

Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies
Département d'automatique et électromécanique

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electromécanique

Spécialité : Maintenance Industrielle

Par : DOUDOU Brahim et HANI Abdesalam

Thème

**Etude d'une Station de Climatisation pour la
Maintenance Automobile**

Soutenu publiquement le : .24/10/2020

Devant le jury :

F. AISSAOUI	...MCB....	Univ. Ghardaïa	Président
F. AKERMI	...MAA....	Univ. Ghardaïa	Examinateur
H. MEDOUKALI	...MCB....	Univ. Ghardaïa	Examinateur
B. ZITANI.	...MAA....	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire 2019/2020

Résumés

L'industrie de l'automobile a connu une grande évolution, y compris leurs systèmes de climatisation, surtout pour les véhicules destinés aux zones chaudes de la planète, les constructeurs ont beaucoup développé et évalué dans ce domaine, mais reste la maintenance de ces systèmes de climatisation automobile une nécessité continue.

On a présenté dans cette étude la climatisation automobile, son fonctionnement, l'analyse du principe de fonctionnement, principe thermodynamique et principe de régulation, ainsi que les différents organes constituant le circuit de la climatisation automobile.

L'objectif de cette mémoire est l'étude et la réparation de l'unité utilisée pour la maintenance et l'intervention sur le circuit et les systèmes de la climatisation automobile, rencontrée sur les lieux du stage pratique au parc de mécanique poids lourd TRUCK TEC à Ghardaia.

ملخص

شهدت صناعة السيارات تطورًا كبيرًا ، بما في ذلك أنظمة تكييف الهواء الخاصة بها ، خاصة للمركبات الموجهة للاستعمال في المناطق الساخنة من الكوكب ، وقد طور المصنعون كثيرًا هذا المجال ، لكن تبقى صيانة أنظمة تكييف هواء السيارات ضرورة مستمرة.

في هذه الدراسة ، قدمنا تكييف هواء السيارة ، وتشغيله ، وتحليل مبدأ التشغيل ، ومبدأ الديناميكا الحرارية ومبدأ التنظيم ، بالإضافة إلى الأجهزة المختلفة التي تشكل دائرة تكييف هواء السيارات.

الهدف من هذه الدراسة هو إصلاح الوحدة المستخدمة للصيانة والتدخل على دائرة وأنظمة تكييف هواء السيارات ، والمتواجدة في مكان التربص الميداني على مستوى ورشة ميكانيك الشاحنات TRUCK TEC في غرداية.

The automotive industry has witnessed great development, including its air conditioning systems, especially for vehicles destined for use in hot regions of the planet, and manufacturers have greatly developed this field, but the maintenance of auto air conditioning systems remains a constant necessity.

In this study, we presented vehicle air conditioning, its operation, the analysis of the operating principle, the thermodynamic principle and the regulation principle, as well as the various devices that make up the automotive air conditioning circuit.

The aim of this study is to repair the unit used for maintenance and intervention on the automobile air conditioning circuit and systems, which is located in the field training site at the level of the TRUCK TEC truck mechanic workshop in Ghardaia.

Mots cle :

système A/C = système automobile climatisation

LP = low pression

HP = haut pression

IP = indice de protection

Pf =pression frigorifique

Pt = pression thermique

Pm = pression mécanique

Dédicaces

Ce travail modeste est dédié :

A nos chers parents : Mohamed ; Abelouhab ; Aicha ; Fatima ; pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de nos études.

A nos chers frères ; pour leur appui et leur encouragement.

A nos chère sœurs Hanna ; pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A toute la famille : Doudou ; Hani ; Aissa ben Yahia ; Bounoura ; pour leurs soutiens tout au long de nos parcours universitaire.

A tous nos proches, nos amis et nos collègues de l'Université de Ghardaïa.

Et à tous ce qui nous ont enseignés tout le long de la vie estudiantine.

Merci

Remerciements

El hamdou li Allah

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la santé, et la patience durant toutes ces années, pour accomplir ce travail.

Nous remercions sincèrement Monsieur : Ms : Zitani Brahim pour ses aides, sa gentillesse, ses encouragements et ses conseils précieux pendant la période de la réalisation de ce travail.

Nous remercions également tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.

Nous remercions tous les enseignants du département électromécanique de l'Université de Ghardaïa.

Enfin, nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours été de notre côté au cours de la réalisation de ce mémoire.

Listes des figures

Figure 1: Cycle thermodynamique idéal dans le diagramme enthalpie que de Molière.....	10
Figure 2: Les éléments du système de climatisation.....	12
Figure 3: La place du compresseur dans le circuit de climatisation	13
Figure 4: Compresseur a disque en rotation	14
Figure 5: Le Condenseur.....	15
Figure 6: L'évaporateur	16
Figure 7: Le Déshydrateur	17
Figure 8: Station de charge de maintenance de la climatisation automobile.....	20
Figure 9: Station de charge R134a.....	23
Figure 10: schéma de station de charge R134a.....	24
Figure 11: Pompe à vide	25
Figure 12: Le cylindre de charge et de stockage	26
Figure 13: Le distillateur séparateur	27
Figure 14:Le compresseur de récupération.....	28
Figure 15: Filtre	29
Figure II.16:Teneur en humidité en ppm aux différentes températures	29
Figure 17: Le groupe manométrique	31
Figure 18: Séquence des opérations dans le système A/C.....	34
Figure 19:Introduction directe du réfrigérant dans le cylindre	36
Figure 20: Introduction du réfrigérant dans le cylindre à l'aide de la fonction récupération l'unité.....	38
Figure 21:Récupération et recyclage du réfrigérant	40
Si après avoir achevé la récupération, en observant la couleur prise par l'indicateur d'humidité (IP), on devait remarquer que le réfrigérant récupéré n'est pas dans les conditions optimales pour être utilisé de nouveau, il est possible de le soumettre à un autre traitement de recyclage. La nouvelle opération de recyclage peut être continuée jusqu'à ce que le réfrigérant atteigne un degré de pureté acceptable (voir Figure II.16) et elle peut être accomplie sans débrancher l'unité du circuit, même simultanément à la mise sous vide du circuit.....	41
Figure 22 Vidange de l'huile provenant du circuit de réfrigération Vidange de l'huile provenant du circuit de réfrigération	42
Figure 23: Vide et vérification de l'étanchéité du circuit A/C	44
Figure 24:Procédure de recharge de lubrifiant	46

Figure 25: Transformateur 12V	50
Figure 25: Bobine d'une électrovanne 14 W	51
Figure 26: Coupe courant - Interrupteur	51
Figure 27: bornes de raccordement.....	52
Figure 28: Fil électriques 1.5mm.....	53
Figure 28: Réparation de la station par 16 coupe courante.....	53
Figure 29: Propriétés physique R134a.....	61

Table des matières

Résumés	i
<i>Dédicaces.....</i>	iii
<i>Remerciements.....</i>	ivv
Listes des figures	v
Introduction Générale	2
CHAPITRE I : Développement et Fonctionnement de la climatisation automobile	5
I.1.1. Introduction	5
I.1.2 Historique de l'industrie automobile :	5
I.1.3 Historique de la climatisation automobile :	7
I.1.4 Conclusion :	8
I.2.Fonctionnement de la climatisation automobile.....	9
I.2.1. Introduction	9
I.2.2 Principe de fonctionnement	9
I.2.3 Les différents étapes du cycle thermodynamique	11
I.2.4 Les éléments du système de climatisation.....	12
I.2.5 Conclusion	18
CHAPITRE II : Fonctionnement et réparation de la station de charge.....	20
II.1. Introduction :	20
II.2. Maintenance de la climatisation automobile :	22
II.3. Les différents éléments de station de charge.....	23
II.4 Les étapes des opérations pour intervenir dans le système a/c :	33
II.5 Introduction du réfrigérant dans le cylindre :	35
II. 6 Récupération :	39
II.7. Recyclage du réfrigérant :	41
II.8. Vidange de l'huile provenant circuit réfrigération :	41
II.9. Vide et vérification de l'étanchéité du circuit a/c :	42

II.10. Charge de lubrifiant dans le circuit de refrigeration :	44
II.11. Charge de reprigerant dans le circuit de refrigeration :	46
II.12. Controle des pressions de fonctionnement :	48
II.13. Deconnexion de l'unite de refrigeration	49
II.14. Réparation de la station de charge :	50
II.15. CONCLUSION :	55
Conclusion Générale.....	57
Références bibliographiques	59
Annexes :	61

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale

La production du froid est un secteur très important dans la vie quotidienne des êtres humains, il pèse au total 15 % de la consommation de l'énergie électrique dans le monde. Il couvre une large variété d'applications : le bâtiment, la conservation des aliments, le transport, etc. Le fonctionnement de la quasi-totalité des systèmes actuels est basé sur le principe thermodynamique qui consiste à utiliser l'énergie thermique produite par le changement de phase (liquide/gaz) d'un fluide spécifique appelé fluide frigorigène. Ce dernier, est l'élément essentiel dans le fonctionnement, sa spécification dépend des contraintes de l'application comme la plage de température de son utilisation, son degré de toxicité, son rendement énergétique ainsi que le coût de sa fabrication.

Le but de cette étude étant l'analyse de la technologie d'application la climatisation automobile, d'une part, de présenter le principe de fonctionnement de la climatisation automobile.

Et d'autre part d'étudier la station de charge utilisée pour la maintenance de la climatisation des véhicules automobiles. Ainsi que la réparation de cette station de charge rencontrée sur les lieux du stage pratique effectué au parc de mécanique poids lourds TRUCK TEC.

Dans le premier chapitre, nous présenterons l'histoire de l'industrie automobile et l'avènement de la climatisation automobile et les différentes périodes de développement de cette technologie. Dans les chapitres suivants nous étudierons les différents principes de fonctionnement de la climatisation automobile.

Le deuxième chapitre est dédié à l'étude de la description du système de climatisation automobile après une analyse de cycle thermodynamique et les différents organes constituant ce cycle.

Le troisième chapitre nous présentera la station de recharge utilisée pour la maintenance de la climatisation automobile, ainsi que son principe de fonctionnement et ses composants, cette unité étant en panne, nous avons proposé une solution de sa mise en marche par élimination de sa carte électronique en transformant toutes ses opérations en actions unitaires par boutons indépendants et cela permet un fonctionnement manuel, du moment où la présence du technicien est au préalable nécessaire pour l'intervention sur le véhicule.

Enfin une conclusion pour faire ressortir l'essentiel de notre travail.

CHAPITRE I :
DEVELOPEMENT ET
FONCTIONNEMENT DE LA
CLIMATISATION
AUTOMOBILE

I.1.Développement de la climatisation automobile

I.1.1. Introduction

Dans un véhicule automobile, nous disposons habituellement : du chauffage et de l'aération.

Le but de l'air conditionné est de maintenir une température constante programmée, soit par un apport d'air froid ou d'air chaud, soit par un mixage de ces éléments. Simultanément le degré d'humidité sera abaissé. La climatisation participe largement au confort, au comportement de conduite et à la sécurité des passagers par :

- Une meilleure visibilité suite à l'assèchement de l'air réduisant les formations de buées
- Une vigilance accrue du conducteur par une température contrôlée qui engendre une diminution de la fatigue ;
- Une sensation de bien-être des occupants du véhicule occasionné par une ambiance d'air agréable.

La mesure climatique cumulative comprend : la température, l'humidité et le mouvement de l'air, ainsi que les radiations thermiques. Une bonne connaissance théorique et pratique d'un système de climatisation est nécessaire pour pouvoir intervenir correctement, soit au cours de la première installation, soit à l'occasion de l'entretien périodique ou encore lors d'une intervention de maintenance suite à une anomalie constatée.

La climatisation est un système permettant de maintenir l'atmosphère d'un milieu à une pression, un degré d'humidité et une température choisie.

L'air conditionné est un air auquel on a affecté une température et un degré d'humidité déterminés. L'hygrométrie détermine le degré d'humidité dans l'air atmosphérique.

La réfrigération est un abaissement programmé de la température du milieu (production de froid).

I.1-Historique de l'industrie automobile et avènement de la climatisation automobile :

I.1.2 Historique de l'industrie automobile :

Le premier véhicule automobile fonctionnel a été inventé en 1769 par Joseph Cugnot sous le nom de fardier de Cugnot mais il faut attendre la deuxième moitié du XIXe siècle et les

progrès liés à la révolution industrielle pour que les véhicules automobiles personnels se développent et prennent finalement leur nom actuel d'automobile. La naissance de l'automobile s'est faite par l'adaptation d'une machine à vapeur sur un châssis autonome mais des problèmes techniques et sociaux ont retardé son développement. L'encombrement de la chaudière, les matériaux inadaptés aux hautes pressions et les châssis supportant mal les vibrations furent les principaux obstacles techniques et la dangerosité perçue et réelle de ces engins sur les routes à l'époque a conduit à des législations contraignantes, comme le Locomotive Act au Royaume-Uni.

L'histoire de la voiture a fait naître et vivre différents métiers. À ce moment de l'histoire, construire une voiture était une affaire collective dans lesquels carrossiers, mais aussi charrons, serruriers, malletier, selliers-garnisseurs, bourreliers, plaqueurs et peintres étaient impliqués ensemble. Tout était fait sur mesure, des carrosseries qui s'adaptaient aux châssis, en passant par les sièges ou les bagages arrimés à l'arrière pour les premiers voyages.

Deux facteurs vont contribuer à son développement : le revêtement progressif des routes en ville puis en campagne afin de faciliter l'usage des bicyclettes et des voitures, et le développement de nouvelles méthodes de production (taylorisme, fordisme), qui mènent à la première voiture de grande série, la Ford T. Celle-ci pose définitivement l'empreinte de l'automobile sur la société du XXe siècle.

Les innovations se succèdent ensuite, mais sans changement fondamental conceptuel. Les grandes lignes de l'automobile de série actuelle sont tracées par Lancia en 1922 avec la Lambda à carrosserie autoporteuse et suspension avant indépendante, Chrysler en 1934 avec l'Air flow qui introduit l'aérodynamique dans l'automobile de série, Citroën et le développement de la Traction Avant à partir de 1934, puis l'introduction des freins à disque sur la DS en 1955, ou encore par Porsche et la boîte de vitesses à synchroniseurs coniques de la 356.

Le développement du marché a connu son rythme le plus rapide lors de l'engouement pour la voiture des "années folles" puis fut fortement marqué par les crises, comme le krach de 1929 et la Seconde Guerre mondiale. Celles-ci redistribuent les cartes de l'industrie en favorisant les regroupements, et provoquent le retour en grâce des petites automobiles, l'apogée de ce phénomène étant atteinte en Allemagne dans les années 1950 avec les microvoitures telles l'Isetta. Cette sortie de crise est aussi le début des Trente Glorieuses, période marquée dans tous les secteurs de l'automobile par un grand essor, qui se traduit par une augmentation du

choix, de la production et de l'accèsion à l'automobile, via l'ouverture du recours au crédit dans les années 1960. Cette croissance de la production, mais aussi de la taille des voitures, de leur vitesse, est stoppée net par le premier choc pétrolier. Celui-ci, conjugué à la hausse de l'insécurité routière, aura des conséquences à long terme sur la relation entre l'automobile et la société, conduisant en particulier à une forte vague de réglementation sur la vitesse autorisée. Les aspects sociaux (écologie, sécurité routière) deviennent des enjeux importants dans la conception des automobiles à la fin de XXe siècle, conduisant à une nouvelle vague d'innovations dont le downsizing et surtout la motorisation hybride lancée sur la Toyota Prius (1997) puis la Honda Insight (1999).

I.1.3 Historique de la climatisation automobile :

Pour le rafraîchissement des boissons, les civilisations grecques et égyptiennes utilisaient l'effet d'évaporation de l'eau à travers les vases et les jarres poreux.

C'est au XIXème siècle que sont apparues les premières machines frigorifiques à compression de fluide.

1834 : Jacob PERKINS, de Londres, construit la première machine de réfrigération à compression mécanique avec de l'éther comme réfrigérant ;

1859 : le Français Ferdinand CARRE réalise la première installation industrielle (machine à absorption d'eau + NH₃) ;

1930 : grâce à l'étude théorique du chimiste belge Frédéric SWARTS, le grand essor de l'industrie du froid s'installe, avec la mise au point par une société américaine d'un nouveau fluide frigorigène « (R12) ».

1939 : Première climatisation automobile sur une Packard puis sur des Chrysler

1953 : Climatisation chez General Motors : compresseur frigorifique entraîné par le moteur, évaporateur analogue à celui des réfrigérateurs domestiques situé dans l'espace qui sépare les sièges arrière du coffre à bagages.

1957 : Brevet pour un système d'aération et de ventilation à l'abri des courants d'air, Mercedes-Benz

1975 : Directive CEE prévoyant le gel de la production des CFC R 11 et 12 et la réduction de leur Utilisation dans les aérosols de 30 % par rapport à 1976

1987 : Protocole de M ONTREAL signé par 31 pays, réglementant la production et la vente des CFC.

1989 : Conférence internationale de NAIROBI : de nombreux pays se rallient au protocole et au calendrier des réductions de production (arrêt total prévu fin de 1999).

1991 : Saab 9000 2.3 Turbo, première voiture à utiliser le R134a

1993 : Equipement de la plupart des nouveaux systèmes d'air conditionné en R134a pour la fin 1993.

1994 : Remplacement du CFC R-12 par R-134 : directive européenne et Accord de Montréal fixant Les dates pour l'arrêt total de la production et de la consommation de R12.

1999 : Interdiction totale de vente de CFC R12 à partir du 31 décembre

2000 : Depuis le 31/12/2000, les distributeurs de réfrigérant ont interdiction totale de vente de CFC R12.

2006 : Limitation du taux de fuite de la boucle froide (40g/an pour simple boucle et 60 g/an pour double boucle).

2006 : Interdiction de l'utilisation du R-134a à partir de 2008 pour les nouveaux types et 2017 pour tous les types de véhicule.

2010 : Au 1 janvier 2010, pour l'ensemble du parc de climatisation existant, limitation du taux de rechargement en HCFC vierge à une valeur maximale de 2,5%. [2]

I.1.4 Conclusion :

En quelques années, la climatisation est passée de statut d'option de luxe, réservé aux berlines haut de gamme à celui d'équipement de base demandé en série.

D'une part, des études ont montré que, lorsque la température de l'habitacle dépassé la norme, le comportement de conducteur tend à se dégrader, en raison de l'inconfort et de la fatigue engendrés par la température excessive.

Ce premier chapitre résume le développement d'automobile et celle de leur climatisation depuis

Plusieurs années et cite aussi les différents obstacles dans l'industrie automobile et comment le rythme a été évalué rapidement dans cette industrie par création des différentes options confortement comme la climatisation qui a été connue une grande importance par les utilisateurs et même pour le constructeur d'automobile.

I.2.Fonctionnement de la climatisation automobile

I.2.1. Introduction

Les véhicules automobiles sont de véritables four à chaleur dont l'origine est la présence des conducteurs et des passagers, la forme du véhicule, la chaleur dégagées par le moteur, les conditions climatiques variables, les caractéristiques de la ventilation, la chaleur ambiante, ainsi que l'humidité (hygrométrie) engendrent des conséquences plus ou moins graves pour la conduite comme: baisse de la vigilance, comportement de conduite dégradé, et une très forte diminution de la notion de confort.

I.2.2 Principe de fonctionnement

La climatisation ou la réfrigération consiste à absorber de la chaleur dans le volume à traiter, en l'occurrence l'habitacle de la voiture. Le climatiseur fonctionne comme un réfrigérateur domestique à compression. Un fluide frigorigène spécifique, qui change d'état (gazeux ou liquide) et de pression dans les différentes zones du circuit, génère un phénomène de transfert de chaleur.

En suivant le parcours du fluide frigorigène en partant du compresseur. Le fluide frigorigène à l'état gazeux est comprimé donc s'échauffe ; il peut atteindre de haute température par rapport à la température ambiante (avoisinant les 90° C) ça dépend de ses propriétés physiques. Sorti du compresseur, le gaz arrive dans le condenseur où il rencontre à travers cet échangeur la température de l'air ambiant, sa température baisse et se condense) (sa dépend le climat et la chaleur dégagé par le moteur, en été avoisinant les 45°C (cette source chaude est plus froide que le fluide).

Deux phénomènes de transfert de chaleur sont alors mis en jeu : un abaissement de température qui représente environ 15% de l'énergie totale échangée dans le condenseur et une quantité de chaleur échangée grâce à la chaleur latente de liquéfaction. En effet, au cours du changement d'état (gaz / liquide), le fluide va céder de la chaleur à température constante (45°C).

Suivant le dimensionnement de l'échangeur (condenseur), le fluide entièrement liquide peut perdre quelques degrés (par exemple de 45°C à 40°C).

En suite le fluide frigorigène liquide passe par un détendeur, sa pression chute (de l'ordre de de 20 bars à 2 bars), ce qui provoque une baisse de température brutale du fluide (-10°C) et une évaporation partielle. A ce stade le fluide frigorigène constitue un mélange de gaz et de liquide.

Une fois le fluide frigorigène arrive à l'évaporateur il rentre en contact avec la source froide, le fluide va bouillir (évaporation : transformation en gaz) en absorbant de la chaleur à température constante (environ -3°C) car le fluide frigorigène est plus froid que la source froide, l'évaporation représente plus de 80% de l'énergie mise en œuvre pour capter de la chaleur à la source froide, le reste provient du réchauffement sensible du fluide frigorigène.

En sortant de l'évaporateur, le gaz est aspiré par le compresseur et le cycle continue.

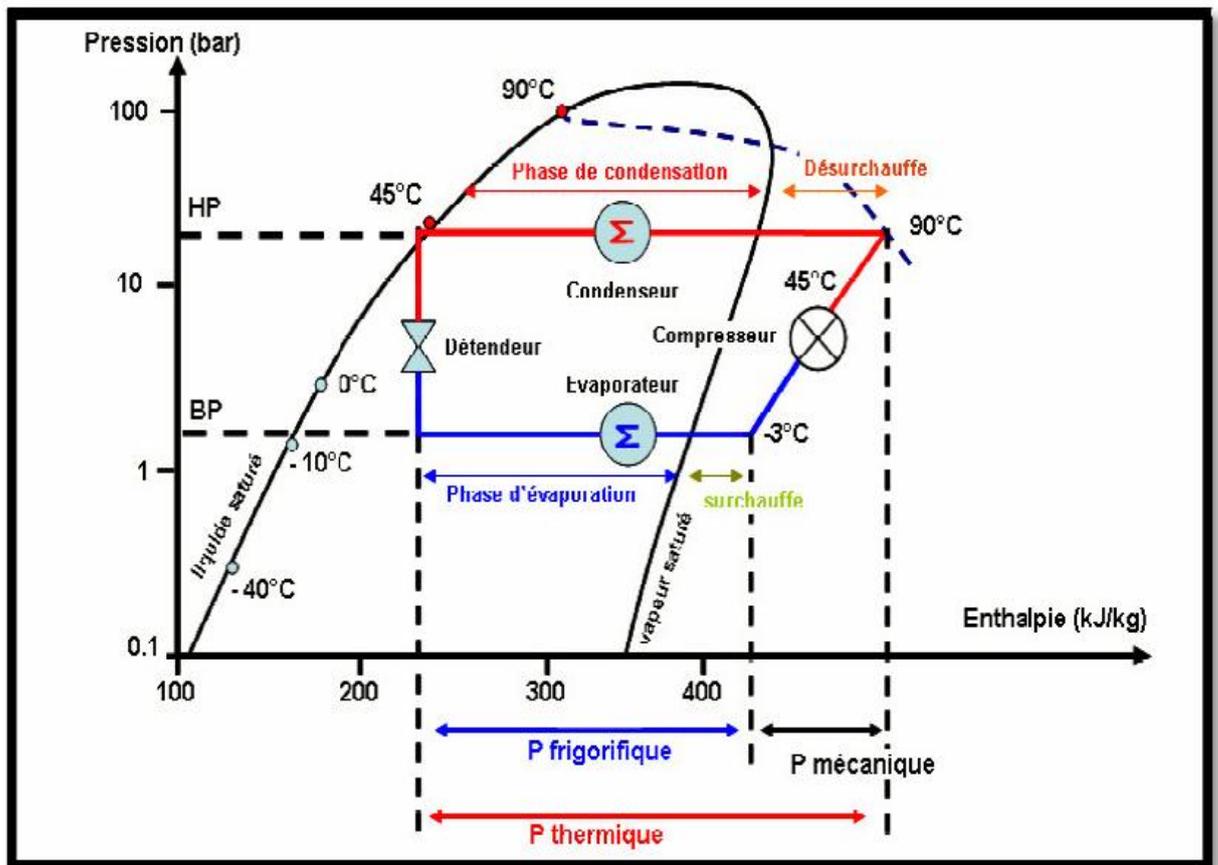


Figure 1: Cycle thermodynamique idéal dans le diagramme enthalpie que de Mollière

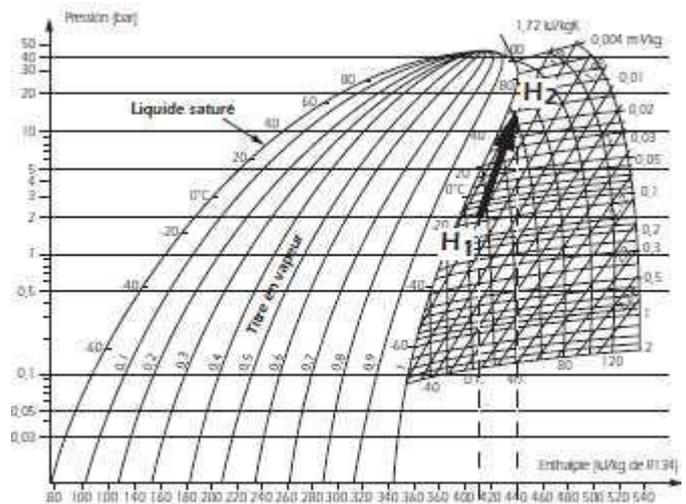
Pour plus de détails voir l'annexe

I.2.3 Les différents étapes du cycle thermodynamique

Compression :

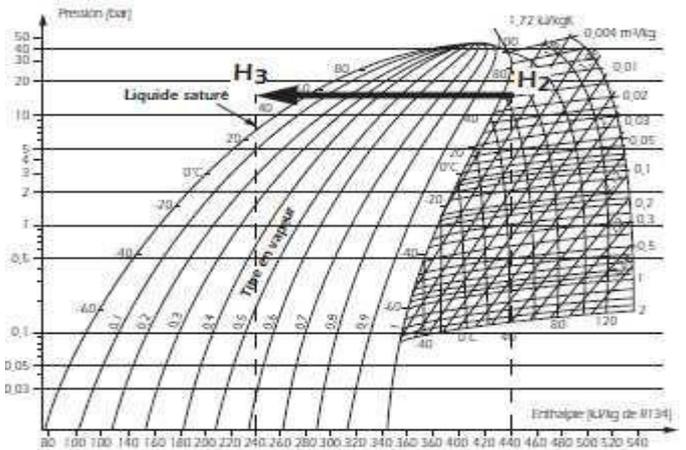
La compression est une transformation isentropique : le point de sortie est situé sur l'isobare et l'isotrope, pendant la compression, le fluide absorbe une quantité d'énergie équivalente au travail fourni par le compresseur :

$$W = H_1 - H_2 \text{ (kJ/kg)}$$



Condensation :

La condensation est une transformation isobare, à la sortie du condenseur, le fluide est juste saturé (100% liquide) et reste à la même température pendant cette transformation, le rôle du condenseur est d'évacuer la chaleur prise à l'évaporation et la chaleur due au travail de compression, la quantité de chaleur évacuée est : $Q_f = H_2 - H_3$ (kJ/kg)



Détente :

La détente se produit sans échange de chaleur. C'est une transformation isenthalpique, la détente diminue la pression, une partie du fluide est vaporisée lors de cette transformation pour faire baisser la température du fluide frigorigène, on obtient un mélange gaz et liquide en sortie détenteur, mais à majorité liquide.

Vaporisation :

L'évaporation a pour rôle essentiel d'absorber la chaleur, pour pouvoir réaliser l'évaporation, le fluide va capter l'énergie de l'air ambiant à l'habitacle véhicule, l'énergie ou chaleur absorbée est $Q_C = H_1 - H_3$ (kJ/kg)

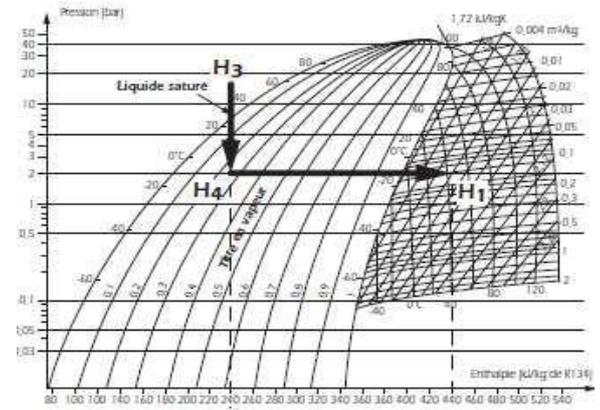
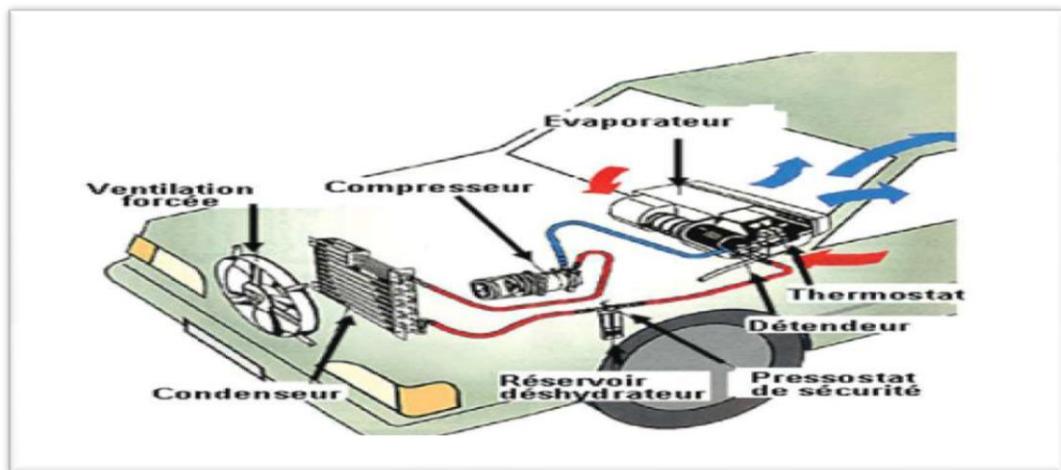
**I.2.4 Les éléments du système de climatisation**

Figure 2: Les éléments du système de climatisation

Un système de climatisation est composé d'un circuit fermé contenant un liquide frigorigène R 134a et 4 éléments de base : Compresseur, Condenseur, Détendeur, Évaporateur, et des éléments complémentaires : Déshydrateur, Thermostat, Sonde, Pressostat

Compresseur :

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

Le compresseur élève la pression du réfrigérant, dont la température augmente, sans cette élévation de pression, une détente ultérieure et donc le refroidissement du réfrigérant dans le climatiseur ne seraient pas possibles.

Pour la lubrification, une huile frigorigène spéciale dont environ 50 % du son volume reste dans le compresseur tandis que le reste circule avec le réfrigérant dans le circuit.

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

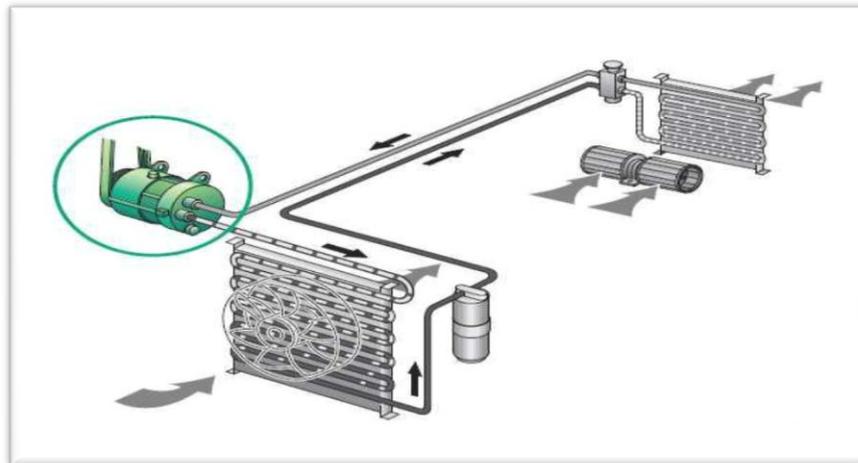


Figure 3: La place du compresseur dans le circuit de climatisation

Le compresseur aspire via l'évaporateur du réfrigérant froid, gazeux et à basse pression. L'état gazeux est "vital" pour le compresseur, car le réfrigérant liquide ne peut pas être comprimé et détruirait le compresseur (à la façon d'un coup de bélier sur le moteur). Le compresseur comprime le réfrigérant et le refoule sous forme de gaz chaud en direction du condenseur (coté haute pression du circuit de réfrigérant). Le compresseur constitue ainsi l'interface entre les côtés basse et haute pression du circuit de réfrigérant.

Les compresseurs des climatiseurs fonctionnent selon différents principes :

- Compresseur à piston

- Compresseur spiral
- Compresseur à palettes
- Compresseur a disque en rotation

Ce dernier est le plus répandu, ou le mouvement rotatif de l'arbre d'entraînement est converti par le disque en rotation en un mouvement axial qui entraînent la course des pistons.

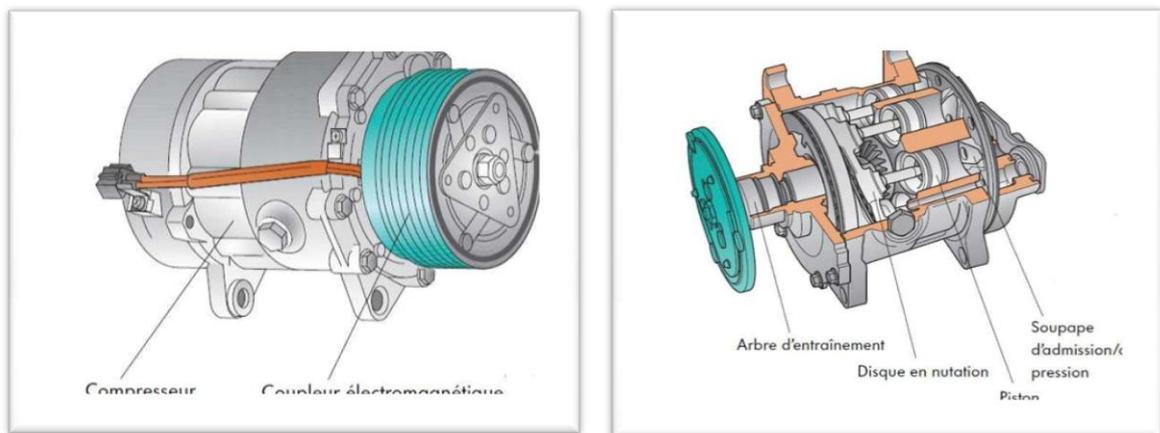


Figure 4: Compresseur à disque en rotation

Suivant le type, il peut s'agir de 3 à 10 pistons centrés autour de l'arbre d'entraînement. A chaque piston est assigné une soupape d'admission/de pression. Ces dernières s'ouvrent et se ferment automatiquement selon la cadence de fonctionnement. Le climatiseur est conçu pour le régime maximum du compresseur, sur le compresseur à volume constant, l'adaptation au besoin frigorifique est réalisée par mise en et hors circuit périodique à l'aide du couplage électromagnétique.

La puissance du compresseur dépend à son tour du régime-moteur. Des différences de régime du compresseur de 0 à 6000/min peuvent alors se produire. Cela influe sur le remplissage de l'évaporateur et donc la puissance frigorifique du climatiseur. En vue d'une adaptation aux différents régimes du moteur, à la température ambiante ou aux températures à l'intérieur de l'habitacle sélectionnées par le conducteur au besoin de réfrigération, on utilise des compresseurs à régulation de puissance à volume variable. Cette variation du volume s'effectue par modification de l'angle du disque en rotation.

Le condenseur

Le condenseur est constitué par le "radiateur extérieur" du climatiseur, il est constitué d'un tube en forme de serpentín et garni de lamelles, cela permet d'obtenir une surface de refroidissement importante et une bonne transition de chaleur. Le condenseur est, après mise en circuit du climatiseur, refroidi par le ventilateur en vue d'assurer la circulation dans le circuit de réfrigérant. Il est toujours monté en amont du radiateur du circuit d'eau, cela permet d'augmenter le rendement du condenseur.

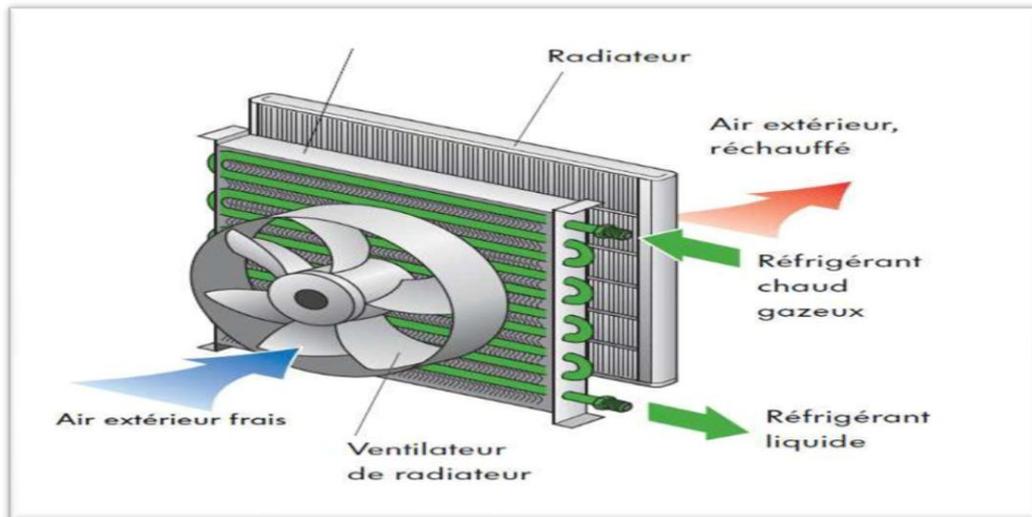


Figure 5: Le Condenseur

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

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

Le réfrigérant chaud sous forme gazeuse, à une température se situant entre 50 et 70 °C rentre par le haut du condenseur, les tubes et ailettes du condenseur absorbent la chaleur, de l'air extérieur frais est dirigé au-dessus du condenseur, il absorbe la chaleur et le réfrigérant gazeux est refroidi.

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

Evaporateur :

L'évaporateur fonctionne selon le principe d'un échangeur de chaleur, il fait partie du système de climatisation monté dans le tableau de bord du véhicule, lorsque le climatiseur est en circuit, la chaleur de l'air circulant entre les ailettes de l'évaporateur froid est absorbée, cet air est alors refroidi, séché et nettoyé.

Le réfrigérant libéré par le clapet de détente est détendu dans l'évaporateur, qui se refroidit alors fortement, il est transformé en gaz par ébullition, lors de l'ébullition dans l'évaporateur, les températures sont nettement inférieures au point de congélation de l'eau.

Le réfrigérant prélève dans son environnement la chaleur nécessaire à l'évaporation dans l'air traversant l'évaporateur, cet air "refroidi" est acheminé dans l'habitacle, l'humidité de l'air refroidi se dépose dans l'évaporateur aux endroits où la température est inférieure au point de rosée, ce qui revient à dire qu'il se condense, de l'eau de condensation est produite, et en générale éjecte à l'extérieur du véhicule par le bas caisson.

L'air est "séché", le climat dans l'habitacle s'en trouve optimisé et l'on obtient rapidement un air sain, les particules en suspension contenues dans l'air se déposent elles aussi avec l'humidité sur l'évaporateur, l'évaporateur "épure" aussi l'air,

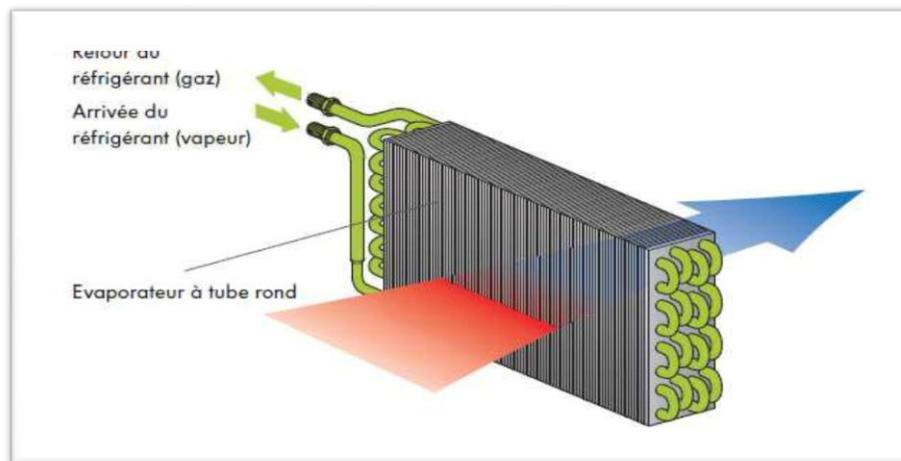


Figure 6: L'évaporateur

Réservoir de liquide et Déshydrateur :

Le réservoir de liquide Déshydrateur sert de réservoir de réfrigérant dans le circuit, il est équipé d'un clapet de détente, de vase d'expansion et en cas de conditions de services différentes telles que sollicitation due à la chaleur au niveau de l'évaporateur et du condenseur, régime du compresseur, la quantité de réfrigérant pompée dans le circuit varie.

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

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

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

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

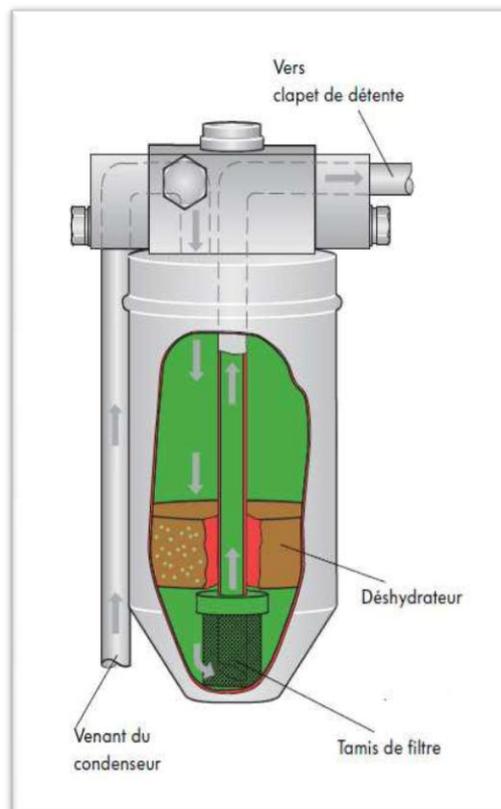


Figure 7: Le Déshydrateur

I.2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une description d'un système de climatisation automobile, le principe de son fonctionnement c'est le même que celui du climatiseur domestique, à l'aide des différents éléments.

D'autre part, cette partie de notre mémoire nous a permis de connaître les différentes phases du cycle de la climatisation et comme passer en revue les différents types des éléments qui constituent le de climatiseur et assurent le bon déroulement des fonctions de refroidissement.

CHAPITRE II :
FONCTIONNEMENT
ET REPARATION DE
LA STATION DE
CHARGE

CHAPITRE II : Fonctionnement et réparation de la station de charge

II.1. Introduction :

L'unité de charge est prévue pour l'entretien de tous les climatiseurs qui utilisent le gaz réfrigérant R134a. Si on raccorde l'unité à un système A/C le gaz réfrigérant peut être récupéré, régénéré et traité afin d'être rechargé dans le système même après une mise sous vide soignée, ou bien il peut être transféré dans un récipient extérieur, de plus on peut voir et quantifier le lubrifiant prélevé du système A/C et par la suite le rajouter.

L'unité se compose d'une pompe à vide à deux étages, d'un dépressiomètre pour l'essai sous vide des systèmes A/C et d'un groupe manométrique pour le suivi continu des opérations en cours.

L'unité peut être utilisée aussi pour le lavage des systèmes A/C à cycle fermé sans dispersion de réfrigérant dans l'environnement, en l'associant avec une jacket de chauffage du réservoir.

L'unité est équipée de raccords spéciaux pour éviter toute contamination avec des systèmes utilisant le R12, et présente les caractéristiques techniques suivante :

Réfrigérant R134a, capacité maximum du cylindre 2 kg, vitesse de récupération 0.2 kg/min, température d'utilisation 0 à +40 °C, Débit effectif de la pompe à vide 52 l/min, vide final 1 à



2 mbar.

Figure 8: Station de charge de maintenance de la climatisation automobile

II.2. Maintenance de la climatisation automobile :

Utilisation :

Éviter les chocs thermiques trop brutaux (ex : en sortant du véhicule).

Limiter les courants d'air directs sur les occupants.

Utiliser la climatisation en hiver pour le désembuage ainsi que pour diminuer les désagréments d'un air trop humide.

Faire fonctionner la climatisation régulièrement pour assurer la lubrification des joints de compresseur, ce qui évitera les fuites du fluide frigorigène.

Entretien :

Il est conseillé de changer le filtre Déshydrateur une fois tous les deux ans.

Vérifier la tension de la courroie de compresseur à chaque révision.

Vérifier régulièrement le bon fonctionnement en utilisant le verre regard du filtre.

Dépannage :

Les installations climatiques sont en général très fiables. Les deux pannes les plus classiques sont :

- Le manque de fluide frigorigène dans l'installation.
- La mauvaise tension de la courroie du compresseur.

Les fuites de fluide nécessitent une opération de décharge puis de charge grâce à une station spéciale. Il est absolument nécessaire de récupérer le fluide pour éviter la pollution.

Evolution :

Les climatisations « haut de gamme » sont entièrement automatisées: l'affichage de la température désirée sur un écran digital provoquera le fonctionnement et la régulation permanente de la température dans l'habitacle.

Les climatisations « mécaniques » demandent l'intervention du conducteur pour assurer la stabilité de la température, mais elles sont tout aussi performantes et efficaces que les systèmes plus évolués.

II.3. Les différents éléments de station de charge

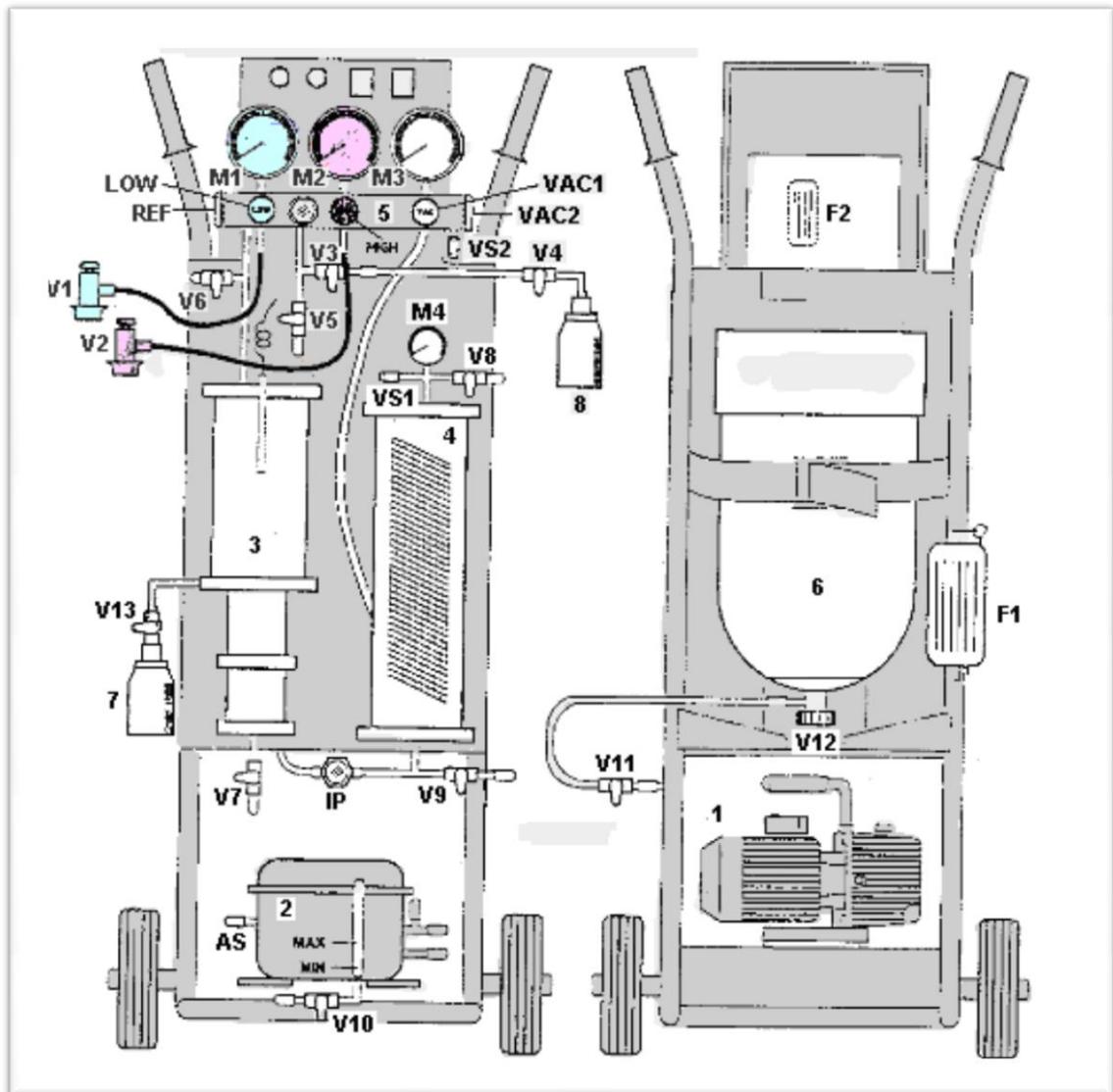


Figure 9: Station de charge R134a

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1 : pompe à vide | V1 : vanne sur tuyau flexible basse pression |
| 2 : compresseurs | V2 : vanne sur tuyau flexible haute pression |
| 3 : séparateur-distillateur | V3 : vanne d'injection du lubrifiant, des additifs et d'absorption du réfrigérant |
| 4 : cylindres de charge | V4 : vanne de doseur de lubrifiant |
| 8 : doseurs de lubrifiant | V6 : vanne de recyclage du réfrigérant |
| 6 : bouteilles de gaz frigorigène | V5 : vanne de récupération du réfrigérant |
| 7 : récipients de lubrifiant gradué | V6 : vanne de recyclage du réfrigérant |
| 5 : groupe manométrique 5 voies | V7 : vanne sur le récupérateur de lubrifiant |
| 6 : bouteilles de gaz frigorigène | V8 : vanne de décharge des gaz incondensables |
| 7 : récipients de lubrifiant gradué | V9 : vanne de transfert du réfrigérant |
| 8 : doseurs de lubrifiant | V10 : vanne de vidange ou de remplissage du lubrifiant du compresseur |
| LOW : vanne basse pression | V11 : vanne sur le tuyau de service |
| IP : indicateur de passage d'humidité | V12 : vanne sur la bouteille auxiliaire de la phase |
| VAC1 : vanne de la ligne de vide | |
| REF : vanne de charge réfrigérant | |

VAC2 : vanne de manomètre de vide	liquide
M1 : manomètre basse pression	V13 :vanne de décharge du lubrifiant
M2 : manomètre haute pression	provenant du système A/C
M3 : manomètre de vide	EV1 : électrovanne de récupération du réfrigérant
M4 : manomètre de pression de cylindre de charge	EV2 : électrovanne de retour du lubrifiant au compresseur
Charge	F1 : filtre du réfrigérant dans la phase vapeur
T2 : tuyau flexible haute pression	F2 : filtre mécanique
T1 : tuyau flexible basse pression	P1 : pressostat-vacuostat
VS1 : soupape de sécurité sur cylindre de charge	P2 : pressostat de sécurité
VS2 : soupape de sécurité sur manomètre de vide	S1 : raccord de service pour mise sous vide
	S2 : raccord de service pour remplissage /vidange du lubrifiant

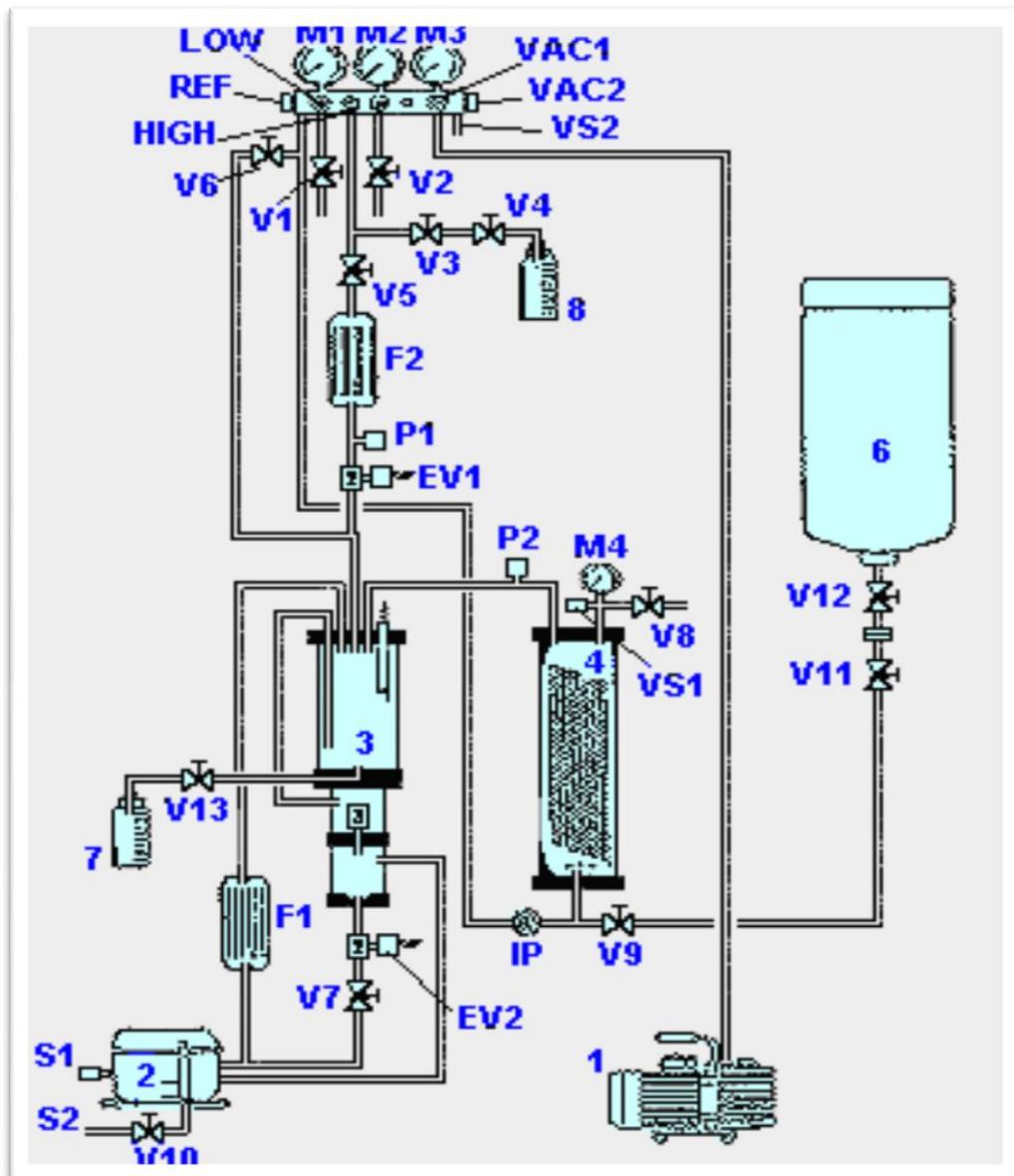


Figure 10: schéma de station de charge R134a

La pompe à vide :

Il s'agit d'un composant indispensable pour extraire du circuit de réfrigération les résidus des gaz utilisés pour la compression, l'air atmosphérique et sa vapeur d'eau, ainsi que de possibles condensations.

La pompe à vide dont l'unité est équipée est du type rotatif à ailettes, lubrifiée par à injection d'huile, à deux étages, complétée de vanne de séparation des condensations pour l'élimination des gaz incondensables résiduels.

La vanne de séparation des condensations doit rester ouverte pendant 3 minutes environ pendant la première phase de la vidange ; ce dispositif, outre à prévenir la condensation de vapeurs contaminés dans le lubrifiant, favorise la prise de la pompe lorsqu'elle est encore froide.

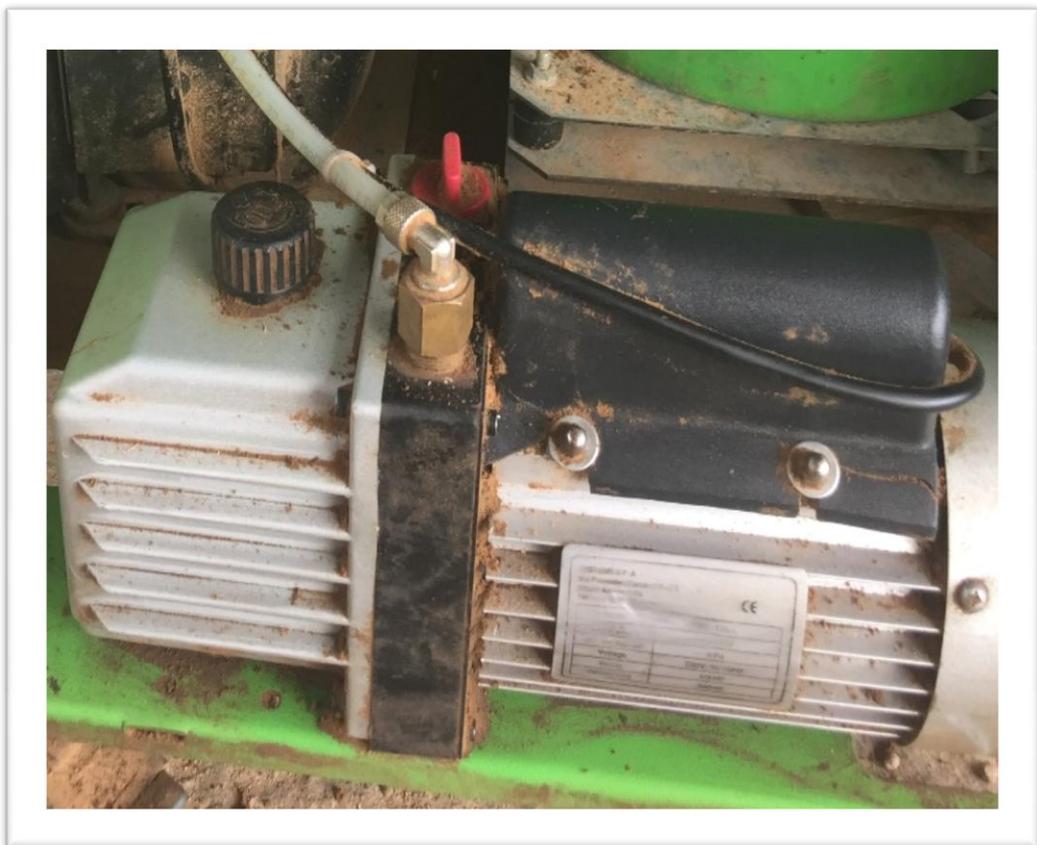


Figure 11: Pompe à vide

L'unité de vidange et de charge est livrée avec la pompe dépourvue de lubrifiant ; avant de la mettre en marche, remplir la pompe de la quantité correcte de lubrifiant en le prélevant du flacon fourni.

Le cylindre de charge et de stockage :

Le cylindre permet aussi bien le stockage du réfrigérant récupéré qu'un transvasement aisé et soigné du produit dans le circuit de réfrigération.

Il se compose essentiellement d'un cylindre interne contenant le réfrigérant, d'une jauge transparente qui en indique le niveau, d'un cylindre externe transparent avec pellicule graduée, d'un manomètre qui indique les valeurs de pression existant à l'intérieur du cylindre ainsi que d'une soupape de sécurité contre les surpressions.

Sur la pellicule graduée en grammes figurent différentes échelles, chacune se référant à une pression différente du réfrigérant liquide contenu dans le cylindre interne, valeur qui dépend du type de réfrigérant ainsi que de la température ambiante.

Le cylindre dont l'unité est équipée et pourvu d'un raccord de service avec une vanne à bille pour la décharge des gaz incondensables, une vanne de transfert du réfrigérant liquide ainsi que d'une soupape de sécurité contre les surpressions.



Figure 12: Le cylindre de charge et de stockage

Le séparateur distillateur :

Il consiste en un seul corps et il se compose essentiellement du distillateur de réfrigérant à réglage automatique de débit et dispositif de visualisation du réfrigérant et du lubrifiant provenant du circuit de réfrigération, avec dispositif de décharge manuelle du lubrifiant séparé à la fin du cycle ; Séparateur du lubrifiant débordé du compresseur de l'unité avec dispositif de retour automatique à la fin du cycle.



Figure 13: Le distillateur séparateur

Le compresseur de récupération :

Il est de type hermétique, avec indicateur de niveau du lubrifiant et vanne de décharge et recharge du lubrifiant.



Figure 14:Le compresseur de récupération

Filtre :

Le filtre antiacide dés hydrateur est à même d'absorber jusqu'à 40 g d'eau.



Figure 15: Filtre

Le voyant de passage et d'humidité :

Placée dans la partie en bas de l'unité, elle permet de vérifier la quantité d'humidité contenue dans le réfrigérant qui s'écoule du distillateur. Le tableau suivant indique la quantité d'humidité en ppm d'après la couleur prise par l'anneau interne au voyant.

Figure II.16: Teneur en humidité en ppm aux différentes températures

Couleur		24 °C	38 °C	52 °C
Vert foncé	Sec	< 50	< 80	< 110
Vert clair	Moyen	50 à 200	80 à 225	110 à 310

Jaune	Humide	> 200	> 225	> 310
-------	--------	-------	-------	-------

- La couleur vert foncé signale que le gaz réfrigérant est en bon état.
- La couleur vert petit pois signale une augmentation de l'humidité dans le gaz qui est pourtant encore acceptable.
- La couleur jaune signale que la valeur de l'humidité dans le réfrigérant n'est plus acceptable et qu'il est nécessaire de remplacer le filtre clés hydrateur à la fin du cycle.

Le groupe manométrique :

Une fois raccordé au circuit de réfrigération, le groupe manométrique permet d'accomplir les opérations de récupération et de recyclage du réfrigérant, la vidange, la charge, la mesure des pressions ainsi que l'injection d'additifs ou de lubrifiant sans qu'il soit nécessaire de déplacer les deux tuyaux flexibles qui le relie au circuit. L'unité est équipée d'un groupe manométrique à 5 voies (vide, haute pression, basse pression, réfrigérant, dépressiomètre) ; les manomètres et le dépressiomètre de diamètre 80 mm peuvent être réglés à vide, le mouvement freiné (pulse free), ce qui élimine les vibrations de l'aiguille de lecture.

Pour ne pas endommager irrémédiablement le dépressiomètre avec des surpressions anormales dues à des fautes de procédure, on a équipé le groupe manométrique d'une soupape de sécurité à ouverture rapide. Le groupe manométrique est pourvu d'un raccord auxiliaire avec vanne à bille pouvant être utilisé par l'opérateur pour la connexion d'un dépressiomètre électronique ou bien pour l'introduction d'un additif ou de lubrifiant dans le circuit de réfrigération.

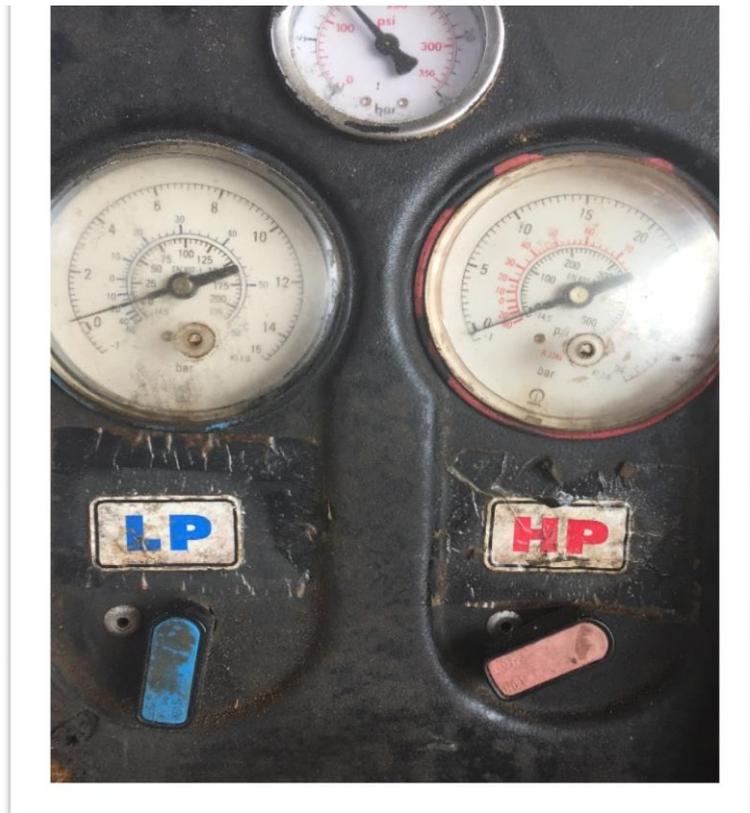


Figure 17: Le groupe manométrique

Les tuyaux flexibles :

Il s'agit de tuyaux de haute fiabilité, à base polymérique résistant aux intempéries et renforcés par une tresse textile ; leur flexibilité assure raccordement très aisé dans n'importe quelle situation.

Les tuyaux flexibles peuvent supporter les pressions de fonctionnement du système de réfrigération et gardent intacte la section de passage même lorsqu'elles fonctionnent en dépression. Les deux tuyaux flexibles font 1800 mm de long avec des raccords femelles tournants de 1/4" SAE ayant deux vannes de service à jonction rapide avec raccord radial 3/8" SAE mâle.

Les accessoires standard :

- Un flacon de lubrifiant minéral pour pompe à vide que l'opérateur, pour préparer la pompe à la première mise en marche, doit introduire en quantité adéquate.
- Un doseur avec raccord femelle tournant pourvu d'une vanne à bille à utiliser pour ajouter l'huile et introduire les additifs dans le circuit de réfrigération.
- Un tuyau flexible de 900 mm de long avec raccords femelles tournants, dont l'un est pourvu d'une vanne à bille.
- Un réducteur de diamètre pour bouteille.
- Un récipient gradué pour recueillir le lubrifiant extrait pendant la récupération du réfrigérant du circuit de réfrigération.
- Un tuyau transparent avec un raccord femelle tournant pour la mise sous vide du lubrifiant du compresseur de l'unité.
- Une série de joints pour tuyau flexible.



II.4 Les étapes des opérations pour intervenir dans le système a/c :

Contrôle du niveau de lubrifiant du compresseur.

Remplissage du lubrifiant dans la pompe à vide.

Introduction de 1 kg environ de réfrigérant dans le cylindre de charge, cette quantité est nécessaire pour que l'unité soit immédiatement disponible pour exécuter aussi bien une récupération qu'une charge de réfrigérant.

Contrôle du niveau de lubrifiant du compresseur de récupération :

Le contrôle du niveau de lubrifiant doit être réalisé l'unité étant débranchée du réseau électrique, positionnée sur un plan horizontal, après 1 heure au moins de la fin du transport, pour permettre au lubrifiant ayant éventuellement débordé du compresseur d'y refluer.

L'opérateur doit s'assurer que le niveau du lubrifiant soit positionné entre les points MIN et MAX figurant sur l'indicateur du compresseur ; Si cela n'est pas le cas, veuillez contacter le Service d'Assistance.

Remplissage du lubrifiant dans la pompe à vide :

Les opérations de charge du lubrifiant et de contrôle du niveau sont à lorsque la pompe n'est pas en marche.

Pour accomplir la charge de lubrifiant s'en tenir à la procédure suivante :

Dévisser le bouchon placé sur le dessus du corps de la pompe, verser doucement le lubrifiant jusqu'à ce que son niveau atteigne la ligne médiane du voyant placé sur le côté de la pompe, visser le bouchon.

En cas de remplissage excessif il est nécessaire de vidanger la pompe et de répéter les opérations de charge. Le lubrifiant est un produit fortement hygrophile. Ouvrir le flacon de lubrifiant juste avant d'introduire le lubrifiant dans la pompe et ensuite refermer hermétiquement le récipient après l'usage.

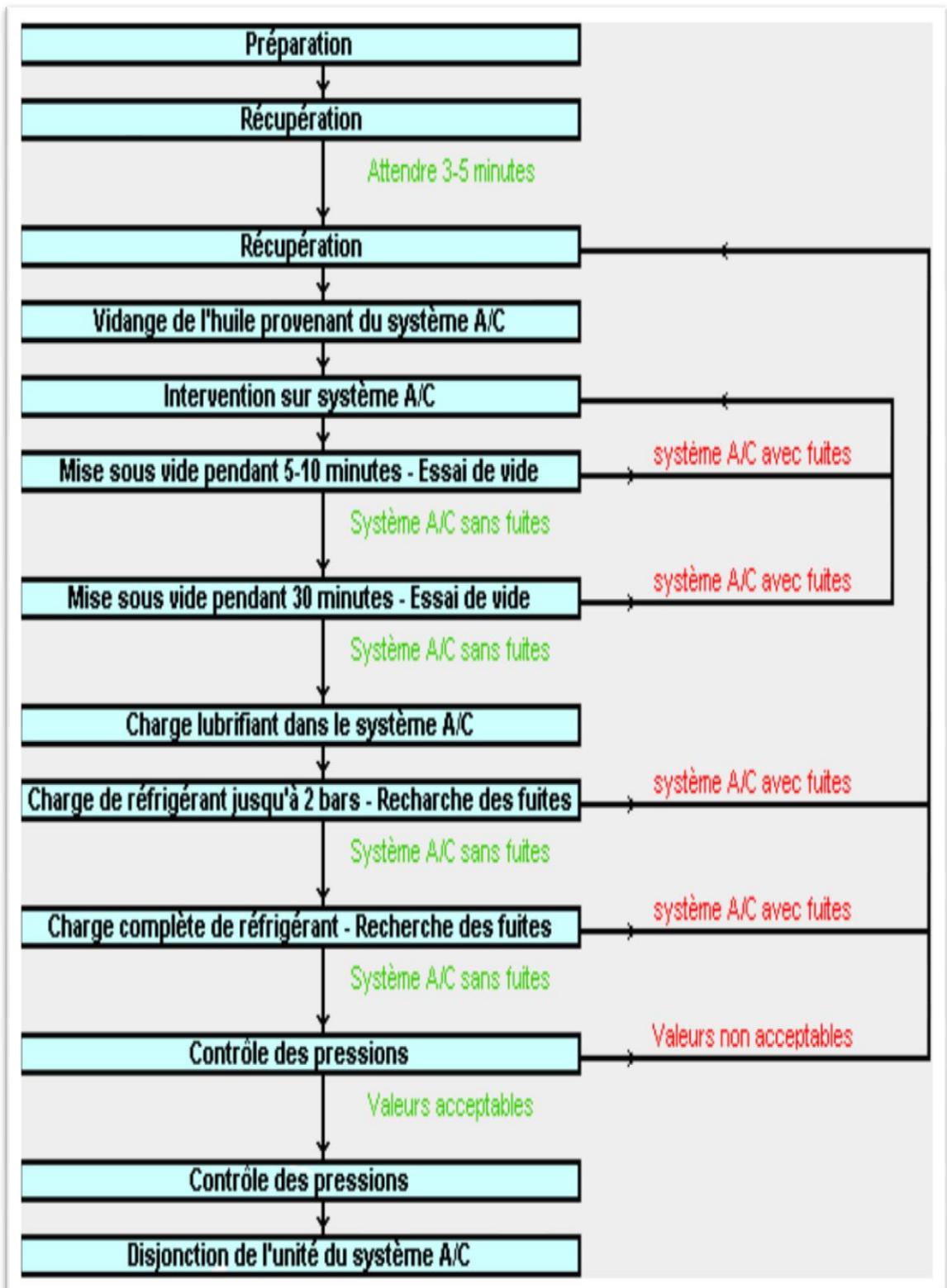


Figure 18: Séquence des opérations dans le système A/C

II.5 Introduction du réfrigérant dans le cylindre :

Cette opération vise à introduire dans l'unité une quantité de réfrigérant équivalant à 1 kg environ.

La quantité conseillée est suffisante pour accomplir quelques charges de circuits de réfrigération et pour permettre la récupération du réfrigérant.

Pour introduire le réfrigérant dans le cylindre on peut suivre deux procédures différentes.

Par la première procédure, le réfrigérant est introduit directement dans le cylindre ; par la deuxième, le réfrigérant est prélevé de la bouteille en faisant marcher l'unité en mode de récupération.

Pendant la récupération, l'unité recycle le réfrigérant ; on suggère donc de s'en tenir à la deuxième procédure chaque fois qu'on a des doutes concernant les conditions de propreté de la bouteille et/ou du réfrigérant qu'elle contient.

Introduction directe du réfrigérant dans le cylindre

S'assurer que toutes les vannes du groupe manométrique soient fermées.

Positionner la bouteille en un point étant plus élevé par rapport au cylindre et de façon à ce que le réfrigérant s'en écoule sous forme liquide (bouteille avec tuyau plongeur en position droite ; bouteille sans tuyau plongeur en position retournée).

Relier la bouteille de réfrigérant à la vanne V9 du cylindre au moyen du tuyau de service (devant être préalablement mis sous vide).

Ouvrir la vanne V9 du cylindre.

Ouvrir la vanne à bille V11 du tuyau de service raccordé à la bouteille.

Ouvrir la vanne de la bouteille V12 et laisser couler à l'intérieur du cylindre 1 kg environ de réfrigérant ; s'il est nécessaire il est possible de préchauffer la bouteille en l'enroulant avec la résistance pourvue de thermo statée.

Fermer la vanne de la bouteille.

Retourner la bouteille de façon à ce que le gaz réfrigérant s'en écoule (bouteille avec tuyau plongeur en position retournée ; bouteille sans tuyau plongeur en position droite).

Ouvrir la vanne de la bouteille et attendre que le gaz réfrigérant en phase vapeur s'en écoulant pousse dans le cylindre le réfrigérant liquide qui est resté à l'intérieur du tuyau flexible.

Fermer la vanne V9.

Fermer la vanne V12 de la bouteille.

Fermer la vanne V11 du tuyau flexible.

Redresser la bouteille et la débrancher du cylindre de l'unité.

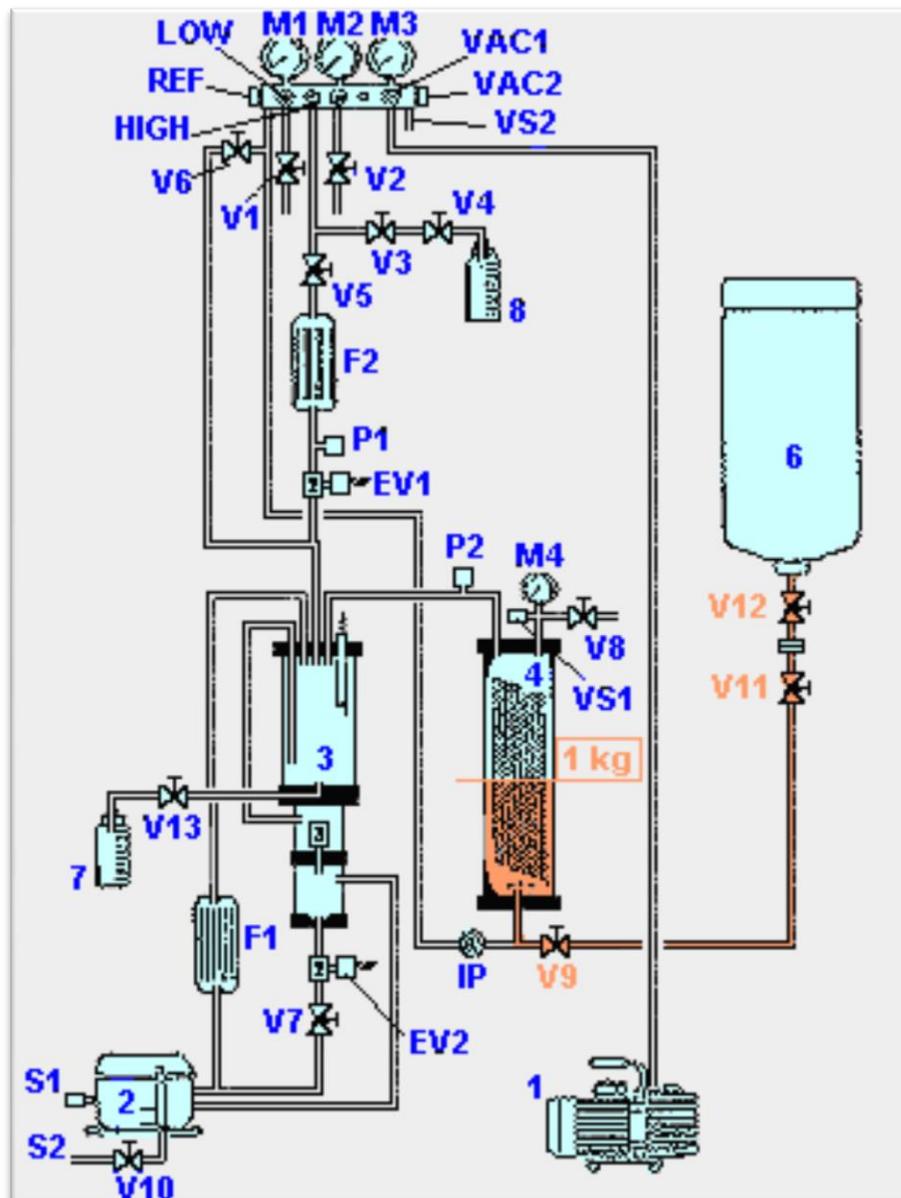


Figure 19: Introduction directe du réfrigérant dans le cylindre

Introduction du réfrigérant dans le cylindre à l'aide de la fonction récupération l'unité

S'assurer que les vannes REF, LOW, HIGH, VAC1 et VAC2 du groupe manométrique sont fermées.

S'assurer que la vanne V5 placée au-dessous du groupe manométrique est fermée.

Positionner la bouteille de façon à ce que le réfrigérant s'en écoule sous forme liquide (bouteille avec tuyau plongeur en position droite ; bouteille sans tuyau plongeur en position retournée).

Relier la vanne V2 du tuyau flexible haute pression T2 à la bouteille de réfrigérant.

Ouvrir la vanne HIGH du groupe manométrique.

Entamer la récupération par le Poussoir compresseurON

Ouvrir la vanne V12 de la bouteille.

Ouvrir la vanne V5 placée au-dessous du groupe manométrique.

Ouvrir doucement la vanne V2 et prendre garde à ce que la pression d'admission du réfrigérant (pouvant être lue sur le manomètre haute pression M2) ne dépasse pas 5 bars ; l'allumage du voyant vert lumineux signale que la récupération a été entamée.

Dès que 1 kg environ de réfrigérant a été transféré dans le cylindre, fermer la vanne V12 de la bouteille. L'unité s'arrête automatiquement et le voyant vert s'éteint dès que tout le réfrigérant prélevé de la bouteille a été transféré dans le cylindre.

Fermer la vanne V2.

Fermer la vanne HIGH.

Débrancher la bouteille du tuyau flexible T2.

Eteindre l'unité : Poussoir compresseurON

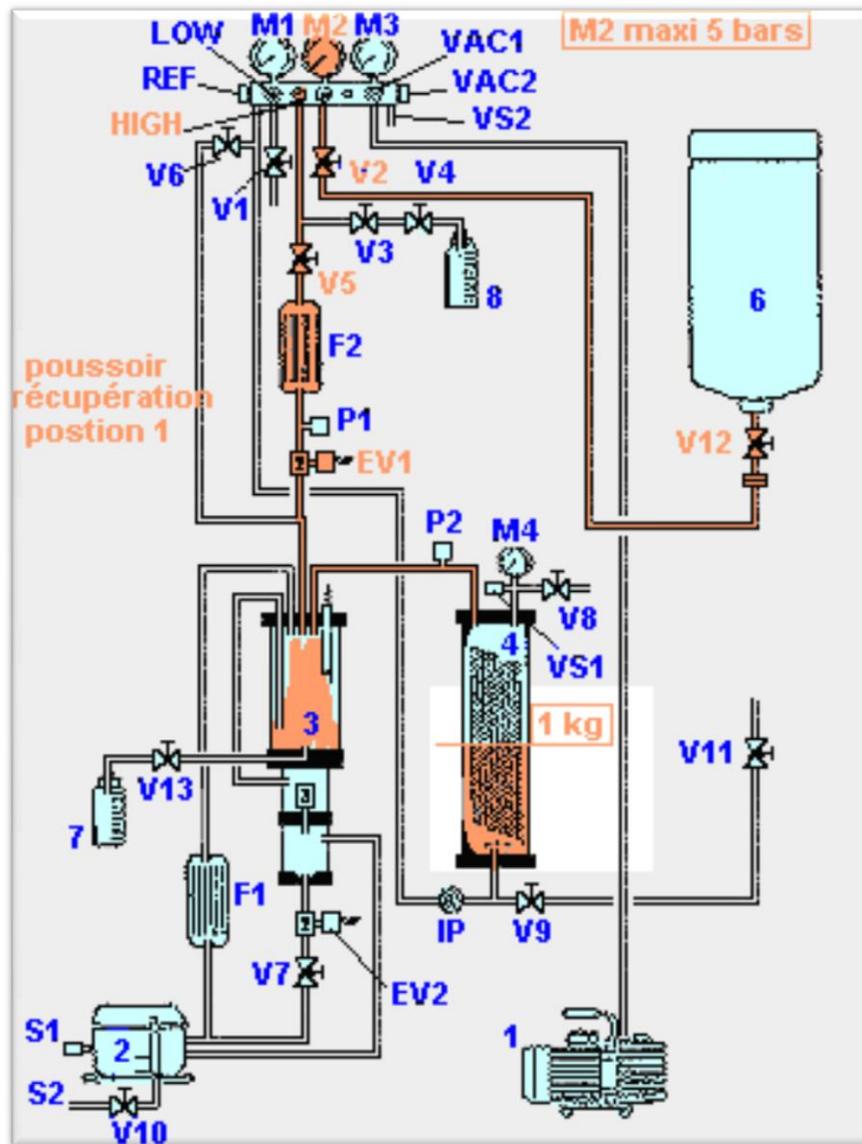


Figure 20: Introduction du réfrigérant dans le cylindre à l'aide de la fonction récupération l'unité

II. 6 Récupération :

Préparation du véhicule pour la récupération du réfrigérant de son climatiseur

La préparation préliminaire du véhicule vise à rendre plus aisée la séparation entre réfrigérant et lubrifiant et éviter l'entraînement de ce dernier.

Allumer le moteur le capot étant fermé, enclencher le climatiseur et le laisser marcher pendant quelques minutes.

Ouvrir le capot et positionner le ventilateur du climatiseur sur la vitesse maximum. Faire marcher le moteur du véhicule doucement (800 à 1200 tours/min) pendant 20 minutes au moins.

Eteindre le moteur du véhicule, faire marcher le ventilateur du climatiseur sur la vitesse maximum et entamer les opérations de récupération.

Récupération et recyclage du réfrigérant

Cette fonction permet la récupération totale du réfrigérant du circuit de réfrigération ; l'unité s'arrête automatiquement lorsque la pression résiduelle dans le circuit de réfrigération atteint 0,2 bar.

Raccorder la vanne V1 du tuyau T1 au raccord étant placé sur le côté basse pression du circuit de réfrigération.

Raccorder la vanne V2 du tuyau T2 au raccord étant placé sur le côté haute pression du circuit de réfrigération.

Ouvrir légèrement les vannes V1 et V2.

Ouvrir les vannes LOW et HIGH du groupe manométrique.

Entamer la récupération en actionnant le poussoir compresseur ON.

Ouvrir la vanne V5 ; l'allumage du voyant lumineux signale que la récupération a été entamée.

Intervenir sur les vannes V1 et V2 afin que la pression d'admission (pouvant être lue sur les Manomètres M1 et M2) ne dépasse pas la valeur de 5 bars.

Après avoir achevé la récupération l'unité s'arrête automatiquement (voyant lumineux éteint) ; attendre au moins 5 minutes de façon que les poches de réfrigérant à basse pression pouvant

être retenues dans le circuit de réfrigération puissent augmenter leur pression en absorbant de la chaleur et puissent ainsi être récupérées.

Au cas où les conditions susmentionnées interviendraient, l'unité répéterait automatiquement tout le cycle de récupération.

Fermer la vanne V5 et ensuite éteindre l'unité par le poussoir compresseur ON

Fermer les vannes V1, V2, LOW et HIGH.

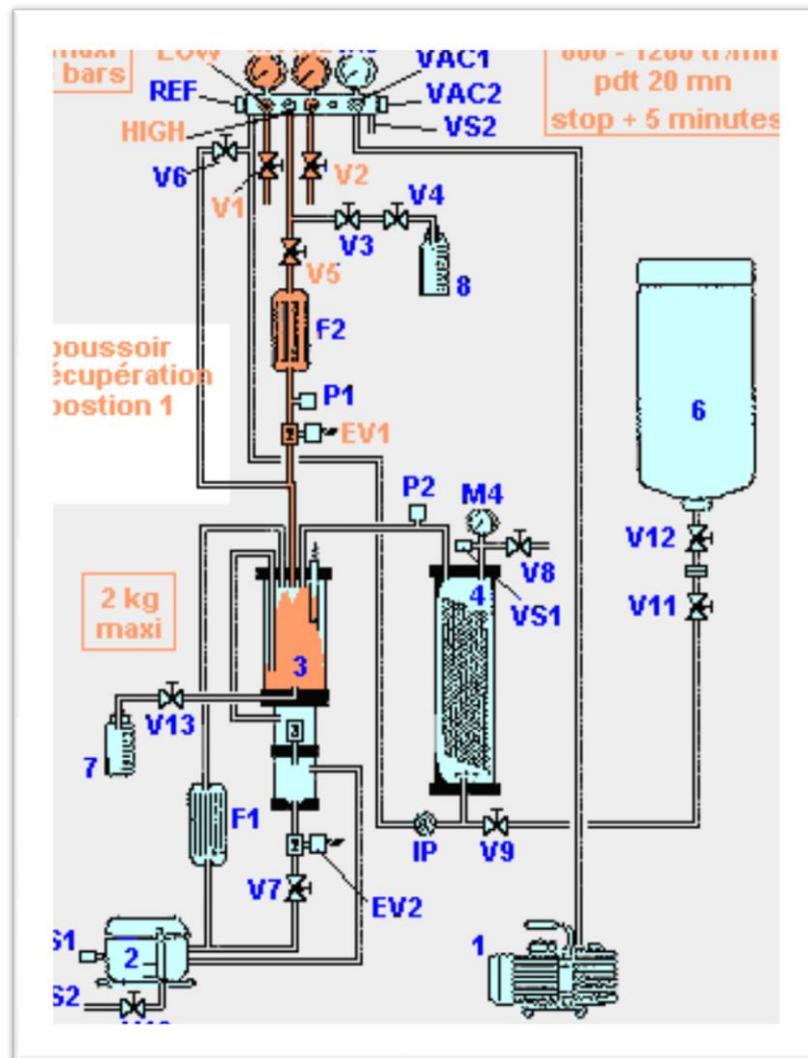


Figure 21: Récupération et recyclage du réfrigérant

Le cylindre de l'unité de récupération peut contenir 2 kg de réfrigérant maximum. Au cas où pendant la récupération le niveau maximum serait atteint (le voyant rouge d'alerte s'allumerait) interrompre immédiatement l'opération en cours et transférer le réfrigérant du cylindre vers un récipient extérieur adéquat en le raccordant à la vanne V9 du cylindre au moyen d'un tuyau flexible préalablement évacué.

II.7. Recyclage du réfrigérant :

Si après avoir achevé la récupération, en observant la couleur prise par l'indicateur d'humidité (IP), on devait remarquer que le réfrigérant récupéré n'est pas dans les conditions optimales pour être utilisé de nouveau, il est possible de le soumettre à un autre traitement de recyclage. La nouvelle opération de recyclage peut être continuée jusqu'à ce que le réfrigérant atteigne un degré de pureté acceptable (voir Figure II.22) et elle peut être accomplie sans débrancher l'unité du circuit, même simultanément à la mise sous vide du circuit.

S'assurer que la vanne V5 soit fermée.

Entamer le recyclage. Par le poussoir compresseur ON

Ouvrir la vanne V6 ; l'allumage du voyant lumineux signale que le recyclage a été entamé.

Lorsque l'indicateur d'humidité signale que le réfrigérant a atteint le degré de pureté acceptable, fermer la vanne V6 et attendre jusqu'à ce que l'unité s'arrête automatiquement.

Eteindre l'unité. Par le poussoir compresseur OFF

La fonction de recyclage peut être exécutée toutes les fois qu'il est nécessaire d'augmenter la pression du réfrigérant dans le cylindre et d'en faciliter ainsi le transvasement pendant la recharge du circuit de réfrigération.

II.8. Vidange de l'huile provenant circuit réfrigération :

A la fin de tout cycle de récupération, il est indispensable de vidanger du distillateur/séparateur l'huile ayant été extrait avec le réfrigérant du circuit de réfrigération.

Pour accomplir cette opération de façon correcte, l'opérateur doit utiliser le tuyau transparent de vidange et le récipient gradué fournis.

Raccorder le tuyau transparent de vidange à la vanne V13 placée à côté du distillateur/séparateur.

Introduire dans le récipient gradué l'extrémité libre du tuyau transparent.

Ouvrir doucement la vanne V13.

Fermer la vanne V13 dès que le lubrifiant arrête de s'écouler ; prolonger plus qu'il est nécessaire l'ouverture de la vanne peut provoquer l'admission d'air dans le circuit de l'unité.

Prendre note de la quantité de lubrifiant vidangée.

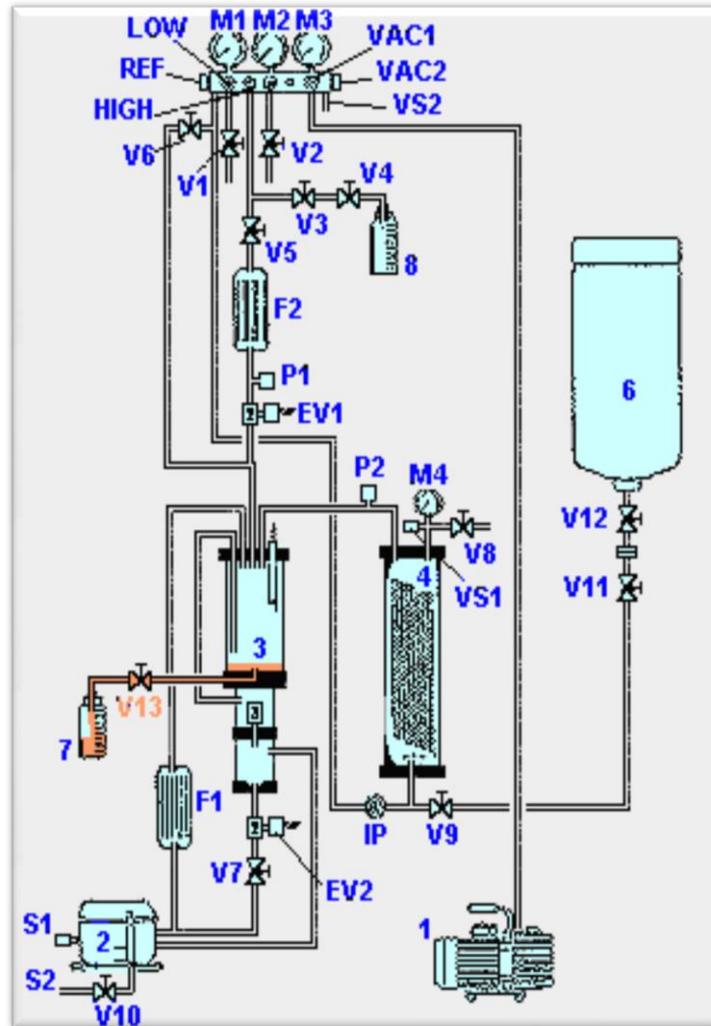


Figure 23 Vidange de l'huile provenant du circuit de réfrigération Vidange de l'huile provenant du circuit de réfrigération

Il ne faut pas disperser le lubrifiant dans l'environnement ; il s'agit d'un déchet spécial et, en tant que tel, il faut l'écouler conformément aux réglementations en vigueur.

II.9. Vide et vérification de l'étanchéité du circuit a/c :

Cette opération vise à extraire de l'intérieur du circuit de réfrigération toute trace d'air atmosphérique, de vapeur d'eau et d'autres éventuels gaz incondensables permettant ainsi d'accomplir par la suite le remplissage du circuit avec le réfrigérant.

Le suivi de l'éventuelle baisse du niveau de vide obtenu est utile pour détecter les possibles infiltrations d'air qui, une fois le circuit de réfrigération rechargé, pourraient se transformer en fuites de réfrigérant.

S'assurer que toutes les vannes du groupe manométrique ainsi que la vanne V5 soient fermées.

Raccorder la vanne V1 du tuyau T1 au raccord placé sur le côté basse pression du circuit de réfrigération.

Raccorder la vanne V2 du tuyau T2 au raccord placé sur le côté haute pression du circuit de réfrigération.

Ouvrir les vannes V1 et V2.

Ouvrir les vannes LOW, HIGH et VAC1 du groupe manométrique.

Démarrer la pompe (poussoir VIDE), ouvrir la vanne VAC2, dès que les manomètres M1 et M2 indiquent une valeur inférieure à zéro, et contrôler que l'index du dépressiomètre s'approche de la pleine échelle (Détecter la fuite éventuelle dans le circuit).

Continuer à évacuer pendant 30 minutes au moins.

Fermer la vanne VAC1 et arrêter la pompe (poussoir VIDE en position OFF).

Superposer l'aiguille rouge et l'aiguille de lecture du dépressiomètre et laisser le circuit sous vide pendant 4 à 5 minutes.

A la fin de ce délai contrôler les aiguilles du dépressiomètre; si elles sont superposées, cela signifie qu'il n'y a aucune fuite dans le circuit et qu'il est donc possible de poursuivre avec l'opération de charge.

Si au contraire l'aiguille signalant un écart plus élevé, cela signifie qu'il y a des fuites dans le circuit qu'il faut détecter et réparer.

Fermer la vanne VAC2 du groupe manométrique.

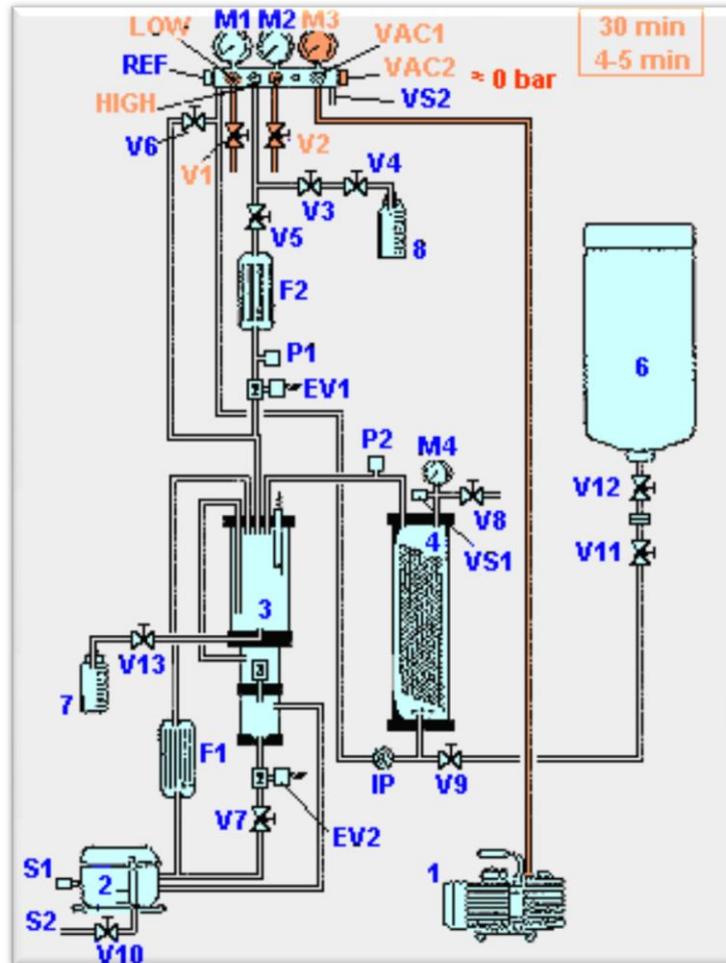


Figure 24: Vide et vérification de l'étanchéité du circuit A/C

La non fermeture de la vanne VAC2 à la fin de la mise, sous vide peut provoquer la rupture du dépressiomètre pendant la phase suivante, de charge du réfrigérant.

II.10. Charge de lubrifiant dans le circuit de réfrigération :

Après avoir évacué et mis sous vide le circuit de réfrigération, avant de le recharger, il est nécessaire de lui réintroduire une quantité de lubrifiant équivalant à celle ayant été extraite pendant la récupération du réfrigérant.

Pour accomplir cette opération de façon correcte, l'opérateur doit utiliser le doseur avec vanne fourni, ainsi que le lubrifiant du type ayant été conseillé par le constructeur du circuit de réfrigération.

Le lubrifiant est très hygrophile; pour éviter des contaminations, on garde les récipients bien scellés et les ouvrir seulement juste avant de les utiliser.

L'injection de lubrifiant doit être accomplie exclusivement avec le circuit de réfrigération préalablement mis sous vide ; ne pas ouvrir la vanne V3 si le circuit de réfrigération est sous pression.

Remplir le doseur d'une quantité de lubrifiant supérieure à celle étant nécessaire ; autrement, pendant l'admission, de l'air et de l'humidité seraient introduites dans le circuit.

Procédure de recharge de lubrifiant

Ouvrir le doseur et introduire une quantité de lubrifiant supérieure à celle ayant été extraite pendant la récupération.

Fermer étroitement le doseur et le raccorder à la vanne d'injection du lubrifiant V3 après avoir enlevé son bouchon de protection.

Fermer les vannes LOW et HIGH du groupe manométrique.

Ouvrir la vanne V3.

Enclencher la pompe à vide pendant quelques secondes (poussoir VIDE) et ouvrir la vanne VAC1 simultanément.

Arrêter la pompe (poussoir VIDE en position 0) et fermer la vanne VAC1.

Ouvrir la vanne HIGH du groupe manométrique.

Ouvrir doucement la vanne V4 du doseur et attendre que le lubrifiant soit aspiré.

Fermer la vanne V4 du doseur dès que la quantité préétablie de lubrifiant a été aspirée.

Fermer la vanne d'injection de lubrifiant V3.

Débrancher le doseur et visser à nouveau le bouchon de protection sur la vanne V3.

on respectant cette précaution, on empêchera les gaz incondensables qui pourraient être contenus dans le cylindre d'être introduits le circuit de réfrigération.

Procédure pour charger le réfrigérant dans le circuit de réfrigération

Avant de commencer, l'opérateur doit vérifier si la quantité de réfrigérant contenue dans le cylindre est supérieure à celle étant nécessaire pour charger le circuit de réfrigération.

Si cela n'est pas le cas, éviter de charger le circuit de réfrigération et rajouter au contraire du réfrigérant à la quantité déjà contenue dans le cylindre.

La non fermeture de la vanne VAC2 à la fin de la mise sous vide peut provoquer la rupture du dépressiomètre pendant la phase suivante, de charge du réfrigérant.

S'assurer que toutes les vannes du groupe manométrique soient fermées.

Lire sur le manomètre M4 du cylindre la pression du réfrigérant.

Prendre note du poids de départ et, connaissant le poids de réfrigérant à introduire dans le circuit, calculer le poids résiduel dans le cylindre à la fin des opérations de charge.

$$\text{POIDS RESIDUEL} = \text{POIDS DE DEPART} - \text{POIDS A CHARGER}$$

Ouvrir la vanne V1.

Ouvrir la vanne V2.

Fermer la vanne LOW du groupe manométrique.

Ouvrir la vanne HIGH du groupe manométrique.

Ouvrir doucement la vanne REF et, en regardant la colonne de liquide à l'intérieur de la jauge de niveau, laisser couler le réfrigérant par le compresseur du cylindre dans le circuit de réfrigération.

Fermer la vanne REF dès que le niveau du réfrigérant à l'intérieur du cylindre est descendu à la valeur de poids résiduel calculée précédemment.

Si le flux du réfrigérant s'arrête avant d'avoir atteint le poids résiduel (arrêt dû à l'équilibre des pressions entre le circuit de réfrigération et le cylindre), la charge doit être achevée en faisant aspirer la quantité manquante du circuit de réfrigération du véhicule selon la procédure suivante:

Fermer la vanne REF du groupe manométrique.

Fermer la vanne HIGH du groupe manométrique.

On fait tourner le compresseur du véhicule à la main avant la première mise en marche afin de s'assurer qu'il ne contient pas de Fréon liquide.

Démarrer le compresseur du circuit de réfrigération du véhicule.

Ouvrir la vanne LOW du groupe manométrique.

Ouvrir doucement la vanne REF et laisser couler la quantité manquante de réfrigérant dans le circuit de réfrigération.

Fermer la vanne REF.

II.12. Contrôle des pressions de fonctionnement :

S'assurer que toutes les vannes du groupe manométrique soient fermées.

Raccorder le tuyau flexible T1 au côté basse pression du circuit de réfrigération et ouvrir la vanne V1.

Raccorder le tuyau flexible T2 au côté haute pression du circuit de réfrigération et ouvrir la vanne V2.

Démarrer le compresseur du circuit de réfrigération.

Lire sur le manomètre M1 la pression et la température d'évaporation correspondante.

Lire sur le manomètre M2 la pression et la température de condensation correspondante.

Comparer les valeurs lues avec celles prévues par le constructeur du circuit de réfrigération, ou le constructeur du véhicule.

Contrôle en service

après la repose d'un compresseur neuf ou si le compresseur a été rempli d'huile pour réfrigérant (après la purge du circuit par exemple), il faut, en vue d'éviter l'endommagement du compresseur, le faire tourner 10 fois à la main avant la première mise en marche (VAG 1995). alimenter directement l'embrayage électromagnétique du compresseur par la batterie

(shunt), placer les commandes de froid et de ventilation au maxi, moteur tournant à 1500 tr/mn. Au bout de 5 mn de fonctionnement, vérifier le voyant de la bouteille déshydratante:

Voyant transparent : installation correctement chargée ou complètement vide, bulles : manque de liquide dans le circuit (refaire la charge),

Filets d'huile : huile du compresseur en circulation dans le circuit, fluide non uniforme, rayé : dessicat en circulation dans le circuit.

Placer un thermomètre en sortie d'air froid, faire fonctionner la soufflerie de l'évaporateur à pleine vitesse pendant 15 mn, pour une température d'habitacle de 27 °C maxi, la température de sortie d'air froid doit être de 10 °c maxi.

II.13. Deconnexion de l'unité de réfrigération

Après avoir achevé les opérations de récupération, et après avoir vérifié qu'il n'y a pas de fuites dans le circuit de réfrigération et qu'il fonctionne donc de façon normale, on peut continuer en séparant le circuit même de l'unité.

Avec le circuit de réfrigération en fonction, fermer la vanne V2 du tuyau flexible T2.

Ouvrir les vannes LOW et HIGH du groupe manométrique ; le réfrigérant liquide contenu dans le tuyau flexible T2 sera ainsi aspiré dans le côté basse pression du circuit.

Fermer la vanne V1 du tuyau flexible T1.

Accomplir un cycle de récupération (poussoir compresseur ON) pour extraire le réfrigérant résiduel des tuyauteries et faire de sorte que l'unité soit immédiatement disponible pour l'intervention suivante.

Fermer les vannes LOW et HIGH du groupe manométrique.

Débrancher les tuyauteries du circuit de réfrigération.

Les opérations achevées, en prévision d'une période de non utilisation de l'unité, fixer les tuyautages aux attaches spéciales placées sur la base du châssis ; on empêchera ainsi l'entrée de corps étrangers dans les raccords tournants.

II.14. Réparation de la station de charge :

Comme solution à la panne actuelle de la station, qui consiste à un dysfonctionnement de la carte électronique de la machine, mais tous les autres organes sont en bon état de fonctionnement :

Après avoir examiné le circuit de commande de la machine ainsi que la source de tension d'alimentation du circuit de commande, qui est assurée par le transformateur en figure ci-dessous, qui montre la tension de 12V.



Figure 26: Transformateur 12V

Notre solution pour résoudre le problème que on a opter est la décentralisation des opérations unitaire de la station par l'utilisation des interrupteur individuels comme coupe courant pour les 14 électrovannes existant dans la machine et 2 moteurs électriques celui du compresseur et celui de la pompe sous vide.



Figure 27: Bobine d'une électrovanne 14 W

Les interrupteurs sont reliés par fil électrique de 1.5mm vers les bornes de raccordement (domino), les éléments de la solution proposée sont détaillées ci-dessous

Interrupteur 10A

En total 16 interrupteur a levier métallique on était utilisés : 14 pour les électrovannes, 2 pour la pompe sous vide et le compresseur.

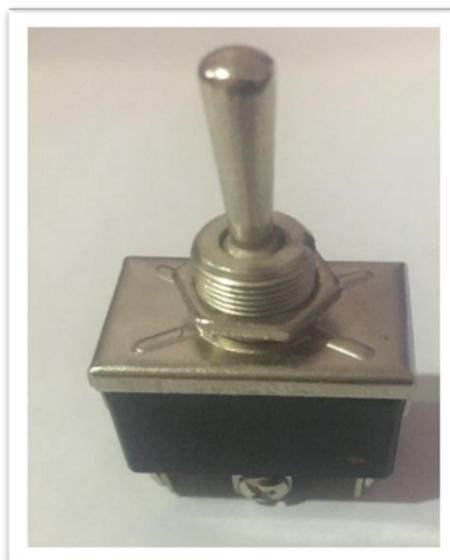


Figure 28: Coupe courant - Interrupteur

Borne de raccordement (domino) :

Des simples dominos d'électricité sont utilisés pour le raccordement entre les interrupteurs de courant et les organes de la machine, en ce qui concerne les électrovannes et même le compresseur ½ HP et la pompe sous-vide 1/3 HP en étant des récepteurs de petite puissance qui ne dépasse pas en total 1 HP. Largement servi par la borne de raccordement utilise pour fil 1.5mm.



Figure 29: bornes de raccordement

Fil électrique

Le fil choisi est de type souple, pour permettre une orientation facile vers les emplacements des électrovannes. La taille du fil est 1.5 mm de diamètre. Qui peut véhiculer un courant allant jusqu' à 16 A, largement suffisant pour l'alimentation des deux moteur et les électrovannes de puissance 14 watt qui leur bobines demande un courant de 1.2 Ampère sous la tension de 12V,

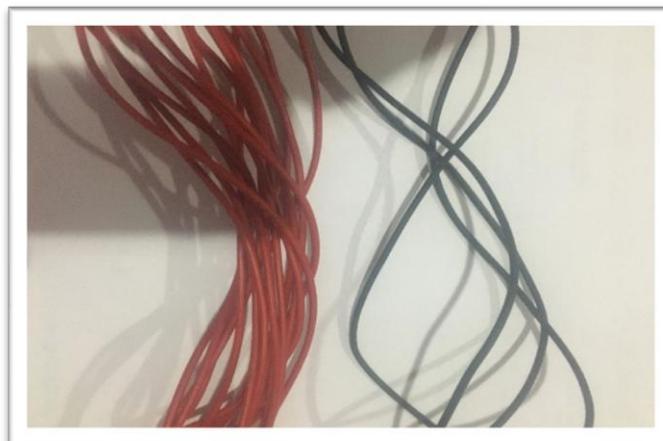


Figure 30: Fil électriques 1.5mm

Tableau de commande

Après fixation des interrupteurs sur une gorge rectangulaire, en double tronçons, le tableau de Bor de la station prend l'aspect de la figure ci-dessous



Figure 31: Réparation de la station par 16 coupe courante

Fonctionnement de la station après la réparation

Après numérotation des différents interrupteurs, le technicien fait appel à une fiche qui contient les différents interrupteurs à actionner dans l'ordre pour réaliser une opération bien déterminée, le temps de mémoriser les tâches principales et la méthode de l'exécution.

Les fiches qui contiennent la liste et l'ordre des boutons à actionner pour chaque opération sont élaborées à partir de la partie développée dans ce chapitre III.

La machine peut fonctionner en ce mode manuel tout en utilisant la balance électronique, qui reste opérationnelle.

II.15. CONCLUSION :

Au ce chapitre ; nous avons étudié la station de charge R134a (système A/C) et les différents organes de cette station ; aussi on a expliqué les étapes de fonctionnement.

Ainsi on développera la solution de réparation de la station par l'utilisation d'une série de contacteurs (16 au total) qui permet de commander directement les électrovannes de la station ainsi que le compresseur et la pompe à vide, pour permettre une utilisation manuelle de la station.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

L'étude de système de climatisation automobile, nous a permis de connaître et maîtriser les différents types, organes et les cycles de partie thermodynamique et régulation. Elle nous permet aussi de définir les paramètres et les différentes pannes que nous pouvons rencontrer.

La partie expérimentale sur la station de recharge que nous avons fait elle nous a permis de savoir comment le système de la station fonctionne ainsi que les différentes possibilités et opérations qu'offre la station.

Notre contribution était de trouver une solution pour mettre en marche la station de charge en panne sur les lieux de stage, par une décentralisation des fonctions du circuit de commande, on a pu isoler chaque opération séparément, ce qui permet un usage manuel de la station par un technicien qui maîtrise ces opérations.

Par ce travail, nous incitons les étudiants des promotions à venir de se pencher plus sur ce domaine et faire plus d'études pour avoir une meilleure idée sur la climatisation automobile et des différents procédés thermodynamiques. D'autant qu'une cohabitation est nécessaire avec les conditions climatiques de notre région, qui rend le véhicule pratiquement inutilisable dans l'été.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- [1] : Cédrie, (cours maintenance industriel CH1) 2009/2010.
- [2] : Dr. Maghni Bilal, Cours maintenance industriel université-Ouargla 2017.
- [3] : DAFDAF Abd Elhak et FAID Omar "Optimisation de la fiabilité d'un système électromécanique" pfe 2017/2018 UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF M'SILA
- [4] : Programme autodidactique 208, la climatisation automobile .
- [10] : Technologie automobile, confort et sécurité. Climatisation
- [11] : Monsieur Daniel MUGNIER –docteur –ingénieur en énergétique et expert en climatisation /chauffage
- [12] : Stéphane BARBUSSE et Laurent GAGNEPAIN, « La climatisation automobile impact énergétique et environnemental » rapport d'étude ADEME, Mai 2003.
- [13] : Lebouc Afef, Allab Farid, fourier Jean Marc et Yonnet Jean Paul ‘Réfrigération magnétique ‘ Technique de l'ingénieur, 2005
- [14] : Système de chauffage et climatisation
- [15] : SSp 208 la climatisation automobile.
- [21] : [joho.p.free.fr/EC/ENERGIE/Ressources/GUIDE CLIM automobile](http://joho.p.free.fr/EC/ENERGIE/Ressources/GUIDE_CLIM_automobile) - Philippe Boursin/pboursin.club.fr/pdgclim2.htm

ANNEXES

Annexes :

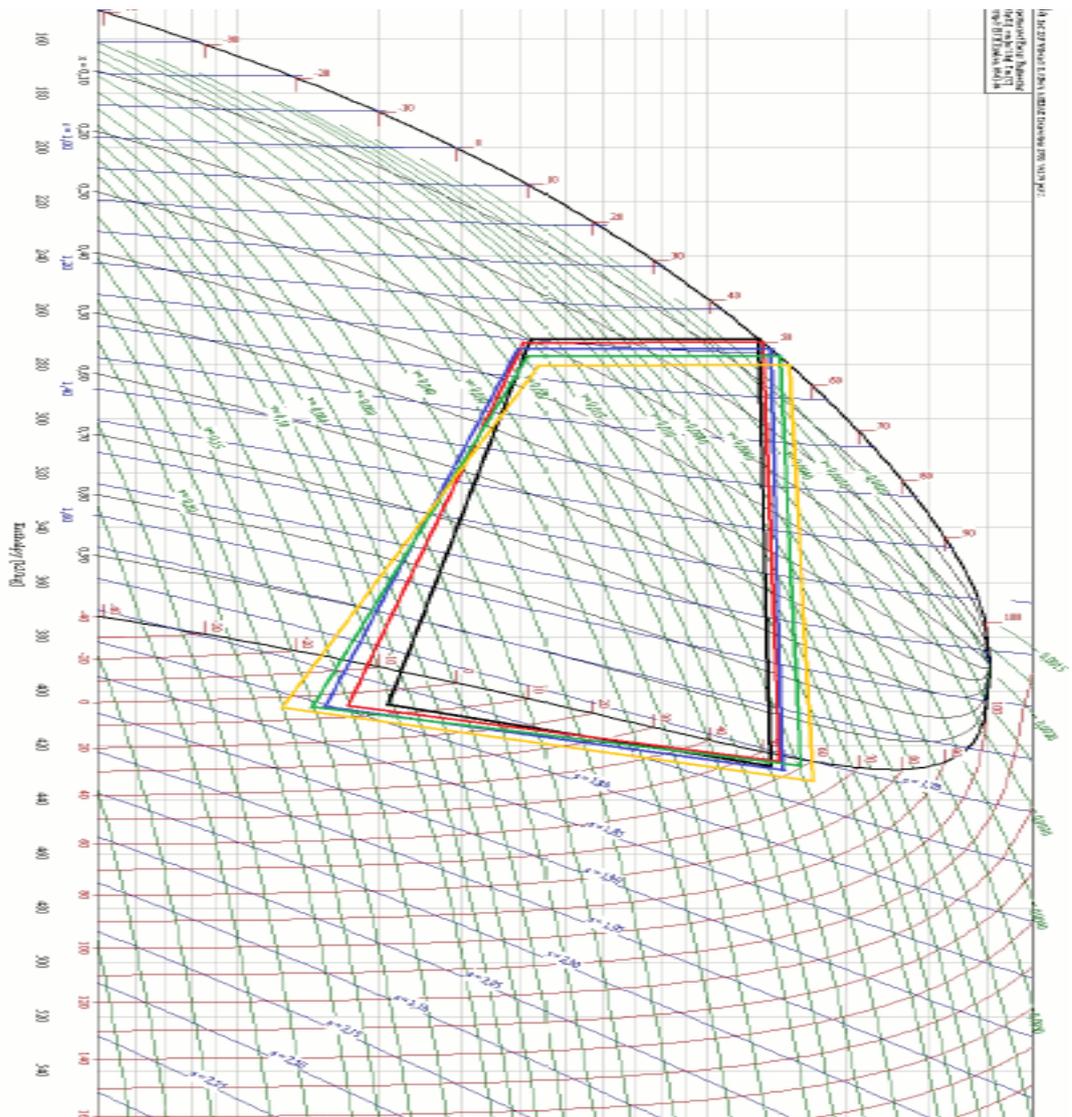


Figure 32: Propriétés physique R134a