

LA CLIMATISATION

Les quatre fonctions majeures de la climatisation :

Pour être efficace, le système d'air conditionné d'un véhicule doit contrôler quatre paramètres :

- Refroidissement de l'air entrant dans l'habitacle,
- Circulation de l'air,
- Purification de l'air,
- Déshumidification de l'air.

En agissant sur ces quatre fonctions, le système d'air conditionné maintient le confort des passagers quand les températures ambiantes et niveau d'humidité sont hauts.

Comprendre ce qu'est la chaleur :

Qu'est ce que la chaleur :

Avant de comprendre comment fonctionne un système d'air conditionné, on se doit d'abord de comprendre ce qu'est la chaleur.

Une définition simple permet de définir la chaleur comme de l'énergie. Par exemple, les freins par la friction génèrent de la chaleur, tout comme les pignons d'une boîte de vitesses.

La chaleur, en quantité correcte, apporte vie et confort. Mais trop peu de chaleur ou beaucoup trop de chaleur et le confort est vite dégradé.

Contrôler la température, c'est contrôler le confort.

L'air conditionné est une des méthodes pour contrôler la chaleur.

Toutes les substances contiennent de la chaleur :

Un objet paraît chaud quand il est à une température plus élevée que notre température corporelle ; il paraît froid si sa température est inférieure à notre température corporelle.

Le zéro absolu se situe à -273°C . Toute substance au-dessus de cette température retient de la chaleur, donc de l'énergie. En général, la zone de confort se situe dans une gamme de température entre 21°C à 26°C et avec une humidité relative de 45% à 50%. Tous les objets se situant dans cette atmosphère paraîtront confortables au toucher. En dehors de cette plage de température, on jugera par le toucher que les objets seront froids ou chauds.

Mesure de la chaleur :

La lecture du thermomètre nous renseigne uniquement sur l'intensité de la chaleur et non sur la quantité de chaleur.

L'intensité de chaleur s'exprime en degré, la quantité de chaleur s'exprime en kilocalorie. Une calorie est la quantité de chaleur nécessaire à l'accroissement de 1 degré pour 1 gramme d'eau, une Kcal est la quantité de chaleur nécessaire à élever 1 litre d'eau de 1 degré.

Qu'est-ce qui fait déplacer la chaleur ?

La chaleur se déplace toujours de la source chaude vers la source froide. C'est la loi du transfert de chaleur, l'énergie se dissipant en se propageant du chaud vers le froid de façon naturelle. Un objet très chaud placé à côté d'un objet froid verra sa température baisser au détriment de l'objet froid qui lui va se réchauffer. A terme, les 2 objets auront la même température et cette température finira par devenir identique à celle de l'air ambiant.

Comment la chaleur entre-t-elle dans l'habitacle ?

La chaleur entre dans un véhicule de plusieurs façons :

- par l'air ambiant,
- la lumière du soleil,
- la chaleur du moteur,
- la chaleur remontant de l'asphalte,
- l'échappement

Toutes ces sources de chaleur accroissent la température à l'intérieur de l'habitacle. Par une journée ensoleillée à 37° C, il n'est pas rare d'avoir une température de plus de 60°C dans l'habitacle et plus si la couleur du véhicule est sombre.

Changement d'état d'un corps :

Evaporation :

L'évaporation est le résultat atteint quand suffisamment de chaleur est appliquée à un liquide pour le transformer en vapeur ou gaz. Faire bouillir de l'eau, c'est provoquer son évaporation. C'est ce qui se passe dans l'évaporateur d'un système d'air conditionné.

Condensation :

C'est le processus inverse de l'évaporation. De l'air humide sur une paroi en verre froide provoque, en baissant la température de l'eau condensée en suspension dans l'air, la réapparition de l'eau sous forme liquide. C'est ce qui se passe dans le condenseur du système d'air conditionné.

Givrage :

Le givrage est le dernier changement d'état. Dans le cas de l'eau, l'élément solide est la glace. Quand suffisamment de chaleur est retirée de l'eau, elle se transforme en glace. Dans un système d'air conditionné, le givrage est interdit sous peine de détruire plusieurs composants du circuit.

Relation entre pression & température :

Pour augmenter le point d'ébullition d'une substance, il suffit d'accroître sa pression. Pour abaisser le point d'ébullition d'une substance, il suffit de diminuer sa pression.

Ainsi, l'eau bout à 100 °C au niveau de la mer, mais à seulement à 70 °C au sommet de l'Everest. Un circuit de refroidissement scellé à 1.1 kg/cm² permet de porter le point d'ébullition du liquide de refroidissement à 125 °C.

Le gaz utilisé dans les circuits d'air conditionné bout à une température qui lui est propre selon la pression à laquelle ce gaz est soumis.

La couche d'ozone :

L'ozone (O₃) se forme dans les couches supérieures de l'atmosphère entre 10 000 et 50 000 mètres d'altitude. Cette couche agit tel un bouclier contre les rayons ultra-violet (UV) issus du soleil. Le chlore contenu dans les gaz de type chlorofluorocarbone CFC (comme l'ancien R12) monte dans la haute atmosphère et participe à la destruction de cette couche d'ozone. Une telle destruction ayant des effets catastrophiques, les autorités ont interdit l'utilisation des CFC au niveau mondial.

- 1974 : Il est reconnu que les CFC (tel le gaz R12) agissent négativement sur la couche d'ozone,
- 1987 : Le protocole de Montréal est adopté. Il restreint la fabrication des gaz de type CFC au niveau de production de 1986 et ce à compter du 1^{er} janvier 1987,
- 1990 : Le protocole de Montréal II recommande l'interdiction d'utilisation des gaz de type CFC à compter du 01/01/2000,
- 1996 : l'Australie interdit toute importation de gaz de type CFC à compter du 1^{er} janvier 1996 et à compter de mars 1996 interdit toute vente et nouvelle utilisation de gaz de type CFC,
- 2000 : Interdiction d'utilisation des gaz de type CFC (niveau mondial).

Depuis 1993, l'industrie automobile australienne utilise des gaz de type non CFC. Ce sont des gaz de type hydro-fluoro-carbones dont le R134a (de vrai nom Tetra-fluoro-éthane) qui maintenant sont les gaz utilisés dans les climatisations de véhicules. Le R134a ne contient pas de chlore, il bout à -26.3°C passant en phase gazeuse pouvant absorber une grande quantité de chaleur.

	R134a (HFC 134a)	R12 (CFC 12)
Nom chimique	Tetra-fluoro-ethane	Dichloro-difluoro méthane
Formule chimique	CH_2FCF_2	CCL_2F_2
Point d'ébullition	-26.3°C	-29.6°C
Dimension	4.2 A	4.4 A

Les principes de l'air conditionné :

Quel que soit le gaz utilisé, quel que soit le type de montage, un système d'air conditionné est basé sur les principes suivants :

La partie Haute Pression de l'installation :

Le R134a sous forme de vapeur basse pression voit sa pression augmentée par le compresseur pour passer à l'état de vapeur sous haute pression. Cette vapeur sous haute pression est mélangée à l'huile et traverse le condenseur, situé dans la calandre du véhicule. La température en entrée est de l'ordre de 80°C pour une température de 30°C externe.

A la sortie du condenseur, on obtient un liquide sous haute pression dont la température est de 60°C. Ce liquide sous haute pression traverse la bouteille déshydratante, entre dans le détendeur précédant l'évaporateur situé dans l'habitacle.

La partie basse pression de l'installation:

Le compresseur aspire le liquide sous haute pression au travers du détendeur. La chute brutale de pression permet au R134a de passer d'un liquide à haute pression pour devenir un liquide basse pression puis un gaz basse pression à basse température (5°C) à l'intérieur même de l'évaporateur. La chaleur de l'habitacle est aspirée par la paroi froide de l'évaporateur et est éliminée par le gaz basse pression qui est réintégré par le compresseur. Et le cycle reprend.

Transfert de chaleur :

Dans la partie Basse Pression, la tubulure est froide et absorbe la chaleur.

Dans la partie Haute Pression, la tubulure est chaude, le condenseur et sa ventilation permettent le changement d'état par abaissement (léger) de la température.

Résumé :

Quand la pression est élevée, la température est élevée.

Quand la pression est basse, la température est basse.

Les composants :

Le compresseur :

Les compresseurs peuvent être de plusieurs types :

- à piston : tels les compresseurs York, simples et quasiment indestructibles, mais gourmand en puissance ;
- à plateau : comme les pompes HP Citroën, très répandu, mais encore trop gourmand en puissance en particulier pour les véhicules de faibles cylindrées,
- à hélice orbitale : la génération des nouvelles climatisations,
- à volume variable : ce sont des compresseurs à 'géométrie' variable brevets Harrison dont le volume interne varie selon la demande en froid. Ce sont des équipements réservés au groupe GM.

Le berceau de montage et courroie :

Le compresseur est fixé par des ancrages soit directement sur le bloc ou par l'intermédiaire de plaques épaisses. En effet, au moment de l'enclenchement du compresseur, l'à-coup correspond à une demande ponctuelle équivalent à une dépense de 5 à 8 chevaux supplémentaires selon le type de compresseur. La fixation doit être d'une rigidité parfaite et doit aussi éliminer toute vibration et bruit annexes. La courroie utilisée sert aussi d'amortisseur de vibrations. En cas de démontage d'une partie du système de climatisation, toujours mettre des bouchons. En effet, les pistons sont fabriqués avec des tolérances si faibles qu'un cheveu, coupé en 3 dans le sens de la longueur suffit à bloquer un

compresseur. La propreté est de rigueur quand on travaille sur un système de climatisation.

Embrayage du compresseur

Quand l'électro-aimant est activé, l'embrayage du compresseur verrouille le plateau extérieur contre l'arbre du compresseur. Le compresseur est en fonctionnement, le moteur du véhicule fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement du compresseur et au fonctionnement du système de climatisation.

Quand l'électro-aimant est désactivé, alors le compresseur n'est plus en fonctionnement et la circulation du R134a est interrompue.

A ce moment là, la poulie du compresseur tourne en roue libre. Elle est équipée du SEUL roulement aviation que l'on trouve dans une automobile. A titre indicatif, ce roulement ne peut être bruyant que lorsque le compresseur n'est pas en service. Si l'on détermine un bruit de roulement alors que le compresseur est engagé, c'est que le fautif n'est autre que l'arbre du compresseur.

La lubrification :

Le gaz circulant dans le système de climatisation est l'élément de lubrification. En effet, l'huile est transportée par le gaz. Cette huile doit être capable de résister à la fois aux changements d'état du gaz porteur ainsi qu'aux changements de température.

Pour les climatisations utilisant d'origine le R134a, les huiles sont de type Poly-Akylène-Glycol (PAG) et dont la viscosité dépend du fabricant du

compresseur. Pour les installations fonctionnant au R12, l'huile est du type minéral.

Vanne de dégazage :

Tous les compresseurs sont équipés d'une vanne de mise à l'air. Il s'agit d'une sécurité. En cas de surpression (25/28 bars), automatiquement, le compresseur libère l'excédent de gaz dans l'atmosphère. Quand cela arrive, il faut considérer cela comme un accident et faire réviser son installation.

Précautions :

Un système de climatisation doit toujours être lubrifié sous peine de détruire le compresseur.

Ne pas mettre l'huile PAG en contact avec la peau. Rincer à grande eau en cas de contact avec la peau. Ne pas respirer un mélange de R134a et d'huile PAG. Ne jamais mélanger les huiles entre elles.

Les huiles PAG sont hautement cancérigènes toute précaution doit être prise lors des manipulations.

Le condenseur :

Le rôle du condenseur est double : il abaisse la température du gaz sous haute pression pour le transformer en liquide sous haute pression. Tout comme les radiateurs de refroidissement, les condenseurs ont vu leurs dessins modifiés. Alors que dans les années 70, les condenseurs étaient de type serpentin, aujourd'hui, ils sont de type à flux parallèles. Ainsi, à volume identique, ils ont un rendement accru de 25% environ par rapport aux anciens systèmes.

Le condenseur est toujours placé en tête du véhicule. C'est le premier élément à changer en cas de collision. Derrière le condenseur, on trouve le radiateur de refroidissement moteur. Ainsi, il est conseillé (aux USA) de couper le climatiseur lors d'ascension de côtes à forts pourcentages par haute température, la chaleur transmise par le condenseur pouvant nuire au refroidissement du moteur. Afin d'accroître l'efficacité de l'évaporateur, une bande de papier goudronné est mise en place afin d'assurer une parfaite étanchéité entre le condenseur et le radiateur. Ainsi aucun flux parasite ne perturbe l'évacuation des calories. Le flux d'air traverse l'évaporateur puis le radiateur sans perte de flux.

L'évaporateur :

Son rôle est inverse à celui du condenseur. Il permet au liquide sous haute pression de redevenir gaz sous basse pression après brusque détente. Tout comme le condenseur, l'évaporateur a suivi la même évolution concernant sa fabrication.

La bouteille déshydratante :

Son rôle est double : filtrer les particules en suspension dans le mélange liquide sous haute pression / huile et absorber l'humidité. Des substances de type silicagel sont incluses dans la bouteille déshydratante. La bouteille déshydratante est toujours sur le circuit haute pression, après le condenseur. La substance dessiccative diffère selon le gaz utilisé. Ne jamais utiliser les bouteilles déshydratantes pour R12 (qui utilisent du HX5) pour le R134a (qui utilise du XH7 ou XH9). En revanche l'inverse est possible, puisque le dessiccatif pour le R134a est adapté aux plus petites dimensions des molécules. Les bouteilles déshydratantes n'ont plus de fenêtre pour vérifier l'état de remplissage du circuit. En effet, l'huile de type PAG à 70°C provoque de la buée sur cette fenêtre et entraînerait des lectures erronées.

L'accumulateur :

Son rôle est de stocker le réfrigérant, filtrer les particules, absorber l'humidité. L'accumulateur est placé dans le circuit basse pression, au retour de l'évaporateur. Quand un système est équipé d'une bouteille déshydratante, il n'y a pas d'accumulateur et inversement. On trouve ce montage plus particulièrement chez Volvo et VAG.

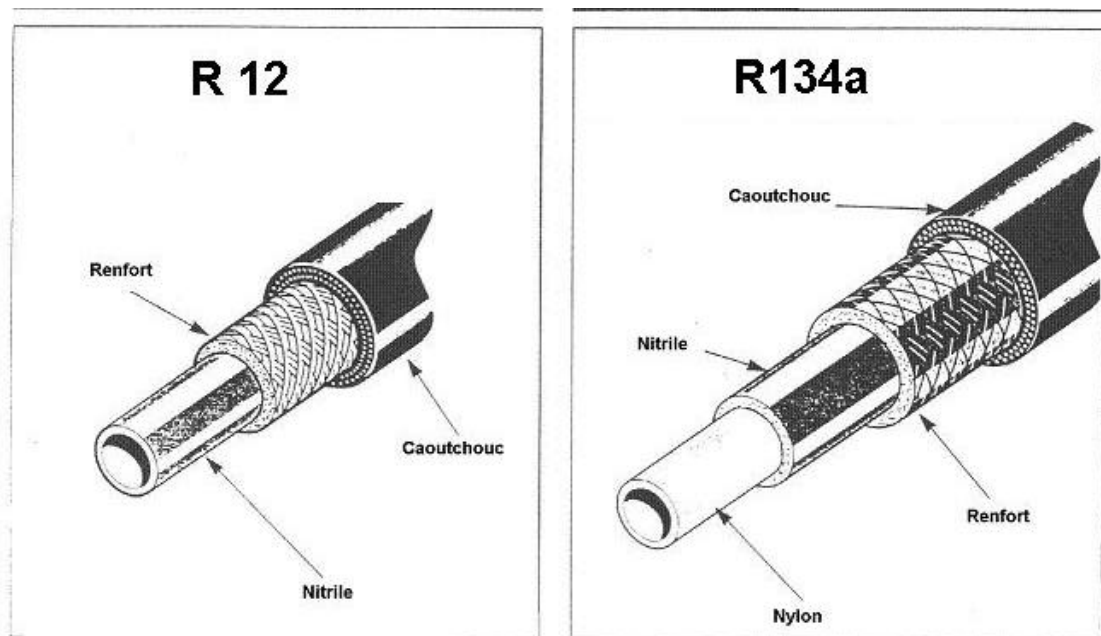
Les joints toriques :

Les joints utilisés pour le R134a sont reconnaissables à leur couleur verte. Ils sont faits en caoutchouc composé de nitrile butadiène hydrogéné (HNBR). Parfois, ils peuvent être de couleur diverse, à l'exception du noir. Ne jamais utiliser des joints en caoutchouc noir. Ceux-ci sont réservés pour le R12. L'huile de type PAG les décompose.

Les tubulures :

Depuis 1996, les tubulures sont majoritairement en alu avec des connecteurs clipsés (brevet Ford). Auparavant, les tubulures étaient souples et étaient composées de 3 couches.

Puis avec l'apparition de R134a, ces tubulures souples ont été armées d'un tube interne en Nylon car l'huile de type PAG a la fâcheuse tendance à détériorer l'âme de la tubulure en Nitrile. C'est pour cela qu'il ne faut jamais utiliser d'huile PAG dans les systèmes de climatisation passés de R12 à R134a.



Les composants électriques :

Capteur de basse pression :

Ce capteur coupe l'alimentation électrique du compresseur. En effet, la lubrification ne peut intervenir que si l'huile est entraînée par le gaz. Si la pression est trop basse, le risque est de bloquer le compresseur par manque de lubrification.

Capteur de haute pression :

De même en cas de trop haute pression, le compresseur est déconnecté afin de ne pas détériorer l'installation.

Capteur tri-fonction :

Sur les installations post 1995, un capteur réunissant les 2 fonctions précédentes permet de simplifier les câblages et rendre plus compacte l'installation. Le rôle de ce composant reste la protection du compresseur et de l'installation.

Capteur de pression pour le contrôle des ventilateurs :

Sur les climatisations post 1995, un capteur 3 fonctions gère le fonctionnement des ventilateurs du condenseur : à basse pression, coupure, moyenne pression vitesse 1 et grande vitesse au-delà de la haute pression. En général, la grande vitesse est déclenchée pour une pression au-delà de 17 Kg/cm². Dans le cas de véhicules plus anciens, la 1^{ère} vitesse est directement commandée par la mise en fonction de l'interrupteur de climatisation, la 2^{de} vitesse utilise un capteur de haute pression.

Capteur anti-givrage :

Dans l'évaporateur, une sonde thermométrique est insérée. Son rôle est de couper l'alimentation du compresseur au cas où la température deviendrait trop basse. En général, la température est fixée à 4° C. Certains véhicules ont un bouton marqué 'ECON' pour économie. Une fois enclenché, ce bouton fait couper le compresseur à 12/14 °C. Ainsi, la demande en froid est moindre.

Les autres sondes pour le confort :

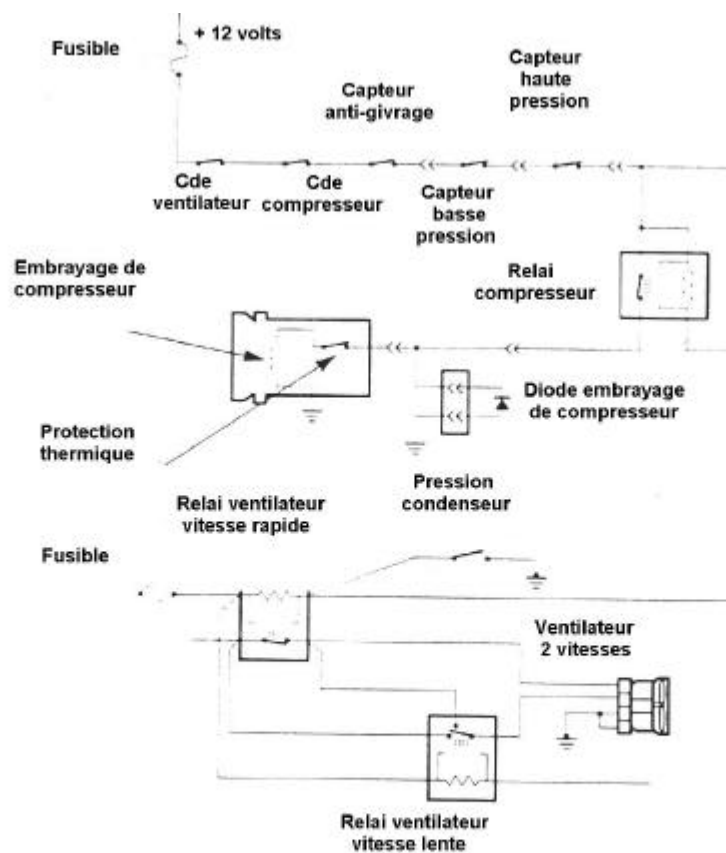
Aujourd'hui, la complexité accrue des systèmes de climatisation passe par l'électronique à outrance. On connaît tous la sonde de température intérieure. A cela, s'ajoutent d'autres capteurs. Ainsi, on trouve maintenant un capteur d'ensoleillement, situé sur le tableau de bord afin de forcer le froid. En effet le soleil activera une vitesse de ventilation plus énergique, et ce automatiquement. Aujourd'hui, le capteur de température externe est utilisé pour avertir la centrale électronique d'une variation de la demande en froid à l'intérieur du véhicule avant même que l'air n'ait pénétré dans l'habitacle. Des activateurs électropneumatiques sont très répandus. Ils servent à ouvrir ou fermer les conduits d'air, en général à l'intérieur des portes.

Aujourd'hui, réparer un système de climatisation nécessite une salle propre afin de pouvoir tester le véhicule complètement. Ce travail allie les qualités d'un chercheur à celles d'un technicien supérieur. Recharger un système n'est qu'un tout petit aspect du travail à accomplir pour rendre un système performant.

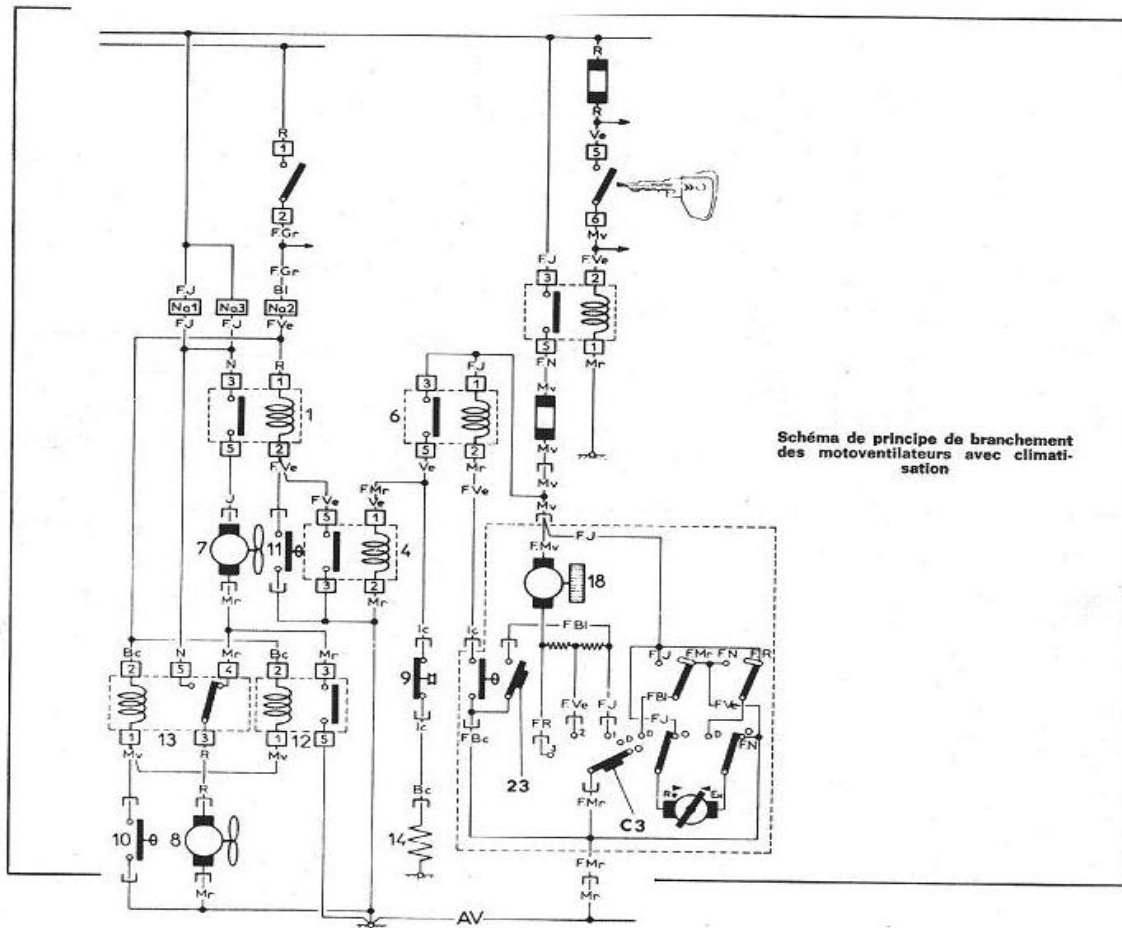
Interrupteur d'accélération :

Sur certains véhicules, on trouve un interrupteur fixé sur la pompe d'injection afin de couper le compresseur en cas de brusque accélération. Cet interrupteur a aujourd'hui disparu. Ce type de fonction est directement implanté dans le calculateur électronique des véhicules d'aujourd'hui.

Le câblage général:



Les 2 moto ventilateurs de la Cx :



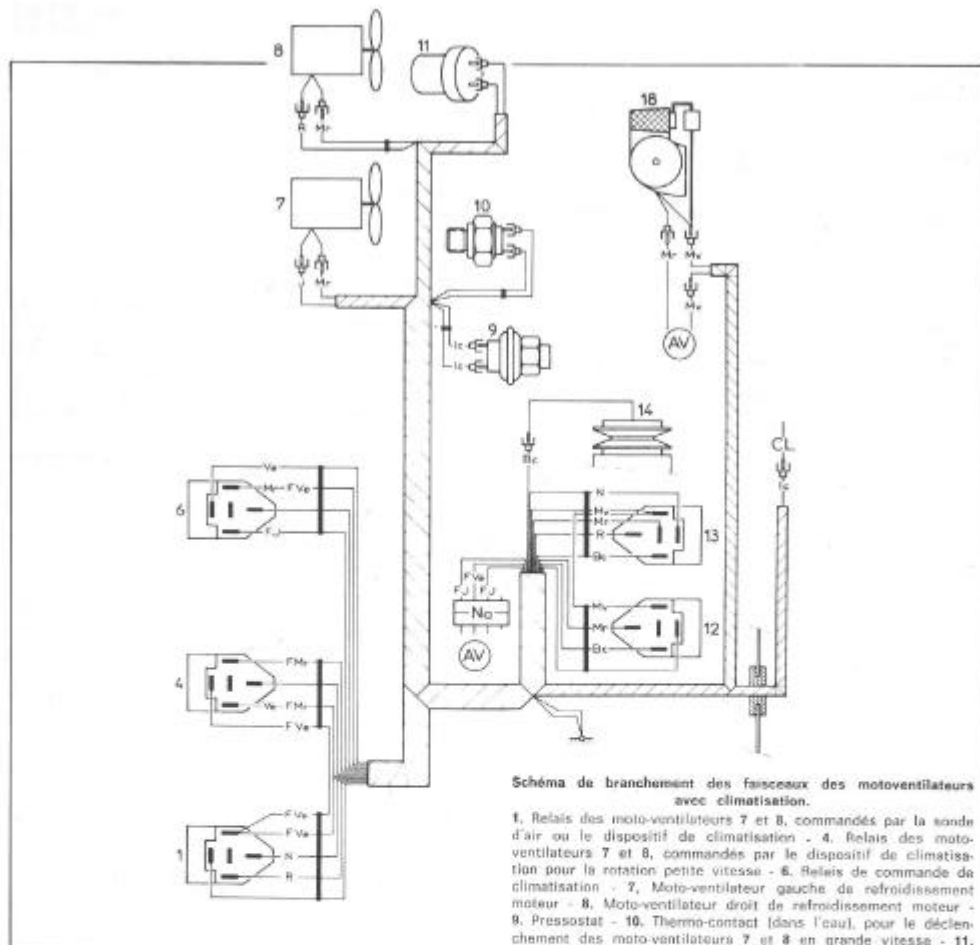


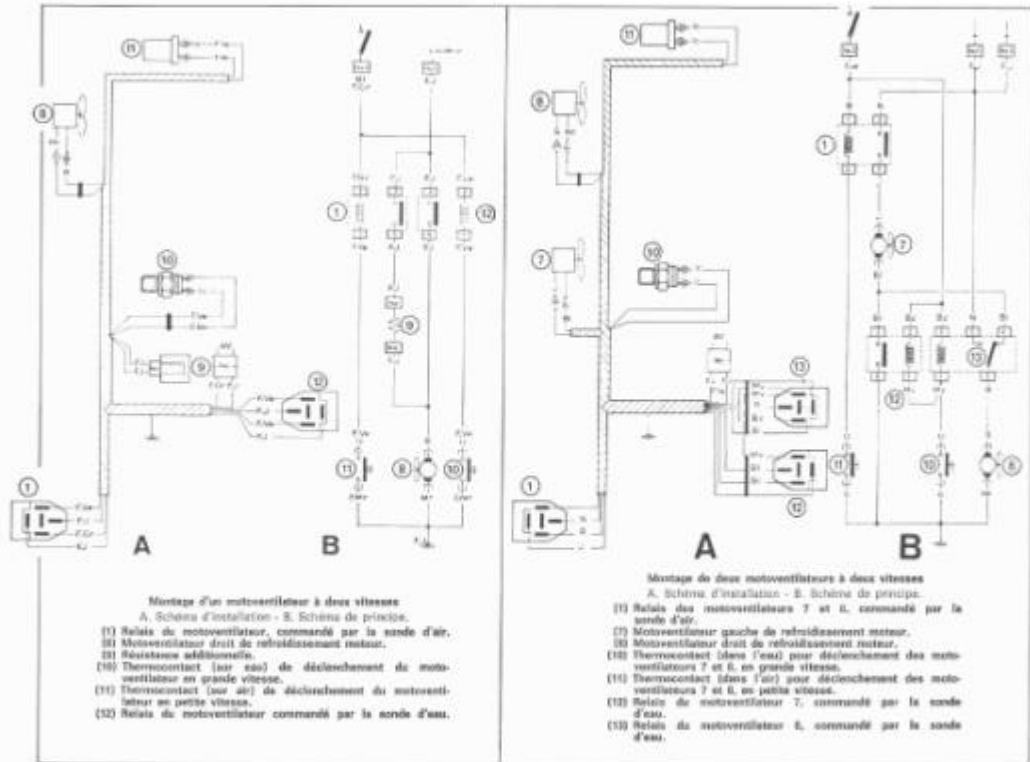
Schéma de branchement des faisceaux des motoventilateurs avec climatisation.

1. Relais des moto-ventilateurs 7 et 8, commandés par la sonde d'air ou le dispositif de climatisation - 4. Relais des moto-ventilateurs 7 et 8, commandés par le dispositif de climatisation pour la rotation petite vitesse - 6. Relais de commande de climatisation - 7. Moto-ventilateur gauche de refroidissement moteur - 8. Moto-ventilateur droit de refroidissement moteur - 9. Pressostat - 10. Thermo-contact (dans l'eau), pour le déclenchement des moto-ventilateurs 7 et 8 en grande vitesse - 11. Thermo-contact (dans l'air) pour le déclenchement des moto-ventilateurs 7 et 8 en petite vitesse (fonctionnement refroidissement moteur) - 12. Relais du moto-ventilateur 7, commandé par la sonde d'eau - 13. Relais du moto-ventilateur 8, commandé par la sonde d'eau - 14. Embrayage électro-magnétique du compresseur de climatisation - 16. Pulseur d'air dans le groupe de distribution - 23. Commande de climatisation, recyclage, thermostat d'ambiance.

10 DIVERS

VENTILATION CHAUFFAGE

Depuis décembre 79, les « CX 2500 D » peuvent être équipés en option d'un dispositif de chauffage type « Froid - 30 » ou d'une climatisation (compresseur Sankyo ou Aspera-Frigo, condenseur Behr et détendeur Singer).



Résumé :

C'est le changement d'état liquide / gaz par une brusque détente qui génère du froid. Si le gaz sous pression n'est pas converti après le passage au travers du condenseur, c'est dû dans 80% des cas à un mauvais passage d'air au travers du condenseur : ventilateur faible ou en panne, trop de moucherons sur la façade du condenseur, une mauvaise étanchéité entre évaporateur et radiateur de refroidissement.

Le condenseur est à l'avant du véhicule, l'évaporateur dans le véhicule.

Si le compresseur n'entre pas en fonction : vérifier les fusibles et connecteurs. Même avec seulement 30% de sa quantité en gaz, un compresseur fera du froid ; peu, mais en fera et le système entier est viable.

Avec la complexité croissante des systèmes de climatisation, les études en écoles font que le CAP n'est plus suffisant. On passe à des niveaux de compétences accrues et les informations sont jalousement gardées par les constructeurs et assembleurs automobiles.

La climatisation : c'est simple, rien n'est bien compliqué. Le tout est de travailler dans un environnement propre et si possible frais : c'est plus agréable.

Pour terminer, un grand MERCI à « La Revue Technique » ainsi qu'à « MOTORCLIMATE UK » pour leur aide précieuse et leurs enseignements.