

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

VERSION EXPERIMENTALE

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N° 8 : FLUIDES FRIGORIGENES
&
RECUPERATION DES REFRIGERANTS**

SECTEUR : FROID COMMERCIAL & CLIMATISATION

**SPECIALITE : FROID COMMERCIAL & CLIMATISATION
FROID INDUSTRIEL**

NIVEAU : TECHNICIEN

JUIN 2003

REMERCIEMENTS

La DRIF remercie les personnes qui ont participé ou permis l'élaboration de ce Module de formation.

Pour la supervision :

M. Rachid GHRAIRI : Chef de Chef de projet Froid et Génie Thermique

M. Mohamed BOUJNANE : Coordonnateur du CFF/ Froid et Génie Thermique

Pour l'élaboration

M. Abdel Ilah MALLAK I.S.G.T.F D.R.C

Pour la validation

Abdel Ilah MALLAK I.S.G.T.F D.R.C

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.

**MR. SAID SLAOUI
DRIF**

SOMMAIRE

	Page
<i>Présentation du module : FUIDES FRIGOREGENES & RECUPERATION DES REFRIGERANTS.</i>	7
Résumé de théorie	8
<i>I. Les fluides frigorigènes.</i>	9
<i>I.1. Définition.</i>	9
<i>I.2. Les critères de choix d'un fluide frigorigène.</i>	9
<i>I.3. Les fluides utilisés en froid commercial & climatisation.</i>	10
<i>I.4. Les fuites des réfrigérants.</i>	12
<i>II. Récupération des réfrigérants.</i>	14
<i>II.1. La préservation de l'environnement.</i>	14
<i>II.2. Classification des fluides frigorigènes.</i>	17
<i>II.3. Principe de fonctionnement d'un récupérateur.</i>	24
<i>II.4. Manipulation et entreposage des réfrigérants.</i>	27
<i>!!!. Remplacement d'un fluide frigorigène.</i>	28
<i>!!!.1. Les fluides frigorigènes de remplacement.</i>	29
<i>!!!.2. Méthode de reconversion</i>	30
<i>!!!.3. Recyclage des fluides récupérés.</i>	31
Guide de travaux pratique	32
<i>I. TP1. Récupération du fluide frigorigène d'une installation frigorifique.</i>	33
<i>I.1. Etudier les composants de l'installation.</i>	
<i>I.2. Relever le régime de fonctionnement de l'installation.</i>	
<i>I.3. Vérifier l'étanchéité du circuit fluide.</i>	
<i>I.4. Récupérer le réfrigérant.</i>	
<i>II. TP2. Changement d'huile.</i>	34
<i>II.1. Récupérer l'huile du compresseur.</i>	
<i>II.2. Charger le compresseur avec de l'huile neuve.</i>	
<i>II.3. Charger l'installation en fluide frigorigène.</i>	
<i>II.4. Mettre l'installation en service.</i>	
<i>I.5. Relever le nouveau régime de fonctionnement.</i>	
<i>Evaluation de fin de module</i>	35
<i>Liste bibliographique</i>	36

MODULE :N°8

**FLUIDE FRIGORIGENES & RECUPERATION DES
REFRIGERANTS**

Durée : 60 H

60% : théorique

40% : pratique

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit étudier les fluides frigorigènes & procéder à leur récupération, selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'EVALUATION

- *A partir des directives données par le formateur.*
- *A partir de mise en situation caractérisant des situations courantes liées à la réduction de l'émission de fluide frigorigène et à leur récupération.*
- *A l'aide des outils et équipement nécessaire (récupérateur, pompe de vacuum, cylindre, détecteur...)*
- *A l'aide de toute documentation pertinente.*

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- *Respect des réglementations concernant les émissions et la récupération des Chlorofluorocarbones*
- *Manipulation soigne des outils et instruments.*
- *Respect des règles de santé et de sécurité au travail.*
- *Port des équipements de protection personnelle (masque, lunettes, gants...)*
- *Travail propre et soigne.*

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT

**PRECISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

- A. Effectuer l'entretien préventif des équipements de réfrigération dans le but de réduire les émissions de chlorofluorocarbones.
- B. Récupérer des réfrigérants.
- C. Manipuler et entreposer des réfrigérants.
- D. Remplacer le réfrigérant prohibé par d'autres fluides.

**CRITERES PARTICULIERS DE
PERFORMANCE**

- Inspection visuelle attentive du système.
- Propreté du système.
- Utilisation appropriée des appareils de détection de fuites.
- Vérification complète et attentive :
 - Des composants dans le but de détecter les fuites.
 - Des pressions d'huile du système et du niveau d'huile du compresseur.
 - Du niveau de réfrigérant par le viseur.
- Identification précise du réfrigérant à récupérer.
 - Type de fluide frigorigène.
 - Niveau de contamination.
- Branchement correct des boyaux du récupérateur à l'installation.
- Utilisation sécuritaire et appropriée du récupérateur.
 - Mise à l'arrêt du système.
 - Utilisation des cylindres appropriés.
 - Identification juste des contenants.
- Respect des quantités maximales des contenants.
 - Utilisation appropriée des outils et matériels : (manomètres, flexibles, balance, testeur d'acidité.)
- Manipulation sécuritaire des cylindres de réfrigérant.
- Entreposage des cylindres dans des endroits appropriés.
- Respect de la réglementation sur la disposition des réfrigérants.
Respect de la réglementation concernant le transport des matières dangereuses.
- Nettoyage correct du système.
- Choix et installation correcte des composants remplacement : (filtre, déshydrateur,...)
- Choix approprié du réfrigérant de remplacement.
- Vérification complète de l'étanchéité du système.
- Ecriture du nom du nouveau fluide sur la plaque signalétique.

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAITRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR-PERCEVOIR OU SAVOIR-ETRE JUGES PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à effectuer l'entretien préventif des équipements frigorifiques dans le but de réduire les émissions de chlorofluorocarbones (A) le stagiaire doit :

1. Décrire les conséquences environnementales de l'utilisation des chlorofluorocarbones.
2. Décrire les principales réglementations concernant les chlorofluorocarbones.
3. Distinguer différents réfrigérants.
4. Lire, interpréter et calculer des paramètres à partir d'abaques et de diagrammes de réfrigération.
5. Décrire les principales méthodes de détection de fuites de réfrigérants.

Avant d'apprendre à récupérer des réfrigérants (B), le stagiaire doit :

6. Décrire les propriétés physico-chimiques des fluides frigorigènes.
7. Reconnaître la température d'ébullition et de la chaleur latente de vaporisation à la pression atmosphérique de différents réfrigérants.
8. Distinguer les principaux types de récupérateurs.
9. Décrire le principe de fonctionnement d'un récupérateur.

Avant d'apprendre à manipuler et entreposer des réfrigérants (C), le stagiaire doit :

10. A l'aide d'un manomètre, calculer la variation de pression que subissent des réfrigérants dans leur réservoir lorsque la température ambiante varie.
11. Déterminer la température ou la pression du réfrigérant dans leur réservoir à partir de leur pression ou leur température en utilisant une abaque de pression température.
12. Décrire les méthodes de régénération des réfrigérants contaminés.

Avant d'apprendre à remplacer les réfrigérants prohibés par des réfrigérants de remplacement (D), le stagiaire doit :

13. Mesurer la pression de réfrigérants à différents endroits sur des appareils en marche, et à l'aide d'un manomètre.
14. Décrire les caractéristiques d'utilisation des fluides frigorigènes.
15. Décrire les caractéristiques des principaux réfrigérants de remplacement.

16. *Evaluer la quantité d'un échantillon d'huile pris dans un compresseur à partir d'un ensemble de vérification.*
17. *Décrire les propriétés physico-chimiques des huiles utilisées en réfrigération.*
18. *Réaliser le changement du réfrigérant (vapeur basse pression.)*
19. *Récupérer le réfrigérant du système dans une bouteille(à jeu de cylindre) de chargement gradué.*
20. *Procéder au changement en réfrigérant (liquide haute pression.)*
21. *Entreposer le réfrigérant dans le réservoir du, système.*
22. *Remplacer le détendeur du système un autre de type différent.*

PRESENTATION DU MODULE

Le présent module constitue le 8^{ème} module de formation de « TECHNICIEN en FROID COMMERCIL & CLIMATISATION »

Il vient après le module N°7 « Assurer le bon fonctionnement d'équipement de froid ménager & de froid pour collectivités »

- *Ce module contient une partie théorique et une autre pratique qui visent les compétences suivantes :*
 - *Choisir le fluide frigorigène adéquat.*
 - *Réaliser la charge en réfrigérant.*
 - *Récupérer et remplacer les réfrigérants en respectant les normes de sécurité et de protection de l'environnement en vigueur.*

- *La durée de ce module est de 60 heures, dont la partie théorique constitue 36 heures et la partie pratique 24heures.*

***Module : Fluides frigorigènes et
récupération des réfrigérants
RESUME THEORIQUE***

I. les fluides frigorigènes.

I.1. Définition.

Un système de réfrigération constitué par l'évaporateur, le détendeur, le compresseur, le condenseur, etc., est seulement une unité mécanique dont le rôle est de faciliter le changement d'état du fluide frigorigène, ce qui pour effet d'absorber de la chaleur à l'évaporateur et d'en rejeter au condenseur.

C'est le fluide frigorigène qui accomplit le transfert de la chaleur, et par conséquent en le qualifier par l'élément essentiel pour la production du froid.

I.2. Les critères de choix d'un fluide frigorigène.

L'étude des caractéristiques physiques des réfrigérants actuellement utilisés en réfrigération commerciale et ménagère aidera à mieux comprendre la réfrigération elle-même.

Un fluide frigorigène parfait devrait présenter les qualités suivantes :

- 1°) Chaleur latente de vaporisation très élevée.*
- 2°) Point d'ébullition, sous la pression atmosphérique, suffisamment bas compte tenu des conditions de fonctionnement désirées (température d'évaporation)*
- 3°) Faible rapport de compression, c'est-à-dire faible rapport entre les pressions de refoulement et d'aspiration.*
- 4°) Faible volume massique de la vapeur saturée, rendant possible l'utilisation d'un compresseur et de tuyauteries de dimensions réduites.*
- 5°) Température critique très élevée.*
- 6°) Pas d'action sur le lubrifiant employé conjointement avec le fluide.*
- 7°) Composition chimique stable dans les conditions de fonctionnement de la machine frigorifique.*
- 8°) Pas d'action sur les métaux composant le circuit (ainsi, par exemple l'ammoniac attaque le cuivre. Pas d'action sur les joints.*
- 9°) Non inflammable et non explosif en mélange avec l'air.*
- 10°) Sans effet sur la santé du personnel.*
- 11°) Sans action sur les denrées à conserver.*
- 12°) Sans odeur ou n'ayant qu'une faible odeur non désagréable.*
- 13°) Fuites faciles à détecter et à localiser par méthode visuelle.*
- 14°) Pas d'affinité pour les constituants de l'atmosphère. (la couche d'ozone et l'échauffement de la terre.)*
- 15°) Etre d'un coût peu élevé et d'un approvisionnement facile.*

Aucun des fluides frigorigènes employés ne possède l'ensemble de ces qualités même le réfrigérant CFC12.

1.3. Les fluides utilisés en froid commercial et climatisation.

1.3.a Epoque à laquelle furent connus les principaux fluides.

Dès l'antiquité : l'eau.

- 1717 : chlorure d'éthyle.
- 1856 : éther éthylique.
- 1864 : éther méthylique (Tellier).
- 1874 : anhydride sulfureux (Pictet).
- 1876 : ammoniac (Linde).
- 1878 : chlorure de méthyle (Vincent).
- 1878 : anhydride carbonique (Linde).

Depuis 1930 :

Dérivés chlorofluorés du méthane et de l'éthane et notamment :

- 1930 : R12 – R114.
- 1932 : R11 – R113.
- 1935 : R22.
- 1963 (en France) : R502.
- 1967 : R503.

1.3.b Fluides frigorigènes employés dans les installations de petites et moyennes puissances.

- AmmoniacNH₃
- DichlorodifluorométhaneCCL₂F₂
- Acide carboniqueCO₂
- MonochlorodifluorométhaneCHCIF₂
- TrichloromonofluoroéthaneCCL₃F
- Monochlorotrifluorométhane.....CCLF₃
- Le dichlorodifluorométhane ou R12 (CCL₂F₂)
- Le mélange azéotrope de R22 et de R115 (pentafluoromono-chloroéthane, C₂CIF₅)
connu sous la référence R50)
- Le monochlorotrifluorométhane ou R13 (CCLF₃)
- Le tétrafluorodichloroéthane ou R114 (C₂CL₂F₄).

1.3.c Relation pression-température.

Lorsqu'un fluide frigorigène est contenu dans un réservoir fermé (bouteille de charge, réservoir de liquide ou évaporateur), sa pression est fonction de sa nature et de sa température.

A toute variation de température correspond une variation de la pression, les variations ayant d'ailleurs lieu toutes les deux toujours dans le même sens.

A la même température des fluides frigorigènes différents contenus dans des réservoirs fermés ne sont pas soumis à la même pression, car la pression que chaque fluide supporte est une de ses caractéristiques physiques ; le tableau des constantes physiques des fluides frigorigènes pages 42 et 43 nous indique bien que leur température d'ébullition à la pression atmosphérique est différente.

Exemple : trois bouteilles de charge sont remplies de façon identique avec du R11, R12 et du R22.

Si nous plaçons ces bouteilles dans une même chambre à température déterminée (à 25° C par exemple), nous enregistrons les pressions suivantes (pressions absolues) :

Pour le R11.....1,060bar abs.
Pour le R126,500 bars abs.
Pour le R22 10,520 bars abs.

Dans une ambiance de 40° C, les pressions seraient :

Pour le R111,748 bar abs.
Pour le R129,582 bars abs.
Pour le R22 15,480 bars abs.

Pour obtenir une pression identique dans chacune des bouteilles à 1,013 bars absolus, soit à la pression atmosphérique, il faudrait que les bouteilles soient placées respectivement dans des pièces dont les températures seraient :

+23,65° Cpour le R11.
-29,8° Cpour le R12.
-40,8° Cpour le R22.

La figure 3 p. 37 montre l'évolution des températures et des pressions en différant points d'un circuit frigorifique.

Prenons l'exemple d'un système fonctionnant au R12 : si la pression d'aspiration est de 2,190 bars. Absolu (valeur lue sur le manomètre d'aspiration : 1,18 bars relatifs) il s'ensuit que la température d'évaporation est de - 10° C.

Si la température à l'évaporateur s'élève à 0° C, la pression s'élèvera également jusqu'à 3,85 bars absolus (soit 2,072 bars relatifs).

1.3.d. Pression de vapeur saturante.

La vapeur saturée (ou saturante) est la vapeur qui est en contact avec le liquide qui lui a donné naissance.

Dans un réservoir fermé le niveau du liquide n'a aucun effet sur la pression.

Si nous prenons deux réservoirs remplis l'un aux trois quarts et l'autre au quart de leur capacité et si nous les plaçons dans des enceintes à des températures ambiantes égales, les pressions enregistrées sur les deux réservoirs seront identiques.

Tant qu'il y a du liquide dans les réservoirs, le niveau de ce liquide est sans effet sur la pression ; mais, si dans un de ces réservoirs, il n'y a plus que de la vapeur, et si l'on place ces deux réservoirs dans une enceinte à température plus élevée, la pression

dans le réservoir contenant encore du liquide est alors supérieure à celle du réservoir ne contenant plus que de la vapeur.

1.4. Les fuites de fluides.

Depuis le 1 avril 1995, toutes les mesures préventives réalisables doivent être prises afin d'éviter les fuites de CFC et D'HCFC provenant des équipements commerciaux et industriels de climatisation et de réfrigération.

Le décret du décembre 1992 sera modifié de façon à répondre à cette directive CE. La modification devrait prévoir l'inspection annuelle obligatoire des installations de +2 kg de fluide et la réparation immédiate de toutes les fuites détectées et ce uniquement par les entreprises inscrites en Préfecture.

FUITES DE CE n° 3093 /94 du 22/12/1994.

1.4.a. Détection des fuites à la lampe haloïde.

La présence dans l'air de vapeurs des fluides frigorigènes chlorofluorés peut être mise en évidence grâce à la lampe haloïde, cette présence révélatrice de fuites de fluide peut donc nous permettre la détection de celles-ci.

Le fonctionnement de ces lampes est basé sur le fait que les vapeurs des fluides chlorofluorés (halogènes) se dissocient en passant sur du cuivre incandescent. Les gaz provenant de cette dissociation réagissant sur le cuivre au rouge provoquent la coloration de la flamme en vert. Ces lampes qui peuvent être alimentées en alcool, butane, propane ou acétylène, sont construites de telle sorte qu'une partie de l'air de combustion est aspiré par un tube souple en caoutchouc, ou en flexible métallique. La buse d'aspiration est passée sur la partie suspecte et l'observation de la flamme nous indiquera s'il y a fuite ou non.

En cas de fuite la flamme qui est normalement d'un bleu léger prend immédiatement une teinte verdâtre. Si la fuite est importante la flamme devient bleue turquoise, si les vapeurs sont en très grande quantité la lampe dégage alors une fumée âcre et toxique et à la limite s'éteint.

En cas de fuite importante il faut aérer le local avant la poursuite des recherches car la grande sensibilité de la lampe ne permettrait pas de localiser la fuite avec précision.

1.4.b. Le détecteur de fuite.

Deux types de détecteurs électroniques : un appareil alimenté par le secteur et un appareil à pile. Le principe repose sur l'émission d'ions positifs par une anode en platine portée à incandescence, lorsqu'elle est en présence d'un gaz halogène.

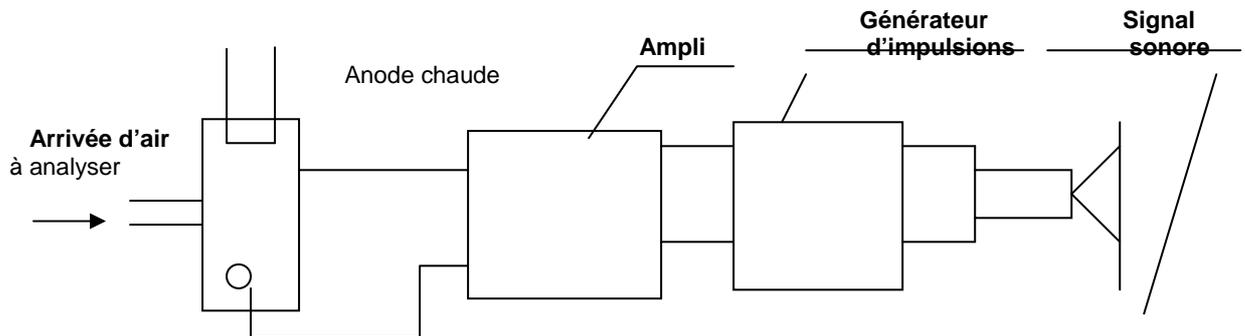


Schéma de principe du détecteur électronique

Un signal sonore de fréquence variable indique la présence de fluide frigorigène dans l'air. La précision de ces détecteurs peut aller jusqu'à 0,3 (g) de fuite de fluide par an.

Remarque : Ce type de détecteur réagit également en cas d'atmosphère polluée.

- | | |
|--|---|
| 1. – Fiche avec prise de terre. | 5. – Fusible. |
| 2. – Réglage de la sensibilité. | 6. – Manchon de fixation du
flexible d'aspiration. |
| 3. – Interrupteur principal et
réglage de base. | 7. – Tube flexible d'aspiration. |
| 4. – Milliampèremètre. | 8. – Bretelle de cuir. |

- Le bouton de réglage donne la sensibilité (position moyenne).
- L'interrupteur sert aussi de réglage de base (position 0).
- L'aiguille (milliampèremètre) monte et indique la mise en service.

En présence d'une fuite l'aiguille oscille, le vibreur retentit.

Forte fuite : réduire la sensibilité et régler le milliampèremètre.

Faible fuite : utiliser la sensibilité maximale.

L'eau savonneuse :

Pour être complets, citons cette méthode qui consiste à enduire d'eau savonneuse, soit à l'aide d'un pinceau, soit à l'aide d'une bombe aérosol, les endroits susceptibles de produire une fuite. S'il y a fuite, il se produit des bulles.

II. Récupération des réfrigérants

II.1- La préservation de l'environnement

II.1.a. Introduction.

Avant l'apparition des critères environnementaux globaux : ODP, GWP, TEWI, les critères de choix des fluides frigorigènes portaient sur la sécurité des biens et des personnes, la compatibilité avec le lubrifiant, l'adaptation a mieux aux niveaux des températures d'évaporation et de condensation et bien sur le prix.

Une fois la décision prise d'arrêt de production des fluides chlorés, la restriction de choix est devenue significative : peu de fluides permettent de répondre à tous les critères, des compromis sont à trouver. De plus certains pays menacent de restreindre l'usage de nouveaux fluides compte tenu de la valeur de leur GWP. Il est essentiel d'évaluer correctement les contributions directe et indirecte à l'effet de serre des systèmes frigorifique pour éviter de se tromper dans le choix des fluides de remplacement des CFC et du R22.

II.1.b. Critères environnementaux : ODP, GWP, TEWI.

Les deux problèmes environnementaux globaux que sont l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique et l'accroissement des concentrations de gaz à effet de serre ont amené la communauté scientifique à proposer des indices pour éclairer les décideurs politiques. Trois indices ont été créés :

- *L'ODP (Ozone Depletion Potential) - le potentiel d'appauvrissement de l'ozone ;*
- *Le GWP (Global Warming Potential) – le potentiel de réchauffement global.*
- *Le TEWI (Total Equivalent Warming Impact) - l'impact de réchauffement total équivalent.*

Ils ont un usage fort différent qui peut se résumer ainsi.

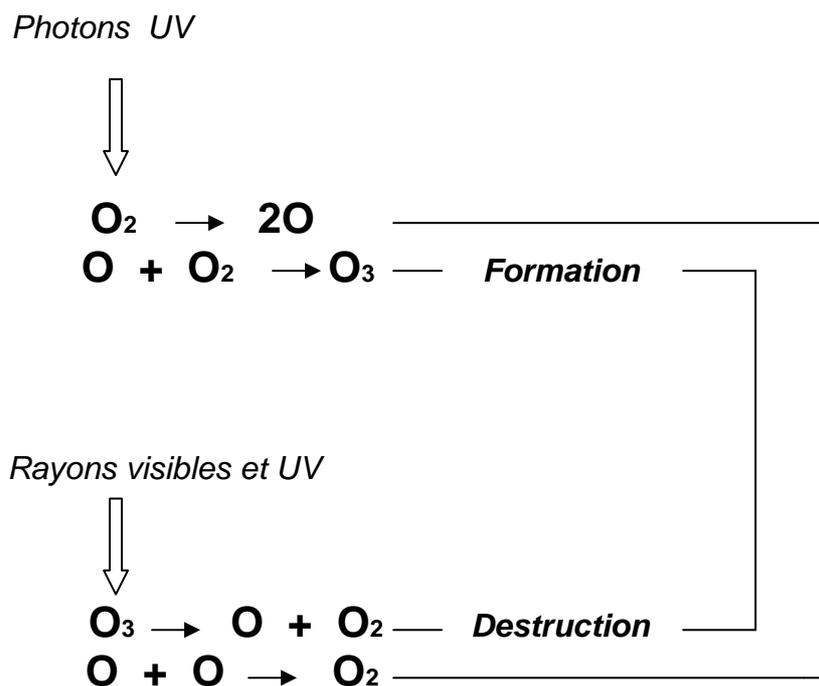
II.1.b.1 L'OZONE

A la différence de beaucoup de planètes la Terre possède une atmosphère. C'est une couche gazeuse d'une épaisseur proche des 1000 Km. L'atmosphère filtre et absorbe une partie des rayons solaires, limitant ainsi la température sur la surface de la terre (par exemple : Sur la lune qui ne possède pas d'atmosphère la température dépasse 100°C et -150°C sur la face cachée de la lune.)

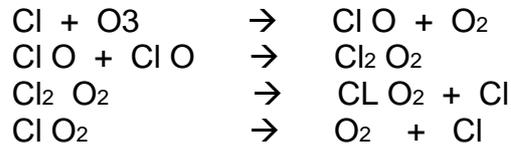
IL VA DE SOI QUE SANS L'ATMOSPHERE LA VIE SERAIT IMPOSSIBLE SUR LA TERRE.

L'atmosphère se compose d'un mélange de différents gaz tels qu'azote, oxygène, OZONE, etc. La proportion prise par chaque gaz dans le mélange est fonction de l'altitude. L'OZONE (O_3) existe en grande quantité dans la couche d'atmosphère comprise entre 17 et 58 Km

Il y a en permanence formation et destruction de la couche d'OZONE, de telle manière que les rayons UV sont absorbés.



Les molécules des fluides frigorigènes qui contiennent du CHLORE ont le même effet de destruction de l'OZONE.



Et le cycle recommence pendant plusieurs milliers de fois détruisant autant de molécules d'O₃.

II.1.b.2 EFFET DE SERRE.

De façon schématique, on peut dire que la terre doit rendre une grande partie de l'énergie reçue, le rayonnement calorifique émis par le soleil doit ainsi, après avoir touché la terre, remonter vers l'espace.

Or, en remontant, ces radiations solaires tombent sur l'atmosphère terrestre chargée des certains nombres d'éléments (des gaz à effet de serre, la vapeur d'eau, les nuages)qui freinent, voire arrêtent cette progression et renvoient cette énergie vers le sol, comme cela se passe dans une serre de jardin ou à l'intérieur d'une voiture qui roule au soleil. La chaleur entre dans l'habitable et reste piégé à l'intérieur.

L'effet de serre est un phénomène naturel sans lequel la température de surface de la terre serait plus basse de -18°C ; mais son augmentation est néfaste.

Parmi les gaz qui agissent sur l'effet de serre certains y contribuent plus que d'autres, et risquent par leur présence importante et leur durée de vie plus ou moins longue de créer un véritable déséquilibre atmosphérique et provoquer une hausse des températures terrestre entre $+2$ et $+5^{\circ}$, suivie d'une élévation du niveau des mers de plusieurs dizaines de centimètres. Ces gaz quels sont-ils ?

Le dioxyde de carbone (CO₂) composé qui provient de la combustion de carburants fossiles et qui contribue pour près de 50% à l'effet de serre.

Le méthane (CH₄) issu des déchets putrescibles, de la riziculture, de l'élevage bovin et ovin, de la déforestation et également des fuites d'extraction et de traitement du gaz naturel ; sa part dans le réchauffement est d'environ 12%.

Les CFC qui, outre leur impact sur la couche d'ozone, ont une contribution à l'effet de serre estimée à 20 %.

L'oxyde nitreux (N₂O) issu pour partie de l'utilisation d'engrais azotés dans l'agriculture, responsable de 10% de l'effet de serre.

II.1.b.3. Conséquence de l'ODP et de l'effet de serre.

Ces phénomènes ne seraient pas si graves si les conséquences étaient nulles. Mais cela n'est malheureusement pas le cas. En effet, les implications sont nombreuses et variées.

* Sur l'homme.

La couche d'ozone nous protège des UVB. Ces rayons, s'ils arrivaient en plus grande quantité à la surface terrestre, pourraient être responsables d'atteintes de la peau (cancer), des yeux (certains ont même chiffré l'étendue des conséquences : 1 d'O₃ en moins entraînerait 100 000 aveugles de plus dans le monde) ou encore du système immunitaire avec une sensibilité accrue aux virus.

* Sur la terre.

L'augmentation des UVB conduirait pour la faune et le zooplancton aux mêmes constats que pour l'homme. Toute la chaîne alimentaire serait affectée. La flore verrait-elle aussi d'importants bouleversements (rendement des plantations...)

Certains matériaux (plastiques...) pourraient évoluer assez rapidement (couleur, tenue mécanique.)

L'effet de serre augmenté induirait une couche plus épaisse à basse altitude, donc une pollution accrue et d'importants problèmes respiratoires dus à des brouillards photochimiques.

* Le climat enfin serait lui aussi bouleversé.

L'ozone participe en effet à la définition des climats : vents, pluies, saisons. L'équilibre actuel serait déplacé et le temps deviendrait plus vif : tornades, pluies, fortes...

L'effet de serre induirait naturellement une augmentation de la température ambiante (chiffrée entre +3 et +5° C d'ici 2050.) Les conséquences seraient multiples :

- Adaptations nécessaires de l'homme, de la faune et de la flore.
- Augmentation du niveau des mers par dilatation de l'eau et fonte des glaces polaires.
- Modification des pluies.

Il faut noter que l'ensemble de ces scénarios font l'objet de remises en cause permanentes au fur et à mesure de l'avancée des connaissances, mais les bouleversements risquent en tout cas de ne pas être minimes.

II.2. Classification des fluides frigorigènes.

II.2.a. LES CFC.

Les fluides frigorigènes sont classés en 3 groupes. Le premier groupe est le groupe des chloroFluoroCarbures appelés CFC. Ils contiennent du chlore, du Fluor et du Carbone. Les fluides frigorigènes les plus utilisés font partie de cette catégorie. Les CFC sont les fluides les plus agressifs envers l'environnement. Leur production a été arrêtée le 31 décembre 1994. Les CFC les plus couramment rencontrés sont :

Les CFC.	CFC 11	(CCL ₃ F)
	CFC 12	(CCL ₂ F ₂)
	CFC 113	(CCL ₂ FCCLF ₂)
	CFC 114	(CCLF ₂ CCLF ₂)
	CFC 115	(CCLF ₂ CF ₃)

Leurs Dérivés : AZEOTROPES.

R 500	(73,8 %	CFC	12	et	26,2 %	HFC	152a)
R 502	(48,8 %	HCFC	22	et	51,2 %	CFC	115)

II.2.b LES HCFC

Le second groupe est le groupe de HydroChloroFluoroCarbures appelés HCFC. Ils contiennent de l'hydrogène, du chlore, du fluor, et du carbone. ils moins agressifs vis-à-vis de la couche d'OZONE que les CFCs.

Le fluide le plus utilisé de cette catégorie est le R22. Les autres HCFCs sont utilisés dans des mélanges.

LES HCFCs	HCFC 22	(CHClF ₂)
	HCFC 123	(CHCl ₂ CF ₃)
	HCFC 124	(CHClF ₂ CF ₃)
	HCFC 141b	(CH ₃ CCl ₂ F)
	HCFC 142b	(CH ₃ CClF ₂)

II.2 .c LES HFC.

Le troisième groupe est le groupe des HydroFluoroCarbures appelés HFC. Ils contiennent de l'hydrogène, du Fluor et du Carbone. Il n'ont pas d'agressivité vis à vis de la couche d'ozone. Seuls ces fluides seront utilisés dans le futur. Le fluide frigorigène le plus utilisé de cette catégorie est le R 134a. Les autres HFC sont utilisés dans des mélanges.

LES HFC	HFC 23	(CHF ₃)
	HFC 32	(CH ₂ F ₂)
	HFC 134a	(CH ₂ FCF ₃)
	HFC 143a	(CH ₃ CF ₃)
	HFC 125	(CHF ₂ CF ₃)
	HFC 152a	(CH ₃ CHF ₂)

II.2.e. Réglementation relative aux fluides frigorigènes.*** Les textes officiels.**

- Procéde de Montréal : signature le 16.09.1988 et entrée en vigueur le 16.03.1989.
- Amendement de Londres : ratification le 20.12.1991 et entrée en vigueur le 10.08.1992.
- Règlement CEE n° 3952 /92 du 30 décembre.
- Amendement de Copenhague : novembre 1992.
- Règlement CEE n° 3093/94 du 15 décembre 1994.
- Révision à Vienne (07.12.1995) du Protocole de Montréal.

*** La révision de Vienne du Protocole de Montréal.**

Les résultats principaux sont les suivants. :

- L'arrêt des HCFC est confirmé à 2030.
- Les quantités sont par contre légèrement diminuées puisque le cap baisse de 3,1% à 2,8%.
- Les pays en développement (de l'Article 5) se voient fixer un calendrier d'arrêt consommation des HCFC (2040).

*** Les gaz frigorigènes au Maroc.**

La première conférence a eu lieu le 25 juin 1992. Depuis, le Maroc s'est doté sous l'égide du PNUE d'une structure officielle « LE BUREAU OZONE » pour contrôler et réglementer tous les produits appauvrissant la couche d'ozone (PAO), et, contribuant à L'EFFET DE SERRE.

Le BUREAU D'OZONE est dirigé par le MINISTRE DU COMMERCE DE L'INDUSTRIE ET DE L'ARTISANAT à RABAT et est composé de différents organismes :

- Ministère de l'Environnement,
- Administration des Douanes,
- Ministère du Commerce Extérieur,
- Ministère de l'Agriculture,
- Associations professionnelles concernées,
- Sociétés leader au MAROC dans les différents secteurs d'activité.
- Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail.

Le BUREAU D'OZONE a pour mission :

- la réglementation,
- la sensibilisation,
- le suivi des activités de reconversion.

Les échéances que se fixe le BUREAU OZONE :

- | | | |
|--------------------------|--------------------|--------------|
| • R11 | 31 décembre 1998 : | Interdiction |
| • R12 | 31 juillet 1999 : | Interdiction |
| • Autres CFC : R500/R502 | 31 décembre 1998 : | Interdiction |

- Obligation de récupération sur installations supérieures à 2 kg de gaz : Fin juin 1999.
- Agrément des installateurs : Fin juin 1999.

II.2.3. Principe de fonctionnement d'un récupérateur.

II.3.a. Récupérer.

Habitudes antérieures.

*L'extraction du fluide frigorigène se fait comme pour les aérosols :
Par dégazage à l'atmosphère... Sauf pour les grandes quantités.*

Récupérer maintenant.

Une opération qui s'intègre dans une chaîne.

-- Chaîne de conceptions :

- Connaître la charge initiale.
- Connaître les opérations de transfert intermédiaires.
- Disposer d'accès.

-- Chaîne de matériels :

- Capacité de récupération.
- Matériel de transfert.
- Moyens de raccordement.
- Outillages.
- Moyens de pesée.
- Moyens d'identification.

-- Réseau de distribution et de collecte de cylindres

II.3.b. Transferts en phase liquide.

*Cinq types de possibilités s'ouvrent pour le transfert en phase liquide :
gravitaire, thermique, par pompe centrifuge ou pneumatique, par compresseur à gaz.*

1. Gravitaire.

- Spécifique à la phase liquide.
- Simple.

Son efficacité suppose que :

- La bouteille de récupération soit à une altitude inférieure à l'installation.
- Les pertes de charge sont faibles.

Un élément favorable : les bouteilles de récupération sont tirées au vide.

2. Thermique.

Il existe de multiples possibilités :

- Stocker à l'avance les capacités de récupération en chambre froide.
- Utiliser du froid cryogénique, mais attention à la rupture fragile.

3. Par pompe centrifuge ou pneumatique.

Pour les transferts en grande quantité, c'est une méthode fréquemment utilisée. La pompe pneumatique peut fonctionner y compris en phase gazeuse on peut donc aussi bien aspirer que repousser le liquide.

4. Par compresseur de gaz.

Transférer une phase **liquide** par un compresseur à **gaz** ou comment transférer une phase liquide, sans casser le compresseur ?

Exemples :

- **Matériel Robin air** : ré-évaporation.
- **Matériel Fischer** :

Deux capacités sont **alternativement** vidées et remplies.

- **Matériel Flica** :

Une surpression est créée dans l'installation.

La vanne de transfert est fermée.

L'aspiration est alors branchée sur la capacité de récupération puis le liquide est transféré directement sans passer par le compresseur.

- **Matériel Carrier** :

Impose un robinet double sur la capacité de récupération et un double accès sur l'installation.

Coté bouteille :

L'aspiration du compresseur est branchée sur le robinet « phase gazeuse », un capillaire est interposé pour laminer la phase liquide.

Coté installation :

Refoulement du compresseur sur le ciel gazeux.

Cette méthode est générale !

II.3.c. Transferts en phase gazeuse.

Transfert obligatoire :

- **Lorsque la phase liquide n'est pas accessible**
- **Pour achever l'extraction.**

Trois types de possibilités s'ouvrent pour le transfert en phase gazeuse :
Thermique, par pompe pneumatique, par compresseur à gaz.

- **Thermique.**

L'écart de pression du fluide sous sa tension de vapeur entre la bouteille et l'installation est le moteur du transfert. La valeur du débit s'établit par équilibre des pertes de charge et de l'écart de pression.

- **Par pompe pneumatique.**

Permet d'achever l'extraction jusqu'à la valeur de pression résiduelle choisie.

- **Par compresseur.**

- a. *Hermétique.*

Problèmes spécifiques : surchauffe importante en particulier en fin d'extraction mélange huile-frigorigène polluée.

- b. *Ouvert.*

Étanchéité, coût, encombrement.

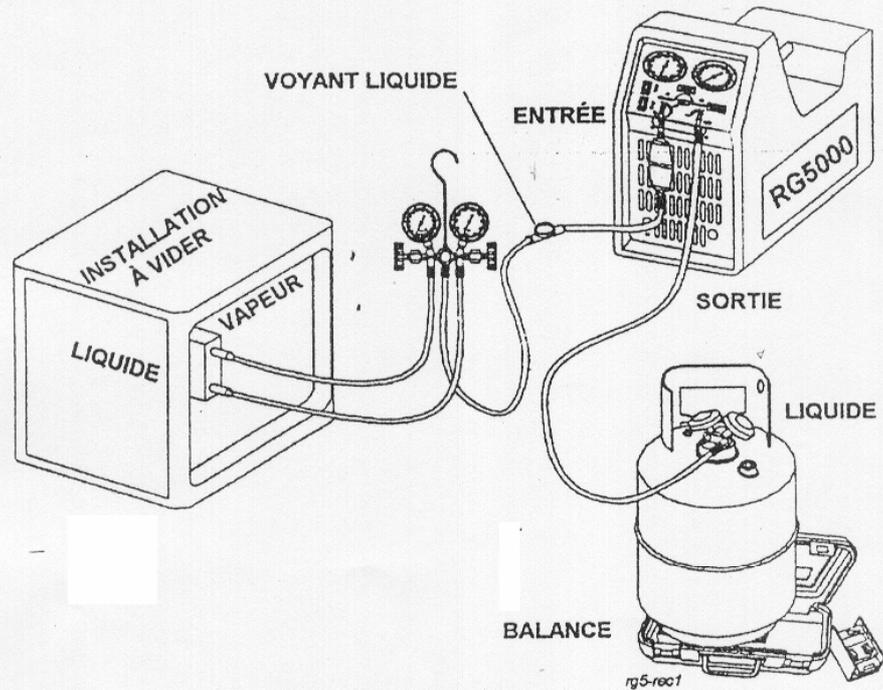
L'efficacité de la fin d'extraction.

- *Mesures de pression sur l'installation.*
- *Mesure de température : vérification du retour à l'équilibre thermique.*
- *$P_{\text{installation}} < P_{\text{de saturation}}$.*

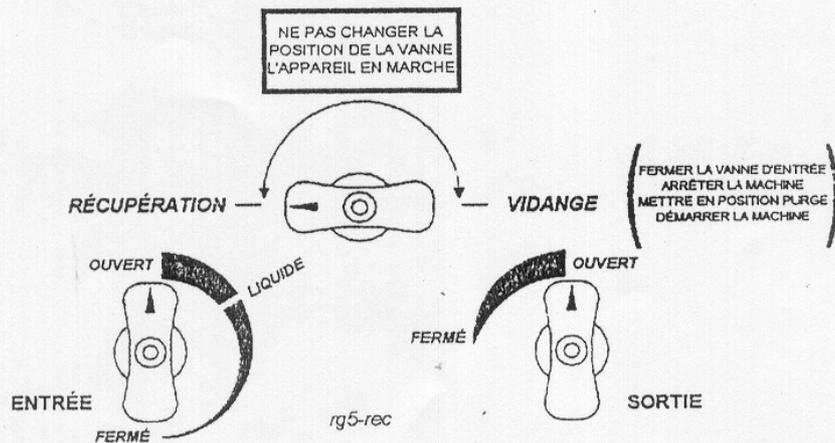
II.3.d. Principe d'utilisation du récupérateur RG 5000.

SCHÉMA DE BRANCHEMENT POUR RÉCUPÉRATION EN PHASES LIQUIDE ET VAPEUR

Cette méthode est la plus rapide pour la récupération en phase vapeur



RÉCUPÉRATION



RÉCUPÉRATION AVEC RG5000 ULTRA LEGERE

PROCÉDURE POUR UNE UTILISATION NORMALE

Avant de raccorder RG5000 sur une prise de courant, la tirer au vide avec une pompe à vide pendant 10 min. Afin d'éviter tout risque de mélange, même de quelques grammes, avec le fluide qui a été récupéré lors de la dernière intervention.

- 1 - Contrôler RG5000 pour s'assurer qu'elle est en état de fonctionnement correct.
- 2 - S'assurer que les raccordements sont corrects et étanches (voir schéma page 8/19).
- 3 - Vérifier que l'inverseur à bouton " Noir " se trouve en position " Récupération ".

ATTENTION !

Ouvrir et Refermer lentement les vannes de RG5000 pour contrôler qu'il n'y a aucune fuite.

- 4 - Ouvrir les vannes liquide et vapeur de l'installation à vider.
- 5 - Ouvrir la vanne liquide du by-pass
- 6 - Mettre la vanne d'entrée " Bleue " de la machine sur la position " Liquide "
- 7 - Ouvrir la vanne de sortie " Rouge " de RG5000.
- 8 - Ouvrir la vanne d'entrée liquide de la bouteille de récupération.
- 9 - Raccorder RG5000 à une prise de courant 220V / 50 Hz / 16A
 - a - Mettre l'interrupteur sur la position " Marche ". Le ventilateur se met en marche.
 - b - Appuyer sur le bouton " Démarrage " pendant 1 seconde afin que le compresseur se mette en marche. Dans certaines conditions il peut être nécessaire de recommencer.
- 10 - Après s'être assuré que tout fonctionne normalement, vous pouvez finir d'ouvrir complètement la vanne " Bleue " d'entrée ou jusqu'à ce vous entendiez une modification du bruit du compresseur causé par une entrée trop importante de liquide ou par une pression dans la bouteille de récupération inférieure à celle d'entrée dans la machine. Dans ce cas, refermer lentement la vanne d'entrée jusqu'à entendre un bruit normal.
- 11 - Faire fonctionner jusqu'au niveau de vide recommandé par la réglementation en vigueur.
- 12 - Vider RG5000 suivant la procédure indiquée page 7/19

ATTENTION !

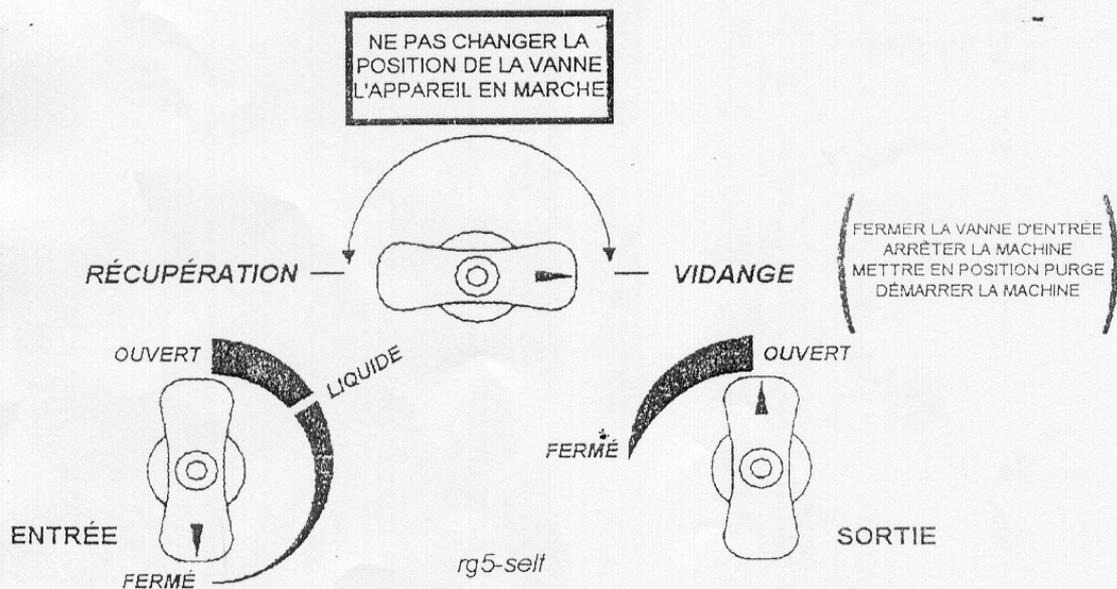
Lorsque la machine pompe du liquide, ne pas ouvrir la vanne d'entrée à fond, ce qui entraînerait un bruit métallique du compresseur et le ferait caler.

VIDANGE DE VOTRE RG5000

PROCÉDURE POUR VIDER LA QUANTITÉ RÉSIDUELLE CONTENUE DANS L'APPAREIL

- Fermer la ou les vannes liquide et vapeur de l'installation qui vient d'être vidée.
- Fermer la vanne d'entrée " Bleue " sur **RG5000**
- Mettre l'interrupteur sur la position " Arrêt ".
- Mettre la vanne d'inversion " Noire " sur la position " VIDANGE ".
- Redémarrer **RG 5000**.
- Faire fonctionner jusqu'au niveau de vide désiré.
- Fermer les vannes de la bouteille de récupération.
- Arrêter **RG5000**.
- Mettre la vanne d'inversion " Noire " sur la position " RÉCUPÉRATION ".
- Démonter et ranger les flexibles
- Remplacer le filtre d'entrée de votre **RG5000** tous les 500 kg récupérés ou chaque fois que us avez récupéré du fluide contaminé.

VIDANGE DE LA MACHINE



IMPORTANT: Pour passer de la position RÉCUPÉRATION à la position VIDANGE
Il faut impérativement: fermer la vanne d'entrée " Bleue ", arrêter la machine,
puis mettre l'inverseur en position VIDANGE. Ceci afin d'éviter une coupure par
le pressostat de sécurité Haute pression.

II.4. Manipulation et entreposage des réfrigérants.

Il s'agit de l'élément clé non seulement dans l'opération de collecte et de transport, mais aussi dans l'opération de transfert elle-même.

Réglementation.

Les bouteilles utilisées pour les fluides frigorigènes récupérés doivent respecter la législation française sur les bouteilles à gaz et donc être visées par le Service des Mines comme les bouteilles pour fluides neufs. Il est recommandé à l'opérateur de vérifier que la pression d'épreuve de la bouteille est adaptée à la pression de vapeur du fluide transféré.

Normalisation (NF E 29 - 795)

La norme NF E 29 – 795 « Bouteilles à gaz – Conditionnement des hydrocarbures halogénés – Mode de remplissage et de vidage – Régénération » Définit la couleur d'identification des emballages destinés à la récupération (vert) Et leur mode de traitement.

Identification.

--- De la bouteille, parce qu'elle ne doit pas être confondue avec un cylindre contenant du fluide neuf, ce qui pourrait provoquer la charge de fluide pollué dans une installation propre.

--- Du fluide, afin qu'un fluide d'une nature différente ne soit pas transféré dans le cylindre en question, au risque de créer un mélange.

Une bouteille de récupération ne devrait jamais servir à plus d'une opération de transfert sans être remise à son état initial de propreté.

Transport.

En dehors du R 11 et du R 113 qui sont considérés comme des solvants chlorés, et doivent donc être accompagnés d'un bordereau de suivi des déchets pour des expéditions supérieures à 100 kg par mois, il n'existe aucune réglementation particulière sur les transports des fluides frigorigènes usés sur le sol national.

Prévention du sur - remplissage.

Du fait des incertitudes sur la masse volumique du produit récupéré dues à la présence d'huile et aux variations de la température ambiante, les bouteilles de récupération ne doivent être remplies qu'à 80% de leur volume.

Vidage, nettoyage, visite, tirage au vide.

--- Pour éviter qu'un mélange ne provienne d'une bouteille polluée elle – même.

--- Pour que le vide poussé dans l'emballage (pression résiduelle normalisée inférieure à 3 millibar) assure l'absence d'incondensables et aide au transfert de fluide.

III. Remplacement d'un fluide frigorigène.

III.1. Les fluides frigorigènes de remplacement.

Les fluides frigorigènes visés par le protocole de Montréal vont très vite disparaître des circuits frigorifiques en raison de leurs actions polluantes sur la planète.

Dès à présent les frigoristes doivent impérativement penser aux fluides de substitution, s'informer et se former à leur utilisation. Les producteurs de fluides frigorigènes se sont efforcés de mettre au point des substituts possédant les qualités suivantes :

--- Très peu d'action polluante.

--- Production frigorifique par m³ de gaz aspiré voisine de celle du fluide remplacé.

--- Courbe d'équilibre pression / température proche de celle du fluide remplacé (évite le remplacement du détendeur et des pressostats, ou leur réglages).

--- Consommation d'énergie par kWh froid produit équivalent ou inférieure.

--- Stabilité chimique.

--- Bonne miscibilité avec l'huile.

--- Compatibilité avec les plastiques et les élastomères.

Il convient de séparer les fluides de remplacement des CFC en deux catégories :

--- Les fluides de transition de type HCFC visés également par le protocole de Montréal.

--- Les fluides de substitution définitifs généralement de type HFC qui ne sont pas visés par le protocole de Montréal.

Applications Transition.	Fluides actuels Définitifs.	Fluides de	Fluides supposés
<i>Appareils domestiques</i>	<i>R 12 -- R 500</i>	<i>MP 39 -- FX 56</i>	<i>R 134a -- R 290</i>
<i>Refroidisseurs d'eau.</i>	<i>R 11</i> <i>R 12</i> <i>R 114</i> <i>NH3</i>	<i>R 123</i> <i>R 142b</i>	<i>R 245</i> <i>R 134a</i> <i>NH3</i>
<i>Froid commercial Temp. positive.</i>	<i>R 12</i>	<i>MP 39 -- FX 56</i> <i>R 22</i>	<i>R 134a</i>
<i>Froid commercial Temp. négative.</i>	<i>R 502</i>	<i>HP 80 -- FX 10</i> <i>ISCEON 69 L.</i> <i>R 22</i>	<i>R 404A</i> <i>R 125 -- FX 40</i> <i>R 507 -- R 407A</i>
<i>Froid industriel</i>	<i>NH3 -- R 22</i>	<i>R 22</i>	<i>NH3 -- R 404A</i>
<i>Froid basse Température</i>	<i>R 13B1</i> <i>R 13 -- R 503</i>		<i>ES 20</i> <i>R 23</i>
<i>Climatisation</i>	<i>R 22</i> <i>R 500</i>	 <i>FX 57 -- MP 66</i>	<i>R 134a -- R 410A</i> <i>R 407C</i>
<i>Air conditionné Automobile</i>	<i>R 12</i> <i>R 500</i>		<i>R 134a</i>

III .2. Méthode de reconversion.

Installation avec R 12



« Isoler » le compresseur



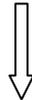
Vidange



Remplacer par huile ester

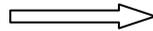


Faire fonctionner l'installation



Isoler

Le compresseur



VIDANGE

« ANALYSE »

Installation avec R 134 a



Changer avec R 134 a



Modifier l'installation



Récupérer le R 12



Charger avec huile ester



Si + 1% huile minérale

Si -- 1% huile minérale

Inconvénients de la méthode.

- Procédure longue et coûteuse (3 vidanges en moyenne)
- Difficulté à établir devis pour client
- Arrêts prolongés de l'installation
- Outillage spécial R 134 a
- Précautions particulières contraignantes
- Prévoir la récupération de l'huile
- Appareils d'analyse simple et peux coûteux non encore disponibles

Conclusion.

- Le remplacement du R 12 est un passage indispensable
- Le manque de recul et l'importance des précautions conduisent à envisager le remplacement par des mélanges de transition, particulièrement bien adaptés, limitant l'importance des modifications.
- Le remplacement par du R 134 a ne doit pas être envisagé pour les installations de faible puissance. Il peut se justifier pour les installations industrielles ou commerciales répétitives.
- Le remplacement du R 12 (de même que sa récupération) peut servir d'argument commercial mais il permet surtout de valoriser le métier de FRIGORISTE.

Régénération des fluides pollués

- Les fluides frigorigènes récupérés dans les installations frigorifiques ne pourront être réutilisés directement que si ils ne présentent pas de Traces de pollutions.
 - Les pollutions peuvent être :
 - Des impuretés solides.
 - De l'huile.
 - De l'eau.
 - De l'air (ou autre in condensables)
 - D'autres fluides frigorigènes.
 - Des acides.
- Pour effectuer le retraitement des fluides pollués, il est nécessaire de disposer d'un équipement relativement complexe permettant :
- La filtration.
 - L'analyse du fluide récupéré (teneur en eau et en acides)
 - La récupération de l'huile.
 - L'évacuation des gaz incondensables.
 - La distillation du fluide.
 - L'évacuation de l'eau et des acides.
 - L'analyse du fluide après régénération.

***Module : Fluides frigorigènes et
récupération des réfrigérants.
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES***

I. TP 1 : intitulé du TP : Récupération des réfrigérants.

I.1. Objectif(s) visé(s) :

- **Récupération des réfrigérants en phase liquide.**
- **Récupération des fluides frigorigènes en phase gazeuse.**

I.2. Durée du TP: DIX (10) heures.

I.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- **Le récupérateur.**
- **Les manifolds.**
- **La clé à cliquet.**
- **La bouteille de récupération.**
- **Le thermomètre électronique.**

b) Matière d'œuvre :

I.4. Description du TP

Après avoir relever les caractéristiques de fonctionnement de l'installation, le stagiaire doit soigneusement vérifier l'étanchéité du circuit puis récupérer le réfrigérant.

I.5. Déroulement du TP

- Sur l'installation en arrêt,brancher les manifolds, la bouteille de récupération et la pompe à vide.
- Tirer l'ensemble à vide.
- Mettre l'installation en route.
- Relever le régime de fonctionnement de l'installation.
- Brancher le récupérateur après avoir accumuler le réfrigérant dans le réservoir.
- Mettre la vanne d'aspiration du récupérateur en position liquide, la vanne noire en position récupération et la vanne de refoulement en position ouvert.
- Récupérer en phase liquide jusqu'à égalisation des pressions.
- Mettre la vanne d'aspiration en position ouverte.
- Exciter la vanne magnétique et les ventilateurs de l'évaporateur s'ils existent.
- Mettre le récupérateur en service et récupérer en phase vapeur jusqu'à la pression atmosphérique.

II. TP 2 : intitulé du TP : CHANGEMENT D'HUILE DU COMPRESSEUR.

II.1. Objectif(s) visé(s) :

- **Récupérer l'huile contaminée.**
- **Charger le compresseur avec de l'huile neuve.**
-

II.2. Durée du TP: QUATORZE(14) HEURES.

II.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- **Pompe à vide.**
- **Les manifolds.**
- **La bouteille pour vidanger l'huile.**
- **Le thermomètre électronique.**
- **La caisse à outil.**

b) Matière d'œuvre :

-
- **L'huile frigorigène.**
- **Le réfrigérant.**
- **Kit de test de l'acidité de l'huile.**
- **Filtre déshydrateur.**

II.4. Description du TP :

Le stagiaire doit savoir les méthodes utilisées dans le domaine du FROID pour le changement de l'huile des compresseurs.

II.5. Déroulement du TP

- *Raccorder le bouteille de vidange d'huile au carter du compresseur et à la pompe à vide.*
- *Tirer la bouteille au vide.*
- *Ouvrir la vanne sur le raccordement carter et la bouteille.*
- *Laisser l'huile circuler par différence des pressions du carter vers la bouteille.*
- *Une fois les deux pressions deviennent égales, fermer la vanne et tirer la bouteille au vide puis ouvrir la vanne.*
- *Répéter cette opération jusqu'à vidange complète du carter.*
- *Tirer cette fois le compresseur au vide, après avoir raccorder son carter au bidon d'huile neuve.*
- *Ouvrir la vanne sur le tuyau qui relie le carter avec le bidon d'huile.*
- *Laisser remplir le carter jusqu'à $\frac{3}{4}$ du verre d'huile.*
- *Charger l'installation en fluide frigorigène.*
- *Relever les caractéristiques de l'installation.*

Evaluation de fin de module

1. Citer trois fluides frigorigènes de famille CFC / 5pts.
2. Citer trois réfrigérants de type HFC / 5pts.
3. De quels corps chimiques sont composés les HCFC / 5pts. 4.
Citer les caractéristiques de choix d'un fluide frigorigène / 10pts.
5. Définir UN fluide de transition / 5pts.
6. Définir un fluide de substitution / 5pts.
7. Faire le schéma de branchement du RG5000
Sur une installation frigorifique. / 15pts.
8. Vous êtes appeler à récupérer le fluide frigorigène.
Comment procédez-vous ! / 20pts.
9. Pourquoi lors de la récupération on est obligé / 10pts.
A – D'exciter l'électrovanne. / 5pts.
B - DE mettre les ventilateurs de l'évaporateur en marchent..... / 5pts.
10. Expliquer les méthodes utilisées pour détecter les fuites / 10pts

Liste des références bibliographiques.

Ouvrage	Auteur	Edition
<i>La récupération des CFC</i>	<i>Paul GODIN Michel MISSENARD</i>	<i>1995</i>
<i>Formulaire du froid</i>	<i>R.RAPIN</i>	<i>1985</i>
<i>Utilisation industrielle du froid.</i>	<i>Lahmam BENNANI</i>	<i>1991</i>
<i>Des séminaires animés en France et au MAROC</i>		
<i>Itinéraire du frigoriste</i>	<i>Jacques BERNIER</i>	<i>1995</i>

