



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

FROID ET GÉNIE THERMIQUE

RÉSUMÉ THÉORIQUE & GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

Module n° 10

FLUIDES FRIGORIGÈNES ET RECUPERATION DES FREONS

Spécialité :

Maintenance Hôtelière

Niveau :

Technicien



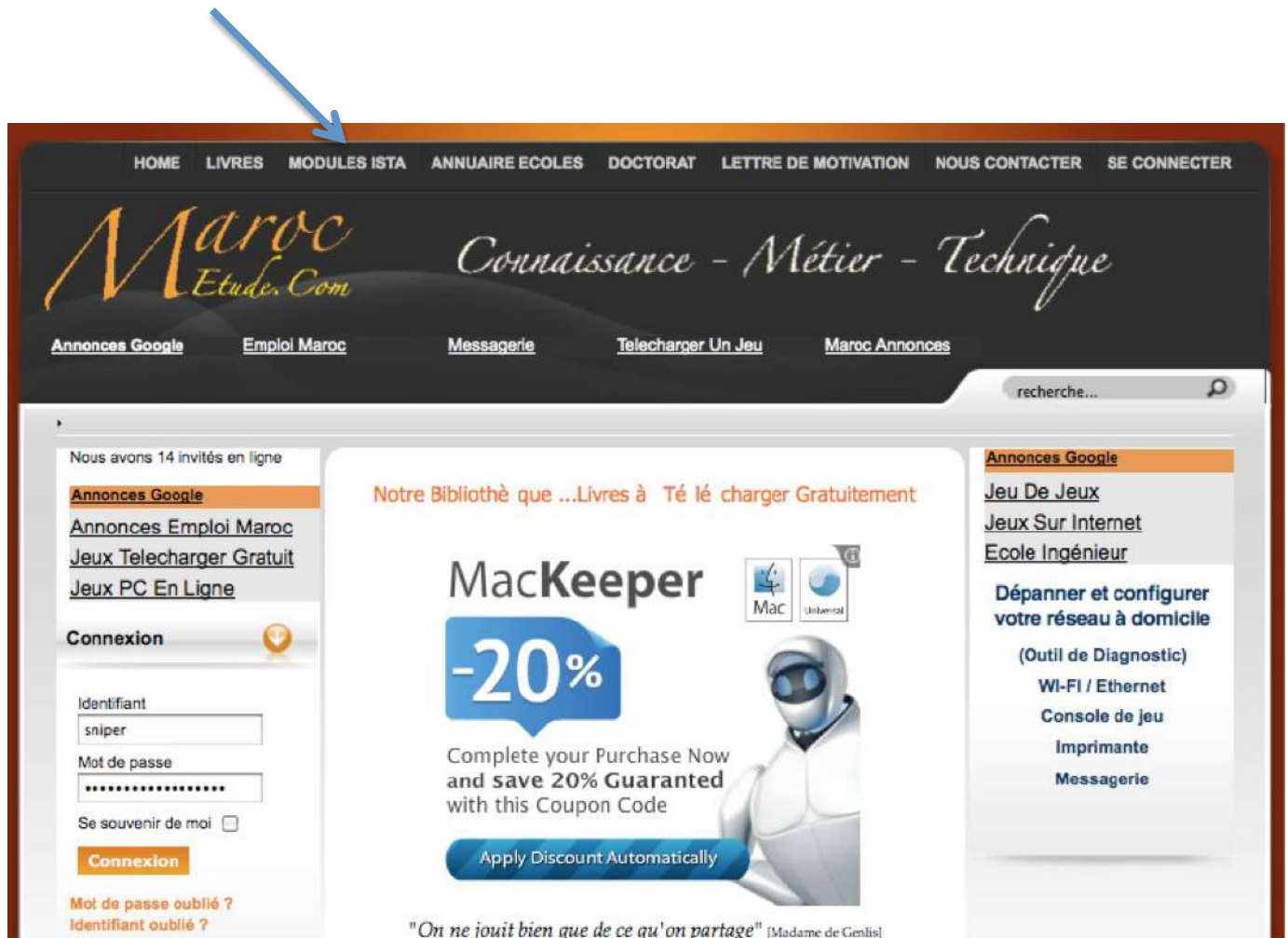
Décembre 2005

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com

Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The screenshot shows the website interface for Maroc Etude.Com. At the top, a navigation bar contains the following links: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. Below the navigation bar is the site's logo, "Maroc Etude.Com", and the tagline "Connaissance - Métier - Technique". A secondary navigation bar includes links for "Annonces Google", "Emploi Maroc", "Messagerie", "Telecharger Un Jeu", and "Maroc Annonces". A search bar is located on the right side of the page.

The main content area is divided into three columns:

- Left Column:** Contains a notification "Nous avons 14 invités en ligne", a list of links under "Annonces Google" (Annonces Google, Annonces Emploi Maroc, Jeux Telecharger Gratuit, Jeux PC En Ligne), a "Connexion" section with a dropdown arrow, a login form with fields for "Identifiant" (containing "sniper") and "Mot de passe", a "Se souvenir de moi" checkbox, and a "Connexion" button. Below the form are links for "Mot de passe oublié ?" and "Identifiant oublié ?".
- Center Column:** Features a promotional banner for "MacKeeper" with a "-20%" discount. The text reads: "Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement", "MacKeeper -20%", "Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code", and "Apply Discount Automatically". It includes logos for "Mac" and "Universal" and an image of a robot. At the bottom, it quotes "On ne jouit bien que de ce qu'on partage" [Madame de Genlis].
- Right Column:** Contains a "recherche..." search bar and a list of links under "Annonces Google": "Jeu De Jeux", "Jeux Sur Internet", "Ecole Ingénieur", "Dépanner et configurer votre réseau à domicile", "(Outil de Diagnostic)", "Wi-Fi / Ethernet", "Console de jeu", "Imprimante", and "Messagerie".

REMERCIEMENTS

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

Pour la supervision :

Mr. GHRAIRI Rachid *Directeur du CDC Froid et Génie Thermique*
Mr. BOUJNANE Mohamed *Chef du pôle Froid et Génie Thermique*

Pour l'élaboration :

Mr. Elbyar Abdelaziz

Pour la validation :

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.

M. SAID SLAOUI
DRIF

SOMMAIRE

Page

RESUME THEORIQUE

A) PREMIERE PARTIE	8
PRINCIPAUX FLUIDES FRIGORIGENES EMPLOYES DANS LE DOMAINE DU FROID	9
• Définition	10
• Classifications des Fluides	
• Critères De Choix D'un Fluide	12
• Fluides Frigorigènes Les Plus Employés En Froid Commercial Et Climatisation	13
• Relation Pression/Température	14
• Nomenclature D'un Fluide	15
• Exercices De Synthèse	18
B) DEUXIEME PARTIE	19
ENTRETIEN PREVENTIF DES EQUIPEMENTS	
• Réduction Des Emissions Des Chlorofluorocarbures	20
• Conséquences De L'utilisation Des CHLOROFLUOROCARBURES SUR L'environnement	
• Principaux Aspects De La Réglementation Concernant Les Chlorofluorocarbures	
• Principales Méthodes De Détection Des Fuites	22
• Exercices De Synthèse	26
C) TROISIEME PARTIE	27
PRINCIPAUX RECUPERATEURS DE FLUIDES FRIGORIGENES	
• Propriétés Physicochimiques Des Fluides Frigorigènes Utilisés	28
• Et Préservation De L'environnement	29
• Modes De Récupération Des Fluides Frigorigènes Et Principaux Types De Récupérateurs	33
• Exercices DE Synthèse	43
D) QUATRIEME PARTIE	
MANIPULATION ET ENTREPOSAGE DES FLUIDES FRIGORIGENES	44

• <i>Opérations de confinement des fluides frigorigènes</i>	45
• <i>Réglementation et normalisation en matière de conditionnement des bouteilles de récupération des fluides frigorigènes.</i>	47
E) CINQUIEME PARTIE	51
CHANGEMENT DES FLUIDES PROHIBES PAR DES REFRIGERANTS DE REMPLACEMENT	
• <i>LES Fluides Frigorigènes De Remplacement</i>	52
• <i>Instructions SUR METHODE DE RECONVERSION</i>	53
• <i>Exercices de synthèse</i>	55

GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

EXERCICE PRATIQUE 1 : Moyens De Détection De Fuite	58
EXERCICE PRATIQUE 2 : Transfert D'un Fluide Au Moyen D'une Station De Récupération De Charge	60
EXERCICE PRATIQUE 3 : Récupération D'un Fluide En Phase Liquide Par Gravite	62
EXERCICE PRATIQUE 4 : Récupération D'un Fluide En Phase Liquide Par Dépression	63
EXERCICE PRATIQUE 5 : Reconversion D'une Installation Frigorifique	65

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPETENCES

Récupérer les fluides frigorigènes.

PRESENTATION

Ce module de compétence particulière est étudié dès la 1ère semaine du 2^{ème} année de formation

DESCRIPTION

L'objectif de ce module est de faire acquérir les connaissance de base pour :

- Effectuer l'entretien préventif
- Récupération des réfrigérants
- Remplacer le fluide par un autre de substitution.
- Manipuler entreposer les fluides

CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT

L'apprentissage de ce module devra débiter la deuxième semaine du deuxième semestre de la deuxième année de formation avec les notions de montage d'un circuit frigorifique simple.

Les stagiaires devrait travailler individuellement une progression du degré de difficulté des différents montages réalisés par les stagiaires s'avère une stratégie pédagogique utile à l'atteinte de la compétence visée.

- Réglementation et normes qui régit l'utilisation des C.F.C.
- Identification des réfrigérants.
- Respect des règles de sécurité.
- Utilisation des moyens de détection.
- Utilisation des stations de récupération.

CONDITION D'EVALUATION

Individuel à partir des :

- Consignes du formateur
- Documents techniques
- A l'aide des :
- Outils et matériel nécessaire

OBJECTIFS	ELEMENTS DE CONTENU
A) -Définir les principaux fluides	-définition d'un fluide frigorigène

<p>frigorigènes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Classifier les principaux fluides frigorigènes - Choisir le fluide frigorigène convenable pour l'installation considérée 	<ul style="list-style-type: none"> -classification des fluides frigorigènes utilisés dans le domaine du froid -critères de choix d'un fluide frigorigène -nomenclature d'un fluide -exercices de synthèse
<p>B)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Décrire les conséquences environnementales de l'utilisation des réfrigérants - Décrire les principaux aspects de la réglementation concernant les chlorofluorocarbones - Distinguer différents réfrigérants (vus dans la première partie) - Lire et interpréter des paramètres à partir d'abaques et de diagrammes de réfrigérants - Décrire les principales méthodes de détection de fuite de fluide frigorigène 	<ul style="list-style-type: none"> -Réduction des émissions des chlorofluorocarbures- impact sur l'environnement -Principaux aspects de la réglementation internationale -principales méthodes de détection des fuites et entretien préventif des équipements frigorifiques - Exercices de synthèse
<p>C)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Décrire et Distinguer les principaux types de récupérateurs réfrigérants - Décrire les principaux modes de transfert des fluides frigorigènes. - Exercices de synthèse 	<ul style="list-style-type: none"> - Les Propriétés physico-chimiques des fluides frigorigènes - Préservation de l'environnement - Modes de récupération des fluides frigorigènes et Principaux types de récupérateurs - Exercices de synthèse
<p>D)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Opérations de confinement des fluides frigorigènes - Réglementation et normalisation en matière de conditionnement des bouteilles de récupération des fluides frigorigènes. - Evaluation de synthèse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire les différentes opérations de confinement des fluides frigorigènes - Respecter la réglementation en matière de manipulation de bouteilles de récupération
<p>E) -Les fluides frigorigènes de remplacement (de transition ou de substitution) -Instructions sur la méthode de reconversion -Exercices d'évaluation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Définir le fluide de remplacement - Maîtriser la procédure de remplacement d'un fluide ou de reconversion d'une installation - Effectuer la mise au point de la nouvelle installation.

Dès à présent le frigoriste se doit de :

- Respecter notre terre et ne jamais purger à l'atmosphère le fluide d'installations frigorifiques.
- Récupérer sans les mélanger les fluides frigorigènes usagés dans des récipients spécialement conçus pour cette fonction .
- Récupérer de même l'huile frigorifique usagée.
- Effectuer toutes les brasures sous flux d'azote afin d'éviter la formation de gaz toxique.
- Transmettre les récipients de fluides usagés dans des centres de régénération (généralement assurée par les producteurs de fluide).
- Concevoir les nouvelles installations avec des fluides de substitution non nuisibles pour l'environnement, et avec des accessoires permettant une vidange facile de l'installation fluide.

**AVOIR LE REFLEXE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
POUR TOUTES SES INTERVENTIONS.**

Module n°10
Fluides frigorigènes et Récupération des
Fréons

RESUME THEORIQUE ***durée : 26h***

PREMIERE PARTIE

PRINCIPAUX FLUIDES FRIGORIGENES EMPLOYES DANS LE DOMAINE DU FROID

Temps alloué : 4h

Objectifs :

- *Définir les principaux fluides frigorigènes*
- *Classifier les principaux fluides frigorigènes*
- *Choisir le fluide frigorigène convenable pour l'installation considérée*

Contenu :

- définition d'un fluide frigorigène*
- classification des fluides frigorigènes utilisés dans le domaine du froid*
- critères de choix d'un fluide frigorigène*
- nomenclature d'un fluide*
- exercices de synthèse*

LES PRINCIPAUX FLUIDES FRIGORIGENES UTILISES DANS LE DOMAINE DU FROID.

1 - DEFINITION.

Les fluides frigorigènes sont des composés chimiques facilement liquéfiables et dont on utilise les changements d'état physiques comme source de production de froid (libération de la chaleur latente d'évaporation).

Dans un système de réfrigération ; c'est le fluide frigorigène qui accomplit le transfert de chaleur , et par conséquent l'élément essentiel pour la production du froid

Les hydrocarbures légers tels que le méthane, l'éthyle, le propane qui sont des dérivées du pétrole, sont utilisés en tant que fluides frigorigènes malgré leur grande inflammabilité.

2- CLASSIFICATION DES PRINCIPAUX FLUIDES FRIGORIGENES.

2..1 - Les C.F.C

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)

2.2 - Les HCFC

Le second groupe est le groupe de Hydro Chlorofluorocarbures 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 CFC.

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

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

2.3 - Les HFC.

Le troisième groupe est le groupe des HydrofluoroCarbures appelés HFC. Ils contiennent de l'hydrogène, du Fluor et du Carbone. Ils 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)

3- LES CRITERES DE CHOIX D'UN FLUIDE FRIGORIGENE.

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.

4- LES FLUIDES UTILISES EN FROID COMMERCIAL ET CLIMATISATION.

- 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.
- (en France) : R502.
- 1967 : R503.

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

- Ammoniac NH₃
- Dichlorodifluorométhane CCL₂F₂
- Acide carbonique CO₂
- Monochlorodifluorométhane CHClF₂
- Trichloromonofluoroéthane CCL₃F
- Monochlorotrifluorométhane CCLF₃
- Le dichlorodifluorométhane ou R12 (CCL₂F₂)
- Le mélange azéotrope de R22 et de R115 (pentafluoromono-chloroéthane, C₂ClF₅) connu sous la référence R502
- Le monochlorotrifluorométhane ou R13 (CCLF₃)
- Le tétrafluorodichloroéthane ou R114 (C₂Cl₂F₄).

5-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 R12 6,500 bars abs.
- Pour le R22 10,520 bars abs.

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

- Pour le R11 1,748 bar abs.
- Pour le R12 9,582 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° C pour le R11.
- 29,8° C pour le R12.
- 40,8° C pour le R22.

6-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.

7 - Nomenclature d'un fluide :

Les fluides frigorigènes sont désignés par une nomenclature **Dérivées du méthane ,de l'éthane ou du propane**

En partant de la droite

Le premier chiffre : nombre d'atome de fluor

Le deuxième chiffre : nombre d'atome d'hydrogène plus un

Le troisième chiffre : nombre d'atome d'hydrogène moins un

Les dérivées du méthane

Exemple : CFC12 HCFC22 HFC32

Les dérivées de l'éthane appartiennent à la série 100

Exemple : HFC134a (la lettre a caractérise l'asymétrie de la molécule)

Les dérivées du propane appartiennent à la série 200

Exemple : CFC12 OU R12 (la lettre R signifie réfrigérant)

2 atomes de fluor

0 atome d'hydrogène

1 atome de carbone

2 atomes de chlore .On détermine le nombre d'atome de chlore on considérant que le carbone a 4 valences, que 2 sont occupés par les de deux atomes de fluor et qu'il en reste 2 pour les atomes de chlore .

HFC 134a

4 atomes de fluor

2 atomes d'hydrogène

2 atomes de carbone

0 atome de chlore

Autres fluides frigorigènes :

Série 400 : mélanges zéotropiques : exemple HFC 404A (A désigne la symétrie de la molécule)

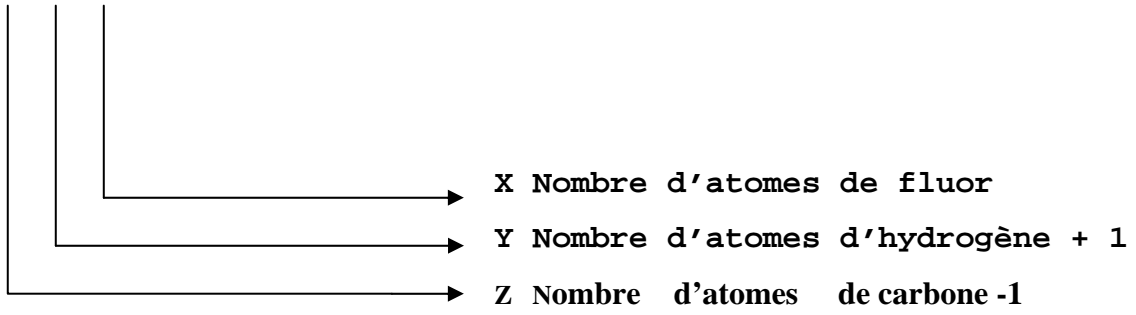
Série 500 : mélanges azéotropiques : exemple R 502

Série 600 : mélange organiques : exemple R 600a isobutane

Série 700 : fluide inorganique : exemple R 717 ammoniac

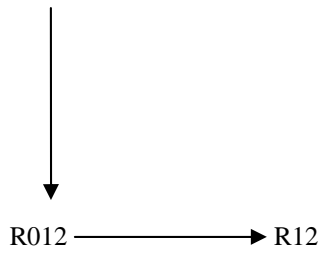
(masse molaire = 17) , R 744 dioxyde de carbone

R Z Y X



R12 : CCL2F2

X : 2
Y : 0+1
Z : 1-1 = 0



Exercices de synthèse :

- 1- citer les 3 catégories des fluides frigorigènes dérivées du méthane ou du méthane
- 2- distinguer entre un fluide azéotrope et un fluide zéotrope
- 3- le phénomène de glissement de température oblige à toujours charger une installation en :
 - vapeur uniquement
 - liquide uniquement
 - liquide et vapeur ?
 - Choisir la bonne réponse.
 - Justifier la réponse en précisant dans quel type d'appareil de installation peut se produire ce phénomène .
- 4- cocher la case qui correspond à la bonne réponse :

Un fluide parfait est un fluide qui présente les qualités suivantes :

	vrai	faux
Chaleur latente de vaporisation très élevée		
Taux de compression élevé		
Faible effet sur la couche d'ozone		
Rapport de chaleur massique élevé		
Point d'ébullition sous pression atmosphérique suffisamment bas compte tenu des conditions de fonctionnement désirées		

- 5- parmi les fluides suivants entourer d'un cercle celui qui est un corps pur

R134a R502 R404A R22 R12 R407C

DEUXIEME PARTIE

ENTRETIEN PREVENTIF DES EQUIPEMENTS FRIGORIFIQUES

Temps alloué : 6h

Objectifs :

- *Décrire les conséquences environnementales de l'utilisation des réfrigérants*
- *Décrire les principaux aspects de la réglementation concernant les chlorofluorocarbones*
- *Distinguer différents réfrigérants (vus dans la première partie)*
- *Lire et interpréter des paramètres à partir d'abaques et de diagrammes de réfrigérants*
- *Décrire les principales méthodes de détection de fuite de fluide frigorigène*

Contenu :

- Réduction des émissions des chlorofluorocarbures-impact sur l'environnement*
- Principaux aspects de la réglementation internationale*
- principales méthodes de détection des fuites et entretien préventif des équipements frigorigènes*
- *Exercices de synthèse*

1- Réductions des émissions des chlorofluorocarbures

1.1 Conséquences de l'utilisation des réfrigérants contenant des chlorofluorocarbones sur l'environnement :

Les hydrocarbures halogènes (CFC, HCFC et HFC) contribuent à l'effet de serre de la planète en même titre que le CO₂ ou le méthane .
Ceux qui contiennent du chlore ou du brome :appauvrissement la couche d'ozone .

Dans le souci de préserver notre environnement et notamment par respect des générations futures,la communauté internationale a signé deux accord internationaux .

- 1- Le protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.
- 2- La convention cadre des nations unies sur les changements climatiques.

A fin de répondre aux dispositions de ces textes,tous les opérateurs concernés ont accompli un travail remarquable au cours des dernières années afin de faire face à ce danger qui menace l'humanité,la nature et les animaux .

1.2 Principaux aspects de la réglementation concernant les chlorofluorocarbones.

1.2.1 :Introduction sur la couche d'ozone

L'ozone (stratosphérique :O₃)partie de l'atmosphère situé entre 12 et 50 Km d'altitude ,constitue un bouclier protecteur du rayonnement ultra violet de faible longueur d'onde . Les effets de rayonnement UVB généralement cités sont :cancer de peau,cataracte,diminution des actions immunitaires etc.

D'autre part les CFC, lorsqu'ils sont libérés dans l'atmosphère sont dissociées par le rayonnement UV de faible longueur d'onde. Les atomes de chlore sont libérés, deviennent actifs,et sont en mesure de catalyser les réactions de transformations d'ozone en oxygène en contribuant à la destruction de la couche d'ozone stratosphérique

1.2.2 : Réglementation internationale

La communauté internationale alertée notamment par le « trou de la couche d'ozone » a décidé d'agir et a signé différent accords internationaux , notamment :

- 1985 : convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone

- 1987 : protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone
- 1990 : amendement de Londres (entrée en vigueur 1992)
- 1992 : amendement de Copenhague (entrée en vigueur 1994)
- 1995 : amendement de Vienne

1.2.2 Effet de serre :

Effet de serre augmente considérablement la température moyenne de la planète. Cependant il émet un rayonnement de courte longueur d'onde (UV visible et proche de l'infrarouge).

Environ 50% de ce rayonnement pénètre jusqu'au sol .Il est absorbé par la terre qui émet un rayonnement sensible de même puissance,mais de plus grande longueur d'onde(entre 5 et 100m) ;il s'agit de l'infrarouge lointain. Mais ce rayonnement est partiellement absorbé par des gaz à effet de serre qui sont transparents au rayonnement solaire incident mais opaques à celui émet par la terre. Ces gaz radiativement actifs sont soit naturels(CO2,vapeur d'eau,ozone,...) soient anthropiques (NO2 ;CH4 ;CFC ;HCFC ;HFC...).

Influence des fluides frigorigènes :

GAZ	Effet de serre %
CO2	64
Ch4	19
CFC	10
NO2	6
Divers.....	1

2. Principaux moyens de détection de fuites de fluides frigorigènes.

2.1- Détection des fuites :

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.

La détection des fuites s'effectue lorsque l'installation est sous pression .

Pour les fluides frigorigènes CFC et HCFC. La détection des fuites s'effectue avec de l'eau savonneuse en liquide ou en bombe, une lampe haloïde ,un détecteur électronique ,un colorant,ou un additif fluorescent et une lampe à UV.

Pour les fluides HFC . (Fluides de substitution) La détection des fuites s'effectue avec de l'eau savonneuse en liquide ou en bombe ,avec un détecteur électronique spécifique au HFC ,ou un additif fluorescent et une lampe à UV.

Pour l'ammoniac . La détection de fuite s'effectue avec de l'odorat, une mèche soufrée,de l'eau savonneuse ou un détecteur électronique spécifique.

Pour détecter les fuites, on déplace l'organe détecteur en chaque point de l'installation susceptible de produire une fuite :

- Brasure ou soudure
- Collets coniques
- Raccords
- Presse-étoupe etc....

Un certain nombre d'appareils ou de procédés très différents dans leur principe permettent de détecter les fuites avec une plus grande précision.

La première des choses à faire sera de regarder attentivement à l'extérieur du circuit pour y détecter la présence éventuelle traces d'huile frigorifique, ceci est en faite une 1^{ère} méthode de détection de fuites.

2.2 Vérification de l'étanchéité d'un circuit frigorifique.

La détection des fuites est d'autant plus facile que la pression dans le circuit sera élevée.

Il convient de mettre le circuit sous pression s'il ne l'est pas déjà, avec un fluide facilement détectable d'une part et ayant une pression suffisante d'autre part.

Procédure :

Test d'étanchéité primaire sous pression d'azote ou d'air comprimé sec et détection à l'eau savonneuse, on pourra élever progressivement la pression à 10 bars.

Réparation des fuites éventuelles

Test de pression avec mélange d'azote sec contenant une faible quantité de R22 (5%)

La lampe haloïde

Le fonctionnement de cette lampe 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.

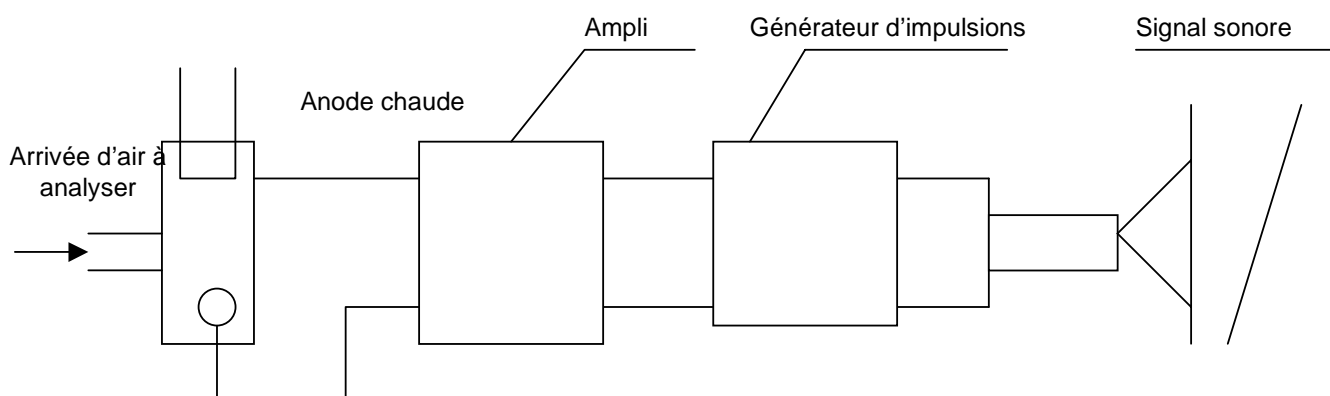
En cas de fuite la flamme qui est normalement d'un bleu léger prend immédiatement une teinte verdâtre. Si la fuite est importante la flamme devient bleue turquoise, si les vapeurs sont en très grande quantité la lampe dégage alors une fumée âcre et toxique et à la limite s'éteint.

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.

- Le détecteur électronique

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 0,3g 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.

3- EXERCICES DE SYNTHÈSE

- Réglementation concernant les chlorofluorocarbures
- Détection de fuites

Exercice 1)

- a- Quel est le rôle de la couche d'ozone stratosphérique
- b- Citer les effets des rayonnements UVB sur la vie humaine
- c- Quel est l'élément le plus nuisible pour la couche d'ozone stratosphérique dans la molécule CFC.

Exercice 2)

- a- Citer les différents accords internationaux signés par la communauté internationale
- b- Quel est le rôle de l'effet de serre ?
- c- Qu'est ce qu'un gaz à effet de serre ?
- d- Parmi les fluides suivants soulignez ceux qui sont à effet de serre :

Vapeur d'eau , CO₂ ,NH₃ ,HFC, HCFC,CFC

Exercice 3)

- a- citer les moyens de détection de fuites
- b- quel est le moyen de détection le plus efficace ?
Expliquer
- c- comparer entre une détection à la lampe haloïde et détection à l'eau savonneuse.

TROISIEME PARTIE

PRINCIPAUX RECUPERATEURS DE FLUIDES FRIGORIGENES
--

Temps alloué : 5 h

Objectifs :

- *Décrire et Distinguer les principaux types de récupérateurs de réfrigérants*
- *Décrire les principaux modes de transfert des fluides frigorigènes.*

Contenu :

- *Les Propriétés physico-chimiques des fluides frigorigènes*
- *Préservation de l'environnement*
- *Modes de récupération des fluides frigorigènes et Principaux types de récupérateurs*
- *Exercices de synthèse*

1-Propriétés Physico-chimiques des Fluides Frigorigènes les plus utilisées

Voir tableaux ci-dessus

Caractéristiques techniques	R 12	R409A (fx56)	R134a	R22	R502	R408A (Fx10)	R404 A (fx70)	
Masse molaire en g/mol	120,9 2	97,40	102,0	86,48	111,6 4	87,00	97,60	
Température de fusion en °c	-158		-101	-160	-160			
Température d'ébullition à 1atm en °c	-29,8		-26,4	-40,8	-45,6			
Température critique en °c	+112	+107,0 0	+101	+96	+82,1 6	+83,50	+72,00	
Pression critique en bar absolu	41,15	46,00	40,,7	49,77	40,75	43,40	37,40	
Capacité thermique massique du liquide A +30°C en kJ/kj.k	0,987	1,281	1,445	1,30	1,27	1,59	1,72	
Capacité thermique de la vapeur à +30°C et 1 atm en kJ/kj.k.	0,607	0,709	0,882	0,636	0,703	0,806	0,887	
Rapport des capacités thermiques massiques (CP/CV) à 30°C et 1 atm	1,138	1,147	1,116	1,177	1,135	1,144	1,114	
Viscosité du liquide à +30°C en centipoise (10-3 Pa.s)	0,208		0,2	0,194	0,172	0,134	0,123	
Tension superficielle à +30°C en dyne par centimètre (10-3n/m).	8,01		7,45	7,40	5			
Rigidité diélectrique à +23 et 1 atm	2,4		1,1	1,3	1,3			

	R22	R404A	R407C	R134a	R410A	R290	R717
Temp ébullition à Patm	-40.85	-46.60	-44.26	-26.40	-52.06	-42.08	-33.50
Intervalle de distillation °c	0	0.80	7.16	0	0.02	0	0
ODP	0.050	0	0	0	0	0	0
GWP/100ans	1700	3700	1600	1300	1900	3	0
Puissance frigorifique		<3%à>5%	<0à17%	<30à50%	>45%	<8à15%	<15%
Rendement énergétique		<8à15	<6à18%	<10%à>3%	<7à8%	>1à4%	>2à15%
Température de refoulement		<13à60°C	<3à10°C	<15à25°C	<0à12°C	<15à45°C	>25à100°C
Pression condensation +40°C(bar abs)	15.37	18.32	16.47	10.10	24.21	13.78	15.55
Taux de compression à+5/+40°C	2.64	2.57	2.78	2.89	2.59	2.51	3.01

2- La préservation de l'environnement

.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.

.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.

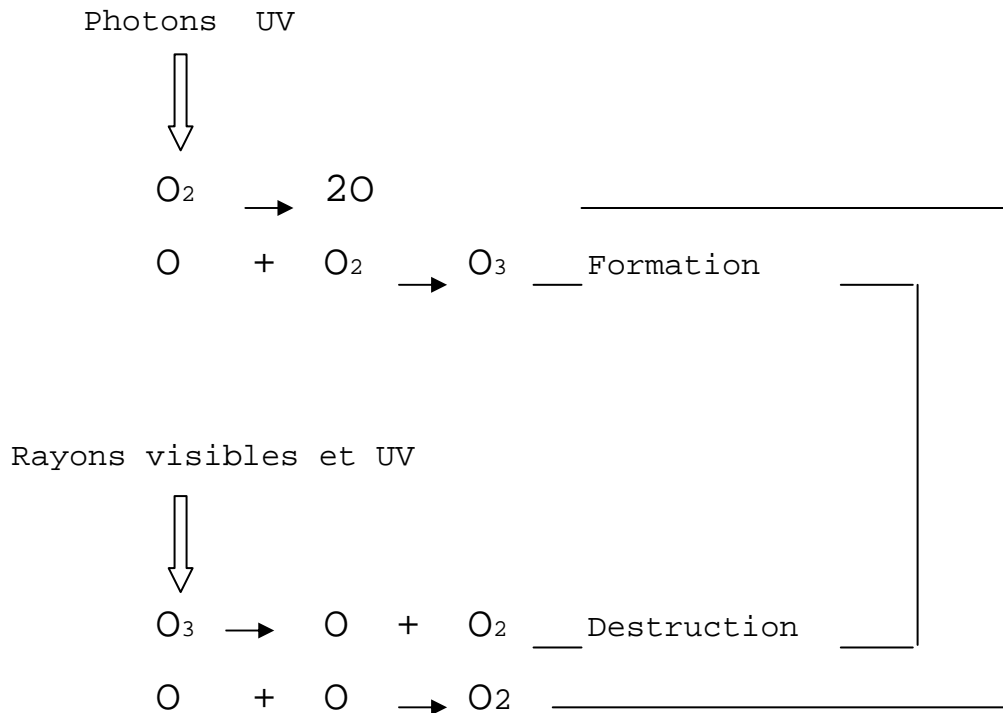
a) L'OZONE

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.)

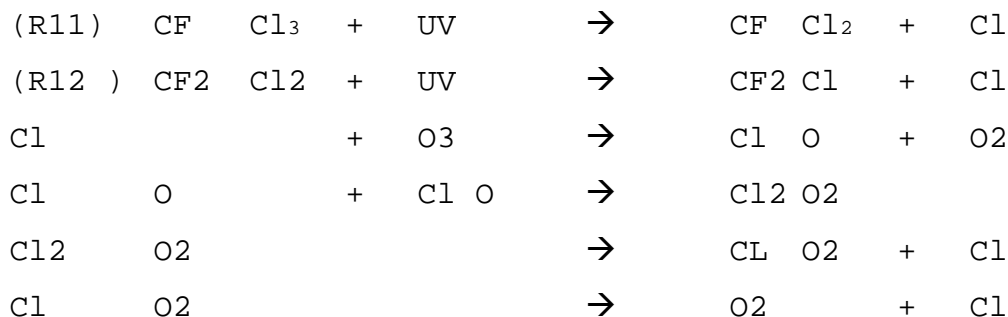
IL VA DE SOI QUE SANS L'ATMOSPHERE LA VIE SERAIT IMPOSSIBLE SUR LA TERRE

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(O₃)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.

b) 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.

3-Les modes de récupération et principaux types de récupérateurs.

Il existe deux modes pour la récupération de fluides frigorigènes : Récupération en phase liquide et récupération en phase gazeuse.

A- Récupération en phase liquide.

Récupération plus efficace et plus rapide .4 types de possibilités s'ouvrent pour le transfert en phase liquide :par gravité, par dépression, par pompe centrifuge ou pneumatique,et enfin par refroidissement.

Le récupération en phase liquide permet de transférer rapidement de l'ordre de 94% de la charge totale récupérable d'une installation. Il ne reste plus alors qu'une phase gazeuse à la pression d'équilibre liquide/vapeur correspondant à la température de l'installation.

a)par Gravité.(fig.1)

- 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.
- Le réservoir de liquide comporte en partie basse une vidange
- La tuyauterie de liaison liquide entre les deux bouteilles ne doit pas remonter au dessus du niveau bas du réservoir
- Un élément favorable : les bouteilles de récupération sont tirées au vide pour faciliter l'opération de transfert du fluide.

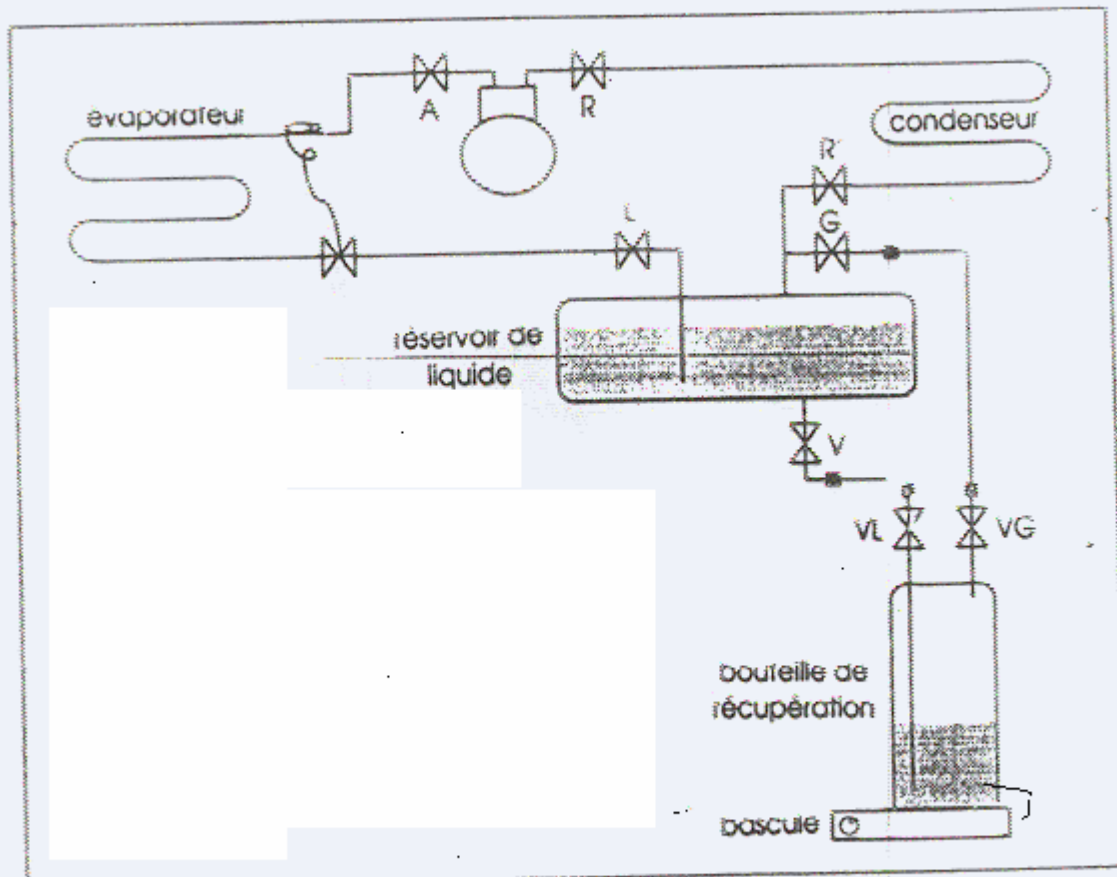


Figure 1 Transfert par gravité.

b) par dépression.

Les bouteilles de récupération sont livrées tirées au vide, il est possible d'utiliser ce fait pour transférer le liquide du réservoir de liquide vers la bouteille, le transfert s'effectuant alors par différence de pression. Ce transfert sera d'autant plus rapide que le liquide contenu dans l'installation sera à température élevée ce qui est facilement réalisable pendant la phase de transfert du liquide vers le réservoir liquide HP si l'installation est en état de marche et qu'il est possible de limiter les échanges thermiques au condenseur en agissant avec prudence sur la circulation de son fluide de refroidissement.

Inconvénient de ce type de transfert :

- vidange limitée car les pressions du réservoir et de la bouteille finissent par s'équilibrer : masse liquide transférée de l'ordre de 20% à 50% de celle que peut contenir la bouteille de récupération.
- Il est nécessaire de continuer la récupération par une autre méthode

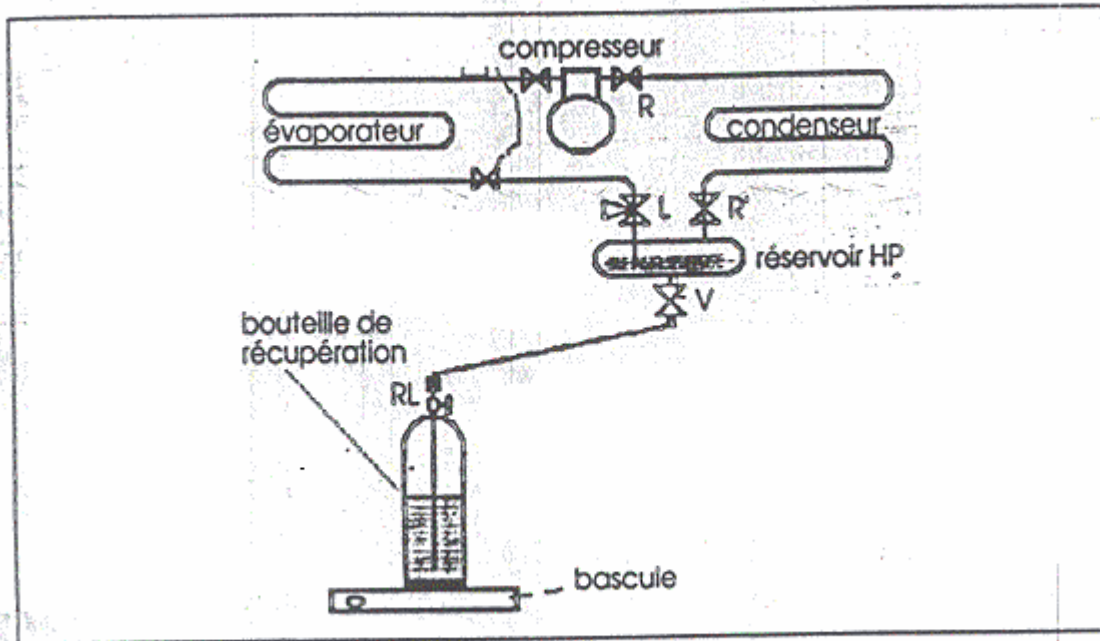


Figure 2. Transfert de liquide par dépression.

c) 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.

Remarques :

Les pompes à liquide pneumatiques d'air comprimé sont bruyantes. Leur technologie leur permet d'aspirer indifféremment du gaz ou du liquide. A l'inverse les pompes de type centrifuges sont conçues pour aspirer uniquement du liquide et elles n'acceptent pas d'aspirer trop longtemps de vapeur sans risquer de très sérieuses détériorations.

Conditions de transfert :

- Le réservoir de liquide de l'installation doit comporter une vanne de vidange en partie basse de l'installation
- La pompe de transfert liquide frigorigène doit pour s'amorcer être placée sous le niveau bas du réservoir de liquide de l'installation.
- Une tuyauterie d'équilibrage gaz pourra relier le volume gazeux de la bouteille et du réservoir afin de limiter les risques de cavitation.

Exemple de transfert utilisant le compresseur de l'installation
(supposé en état de fonctionnement) :

On fait tourner le compresseur pour ramener le liquide au réservoir HP, la vanne départ liquide (L) étant fermée. On isole ensuite le réservoir par la vanne (VG) de bouteille de récupération. On raccorde l'aspiration de la pompe sur la vanne de vidange (V).

Quant tout le liquide sera transféré dans la bouteille, la masse indiquée par la balance n'augmentera plus et il faudra arrêter très rapidement la pompe (centrifuge) pour éviter de l'endommager.

Il ne restera plus que du gaz dans l'installation (environ 10% de la charge totale initiale) et il faudra terminer la récupération en utilisant un groupe de transfert.

d) Transfert en phase liquide par refroidissement (fig.3)

L'installation à vider doit posséder une vanne départ liquide équipée d'une prise de pression afin de pouvoir ramener tout le liquide dans le réservoir et raccorder la bouteille de récupération.

La bouteille de récupération doit être plus froide que le réservoir. Pour ce faire, on dispose de glace et d'un récipient voir fig.5 ci-dessous, ou on place la bouteille en chambre froide. La température de refroidissement ne doit pas descendre en dessous de -20°C sous peine de ne pas fragiliser les matériaux constituant la bouteille.

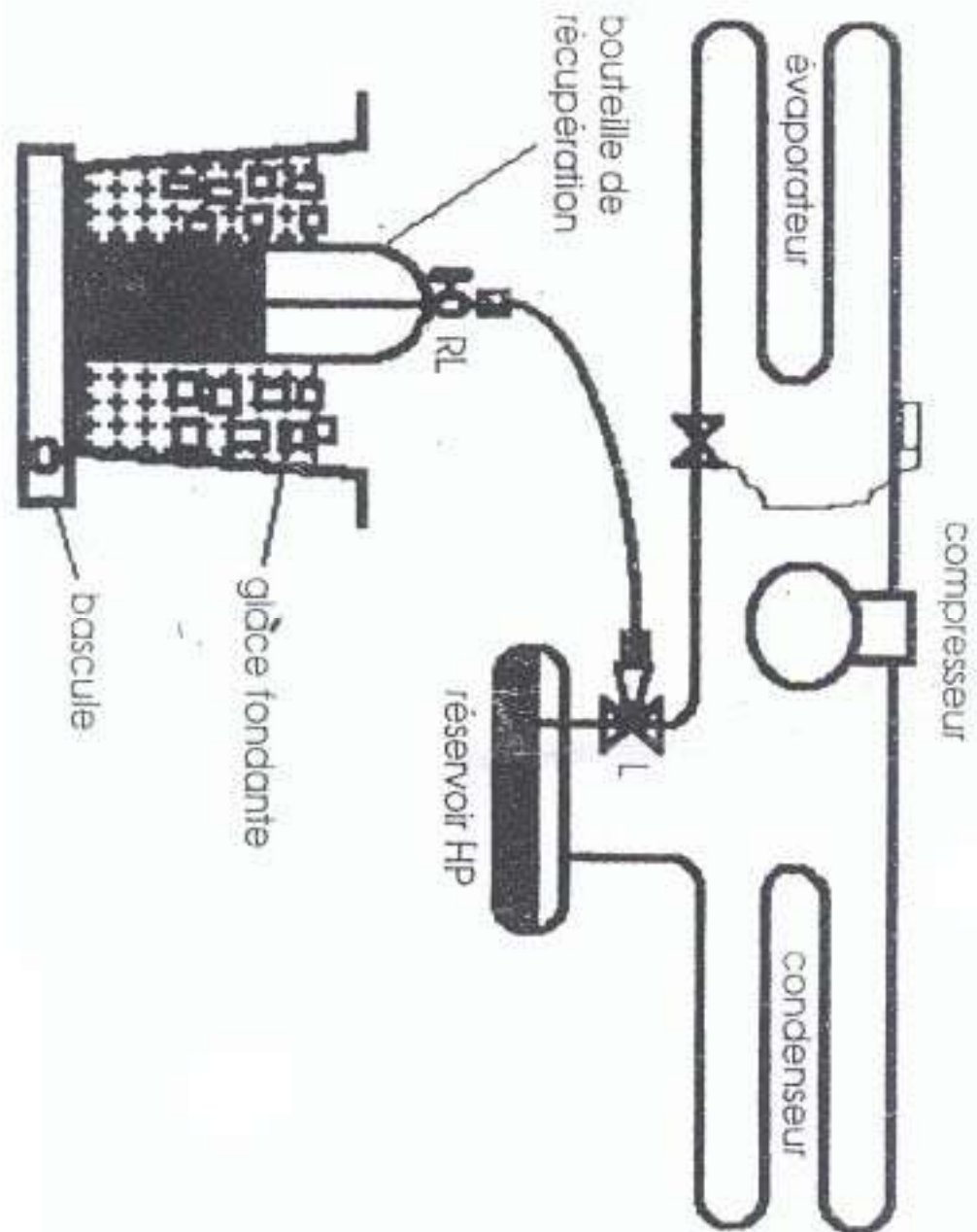


Fig.3 Transfert par refroidissement

Le raccordement étant fait .Dès l'ouverture de vanne un gros débit liquide est aspiré grâce au vide régnant dans la bouteille de récupération .C'est pourquoi,il faudra prendre garde de ne pas « casser le vide »

B- 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.

a) 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.

b) Par pompe pneumatique.

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

c) Par compresseur.

▪ Hermétique.

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

▪ Ouvert.

Etanchéité, coût, encombrement.

L'efficacité de la fin d'extraction.

▪ Mesure de pression sur l'installation.

▪ Mesure de température : vérification du retour à l'équilibre thermique.

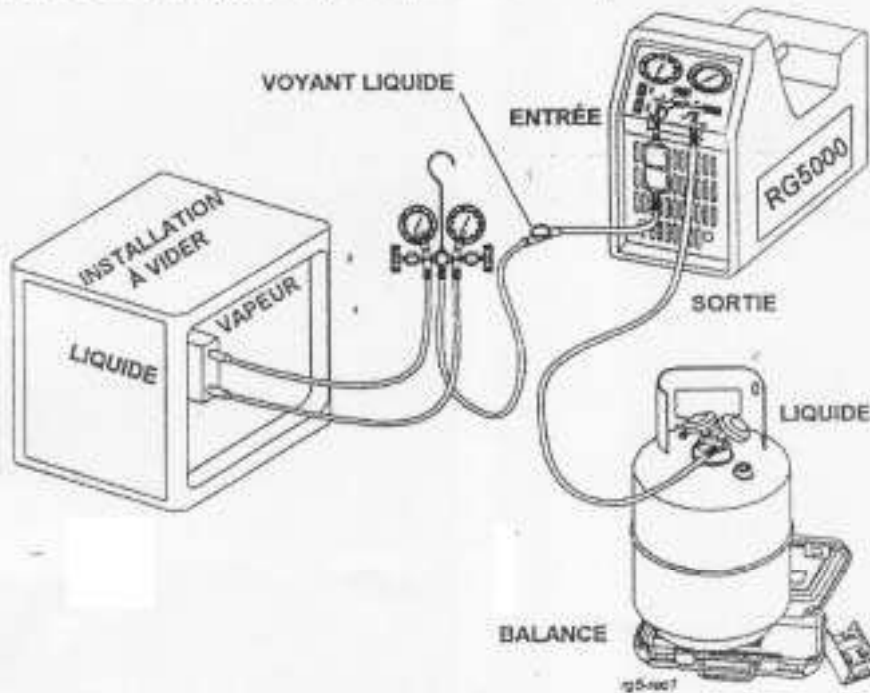
▪ P installation < P de saturation.

C-Exemple de transfert en phases liquide et vapeur :

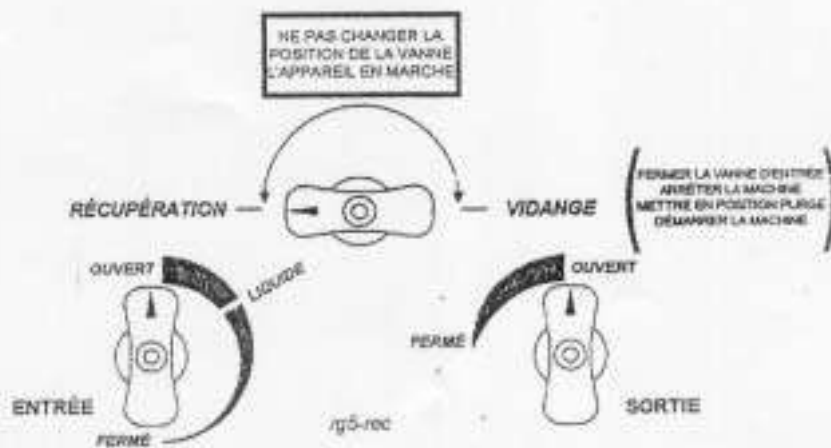
- Principe d'utilisation du récupérateur RG 5000.

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 !

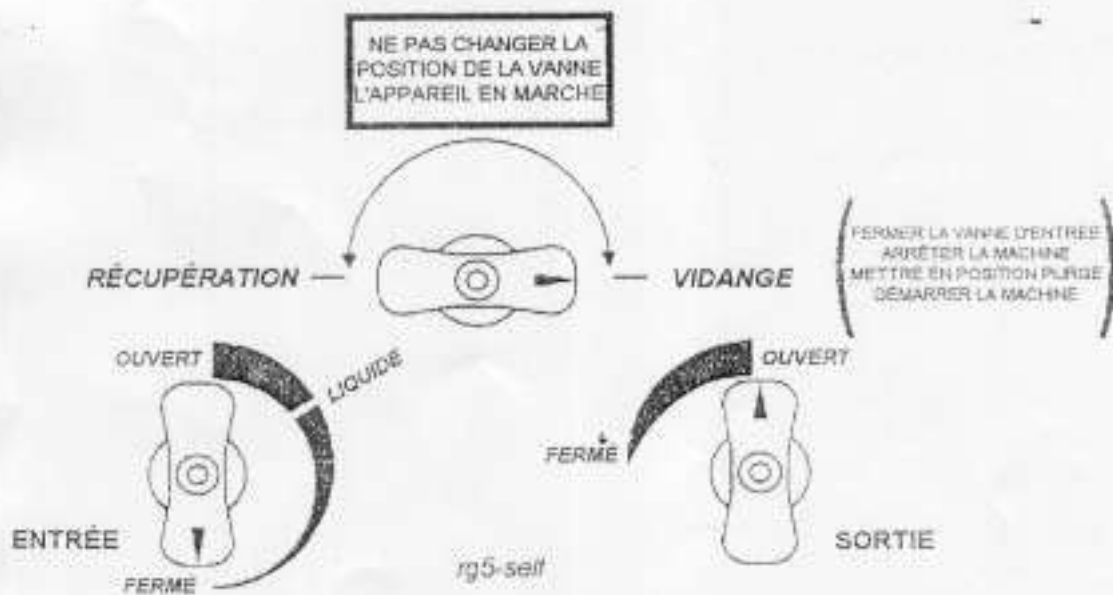
Lorsque la machine pompe du liquide, ne pas ouvrir la vanne d'entrée à fond, ce qui entraînerait un bruit métallique du compresseur et le ferait caler.

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 ".
- Démontez 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.

EXERCICES DE SYNTHÈSE

1-Citer les différents types de récupérateurs de réfrigérants

2- Quel est le mode de récupération de fluide le plus rapide ?

Justifier la réponse

3 Décrire à l'aide d'un croquis le principe de récupération en liquide par le compresseur de l'installation à vider.

-

QUATRIEME PARTIE

MANIPULATION ET ENTREPOSAGE DES FLUIDES FRIGORIGENES
--

Temps alloué : 5 h

Objectifs :

- *Décrire les différentes opérations de confinement des fluides frigorigènes*
- *Respecter la réglementation en matière de manipulation de bouteilles de récupération*

Contenu :

- *Opérations de confinement des fluides frigorigènes*
- *Réglementation et normalisation en matière de conditionnement des bouteilles de récupération des fluides frigorigènes.*
- *Exercices d'évaluation*

Les opérations de confinement des fluides frigorigènes :

Le confinement des fluides consiste à soumettre ces fluides à différentes opérations qu'il convient de définir avec précision :

La récupération :

La récupération consiste à extraire le plus complètement possible le fluide frigorigène des circuits d'une machine frigorifique et à le transférer

Le recyclage :

Le recyclage est le traitement par lequel le fluide se trouve débarrassé des différentes substances polluantes qu'il a pu accumuler ou qui ont pu se former en son sein au cours de son utilisation dans un circuit frigorifique :huile,eau,acides,particules diverses.

Un fluide recyclé peut-être réutilisé dans la machine frigorifique dont il provient et uniquement dans celle-ci.

Le recyclage peut-être effectué sur chantier au voisinage *immédiat de l'installation*.

La régénération :

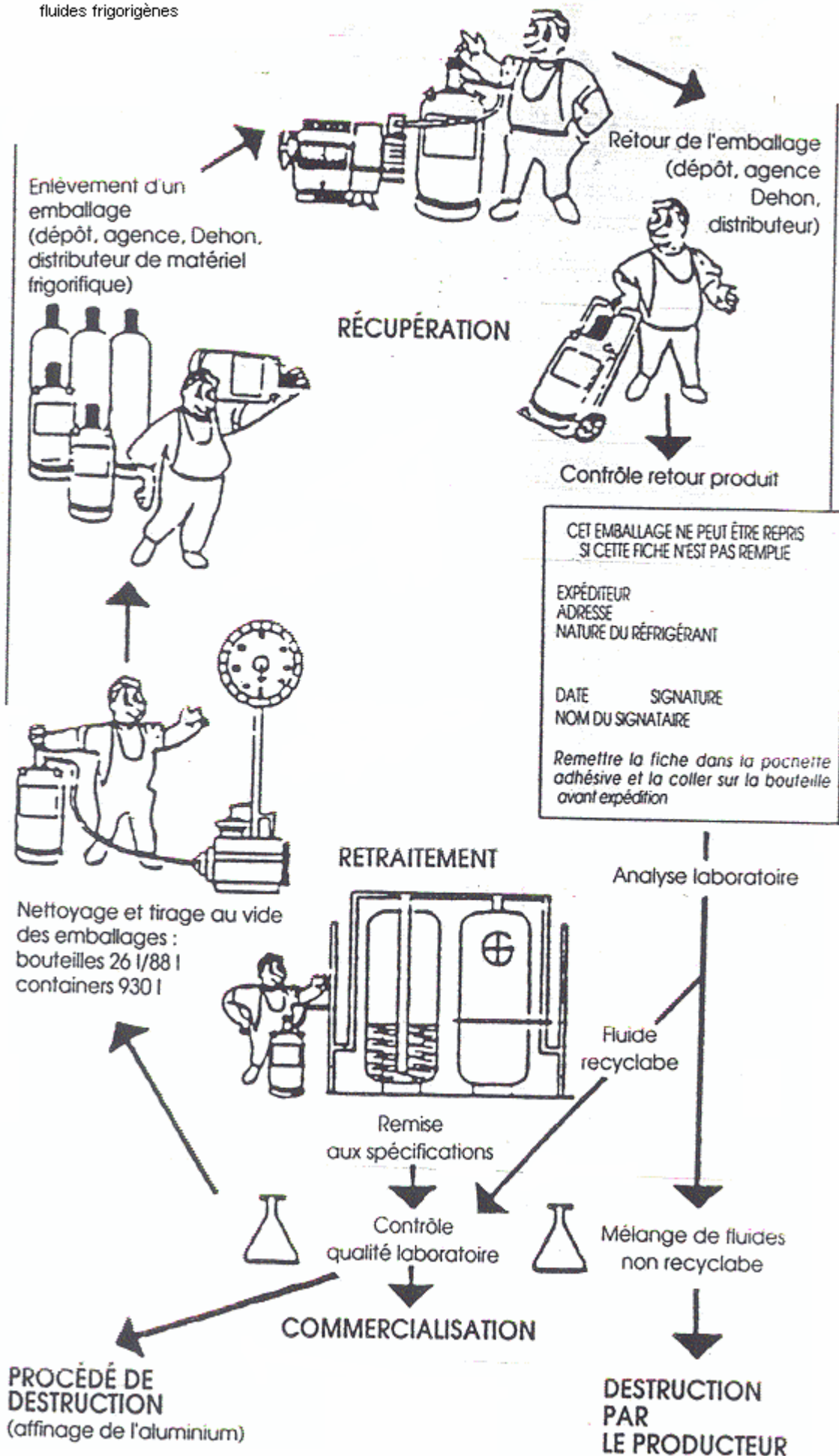
La régénération d'un fluide frigorigène est une opération complexe de remise au caractéristiques chimiques d'origine. Elle ne peut être réalisée que par les fabricants de fluides .

Des acides.

La destruction :

La destruction d'un fluide ne peut se faire que dans des conditions contrôlées. Elle nécessite impérativement le retour chez le fabricant.

Opérations de confinement des fluides frigorigènes



MANIPULATION ET ENTREPOSAGE DES REFRIGERANTS.

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 vidange - 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 (voir figure ci-dessous).

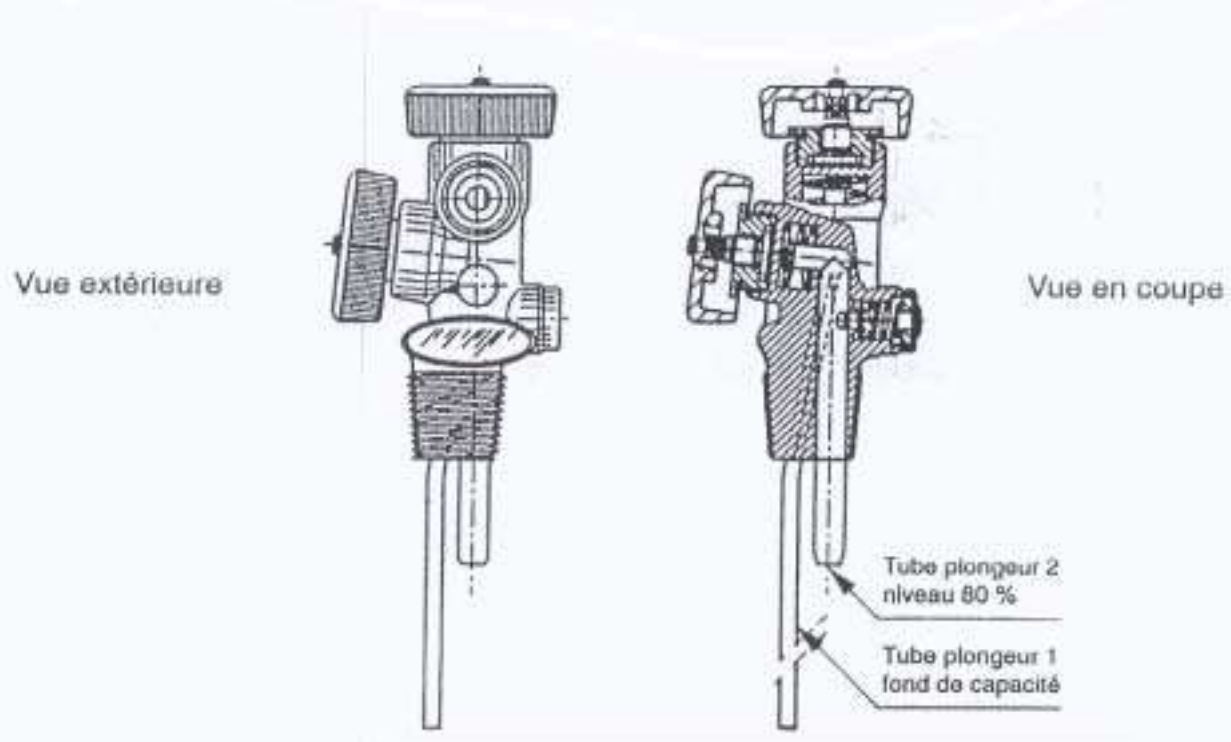
Du fait des incertitudes sur la masse volumique du produit récupéré dues à la présence d'huile et aux variations de la température ambiante, les bouteilles de récupération ne doivent être remplies qu'à 80% de leur volume.

Vidange, 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 millibars) assure l'absence d'incondensables et aide au transfert de fluide.

Robinet double liquide et gaz - Dispositif de prévention et de sur-remplissage

UTILISATION D'UN GROUPE DE RECUPERATION



Robinet double liquide-gaz de face et de coupe

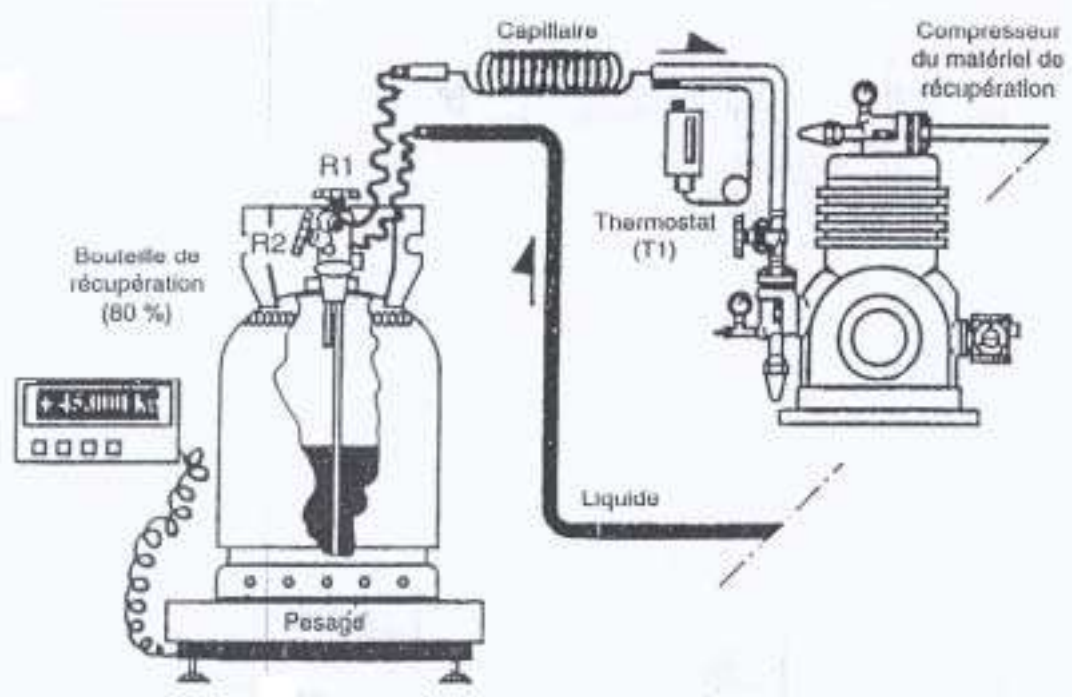


Figure : Dispositif de prévention du sur-remplissage

Récupération en bouteille de stockage.

Les fluides visés par la réglementation se trouvent sous pression à la température ambiante, il faut donc transférer les fluides usés dans des bouteilles de récupération.

Différents emballages sont disponibles :

Bouteilles 26 litres

- Bouteilles 61 litres
- Bouteilles 88 litres
- Centenaires 860 litres
- Centenaires 930 litres

Ces bouteilles sont disponibles avec robinets double phase liquide et gaz, et sont livrées tirées au vide (ne pas ouvrir les vannes à l'atmosphère mais seulement en phase de récupération).

Ne jamais mélanger plusieurs fluides différents dans la même bouteille de récupération, car il serait ensuite nécessaire de détruire ce mélange.

Utiliser une balance pour vérifier que vous ne sur remplissez pas les emballages, limiter à 75% de la charge possible le volume de fluide pollué pour tenir compte de la présence d'huile et pour éviter tout risque d'accident.

Il est à noter que les bouteilles de récupération sont équipées d'un robinet avec système évitant les excès de remplissage garantissant votre sécurité, il est quand même indispensable de peser la bouteille après remplissage.

Chaque emballage est muni d'une fiche d'identification à remplir pour le monteur, il devra indiquer le type et la quantité de fluide récupéré ainsi que le nom de frigoriste ayant effectué l'opération .

- Récupération des huiles usées :

L'huile frigorifique usagée doit également être récupérée conformément à la réglementation. Il convient d'utiliser les bidons d'origine bien clos. Les distributeurs de fluide frigorigène assurent également la collection des huiles frigorifiques usagées et se chargent à les faire détruire par des professionnels agréés.

CINQUIEME PARTIE

CHANGEMENT D'UN REFRIGERANT " PROHIBE" PAR UN REFRIGERANT DE TRANSITION OU DE SUBSTITUTION

Temps alloué : 6 h

Objectifs :

- *Définir le fluide de remplacement*
- *Maîtriser la procédure de remplacement d'un fluide ou de reconversion d'une installation*
- *Effectuer la mise au point de la nouvelle installation.*

Contenu :

- Les fluides frigorigènes de remplacement (de transition ou de substitution)*
- Instructions sur la méthode de reconversion*

1-Remplacement d'un fluide D'une installation

- LES FLUIDES FRIGORIGENES DE REMPLACEMENT.

Les fluides frigorigènes visés par le protocole de Montréal vont disparaître des circuits frigorifiques en raison de leurs actions polluantes sur la planète. Ils seront substitués par les nouveaux fréons du type HFC.

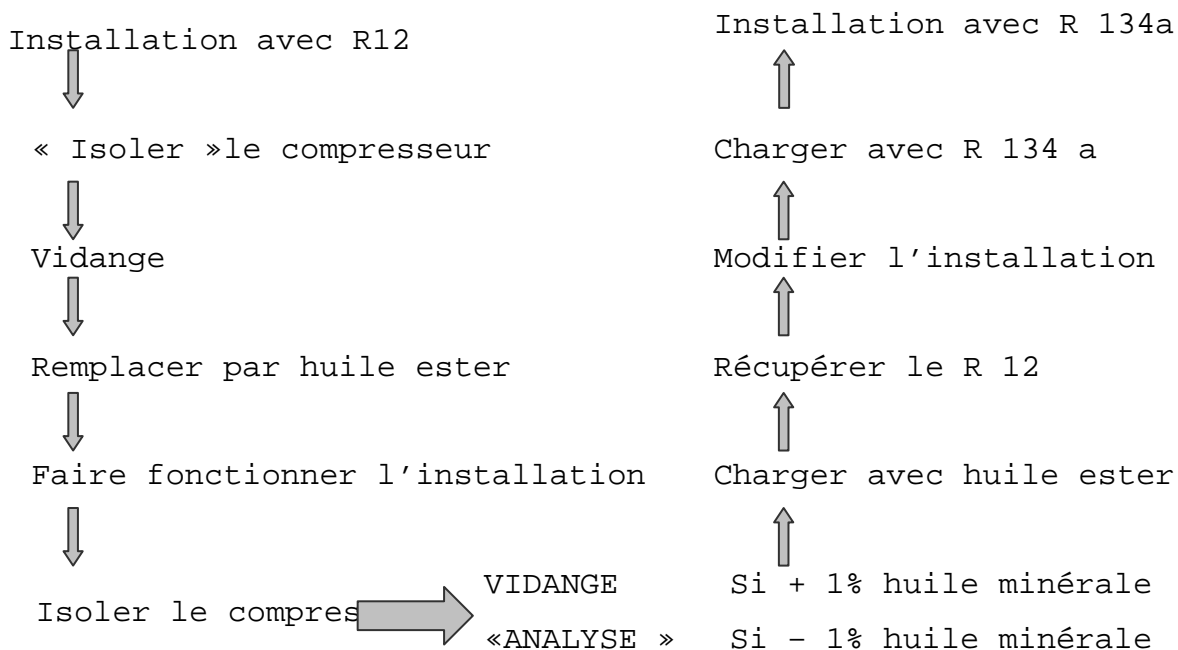
les fluides de remplacement des CFC sont séparés en deux catégories :

- Les fluides de transition de type HCFC visés également par le protocole de Montréal(à moyen terme),et qui ont l'avantage d'être déjà disponibles.
- Les fluides de substitution définitifs généralement de type HFC qui ne sont pas visés par le protocole de Montréal.

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

2- Méthode de reconversion -INSTRUCTIONS

Exemple : Installation au R12 par une installation au R134a



Instructions sur opérations concernant récupération d'huile usagée ou son remplacement lors d'une opération de reconversion d'une installation.

L'huile frigorifique usagée doit également être récupérée conformément à la réglementation, il convient d'utiliser des bidons d'origine bien clos destinés à cet effet.

- Récupérer le fluide du système frigorifique au moyen d'un groupe de récupération ou l'emmagasiner dans le réservoir de liquide. Pendant cette opération la résistance du carter sera maintenue en service afin de dégager l'huile.
- Mettre l'installation à l'arrêt.
- Fermer les vannes d'isolement du compresseur .
- Vidanger l'huile du carter et du séparateur d'huile (après avoir déconnecté la résistance de carter).
- mesurer la quantité d'huile récupérée.
- Prélever un échantillon de cette huile afin de mesurer son indice de réfraction au moyen d'un réfractomètre.

- Répéter la méthode du rinçage ou huile (genre NETELFIT 22) ou avec de l'huile polyol ester en quantité équivalente, jusqu'à une teneur en huile minérale inférieure à 1%.

Exercices de synthèse.

1-Remplir le tableau ci-dessous :

Fluide actuel	Fluides de remplacement définitif	Domaines d'application
R12	- - -	- - -
R502	- - -	- - -
R11	- -	- -
R22	- - -	- - -

2-Numéroter dans l'ordre chronologique les opérations de reconversion d'une installation au R502 en R404 :

-
- tirage au vide et charge en R404A
- changement du compresseur frigorifique
- changements nécessaires prévus pour le fonctionnement au R404a
- relevé des paramètres du bon fonctionnement de l'installation au R502
- chargement de l'installation au R404A
- récupération du R502 de l'installation au moyen d'une station de récupération de charge
- rinçage du circuit après récupération du R502 et démontage de l'ancien compresseur
- réglage des appareils de régulation et de sécurité

(Pressostats, vannes pressostatiques etc.) Compte tenu des nouvelles conditions de fonctionnement au R404a.

- mise en route de l'installation et relevé des nouveaux paramètres de fonctionnement au R404A
- comparaison des nouveaux paramètres obtenus avec le R404A et ceux obtenus avec le R502.

3- Comparer entre une récupération de réfrigérant en phase liquide et une récupération en phase gazeuse en citant les avantages et les inconvénients de chaque phase de récupération

Module n° 10
Fluides Frigorigènes Et Récupération

GUIDE DES
TRAVAUX PRATIQUES durée : 21h

EXERCICE PRATIQUE 1 : Moyens de détection de fuites.

Durée : 1 h

Objectif poursuivi :

Utiliser les différents moyens de détection de fuites sur les installations frigorifiques.

Description sommaire de l'activité :

La détection des fuites s'effectue lorsque l'installation est sous pression.

Pour les fluides frigorigènes **CFC** et **HCFC**, la détection des fuites ; s'effectue avec de l'eau savonneuse en liquide ou en bombe ; une lampe haloïde , un détecteur électronique , un colorant, ou un additif fluorescent et une lampe à ultraviolet.

Pour les fluides frigorigènes de substitution **HFC**, la détection des fuites s'effectue avec de l'eau savonneuse en liquide ou en bombe avec un détecteur électronique spécifique au fluide.

Lieu de l'activité :

Atelier

Liste du matériel :

- Installations frigorifiques dans l'atelier
- Différents détecteurs de fuite disponibles dans l'atelier

Mise en situation :

Le formateur créera une fuite de fluide et le stagiaire est invité à détecter et de localiser la(les) fuite(s) en déplaçant l'organe détecteur adéquat en chaque point de l'installation susceptible de produire la (les) fuites :

- brasures, soudures
- collets coniques
- raccords
- presse-étoupe

la première des choses à faire sera de regarder attentivement l'extérieur du circuit du pour y déceler la présence d'éventuelles de traces d'huiles frigorigène, ceci est en fait une première démarche de détection de fuites.

L'opération de détection de fuite devra s'effectuer en présence de votre formateur.

EXERCICE PRATIQUE 2 : Transfert du fluide d'un système frigorifique de type domestique au moyen d'une station de récupération de charge.

Durée : 2 h

Objectif poursuivi :

Transférer du fluide d'un système frigorifique de type domestique au moyen d'une station de récupération de charge.

Lieu de l'activité :

Atelier pédagogique.

Liste du matériel requis:

- Installation frigorifique de type domestique
- Station de récupération de charge
- Jeu de flexibles

Mise en situation :

Vous avez à votre disposition un système frigorifique de type domestique et une station de récupération de charge avec un jeu de flexibles.

Au cours de cet exercice votre tâche consiste d'abord à effectuer la récupération de tout le réfrigérant du système frigorifique, dans le cylindre de récupération de la station de récupération de charge ensuite à tirer au vide le système frigorifique et enfin à réintroduire le fluide déjà récupéré dans le système frigorifique en ajoutant un appoint de charge si besoin est.

Mode opératoire :

- Identifier le type de fluide utilisé dans le système frigorifique
- Placer la station de récupération de charge à côté du circuit frigorifique
- Vérifier le niveau d'huile du compresseur de la station
- S'assurer que toutes les vannes sont fermées
- Raccorder par flexible le compresseur du système frigorifique à la vanne BP du manifold
- Desserrer le raccord au niveau de la vanne BP afin de purger l'air du flexible
- Ouvrir la vannes BP du manifold ainsi que la vanne du cylindre de récupération de charge

- Démarrer le compresseur de la station de récupération en surveillant constamment les manomètres
- Maintenant que tout le fluide est récupéré, fermer les robinets et arrêter le compresseur de la station
- Retirer le flexible de raccordement système/station en commençant par le côté compresseur
- Evaluer la quantité de fluide récupérée.
- Réintroduire dans le système frigorifique le fluide que vous venez de récupérer
- Faire l'appoint de charge si besoin est.

EXERCICE PRATIQUE 3 : Transfert d'un fluide d'une installation en phase liquide par gravité

Durée : 4 h

Objectif poursuivi :

Récupérer du fluide d'une installation par gravité.
Recharger l'installation de nouveau en fluide.

Lieu de l'activité :

Atelier.

Liste du matériel :

- Installation frigorifique équipée d'un réservoir de liquide muni d'une vanne de vidange en sa partie basse.
- Bouteille de récupération de fluide frigorigène tirée au vide et Bascule pour contrôle du remplissage de la bouteille .
- Groupe de transfert.

Directives particulières:

(Voir partie du cours A- récupération en phase liquide a)par gravité .
Vérifier déjà si ce type de transfert est possible .sinon effectuer une petite modification en vue de rendre possible cette opération .

Mise en situation :

Vous avez à votre disposition un système frigorifique équipé d'un réservoir de liquide en état de fonctionner et tout le matériel nécessaire à réaliser les opérations de récupération, de tirage au vide et de rechargement du système en fluide frigorigène .

Votre tache consiste à effectuer les opérations suivantes :

- **1^{ère} phase** : le relevé des paramètres de fonctionnement normale de l'installation frigorifique
-
- **2^{ème} phase** : la récupération de tout le réfrigérant du système frigorifique dans la bouteille de récupération en achevant la récupération par phase gazeuse au moyen d'un groupe de transfert de fluide.

Vous évalueriez la masse du fluide ainsi récupérée et la noter sur une étiquette que vous collez sur la bouteille de récupération.

- **3^{ème} phase** : le tirage au vide du système frigorifique et son rechargement correct en fluide frigorigène.

EXERCICE PRATIQUE 4 : Récupération d'un fluide en phase liquide par dépression.

Durée : 4h

Objectif poursuivi :

Récupérer du fluide frigorigène en phase liquide par dépression. Tirer au vide le système frigorifique et le recharger en fluide frigorigène.

Liste du matériel :

- Installation frigorifique équipée d'un réservoir de liquide
- Bouteille de récupération de fluide frigorigène tirée au vide
- Bascule pour contrôle du remplissage
- Groupe de transfert.

Lieu de l'activité :

Atelier pédagogique

Directives particulières :

Se référer au cours (partie récupération en phase liquide par dépression)

Mise en situation :

Vous avez à votre disposition un système frigorifique (équipé d'un réservoir de liquide) en état de fonctionner et tout le matériel nécessaire à réaliser les opérations de récupération, de tirage au vide et de rechargement du système en fluide frigorigène.

Votre tâche consiste à exécuter les étapes suivantes :

- **1^{ère} étape:** le relevé des paramètres de fonctionnement normale de l'installation frigorifique
-
- **2^{ème} étape :** la récupération de tout le réfrigérant du système frigorifique dans la bouteille de récupération en achevant la récupération par phase gazeuse au moyen d'un groupe de transfert de fluide.

Vous évalueriez la masse du fluide ainsi récupérée et la noter sur une étiquette que vous collez sur la bouteille de récupération.

- **3^{ème} étape :** le tirage au vide du système frigorifique et son rechargement correct en fluide frigorigène.

EXERCICE PRATIQUES 5 : reconversion d'une installation frigorifique

Durée : 10 h

Objectif poursuivi :

Effectuer la reconversion d'une installation frigorifique

Liste du matériel :

- Installation frigorifique
- Bouteille de récupération de fluide frigorigène tirée au vide
- Bascule pour contrôle du remplissage
- Groupe de transfert
- Appareils nécessaires pour effectuer la reconversion.

Lieu de l'activité :

Atelier pédagogique

Mise en situation :

Sur un système frigorifique mis à votre disposition et fonctionnant avec un ancien fluide (du type CFC par exemple). Votre tâche consiste à effectuer la reconversion de ce système en utilisant un autre fluide qui vous sera désigné par votre formateur

Directives particulières :

Identifier les composants à remplacer avec votre formateur :

Il peut s'avérer nécessaire de remplacer certains composants pour utiliser un nouveau fluide :

- séparateur d'huile, huile (si celui-ci non compatible)
- détendeur ou réglage
- filtre déshydrateur .
- joints du compresseur (ou le compresseur lui-même).
- Les pressostats, vanne à eau pressostatique, vanne à pression constante, et autres régulateurs de pression s'ils existent, doivent être réglés compte tenu des nouveaux paramètres du fluide de remplacement.

Dans tous les cas il s'avère nécessaire d'effectuer les opérations préliminaires au début de toute opération de remplacement :

- Relever les paramètres du bon fonctionnement de l'installation en question
- Vérifier soigneusement l'absence de fuites

- Mettre l'installation à l'arrêt.

NB : se référer au paragraphe Reconversion d'une installation frigorifique -instructions

