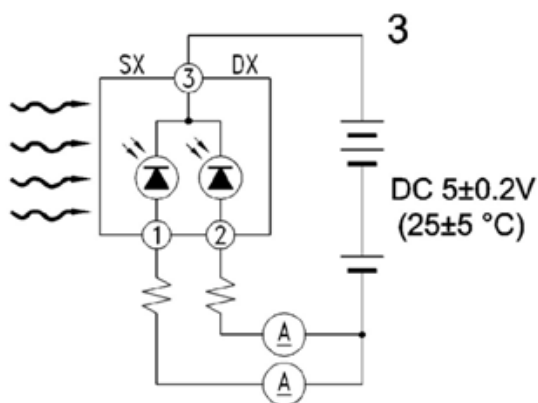
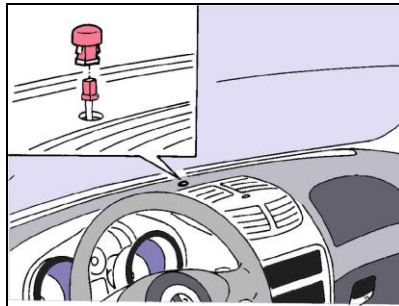
SIGNAL	PWM	SIGNIFICATION
	0%	Court-circuit à la masse de la ligne du signal.
	20%	Circulation d'air non pollué.
	40%	Niveau 1 de pollution.

	50%	Niveau 2 de pollution.
	60%	Niveau 3 de pollution.
	80%	Capteur défectueux.
	100%	Court-circuit sur +12V de la ligne du signal.

14.5. CAPTEUR D'ENSOLEILLEMENT

Le capteur d'ensoleillement est d'ordinaire composé de deux photodiodes qui mesurent l'intensité du rayonnement solaire dans la zone du conducteur et du passager.

La photodiode est alimentée (+5V) et indique l'intensité lumineuse sous forme de courant.



Légende :

- 1 - Capteur d'ensoleillement
- 2 - Noeud de contrôle du climatiseur
- 3 - Schéma électrique
- 38 - broche centrale - Alimentation

- 39 - broche centrale – Signal photodiode droite (dx).
- 40 - broche centrale – Signal photodiode gauche (sx).

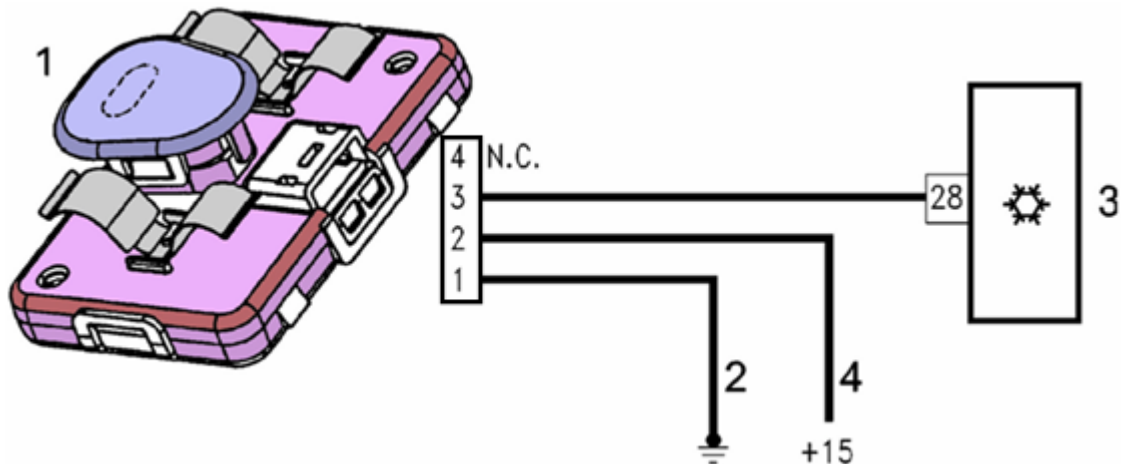
14.5.1. Fonctionnement

La photodiode se compose d'une jonction à semi-conducteur polarisée inversement. Le rayonnement solaire qui frappe la jonction fournit l'énergie nécessaire aux électrons pour vaincre la polarisation inverse et passer ainsi de la cathode à l'anode.

Quand on mesure l'intensité de ce courant, on mesure donc l'énergie solaire incidente.

14.6. CAPTEUR DE BUEE

Le capteur de buée a pour but de contrôler le niveau de dépôt de vapeur d'eau sur la surface interne du pare-brise et éventuellement d'orienter en conséquence et de manière automatique le flux d'air afin de rétablir la visibilité pour le conducteur.

**Légende :**

1 – Capteur de buée.

2 - Masse électrique (GND).

3 –Noeud de contrôle du climatiseur.

3 – Alimentation sous clé (+15).

14.6.1. Fonctionnement

Le capteur évalue au moyen d'infrarouges la réflexion de la vitre du pare-brise. Dans la pratique, un émetteur à infrarouges éclaire une petite zone de la vitre pendant qu'un récepteur mesure la fraction réfléchie par la vitre.

Cette mesure est ensuite convertie en un signal PWM qui, selon la durée de l'impulsion, informe la centrale électronique de la quantité de buée sur la vitre.

La période du signal PWM est de 80 ms.

La tension d'alimentation admise est comprise entre 10V et 16V.

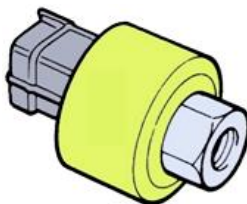
La température de fonctionnement est comprise entre -20°C et 70°C.

14.7. PRESSOSTAT

Le pressostat est un transducteur électrique sensible à la valeur de pression qui règne dans le circuit. Il constitue le système de protection du circuit de réfrigération, car il évite que des seuils de pression dangereux pour le fonctionnement du circuit n'endommagent ses composants et plus particulièrement le compresseur.

Les pressostats se différencient en fonction du nombre de niveaux et de fonctions gérés :

- mécanique à trois niveaux (trinaire).
- mécanique à quatre niveaux (quadrinaire).
- électronique linéaire.

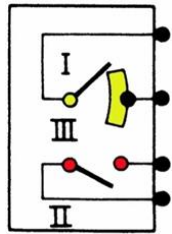


Il est relié au système haute pression, au niveau du tube qui relie le compresseur au détendeur.

14.7.1. Le pressostat multifonction mécanique

Il réunit dans un seul boîtier différents interrupteurs électriques (deux, trois ou quatre selon le pressostat) normalement ouverts et normalement fermés qui sont activés par un piston actionné par la pression.

14.7.2. Pressostat à trois niveaux (trinaire).

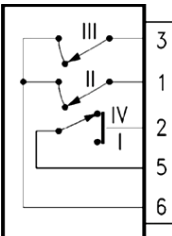
Schéma fonctionnel	Niveau	Ouverture	Fermeture
	I	$2,45 \pm 0,25$	$2,6 \pm 0,3$
	II	---	15 ± 1
	III	28 ± 3	---
Valeurs de pression exprimées en bars.			

1er niveau : le pressostat coupe le compresseur lorsque la pression chute au-dessous de 2,45 bars et le réactive lorsqu'il dépasse les 2,6 bars. Cet écart de pression entre la désactivation et l'activation évite les activations/désactivations continues en cas de pression fluctuant autour de la valeur d'intervention. Par exemple, les impulsions du compresseur suffisent à créer ces fluctuations de pression qui, si elles étaient transformées en commande on/off sur l'électroaimant, finiraient à terme par l'endommager.

2ème niveau : le pressostat déclenche le ventilateur pour refroidir le condenseur lorsque la pression excède 15 bars.

3ème niveau : le pressostat coupe l'électroaimant si la pression sur le circuit de réfrigération dépasse 28 bars et se réactive uniquement lorsque la pression chute au-dessous de 22 bars.

14.7.3. Pressostat à quatre niveaux (quadrinaire).

Schéma fonctionnel	Niveau	Ouverture	Fermeture
	I	$2,45 \pm 0,35$	3,5
	II	---	15 ± 1
	III	---	$20 \pm 1,2$
	IV	28 ± 3	---
Valeurs de pression exprimées en bars.			

1er niveau : le pressostat coupe le compresseur lorsque la pression chute au-dessous de 2,45 bars et le réactive uniquement lorsqu'elle dépasse 3,5 bars. Cet écart de pression entre la désactivation et l'activation évite les activations/désactivations continues en cas de pression fluctuant autour de la valeur d'intervention.

2ème niveau : le pressostat active le premier ventilateur ou la première vitesse lorsque la pression excède 15 bars.

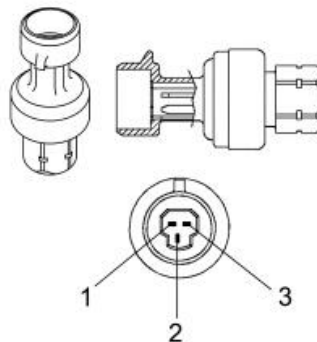
3ème niveau : le pressostat déclenche le second ventilateur ou la deuxième vitesse lorsque la pression excède les 20 bars avec un différentiel de 4 bars.

4ème niveau: le pressostat coupe l'électroaimant si la pression sur le circuit de réfrigération dépasse 28 bars et se réactive uniquement lorsque la pression chute au-dessous de 22 bars.

14.7.4. Le pressostat électronique linéaire

Il comprend dans son boîtier une petite puce à membrane en céramique ou en silice. Au-dessus de la membrane se trouve un pont de Wheatstone qui, en fonction de la déformation de la membrane, sollicitée par la fluctuation de la pression du gaz, fait changer la valeur des résistances.

La modification de la valeur des quatre résistances déséquilibre le pont en fournissant en sortie une tension proportionnelle à la pression du gaz.



Légende :

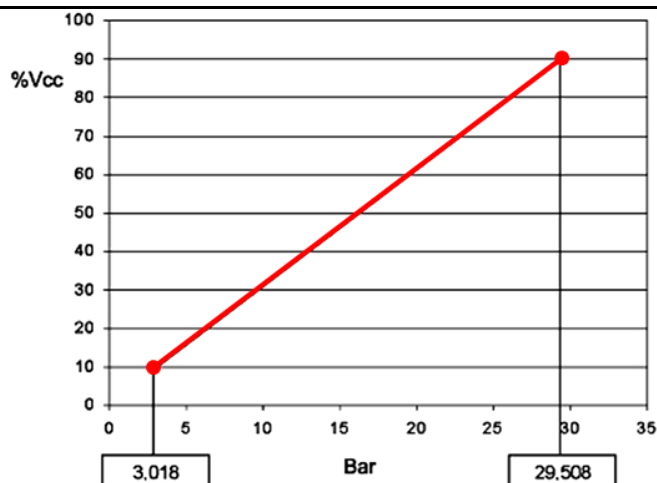
- 1- Masse
- 2 - Tension d'alimentation
- 3 - Signal de sortie

Cela permet de convertir l'ampleur mécanique en signal électrique. Normalement, la mesure est effectuée sur la partie arrière (partie concave de la puce) du capteur où ne figurent pas de parties du circuit actif.

Principales caractéristiques pressostat électronique linéaire :

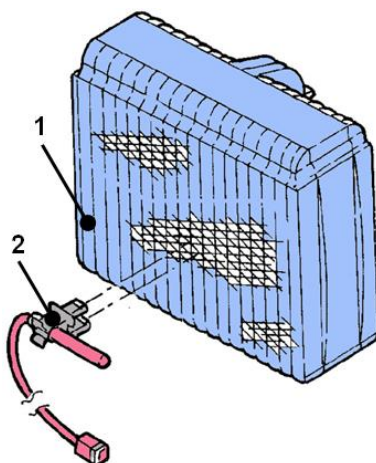
- faible coût
- grande polyvalence
- puce compensée en température
- haute précision et répétabilité de la mesure
- compacité de la puce
- capteur absolu ou relatif
- résistance à un grand type de substances (eau, hydrocarbures, fluides hydrauliques et solutions agressives).
- Intervalle de mesure allant de quelques mbar jusqu'à 1000 bars.
- Stabilité dans le temps
- bonne linéarité (inférieure à 0,1%.)

a) Graphique du signal du pressostat linéaire



14.8. CAPTEUR ANTIGIVRE

Le capteur antigivre (2) équipe les systèmes comprenant un compresseur à cylindrée fixe. Dans ce cas, le compresseur n'effectue pas le contrôle automatique de la pression d'admission.



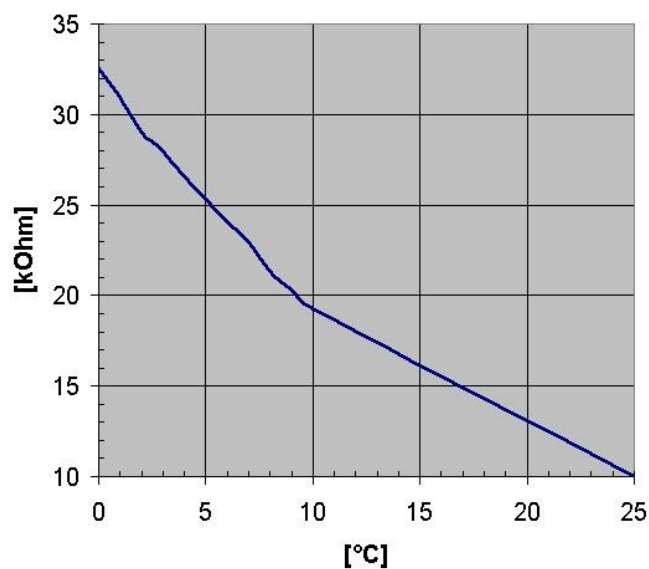
Légende : 1 - Groupe évaporateur 2 - Capteur antigivre

En cas de refroidissement excessif de l'évaporateur (1), le dépôt de vapeur d'eau sur les ailettes en aluminium risque de geler. Ce givre réduirait l'efficacité du système de réfrigération et risquerait d'endommager aussi bien l'évaporateur que le compresseur qui serait soumis à une pression d'admission excessive.

La centrale de contrôle de la climatisation, grâce aux valeurs de résistance communiquées par ce capteur de type CTN, se charge, si nécessaire, de désactiver l'électroaimant. La plage de fonctionnement est comprise entre -5 et 20°C.

14.8.1. Graphique du signal capteur antigivre

L'illustration ci-dessous montre l'évolution graphique de la valeur de résistance du capteur antigivre en fonction de la fluctuation de la température du groupe évaporateur.

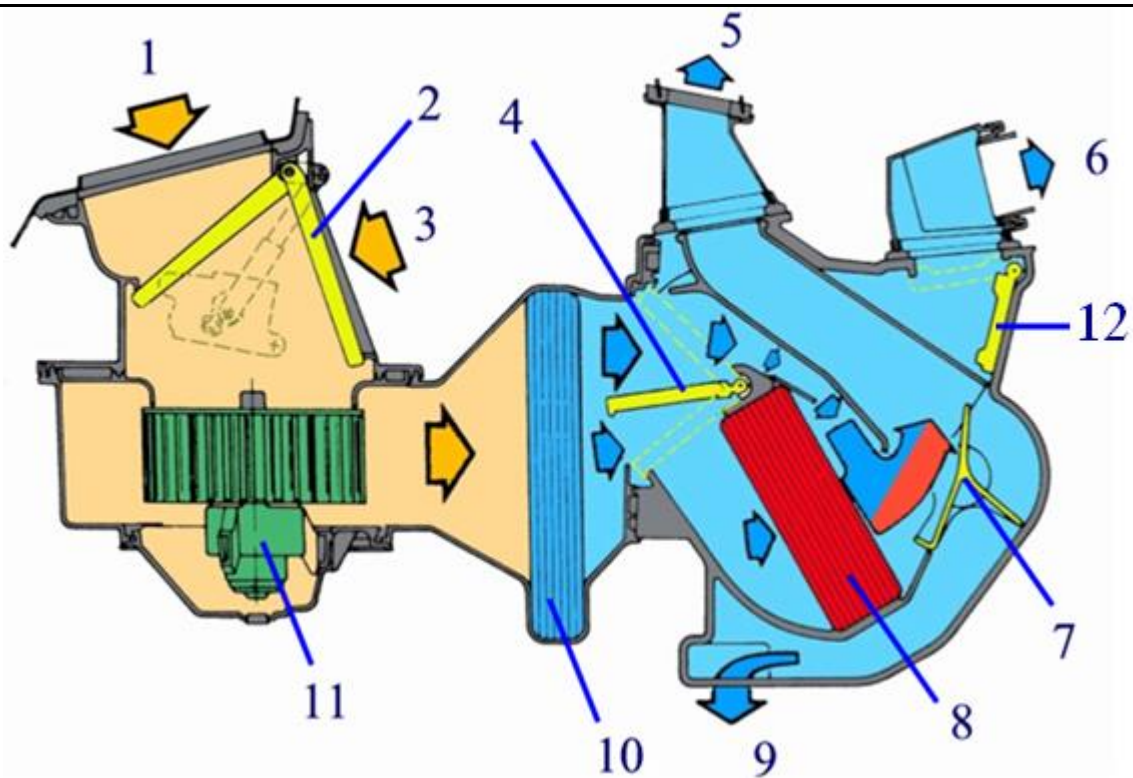


15. GROUPE MELANGEUR

Le flux d'air provenant de l'extérieur du véhicule ou provenant du recyclage est acheminé jusqu'au groupe mélangeur. Ce dispositif traite l'air et sa répartition aux bouches dans l'habitacle.

A l'intérieur du groupe, on trouve les composants suivants :

- l'évaporateur.
- le radiateur.
- le filtre à pollen.
- les sondes de température d'air mélangé, etc.



Légende :

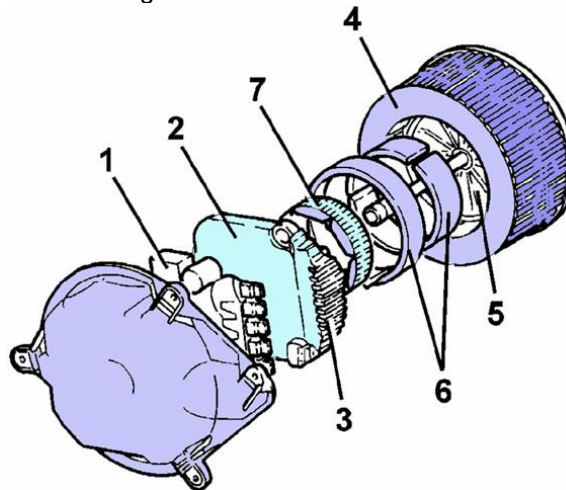
- 1 - Entrée du flux d'air extérieur.
- 2 - Volet de recyclage.
- 3 - Entrée du flux d'air depuis l'habitacle.
- 4 - Volet de brassage.
- 5 - Sortie du flux d'air vers le pare-brise.
- 6 - Sortie du flux d'air pour les bouches centrales et latérales.

- 7 - Volet inférieur de répartition des flux d'air.
- 8 - Groupe de chauffage.
- 9 - Sortie du flux d'air inférieur.
- 10 - Groupe évaporateur.
- 11 - Groupe de ventilateur.
- 12 - Volet supérieur de distribution des flux d'air.

Remarque : le nombre et la position des volets de brassage/distribution présente quelques différences sur les systèmes de climatisation BIZONE (gestion indépendante de la température entre les zones conducteur et passager).

15.1. LE VENTILATEUR ELECTRIQUE

Le ventilateur garantit un flux d'air variable dans l'habitacle du véhicule et il se compose d'un moteur à courant continu sans balai (brushless) commandé par une unité électronique spécifique de puissance qui reçoit les commandes de la centrale de gestion du climatiseur sous forme de signal PWM.



Légende :

- 1 – Groupe électronique imperméabilisé
- 2 – Support du moteur électrique et connecteurs pour les branchements électriques
- 3 – Dissipateur de chaleur

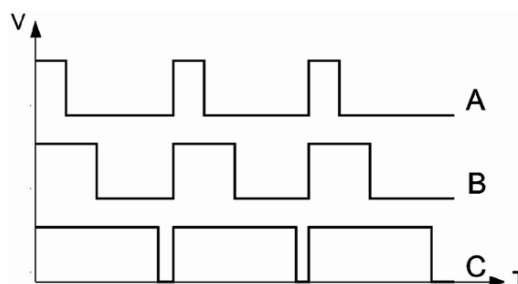
- 4 – Ventilateur centrifuge silencieux
- 5 – Ventilateur de refroidissement du moteur électrique
- 6 – Rotors avec aimants en ferrite
- 7 – Stator laminé et bobine.

Le ventilateur sans balai présente les caractéristiques suivantes:

- absence de balai et de collecteur.
- absence de fuites électriques et mécaniques du collecteur.
- fiabilité, puissance et accélération accrues.
- réduction des inerties et de l'usure.
- réduction du bruit et de la consommation.

Le fonctionnement du ventilateur sans balais est entièrement géré par un module électronique de puissance (1) intégré dans le corps du ventilateur proprement dit. Ce module s'occupe de la commutation du courant aux différents enroulements via un réseau de transistors de puissance.

La centrale électronique de gestion du climatiseur communique au régulateur la vitesse à régler sur le ventilateur via un signal modulé PWM. Voir l'exemple ci-dessous.



Légende :

- A – Rapport cyclique du signal élevé à 10% - vitesse réduite.
- B – Rapport cyclique du signal élevé à 50% - vitesse moyenne.

C – Rapport cyclique du signal élevé à 95% - vitesse élevée.
V – Axe de la valeur de tension de commande des enroulements (bobines).
T – Axe temporel du signal.

N. B. : le régulateur traite un signal de confirmation (feedback) avec une fréquence proportionnelle à la vitesse de rotation du ventilateur et l'envoie à la centrale de gestion du climatiseur pour permettre à celui-ci d'exécuter un diagnostic éventuel des dysfonctionnements du ventilateur.

15.2. ACTIONNEURS DES VOILETS

La gestion du déplacement des volets de mélange et de distribution d'air est intégralement confiée à des moteurs électriques.

En fonction du type d'installation, les moteurs électriques de commande des volets d'orientation et de mélange du flux d'air peuvent être de type :

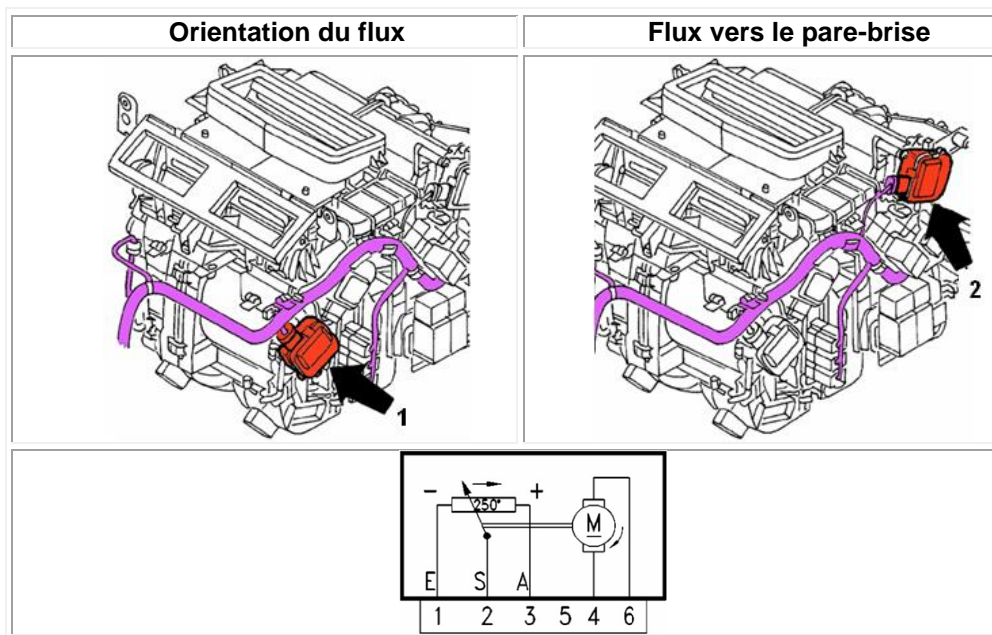
- courant continu
- pas à pas

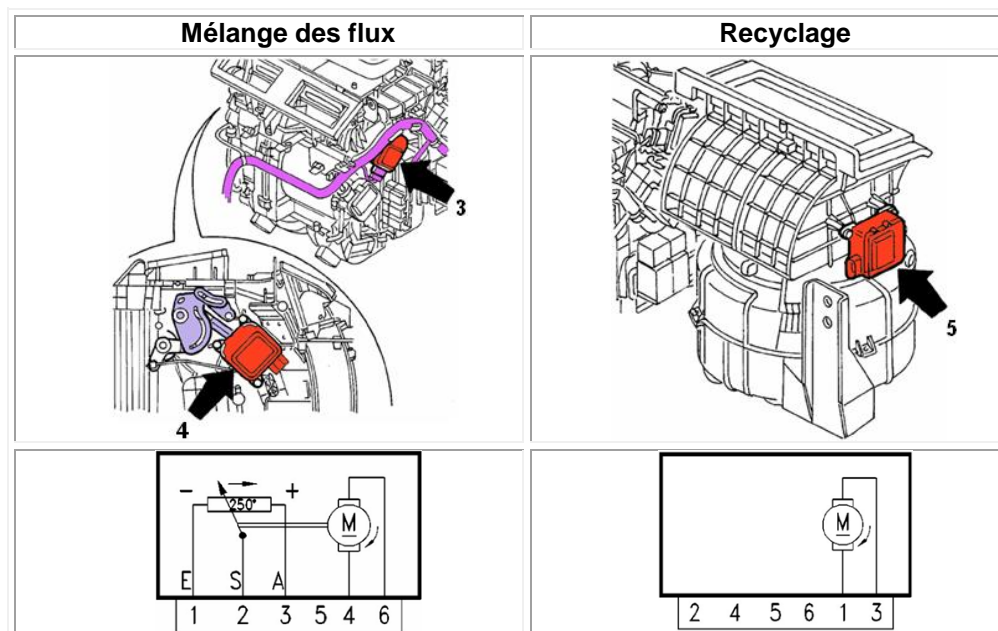
15.3. ACTIONNEURS DES SYSTEMES TRADITIONNELS :

sur les systèmes traditionnels, ces actionneurs se composent de moteurs électriques à courant continu qui agissent sur la position des volets au moyen d'un axe d'entraînement. Le contrôle de la position des volets dans ce cas peut être déterminée soit au moyen de la consommation du moteur en bout de course, soit au moyen d'un potentiomètre solidaire avec l'axe du volet.

ACTIONNEURS TRADITIONNELS	COURSE	CONTROLE DE POSITION
Orientation du flux (1)	250°	POTENTIOMETRE
Flux vers le pare-brise (2)	120°	POTENTIOMETRE
Mélange des flux (3, 4)	150°	POTENTIOMETRE
Recyclage (5)	90°	COURANT CONSOMME

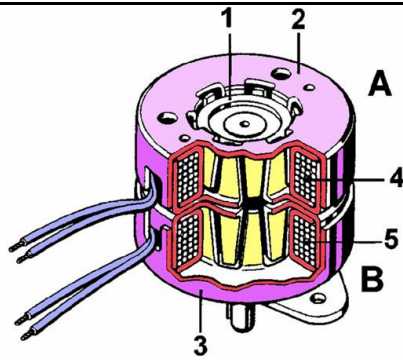
15.4. Brochage et emplacement des actionneurs





15.5. ACTIONNEURS DES NOUVEAUX SYSTEMES:

sur les systèmes les plus récents, les actionneurs se composent de moteurs pas-à-pas démultipliés. Dans ce cas, le contrôle de la position dépend de la commande numérique des actionneurs.



Légende :

- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1 - Rotor | 4 - Enroulement A |
| 2 - Boîtier du stator A | 5 - Enroulement B |
| 3 - Boîtier du stator B | |

La commande numérique est transmise au moyen d'une ligne série dédiée, appelée L.I.N. En effet, chaque moteur dispose d'un module électronique qui lui permet de lire les messages acheminés via la ligne série.

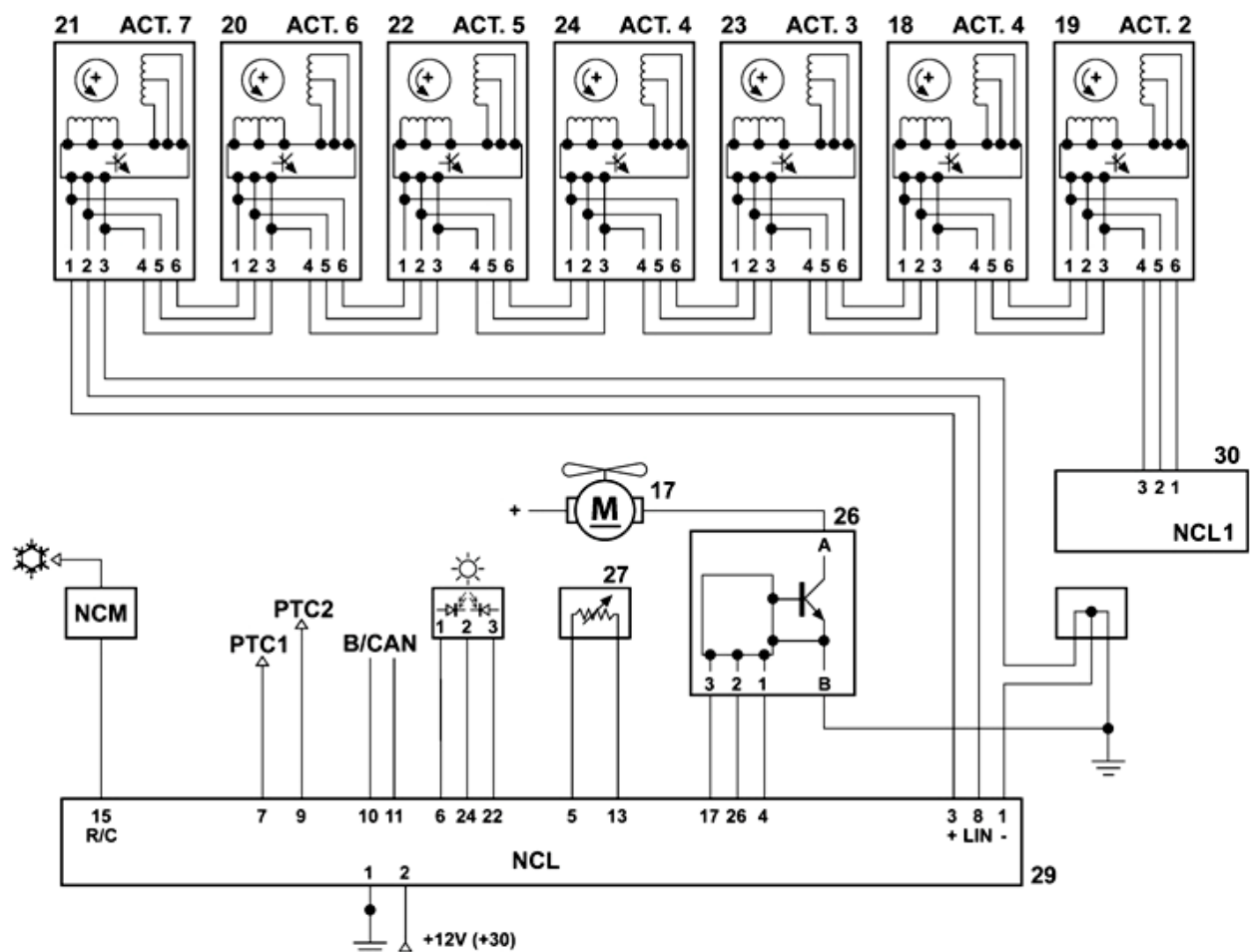
Chaque moteur dispose d'un identifiant spécifique pour permettre à la centrale de contrôle de climatisation de transmettre une commande codée univoque pour chaque moteur relié à la ligne série. C'est notamment la solution retenue pour la climatisation de l'Alfa Romeo 159.

15.6. Schéma électrique fonctionnel de la climatisation (Alfa Romeo 159)

Le schéma électrique fonctionnel ci-dessous illustre les branchements des moteurs des actionneurs avec la centrale de contrôle de climatisation (NCL).

On remarque que les moteurs (18,19, 20, 21, 22, 23, 24) sont reliés en mode séquentiel par un câblage à trois fils (alimentation, masse et ligne série L.I.N.).

N. B. : ce schéma comprend un module de commande arrière (NCL1) qui permet aux passagers des places AR de commander la vitesse et la température du flux d'air.



ATTENTION : Les actionneurs ne peuvent pas être permutés, car chacun dispose d'un identifiant dédié pour la fonction à laquelle ils sont destinés. En cas de remplacement, il faut par conséquent commander la pièce de rechange avec la référence correspondante.

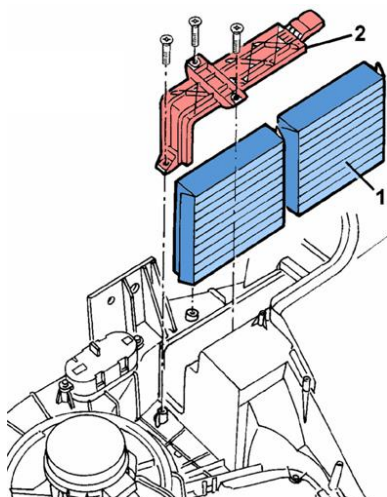
- En cas de dépose/repose de l'alimentation ou du remplacement d'éléments, le système s'adapte automatiquement. Par conséquent, aucune opération d'alignement ou de réinitialisation n'est prévue.
- En cas de remplacement du NCL, il convient d'exécuter la procédure d'alignement proxy.

15.7. FILTRE A POLLEN

L'air qui pénètre dans l'habitacle après l'évaporateur traverse un filtre qui remplit une double fonction:

- filtre à particules, à poussière et pollen,
- filtre à charbons actifs, pour les agents polluants présents dans l'air.

Le filtre à charbons actifs sert également à réduire les mauvaises odeurs provoquées par le dépôt d'humidité qui se crée d'ordinaire sur l'évaporateur.



Légende :

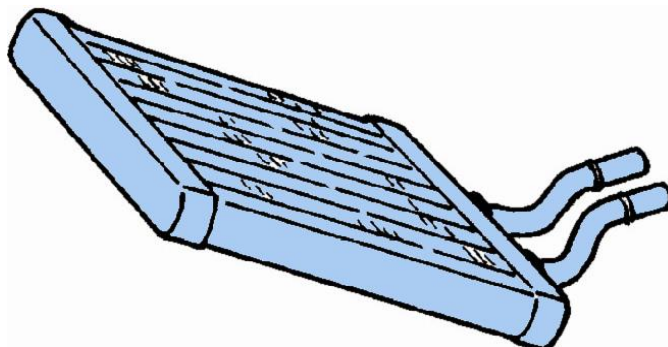
- 1 - Filtre
- 2 - Couverture du filtre

15.7.1. CARACTERISTIQUES :

- **grande capacité de filtrage:** le filtre retient plus de 50% des particules d'une taille comprise entre 0,5 et 1 micron, plus de 80% de celles entre 1 et 1,5 micron et plus de 98% de celles supérieures à 2 microns.
- **facilité de remplacement:** le filtre à cartouche est inséré dans un logement facilement accessible. Il suffit de démonter un couvercle.

15.8. RADIATEUR DE CHAUFFAGE

Pour chauffer l'air déshumidifié par l'évaporateur, on utilise le liquide de refroidissement du moteur. Ce liquide qui circule dans un radiateur situé sous l'évaporateur qui chauffe l'air à la température demandée par le système.

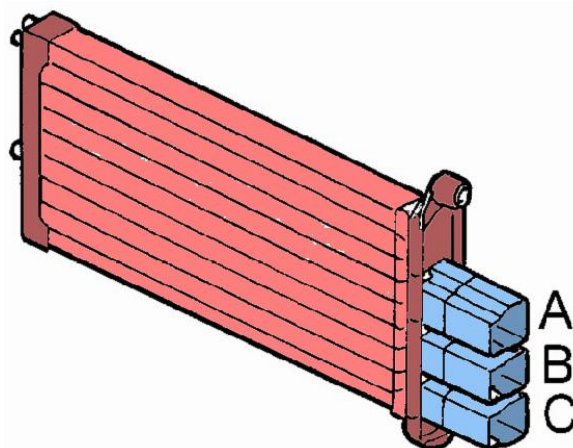


15.9. CHAUFFAGE SUPPLEMENTAIRE C.T.P.

DESCRIPTION : Il se compose d'une résistance de 700 Watts qui peut être ajouté sur les véhicules JTD pour chauffer plus rapidement l'habitacle. L'activation n'est possible qu'avec le moteur démarré (régime > 700 tours/min).

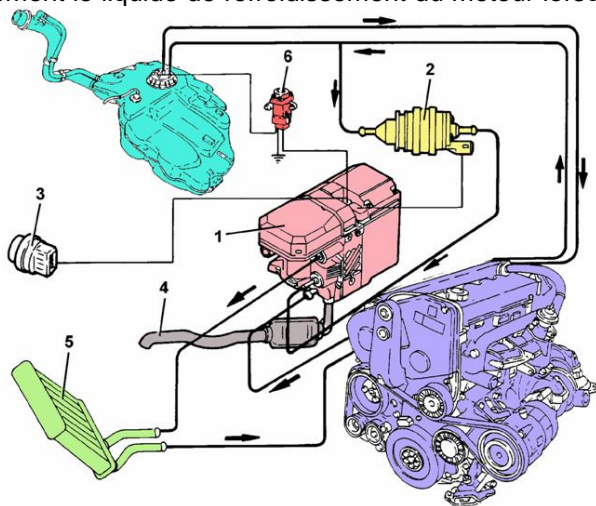
Tension au connecteur A : 33% de la puissance maximum.

Tension sur les connecteurs B et C : 66% de la puissance maximum.



15.10. CHAUFFAGE AUTONOME SUPPLEMENTAIRE

Certains véhicules peuvent être équipés d'un chauffage autonome supplémentaire destiné à chauffer plus rapidement le liquide de refroidissement du moteur lorsque la température extérieure est particulièrement



faible.

Légende :

- 1 - Groupe du chauffage supplémentaire
- 2 - Pompe à carburant
- 3 - Sonde de température d'air extérieur

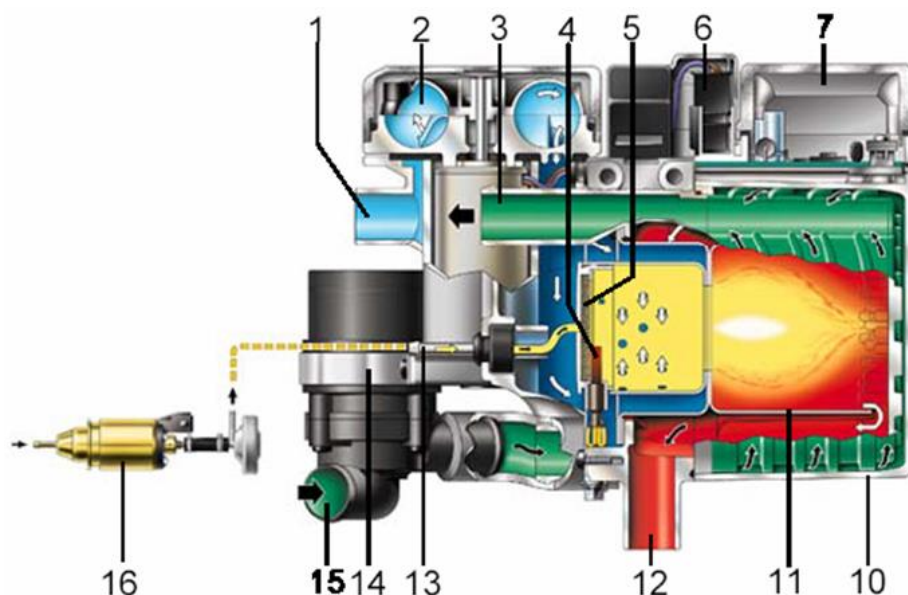
- 4 - Tuyau de gaz d'échappement
- 5 - Echangeur de chaleur d'habitacle
- 6 - Interrupteur à inertie.

15.10.1. FONCTIONNEMENT

La pompe intégrée qui dose le carburant le prélève dans le réservoir pour l'introduire dans la chambre de combustion.

Lors de la première phase, une bougie de préchauffage en céramique fournit l'énergie d'évaporation et la température d'allumage nécessaire au processus de combustion.

L'échangeur de chaleur soustrait, grâce au liquide de refroidissement du moteur, de l'énergie aux gaz brûlés chauds qui circulent entre les ailettes internes et l'achemine dans le circuit de chauffage du véhicule avec un rendement moyen de 82%.



Légende :

- 1 - Aspiration d'air forcée
- 2 - Ventilateur d'air
- 3 - Tuyau d'alimentation en eau
- 4 - Bougie

- 5 - Vaporisateur de gazole
- 6 - Connecteurs
- 7 - Centrale de contrôle avec sonde de température

10 - Echangeur de chaleur
 11 - Chambre de combustion
 12 - Tuyau de gaz d'échappement
 13 – Entrée de carburant

14 - Pompe à eau
 15 - Entrée d'eau
 16 - Pompe à carburant

Une unité de contrôle intégrée avec interface de diagnostic garantir un fonctionnement et une sécurité optimum.

a) Conditions d'allumage

- moteur démarré,
- température externe < 5°C,
- température du moteur < 60°C.

b) Conditions d'extinction

- température du moteur > 76°C.
- extinction ou absence d'allumage du mélange,
- tension de batterie < 10,5V.

16. PANNEAUX DE COMMANDE DU DISPOSITIF

Ce chapitre décrit le groupe de commandes du système de climatisation (Alfa Romeo 159).

Ce véhicule peut être équipé de différents systèmes de climatisation pour l'habitacle :

- Climatiseur manuel
- Climatiseur automatique bizona
- Climatiseur automatique trizone

Climatiseur manuel : l'utilisateur règle la température, la distribution et le débit d'air qui restent en vigueur jusqu'à ce qu'ils soient modifiés.

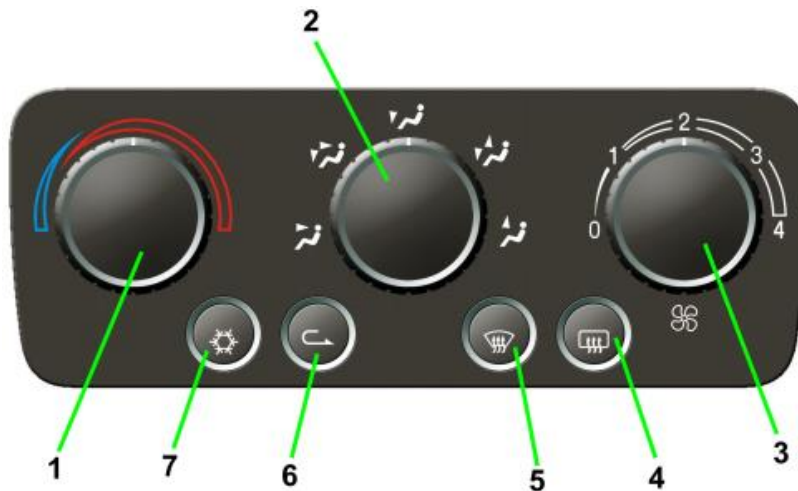
Climatiseur automatique (bi/trizone): l'utilisateur a la possibilité de régler les paramètres et de demander au système de les gérer de manière automatique. L'utilisateur conserve, s'il le souhaite, la possibilité de gérer manuellement le système.

De plus, le système de climatisation automatique qui équipe ce véhicule est de type bizona (zone conducteur et zone passager avant) ou trizone (zone conducteur, zone passager avant et zone places arrières), c'est-à-dire que le système est équipé de commandes dédoublées pour le conducteur, le passager avant et éventuellement la zone arrière, et il est en mesure de gérer séparément les réglages des différents utilisateurs en adaptant les paramètres de température et de répartition de l'air (la valeur de débit ne peut pas être changée entre les zones), offrant ainsi un certain degré d'indépendance.

16.1. CLIMATISEUR MANUEL

Le système de climatisation manuel est géré par une centrale électronique appelée "Noeud de climatiseur" (NCL) reliée au réseau B-CAN du circuit électrique du véhicule et intégrée dans la planche d'instrumentation en position centrale.

Le panneau de commande du climatiseur manuel est illustré ci-dessous:



Légende :

1. Molette de réglage de la température d'air
2. Molette de sélection de la répartition de l'air dans l'habitacle
3. Molette de sélection de la vitesse du ventilateur
4. Bouton d'activation/désactivation de la lunette dégivrante et dégivrage des rétroviseurs extérieurs
5. Bouton d'activation/désactivation de la fonction "MAX DEF" (dégivrage/désembuage du pare-brise, des vitres avant et des rétroviseurs externes)
6. Bouton d'activation/désactivation du recyclage d'air d'habitacle
7. Bouton d'activation/désactivation du compresseur du climatiseur

16.1.1. Logique de fonctionnement du climatiseur manuel

Le climatiseur manuel permet à l'utilisateur, au moyen des molettes et des boutons de commande, de gérer la température et les entrées d'air dans l'habitacle.

Il est possible de modifier manuellement les paramètres/fonctions suivants:

- Température
- Réglage de la distribution sur 5 positions
- Vitesse du ventilateur.
- Activation du compresseur
- Fonction dégivrage/désembuage
- Recyclage

La transmission des commandes de brassage, de distribution de l'air et de recyclage d'air se fait au moyen des molettes de moteurs électriques.

Le compresseur peut être activé uniquement si une vitesse du ventilateur est actionnée.

16.2. CLIMATISEUR AUTOMATIQUE

Le climatiseur automatique est géré par une centrale de commande qui, grâce à une logique de fonctionnement extrêmement sophistiquée, contrôle la température d'habitacle sur deux/trois zones en chauffant ou en refroidissant l'air pour atteindre le confort souhaité.

Le système de climatisation effectue un réglage automatique des paramètres/fonctions suivantes :

- Température d'air aux bouches côté conducteur/passagers
- Vitesse du ventilateur (variation continue)
- Distribution de l'air côté conducteur/passagers
- Activation du compresseur

- Recyclage
- Commandes

16.2.1. Commandes avant bi/trizone

L'interface utilisateur pour cette centrale est agencée de la manière suivante.



Légende :

1. Boutons de sélection de la distribution d'air (côtés conducteur et passager)
2. Molette de réglage de la température côté conducteur
3. Bouton d'activation de la fonction AUTO (fonctionnement automatique)
4. Ecran d'affichage des informations du climatiseur
5. Molette de réglage de la température côté passager
6. Bouton d'activation/désactivation de la lunette dégivrante
7. Bouton d'activation de la fonction MAXDEF (dégivrage/désembuage rapide des vitres AV, lunette dégivrante et rétroviseurs externes)
8. Boutons d'augmentation/diminution de la vitesse du ventilateur
9. bouton d'activation de la fonction MONO (alignement des températures réglées)
10. Bouton d'activation/désactivation du recyclage d'air d'habitacle
11. Bouton d'activation/désactivation du compresseur du climatiseur
12. Sonde de température d'air d'habitacle

Il est possible de régler/modifier manuellement les paramètres/fonctions suivants:

- Température demandée
- Vitesse du ventilateur.
- Distribution sur 7 positions
- Activation/Désactivation du compresseur
- Fonction dégivrage/désembuage
- Recyclage
- Fonction monozone

Les choix manuels sont toujours prioritaires sur l'automatisme, sauf ceux relatifs à la sécurité du véhicule. Ces choix sont mémorisés jusqu'à ce que l'utilisateur confie à nouveau le contrôle à l'automatisme.

Le réglage manuel d'une fonction n'empêche pas le contrôle des autres en automatique. Ainsi, le contrôle de la température est toujours automatique lorsque le système est en service, à l'exception des situations où les choix manuels empêchent le contrôle/maintien de la température demandée. Dans ce cas, les températures affichées à l'écran clignotent pour indiquer que la température n'est plus régulée automatiquement.

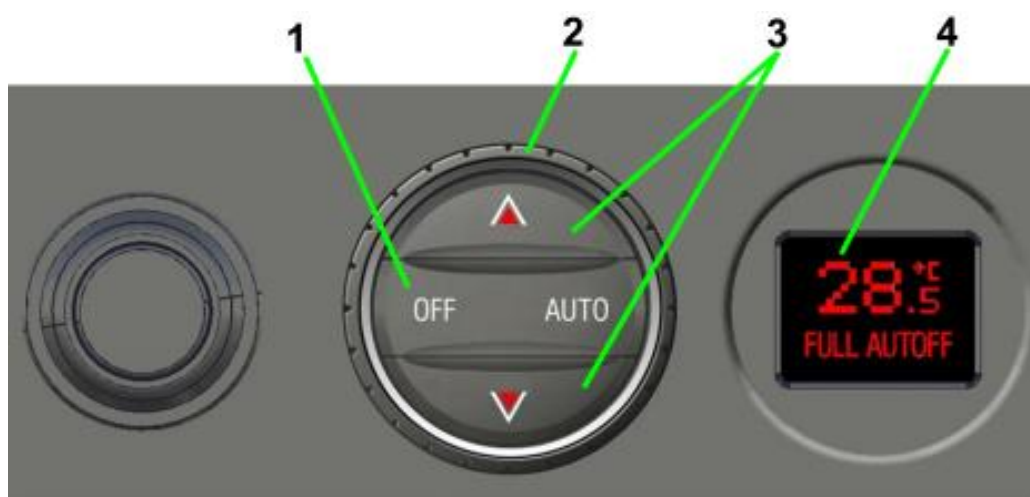
Chaque fois que le contact est mis (Key on), le système se base sur les conditions mémorisées lors de la coupure du moteur, à l'exception de la fonction MAX DEF qui est réinitialisée.

Une extinction manuelle (OFF) est prévue en agissant sur le bouton du ventilateur jusqu'à la sélection de 0 barrettes de débit pour l'ensemble du système en désactivant complètement la climatisation (sauf le recyclage et la lunette dégivrante) et en isolant l'habitacle de l'environnement extérieur.

La fonction MAX-DEF permet de regrouper un ensemble d'actions qui permettent de désembuer rapidement le pare-brise et les vitres latérales, la lunette dégivrante et les rétroviseurs externes.

16.2.2. Commandes AR trizone

L'interface utilisateur pour cette centrale est agencée de la manière suivante.



Légende :

1. Bouton d'activation de la fonction AUTO (fonctionnement automatique) et fermeture du flux d'air vers les places AR
2. Molette de réglage de la température à l'arrière
3. Boutons de sélection de la distribution de l'air
4. Ecran d'affichage de la température à l'arrière

17. LOGIQUE DE FONCTIONNEMENT DU CLIMATISEUR AUTOMATIQUE

Le principe de contrôle de la température repose sur le concept de "TEMPERATURE EQUIVALENTE".

Le contrôle basé sur le concept de température équivalente ne cherche pas à maintenir dans l'habitacle une température constante, mais à maintenir constante la sensation thermique de l'utilisateur.

Cette sensation thermique dépend de tous les échanges thermiques énergétiques avec l'environnement et elle est évaluée par la centrale de climatisation sur la base des paramètres de l'environnement.

A l'intérieur d'un VEHICULE, elle dépend des mesures suivantes :

- Température moyenne de l'habitacle
- Température de l'air injecté à l'intérieur de l'habitacle
- Températures des cloisons et des surfaces exposées vers les passagers (planche de bord, sièges...)
- Débit d'air dans l'habitacle
- Rayonnement solaire

Pour mesurer le rayonnement solaire, le véhicule est équipé d'un capteur qui collecte le signal bilatéral (SX-DX), utilisé pour déterminer le degré de confort au plan de la température et de la distribution de l'air.

La seule action que l'utilisateur doit exécuter est de déterminer et de sélectionner une valeur de température équivalente qui lui correspond et, quelles que soient les conditions externes, le système réglera toutes les variables de contrôle afin d'assurer la sensation thermique demandée.

Les paramètres/fonctions réglés automatiquement par le système sont les suivants :

- température de l'air aux bouches
- distribution de l'air
- débit d'air dans l'habitable
- activation du compresseur
- recyclage

Toutes ces fonctions peuvent être modifiées manuellement, c'est-à-dire que l'utilisateur peut intervenir en sélectionnant au choix une ou plusieurs fonctions: Ainsi, l'utilisateur dessaisit le système automatique le contrôle des fonctions sélectionnées manuellement (sur lesquelles le système ne peut plus intervenir, sauf pour raisons de sécurité) afin de garantir la température équivalente demandée.

Contrôle du mélange de l'air

Dans l'adaptation de la température équivalente à la valeur de confort de référence, le contrôle de la température de l'air à la sortie des bouches joue un rôle déterminant.

Ce contrôle est effectué en actionnant le volet de brassage.

Le déplacement de l'actionneur du mélangeur est filtré afin de ne pas entraîner de mouvements trop rapides qui provoqueraient des fluctuations désagréables de la température.

Contrôle du débit d'air

Le contrôle du débit d'air à la sortie des bouches est un autre paramètre fondamental pour atteindre et maintenir la température équivalente sur la valeur souhaitée. Ce contrôle est effectué en contrôlant la vitesse du ventilateur.

L'algorithme de contrôle calcule une valeur de débit en fonction du débit précédent et de l'écart entre la température équivalente nominale et celle mesurée.

De même que pour le calcul du mélange, la valeur de débit réglée est également filtrée afin de ne pas provoquer de fluctuations trop rapides. Il convient également de tenir compte d'un paramètre "saisonnier" pour adapter le fonctionnement du ventilateur selon la saison (hiver/été).

17.1. Utilisation du système

Comme nous l'avons décrit précédemment, le système de contrôle de climatisation est basé sur la température équivalente et il tente de stabiliser la sensation thermique à l'intérieur de l'habitable (en compensant chaque variation des conditions climatiques externes).

Il suffit à l'utilisateur d'identifier et de sélectionner une valeur de température équivalente qui lui convient et quelles que soient les conditions extérieures (hiver comme été, par beau temps ou sous la pluie), le système réglera toutes les variables afin d'assurer la sensation thermique demandée.

- Pour s'assurer que le contrôle du système est entièrement géré en mode automatique, il suffit de vérifier la présence de la mention FULL AUTO à l'écran.

Pour bénéficier d'un automatisme complet, appuyer sur les touches AUTO qui permettent d'activer les fonctions de réglage automatique: DISTRIBUTION, DEBIT D'AIR, ACTIVATION DU COMPRESSEUR, GESTION DU RECYCLAGE.

Si l'on choisit manuellement la distribution ou le débit d'air, la mention FULL disparaît. Si on la désactive manuellement, le compresseur éteint la DEL correspondante: Si le système est en mesure, selon les températures ambiantes, de maintenir un niveau de confort constant, la mention AUTO reste affichée, sinon, elle s'éteint.

- la touche compresseur active la fonction ACTIVATION/DESACTIVATION DU COMPRESSEUR. Lorsque le compresseur est en service, l'utilisateur peut non seulement refroidir la température de l'habitable (surtout lors des saisons chaudes), mais également déshumidifier l'air (ce qui évite les problèmes d'embuage des vitres, surtout en hiver).

Le compresseur ne peut toutefois pas fonctionner lorsque les températures externes sont basses. Dans ce cas, pour éviter les problèmes de buée, le système force la prise d'air dynamique en laissant la touche activée (ainsi, l'utilisateur peut la régler à sa convenance).

En cas de problème de visibilité provenant de la buée sur le pare-brise, il convient de s'assurer que la DEL de la touche de recyclage est éteinte.

La touche de recyclage peut être gérée manuellement ou automatiquement. La gestion automatique du recyclage est également liée (le cas échéant) au capteur de qualité de l'air (ASQ) qui, lorsqu'il détecte des polluants dans l'air, ferme automatiquement le recyclage.

En cas d'absence de l'AQS, la gestion automatique du recyclage est effectuée en vue d'optimiser les phases transitoires de thermorégulation.

De plus, le renouvellement de l'air à l'intérieur de l'habitacle est assuré (toutes les 25 minutes consécutives de recyclage, le système bascule automatiquement en prise d'air externe pendant 60 secondes).

Lorsque le véhicule est équipé du capteur AQS, ce dernier est désactivé automatiquement quand les températures externes sont basses afin d'éviter tout embuage du pare-brise. L'utilisateur, en agissant sur la touche de recyclage peut quitter l'automatisme complet pour rétablir le fonctionnement du capteur AQS.

N. B. : Les informations transmises par l'AQS sont comparées par le système avec celles du capteur d'embuage DEFOG (option qui contrôle le degré d'humidité présente sur le pare-brise). Si le pare-brise est embué et que le compresseur est désactivé, le système force le recyclage ouvert pour des questions de sécurité (la priorité du système est bien entendu d'assurer la visibilité du conducteur).

Pour éteindre le système, il suffit de maintenir enfoncée la touche basculante des vitesses sur le symbole “-“, tant que la mention OFF ne s'affiche pas à l'écran.

Lorsque le système est désactivé, l'habitacle est isolé de l'extérieur (recyclage fermé, DEL allumée sur la touche). Il reste toutefois possible d'ouvrir le recyclage (pour faire pénétrer dans l'habitacle l'air extérieur) en appuyant sur la touche de recyclage (extinction de la DEL).

Le système contient les fonctions prédéfinies qui régissent un fonctionnement spécifique dans certaines conditions.

- Fonction “LO”. Quand on règle une température inférieure à 16°C, la condition de “refroidissement maximum” est atteinte. Dans cette condition, le système se place en MONO et les mentions FULL et AUTO s'éteignent en appliquant les actions suivantes: régulateur de température en position de froid maximum, distribution d'air frontale, débit d'air au maximum saisonnier, activation du compresseur, recyclage si l'utilisateur l'a demandé.

- Fonction “HI”. Quand on règle une température supérieure à 32°C, la condition de “chauffage maximum” est atteinte. Dans cette condition, le système se place en MONO et les mentions FULL et AUTO s'éteignent en appliquant les actions suivantes: régulateur de température en position de chaud maximum, distribution d'air sur les pieds, débit d'air au maximum saisonnier, compresseur géré selon la logique (en fonction si le test est supérieur à 2°C), recyclage s'il est demandé par l'utilisateur.

- Fonction “MAX DEF”. Quand on appuie sur le bouton (7) spécifique, le système se place en MONO, les mentions FULL et AUTO s'éteignent et les actions suivantes sont appliquées : régulateur de température en position de chaleur maximum, distribution de l'air sur le pare-brise, augmentation du débit d'air (si la température du moteur est suffisamment élevée), fonction compresseur activée (DEL allumée), recyclage forcé en position ouverte, LUNETTE DEGIVRANTE activée (DEL allumée).

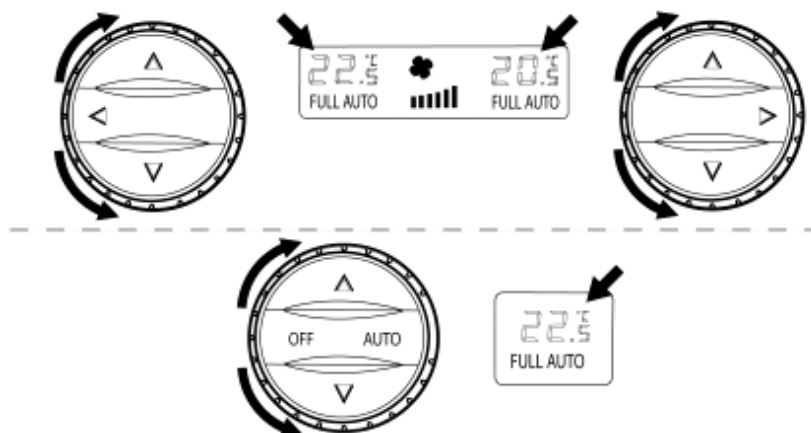
17.2. FONCTIONS

17.2.1. Molette de commande de température

Molette pour le réglage de la température d'habitacle (zone par zone).

Tourner la molette correspondant à la zone souhaitée (conducteur/passagers) pour augmenter (sens des aiguilles d'une montre) ou baisser (sens inverse des aiguilles d'une montre) la température de l'habitacle.

Les augmentations/diminutions se font par pas de 0,5 °C et un tour complet de molette correspond à 24 crans de réglage.



Lorsqu'on coupe le contact, les valeurs de température réglées sont mémorisées et rétablies lorsque le contact est remis.

La plage de température réglable est comprise entre 16 et 32 °C. Au-dessous de 16 °C, la valeur réglée devient «LO», alors qu'au-dessus de 32 °C, la valeur réglée devient «HI».

Si un utilisateur règle une température inférieure à la température extérieure, quand la touche de compresseur est désactivée et que le système n'est pas en mesure de l'atteindre ou de la maintenir, cette impossibilité est signalée par le clignotement de la température réglée.

a) Condition "HI"

Quand on sélectionne une température supérieure à 32 °C, la condition "HI" est atteinte.

Cette demande de l'utilisateur éteint les mentions FULL et AUTO, force le système en MONO et entraîne les actions suivantes :

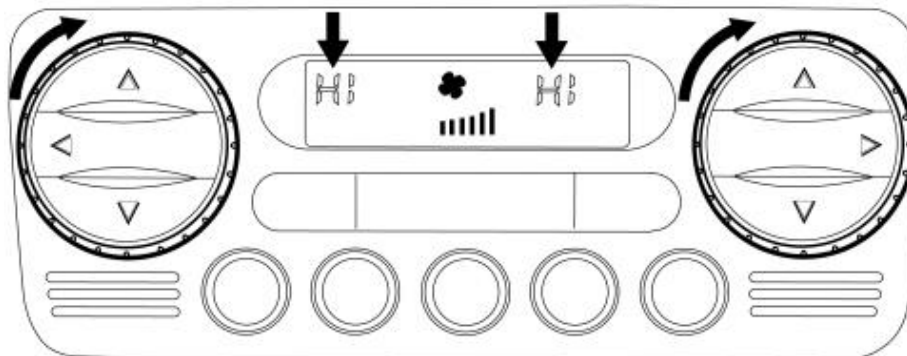
- Mélangeur en position chaleur maximum.
- Distribution vers les pieds.
- Augmentation du débit d'air (si la température du moteur est suffisamment élevée).
- Le recyclage reste tel qu'il a été paramétré par l'utilisateur.

En condition HI, les réglages manuels sont permis.

La sortie de la condition MONO à l'aide de la touche entraîne la sortie de la fonction HI et le réglage de 32°C de température pour toutes les zones.

Si le conducteur tourne le réglage de la température, il entraîne le réglage du passager hors de la plage HI à 32°C.

Si le passager tourne le réglage de la température, il entraîne lui aussi le réglage du conducteur hors de la plage HI (à 32 °C), il peut ensuite modifier uniquement son propre réglage après avoir placé le système sur 2/3 zones.



Quand on sélectionne une température supérieure à 32 °C, la condition “HI” est atteinte.

Cette demande de l'utilisateur éteint les mentions FULL et AUTO, force le système en MONO et entraîne les actions suivantes :

- Mélangeur en position chaleur maximum.
- Distribution vers les pieds.
- Augmentation du débit d'air (si la température du moteur est suffisamment élevée).
- Le recyclage reste tel qu'il a été paramétré par l'utilisateur.

En condition HI, les réglages manuels sont permis.

La sortie de la condition MONO à l'aide de la touche entraîne la sortie de la fonction HI et le réglage de 32°C de température pour toutes les zones.

Si le conducteur tourne le réglage de la température, il entraîne le réglage du passager hors de la plage HI à 32°C.

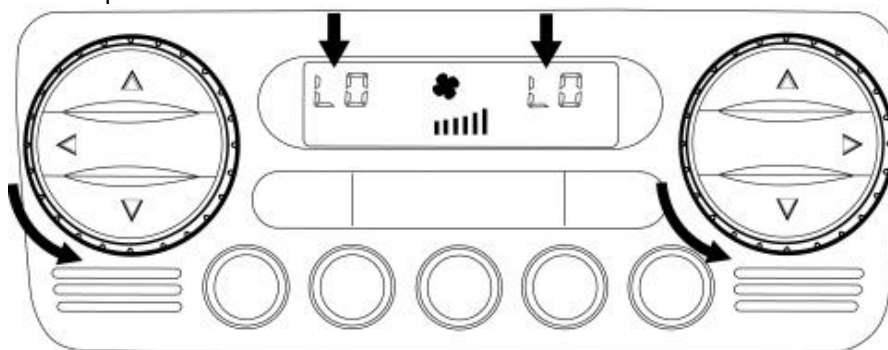
Si le passager tourne le réglage de la température, il entraîne lui aussi le réglage du conducteur hors de la plage HI (à 32 °C), il peut ensuite modifier uniquement son propre réglage après avoir placé le système sur 2/3 zones.

b) Condition “LO”

Quand on sélectionne une température inférieure à 16 °C, la condition “LO” est atteinte.

Cette demande de l'utilisateur éteint les mentions FULL et AUTO, force le système en MONO et entraîne les actions suivantes :

- Mélangeur en position froid maximum.
- Distribution d'air dans la planche de bord
- Augmentation du débit d'air
- Activation du compresseur



En condition LO, les réglages manuels sont permis.

La sortie de la condition MONO à l'aide de la touche entraîne la sortie de la fonction LO et le réglage de 16°C de température pour toutes les zones.

Si le conducteur tourne le réglage de la température, il entraîne le réglage du passager hors de la plage LO à 16°C.

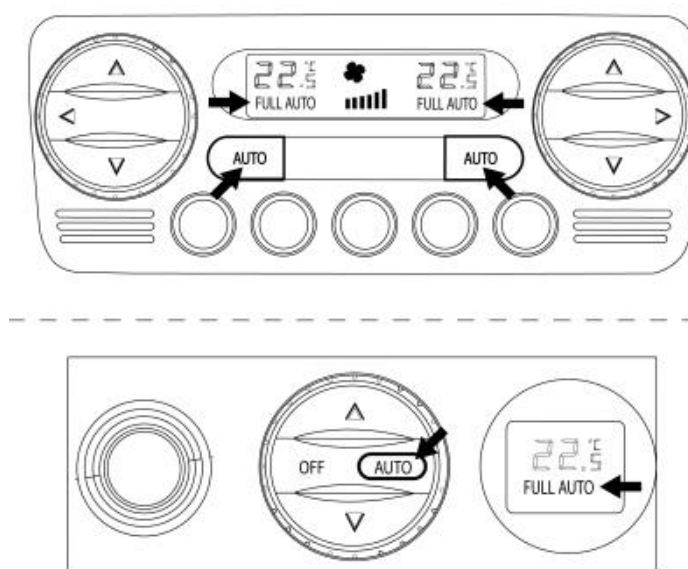
Si le passager tourne le réglage de la température, il entraîne lui aussi le réglage du conducteur hors de la plage LO (à 16 °C), il peut ensuite modifier uniquement son propre réglage après avoir placé le système en mode Double zone.

La logique de clignotement s'applique si le compresseur est désactivé après la demande LO et le recyclage est forcé en automatique s'il ne l'était pas.

c) Bouton "AUTO"

La pression sur cette touche restitue à l'automatisme le contrôle des fonctions suivantes :

- Distribution de l'air
- Vitesse du ventilateur.
- Compresseur
- Recyclage



La mention FULL AUTO allumée indique que toutes les fonctions susmentionnées sont contrôlées automatiquement.

La mention FULL dans la zone concernée s'éteint lorsqu'une manoeuvre de distribution est exécutée manuellement.

La mention FULL s'éteint dans toutes les zones lorsqu'un réglage manuel de débit, de compresseur ou de recyclage intervient.

La mention AUTO s'éteint si le système de contrôle (principalement lorsque le compresseur est désactivé manuellement) ne parvient pas à atteindre ou maintenir la température demandée.

La touche qui désactive le compresseur n'éteint pas les mentions AUTO lorsque le système est en mesure de maintenir le confort demandé.

Travaux Pratique

18. Maintenance du système de climatisation

Objectif:

Effectuer les opérations de maintenance sur un système de climatisation et en vérifier la conformité.

MATÉRIELS, CONSOMMABLES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- ☐ La revue technique du véhicule
- ☐ Un véhicule léger équipé d'une climatisation automatique. (le présent support base sa « ressource constructeur », sur une LAGUNA 2 avec climatisation automatique).
- ☐ L'outillage courant

ORGANISER SON POSTE DE TRAVAIL

On Demande

- De remplacer le fluide frigorigène de l'installation de climatisation.
- De contrôler la production de froid de l'installation.
- De contrôler le bon fonctionnement des commandes.
- De remplacer le filtre habitacle



Remarques préliminaires

Lors d'une fuite à l'air libre, la vaporisation du fluide de climatisation produit un froid intense qui peut provoquer des brûlures très graves.

Toutes les manipulations susceptibles de provoquer une fuite à l'air libre devront impérativement être effectuées avec les protections nécessaires (Lunettes et gants)

18.1. Opération de vidage

Remarques : En cas de vidage d'une installation, il est utile de mesurer :

- La masse de fluide "extraite" du circuit. (Information qui permet éventuellement d'expliquer un défaut d'efficacité de la clim. ou/et de renseigner le client sur l'état de charge initial du circuit)
- La quantité d'huile "extraite" du circuit. (Quantité qu'il faudra réintroduire lors du remplissage)
 - Procurez-vous l'appareil de vidage et sa notice d'utilisation.
 - Recherchez sur la doc technique du véhicule et sur le circuit l'emplacement des raccords sur l'installation de climatisation. (En cas de doute consultez votre professeur)
 - Effectuez le branchement de l'appareil et le vidage de l'installation.

Quelle masse de fluide avez-vous récupérée ? :

Quelle est la quantité préconisée par le constructeur ? :

Le circuit était-il correctement rempli ? (OUI ou NON) :

Si NON, en fonction de l'écart de remplissage constaté, quelles peuvent être les causes de ce mauvais remplissage ? :

Quel volume d'huile avez-vous récupéré ?

Opération de tirage au vide et de remplissage

- Effectuez le tirage au vide de l'installation pendant 1/2 heure minimum.
- Vérifiez l'étanchéité de l'installation. **(Observez la pression de l'installation sur le manomètre de pression du vide, durant 15 minutes mini. Elle ne doit pas remonter)**
- Réinjecter la même quantité d'huile que celle récupérée et effectuez le remplissage de l'installation.

18.2. Contrôle de la production de froid

- Procurez-vous les appareils nécessaires Manomètre, Thermomètre et Hygromètre (le CL 400N avec la sonde TH 400 par exemple) et les notices d'utilisation.
- Relevez la valeur de la température de l'air extérieur (Te). Valeur relevée : Te =
- Relevez la valeur de l'hygrométrie de l'air extérieur (He). Valeur relevée : He =
- Rechercher dans la doc constructeur les conditions et valeurs de contrôle de production de froid et complétez les tableaux ci-dessous.

Remarque : Si les renseignements sont donnés par le constructeur, indiquez les ci-dessous, sinon, aidez-vous de la **Ressource Contrôle de la production de froid** pour compléter votre document.

Conditions du contrôle	
Temps de fonctionnement minimum de la climatisation avant d'effectuer les relevés :	
Réglage de la commande de froid (température demandée) :	
Réglage de la puissance du pulseur d'air :	
Orientation de l'air pulsé :	
Positionnement du volet de recyclage (Recyclage ou air extérieur) :	
Etat des portes	
Etat des vitres :	
Etat du capot :	
Régime moteur :	
Positionnement de la sonde de mesure de température :	

- Relevez la valeur de la température de l'air soufflé et notez la dans le tableau ci dessus.
- Tirer les conclusions de votre mesure

Valeur constructeur ou attendue	Valeur relevée	Conclusion. (Efficacité clim. correcte ? Si non, quel contrôle allez-vous effectuer)

Température
de l'air
soufflé Ts :

18.3. Réaliser le remplacement du filtre habitacle. (Filtre à pollen)

Indiquer ci-dessous la périodicité de remplacement du filtre à air habitacle de ce véhicule.

Que conseillerez-vous comme périodicité sur la voiture d'un client qui ne fait que des trajets urbains.

Dossier ressource TP CLIMATISATION.

18.4. CONTROLE DE LA PRODUCTION DE FROID.

Conditions de mesure (Lorsque celles si ne sont pas précisées par le constructeur)

- Régime moteur stabilisé à 2000 Tr/mn environ.
- Climatisation mise en route.
- Commande ventilation d'air sur maximum.
- Recyclage non activé.
- Aérateurs latéraux fermés, aérateur central pleinement ouvert.
- Sonde de mesure positionnée en sortie des bouches de l'aérateur central.
- Capot ouvert.
- Portes fermées, vitre conducteur ouverte.
- Commande température réglée sur le froid maximum.
- Fonctionnement de la climatisation dans ces conditions pendant 10 mn minimum avant la mesure.

Ordre de grandeur des températures minimum à obtenir en sortie de l'aérateur central, en fonction de la température et de l'hygrométrie de l'air extérieur.

(A prendre en compte lorsque celles si ne sont pas précisées par le constructeur)

> à 89	Ts < 9°C				Ts < 12°C		Ts < 15°C	
80 à 89								
70 à 79								
60 à 69	Ts < 7°C		Ts < 9°C		Ts < 12°C		Ts < 15°C	
50 à 59								
40 à 49	Ts < 7°C		Ts < 9°C		Ts < 12°C		Ts < 15°C	

30 à 39							
20 à 29							
10 à 19							
0 à 9							
He Te	15 à 19	20 à 24	25 à 29	30 à 34	35 à 39	40 à 44	supérieure à 44

Te : Température de l'air extérieur en °C

He : Hygrométrie relative de l'air extérieur en %

Ts : Température de l'air soufflé en sortie de l'aérateur central en °C

Dans le cas où la production de froid soit insuffisante, contrôlez la valeur de la haute et la basse pression

18.5. Contrôle de la haute et basse pression

Conditions de mesure (Lorsque celles si ne sont pas précisées par le constructeur)

Branchez des manomètres et effectuez les mesures dans les conditions de fonctionnement énoncées précédemment.

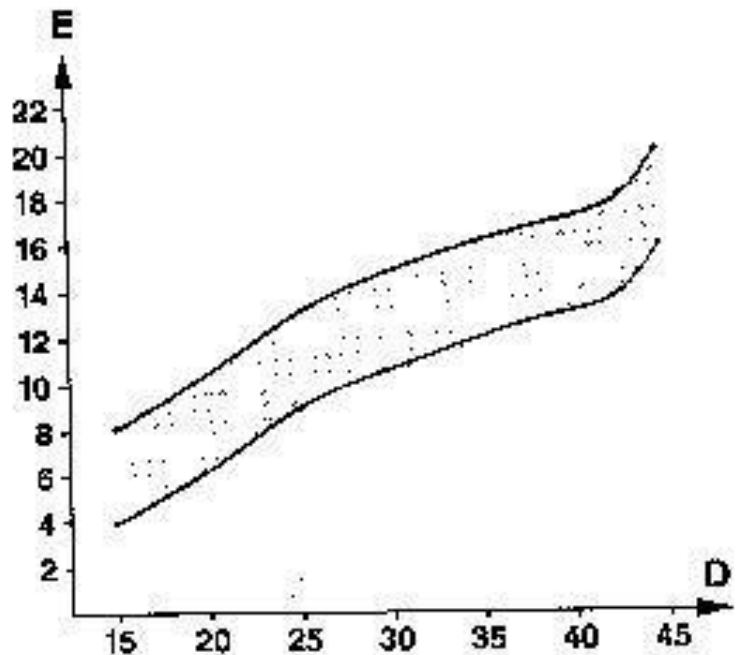
Ordre de grandeur des pressions à obtenir.

(Lorsque celles si ne sont pas précisées par le constructeur)

D : Température de l'air extérieur en °C.

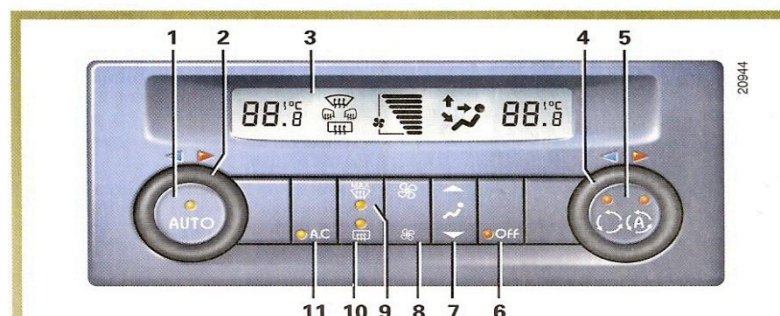
E : Haute pression en bars.

La basse pression doit être comprise entre 1,5 et 2,3 bars



18.6. CONTROLE DU FONCTIONNEMENT DES COMMANDES

AIR CONDITIONNÉ AUTOMATIQUE



Les commandes

- 1 - touche de mise en mode automatique
- 2 - bouton de réglage de la température à gauche
- 3 - afficheur
- 4 - bouton de réglage de la température à droite

- 5 - touche de recyclage d'air et de mise en fonction du recyclage automatique
- 6 - touche d'arrêt du système
- 7 - touche de réglage de répartition d'air
- 8 - touche de réglage de la vitesse de ventilation

- 9 - touche « voir clair » pour le désembuage et le dégivrage des vitres
- 10 - touche de dégivrage lunette arrière
- 11 - touche de conditionnement d'air

Les touches **1, 5, 6, 9, 10** et **11** intègrent des témoins de fonctionnement :

- témoin allumé, la fonction est en service,
- témoin éteint, la fonction n'est pas en service.

3.11