الجمهورية الجزائرية الديمقراطيـــة الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التكوين و التعليم المهنيين

Ministère de la Formation et de l'enseignement Professionnelle

معهد التكوين و التعليم المهنيين – سيدي بلعباس -

Institut de la formation et de l'enseignement Professionnels

- SIDI BELABBES -

MANUEL TECHNIQUE ET PEDAGOGIQUE

MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS DE FROID ET CLIMATISATION

MODULE

Mettre sous vide et charger

NIV : V

2011

I.F.E.P

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Equipe de production :

Conception et rédaction

Monsieur : SALLAT Bélabbas
PSEP en froid et climatisation

Remerciement :

Je remercie tout le personnel de l'INFEP qui a collaboré pour mettre en œuvre le document du guide de manuel professionnel du stagiaire et en particulier ceux qui l'ont réalisé. C'est un support qui m'a aidé et dirigé dans ma démarche de conception de cet ouvrage destiné pour les frigoristes de niveau V.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Table des matières :

Chapitre 1 : les nouveaux fluides

Introduction

1.1 Les caractéristiques des nouveaux fluides

1.1.1 Le R134a
1.1.2 R404A
1.1.3 R407C
1.1.4 R410A
1.1.5 Les fluides de transition
1.1.6 Notion de glissement
1.1.7 Exercices de connaissances pratiques

1.2 **Problèmes généraux posés par les HFC sur les installations neu**ves

1.2.1 Les huiles
1.2.2 Les matériels
1.2.3 Les règles à respecter
1.2.4 Exercices de connaissances pratiques

1.3 Reconversion des installations

1.3.1 Utilisation d'un fluide de transition sur une installation existante
1.3.2 Utilisation d'un substitut sur une installation neuve
1.3.3 Utilisation d'un substitut sur une installation existante
1.3.4 Exercices de connaissances pratiques

1.4 Résumé

1.5 : Exercice de synthèse (voir annexe B)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre 2 : Récupération des fluides frigorigènes

Introduction

2.1 Méthodes de récupération

2.1.1 Bouteilles de récupération
2.1.2 Récupération en liquide par gravité
2.1.3 Récupération en liquide par pompe à liquide
2.1.4 Récupération en liquide par différence de température
2.1.5 Récupération en liquide par le compresseur de l'installation
2.1.6 Récupération en liquide par un compresseur extérieur
2.1.7 Récupération partielle en gaz : utilisation d'un groupe de transfert pour achever une récupération en liquide
2.1.8 Récupération complète en gaz par un groupe de transfert
2.1.9 Récupération en gaz : le danger des installations avec des échangeurs thermique contenants de l'eau
2.1.10 exercices de connaissances pratiques

2.2 Problèmes divers

2.2.1 Pression d'arrêt du groupe de transfert
2.2.2 Capacités des groupes de transfert
2.2.3 Vidange du groupe de transfert
2.2.4 Recyclage de fluide frigorigène
2.2.5 Exercices de connaissances pratiques

2.3 Résumé

2.4 Exercice de synthèse (voir annexe D)

Chapitre 3 : Recherche des fuites et déshydratation

Introduction

3.1 Recherche des fuites sur un circuit frigorifique non chargé

3.1.1 Technique du test d'étanchéité d'un circuit par la méthode du mélange d'azote et de fluide frigorigène
3.12 Épreuve d'étanchéité par la technique de la mise au vide du circuit
3.1.3 Test d'étanchéité par l'utilisation d'une bouteille d'azote
3.1.4 Exercices de connaissances pratiques

3.2 Recherche des fuites sur un circuit frigorifique chargé

3.2.1 Causes des fuites
3.2.2 Méthodes de recherche des fuites
3.2.3 Réparation d'une fuite
3.2.4 Exercices de connaissances pratiques

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.3 Provenance, effet et indication de l'humidité

3.3.1 Provenance de l'humidité
3.3.2 Effet de l'humidité
3.3.3 Indication de l'humidité
3.3.4 Exercices de connaissances pratiques

3.4 Les principes de la déshydratation

3.4.1 Déshydratation chimique
3.4.2 mise sous vide
3.4.3 Exercices de connaissances pratiques

3.5 Nettoyage d'un circuit

3.5.1 Rinçage
3.5.2 Mise en route de l'installation
3.5.3 Exercices de connaissances pratiques

3.6 Purge d'un circuit

3.6.1 Purge au moyen de la charge en réfrigérant du circuit
3.6.2 Purge au moyen d'une bouteille de réfrigérant
3.6.3 Exercices de connaissances pratiques

3.7 Résumé

3.8 Exercice de synthèse (voir annexe F)

Chapitre n 4 : Charge d'un circuit

Introduction

4.1 Charge en fluide frigorigène

4.1.1 Bouteilles de charge et emploi d'un analyseur
4.12 Charge ne phase gazeuse
4.1.2.1 Fonctionnements d'une vanne d'aspiration
4.1.2.2 Charges en phase gazeuse pour les compresseurs ouverts et semi hermétiques
4.1.2.3 Charges en phase gazeuse pour les compresseurs hermétique
4.1.3 Charge en phase liquide
4.1.4 Exercices de connaissances pratiques

4.2 Méthodes de détermination d'une charge correcte

4.2.1 Méthode par le voyant de liquide
4.2.2 Méthode par les pressions
4.2.3 Méthode par pesée

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4.2.4 Méthode par givrage
4.2.5 Test de la HP pendant le transfert de liquide de l'installation vers la bouteille de liquide
4.2.6 Exemples de problème de charge :
Exemple 1 : Système équipé d'un détendeur pressostatique
Exemple 2 : Système équipé d'un détendeur capillaire
Exemple 3 : Bouteille de liquide trop petite
4.2.7 Exercices de connaissances pratiques

4.3 Pannes de charge

4.3.1 Panne d'excès de charge
4.3.2 Panne de manque de charge
4.3.3 Exercices de connaissances pratiques

4.4 Charge et purge d'huile
4.4.1 Méthode de vérification de charge correcte
4.4.2 Purge et charge d'huile sur une installation à l'arrêt
4.4.3 Purge et charge d'huile sur une installation en fonctionnement
4.4.4 Exercices de connaissances pratiques

4.5 Résumé

4.6 Exercice de synthèse (voir annexe K)

Exercice de synthèse du module (voir annexe M)

Bibliographie

Liste des annexes

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Message

Le frigoriste a sa place dans notre société et contribue pour le développement de l'économie du pays. Ce métier a évolué, de là j'incite le frigoriste d'affronter les nouvelles technologies et méthodes pour exercer sa fonction dans les meilleures conditions. La concurrence est rude, dans ce secteur ne résistera que celui qui veut améliorer ses savoirs et savoirs faire afin de satisfaire le client. Alors n'hésitez pas de chercher le savoir là où il est.

Ce manuel a été élaboré à partir du programme de formation de votre spécialité < maintenance des installations frigorifiques> module 24 : mettre sous vide et charger l'installation.

Ce manuel professionnel vous y est remis pour qu'il soit votre support pédagogique et aide mémoire afin que vous soyez capable :

- De réaliser toutes les méthodes concernant la récupération, la mise au vide et la charge d'une installation frigorifique
- D'identifier et réparer les pannes de manque et d'excès de charge.

Je souhaiterai que ce manuel vous accompagne durant votre formation, son contenu vous sera facile et qu'il répond à vos attentes.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Présentation du métier

Le technicien supérieur en froid et climatisation occupe un poste de responsabilité comme cadre moyen dans l'entreprise.

Il est appelé à exécuter bon nombre de taches techniques et de gestion parmi lesquelles, on cite les plus importantes :

- Exploitation et entretien d'installations frigorifiques et de conditionnement d'air.
- Réalisations de nouvelles installations de production de froid et de conditionnement d'air, selon les documents d'études.
- Direction et assistance à des opérations de grande réparation dans des ateliers de maintenance, en supervisant le diagnostique, le démontage, la réparation et le remontage d'installation et d'équipements.
- Traduction d'un cahier de charges de client pour l'étude et la réalisation d'installations.
- Gestion du personnel composé de techniciens et d'ouvriers spécialisés et non spécialisés.
- Gestion de maintenance : dossiers d'équipements, documentation et pièces de rechange.

Conditions de travail :

Physiques
Avoir une condition physique qui permet de travailler sur les chantiers, lors des réalisations, des mises en service et des opérations de maintenance.

Intellectuelles

- Maîtrise de l'expression écrite et orale
- Bonne organisation dans le travail
- Esprit d'initiative

Contre indication

Bureau d'étude
- Présenter un handicap de la vue contre indiqué à l'usage de l'ordinateur.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chantier

- Présenter des allergies aux produits industriels d'entretien
- Avoir une vue ou une ouie déficiente.

Risques inhérents à l'exercice du métier

Risques sur les chantiers

- D'électrocution due aux interventions sur les réseaux électriques.
- D'intoxications dues aux interventions sur certains fluides (NH3 …)
- Chutes et brûlures lors des réalisations.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Fiche modulaire du module MQ 2.5

UMQ : 02
Module : Mettre sous vide et charger
Code du module : MQ2.5

Objectif modulaire

Comportement attendu :
Le stagiaire doit être capable de mettre sous vide et charger.

Conditions d'évaluation :

A partir de :

- Documentation technique
- Ouvrages
- Catalogues constructeurs
- Logiciels

A l'aide de :

- Outillages
- Appareils de mesure
- Matière d'œuvre
- Fluides frigorigènes

Critères de performances :

- Respect de la procédure
- Respect des règles d'hygiène et de sécurité
- Vide adéquat de l'installation frigorifique ou de climatisation
- Charge exacte de l'installation frigorifique ou de climatisation
- Choix approprié du fluide frigorigène utilisé dans l'installation
- Respect des règles et lois d'environnement
- Respect du facteur temps.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Objectifs intermédiaires	Critères particuliers	Eléments contenus
Utiliser la machine de récupération	- Utilisation et manipulation correcte des nouveaux fluides - Utilisation correcte de la machine de récupération	- Nouveaux fluides frigorigènes - Méthodes de récupération
Utiliser la pompe à vide	Utilisation correcte de la pompe à vide	Types de pompes à vide
Utiliser les notions de manomètres	Application juste des notions des manomètres	Types de manomètres
Utiliser la bouteille de chargement	Utilisation adéquate de la bouteille de chargement	- types de bouteilles - poids, couleurs et positions - fluides frigorigènes
Employer le manifold	Emploi correct du manifold	Fonctionnement du manifold
Vérifier l'étanchéité	Vérification exacte de l'étanchéité	Test de l'étanchéité
Charger l'installation	Chargement correct de l'installation	- méthodes de charge - tests de charge

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre 1 : les nouveaux fluides

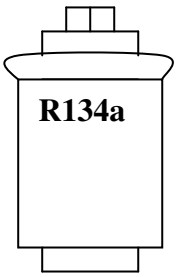
Introduction :

Dans ce chapitre, on traite le caractéristiques et les problèmes soulevés par les nouveaux fluides HFC (hydrofluorocarbones) les plus connus tels que : R134a, R404A, R407C et le R410A en vue d'être manipulés avec précautions et d'être utilisés dans des meilleurs conditions.
On parlera également des fluides de transition HCFC (hydro chlorofluorocarbones) qui peuvent être utilisés dans des installations existantes fonctionnant avec un CFC, lorsque l'approvisionnement en fluide cesse pour la maintenance. On indiquera également, leurs avantages et leurs inconvénients.
A la fin de ce chapitre, j'ai essayé d'expliquer les différentes procédures de conversion d'installations pour que le frigoriste soit en mesure de prendre en charge ces techniques.

1.1 : les caractéristiques des nouveaux fluides

1.1.1 Le R134a

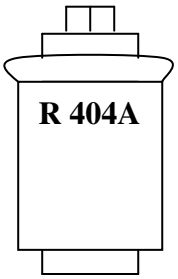
fig 1



Le R134a est un corps pur, sa charge se fait à l'état liquide ou gazeux. Il est destiné particulièrement pour le réfrigérateur et la climatisation automobile. Il est fabriqué pour remplacer le R12. Son application est limité à des températures d'évaporation qui ne sont pas inférieures à -15 / - 20 °C, car à ces températures ses performances diminuent. On signale aussi que sa masse à introduire dans un circuit frigorifique est généralement inférieure à 10 à 20% que » celle du R12 qui est plus lourd que le R134a.

1.12 : **Le R404A**

fig 2

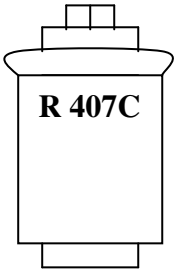


WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Le fluide frigorigène R404A est un fluide pseudo azéotropique car lors de sa condensation et son évaporation sa température varie peu (son glissement est inférieur à 1° C). C'est un mélange de 3 fluides hydro fluoro carbonés. (44% de R125, 52% de R143a et 4% de R 134a). Il est destiné à remplacer le R502 en moyennes et basses températures sous les mêmes conditions de fonctionnement. Du fait du glissement, sa charge ou son complément de charge se font toujours en phase liquide et non pas en gaz.
Si le frigoriste se trompe et procède à remplir le circuit en phase gazeuse, il risque de faire pénétrer beaucoup plus le composé le plus volatil au détriment des autres, et ça peut entraîner une modification sensible des paramètres de fonctionnement.
On rappelle que ce fluide est pseudo azéotropique, si une fuite se déclare dans une zone où le fluide est à l'état de vapeurs saturantes, la vitesse de fuite de chaque composant est la même. Alors il n'y pas de risque de modification notable de la masse restante dans le circuit (modification négligeable). Dans le cas où la fuite est produite lorsque le fluide est à l'état liquide ou en vapeurs surchauffées, elle ne change pas la composition du mélange.

1.1.3: **Le R407C**

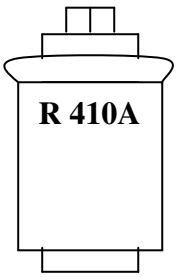
fig 3



Le fluide frigorigène R407C est un fluide HFC, il n'agit pas sur la couche d'ozone, il est zéotropique sa température d'évaporation ainsi que sa température de condensation varient, c'est-à-dire ce fluide présente un glissement non négligeable d'environ 5 à 7 ° C. Il est composé d'un mélange de R 32 (23% en masse), de R 125(25%) et de R 134a (52%). Il est utiliser en conditionnement d'air e »t sur les popes à chaleur réversibles car ses propriétés sont très voisines de celles du R22.
En cas de fuites de vapeurs saturantes, il est, alors, obligatoire de récupérer tout le fluide puis de recharger l'installation en phase liquide. Si le fluide est à l'état liquide ou en vapeurs surchauffées, il suffit de faire l'appoint de charge.

1.1.4 : **Le R410A**

fig 4



Le R410A est un fluide HFC est sans effet sur la couche d'ozone. Il est utilisé en climatisation et pompes à chaleur. Il est composé d'un mélange de R32 (50% en masse) et de R125 (50%). C'est un fluide pseudo azéotropique, il a un glissement négligeable d'environ 0.1 ° C. c'est-à-dire sa variation en température d'évaporation ainsi qu'en

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

température de condensation est insignifiante. Par contre ce fluide présente des pressions de fonctionnement beaucoup plus importantes qu'avec le R407C ou le R22. Ces grandes pressions nécessitent un matériel et des accessoires adaptés à ce fluide, tels que le groupe de transfert, les manomètres, le déshydrateur, le détendeur, etc. on préfère la brasure à la place des raccords vissés. La brasure doit être mise en œuvre sous azote sec et le tirage au vide soit très poussé, manipulé à l'aide d'une pompe à vide à 2 étages.

Avec ce fluide, on peut utiliser, à puissance frigorifique égale, un compresseur plus petit d'environ 40%.même avec ce faible glissement on doit charger l'installation en phase liquide. Sur une installation existante, en cas de fuite R410A, même en phase vapeurs saturantes, on peut faire un appoint de charge en liquide, sans qu'il est nécessaire de vider l'installation et de remettre un fluide neuf. Ce n'est pas le cas avec les fluides à fort glissement tels que le R407C ou les mélanges HCFC.

1.1.5 **Les fluides de transition HCFC**

- Utilisation

Ils remplacent les CFC afin de prolonger le fonctionnement des installations existantes, ils donnent les mêmes caractéristiques de fonctionnement sans demander de grands moyens pour l'adaptation .Mais leur utilisation est limitée dans le temps par la réglementation car ils contiennent le chlore.

- Avantages

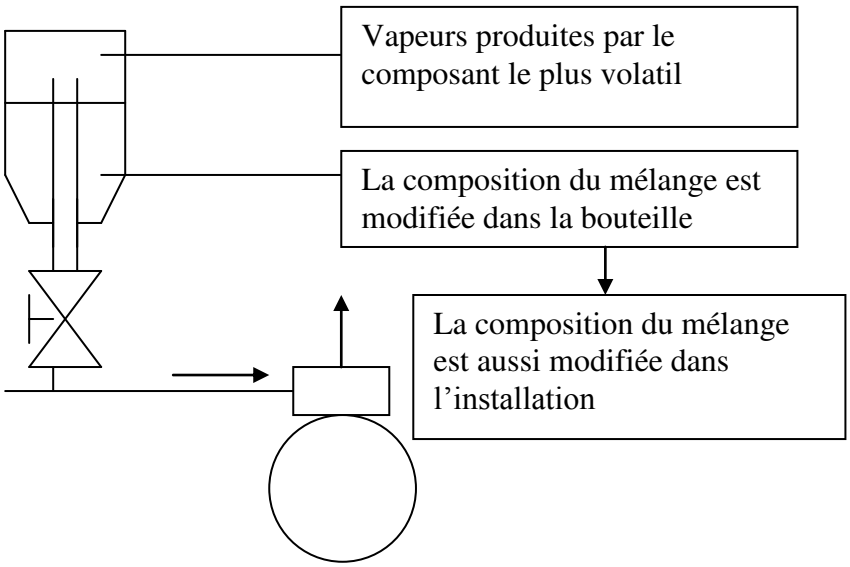
- ils nécessitent un minimum de modification sur l'installation existante.
- Ils sont compatibles avec les limites utilisées avec les CFC.
- Parfois, on remplace la même quantité d'huile existante par l'huile alkybenzène ou par un mélange minérale- alkybenzène mais aucun rinçage n'est nécessaire.

- Inconvénients :

- ces fluides présentent un fort glissement de température (les températures d'évaporation et de condensation varient) donc toute charge ou apport de charge doit se faire obligatoirement en liquide. (voir fig 5)
- les températures d'évaporation et de condensation ne sont pas lues sur les manomètres par le frigoriste, celui-ci doit utiliser une réglette plus pratique sur le chantier donnant des relations pression- température du mélange utilisé à cause de la diversité de ces mélanges et de leur glissement.

Fig 5

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Ne charger pas un mélange en phase gazeuse

1.1.6 : Notion de glissement

Les mélanges de fluides soient qu'ils sont de transition HCFC ou HFC possèdent un glissement de température pendant l'évaporation ou la condensation, c'est-à-dire, ces températures varient aux niveaux des échangeurs. Seulement, certains fluides comme le R404A ou le R410A sont appelés pseudo - azéotropique car le glissement est négligeable, inférieur à 1 °C pour le R404A et inférieur à 0.1 °C pour le R410A.
Cependant, le glissement n'est pas du tout négligeable par exemple pour le R407C qui est environ de 5.5 °C. Il est encore plus grand et ^peut dépasser 8 °C pour certains mélanges de transition remplaçant du R12 et moins de 2°C pour ceux du R502.
Avec cette diversité des nouveaux fluides existants et du problème du glissement, le frigoriste ne peut plus lire directement sur les mano, les températures d'évaporation et de condensation. Il doit se munir des tables de fabricant ou d'une réglette donnant les différentes relations pression – température.
Pour une pression donnée les tables donnent :

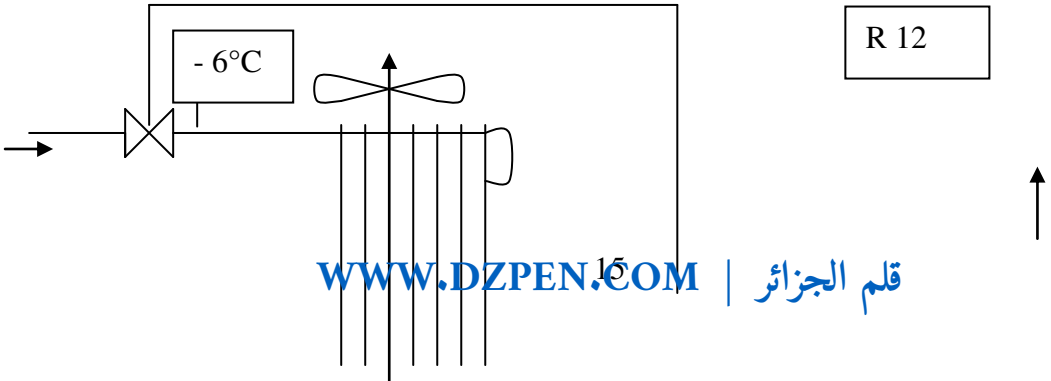
* La température de rosée qui indique la température des vapeurs à la fin de condensation (100% de vapeurs).
* La température de bulle représente la température du liquide au début de la vaporisation ou à la fin de condensation (100% liquide).

Exemple :

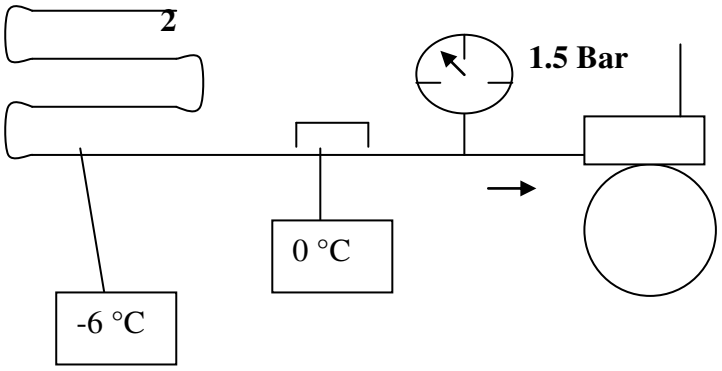
Comparant le R12 avec un mélange HCFC (X)

	R12	Mélange HCFC (X)	
P absolue	Θ d'ébullition	Θ de rosée	Θ de bulle
2.5 bars	- 6°C	- 4°C	-11°C
11 bars	45 °C	50 °C	43 °C

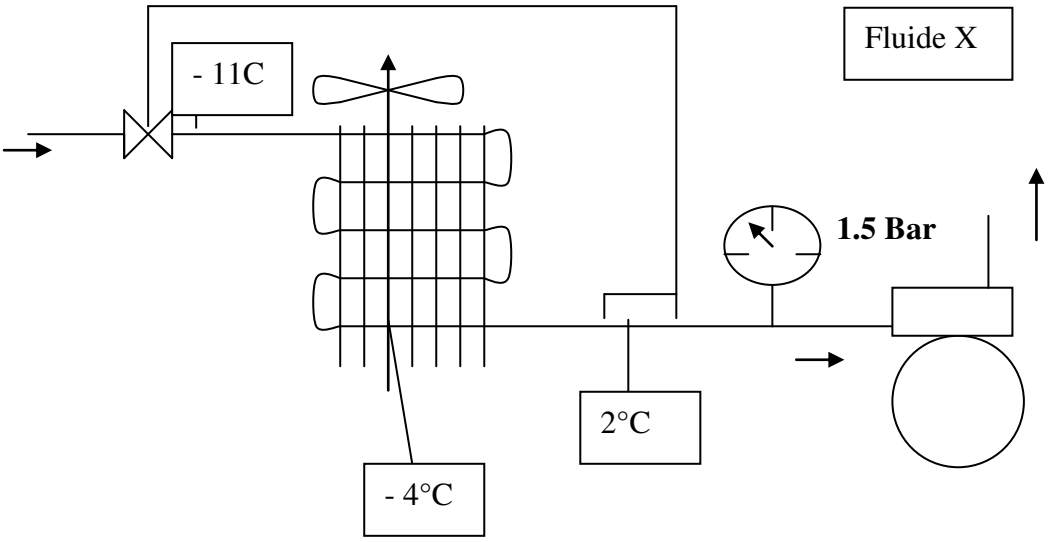
Fig 6



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

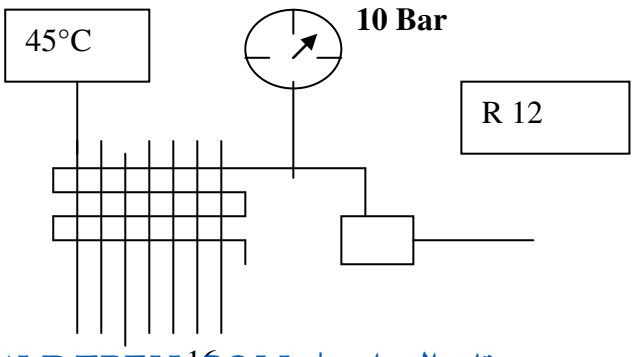


SURCHAUFFE = 0 – (-6) = 6°C

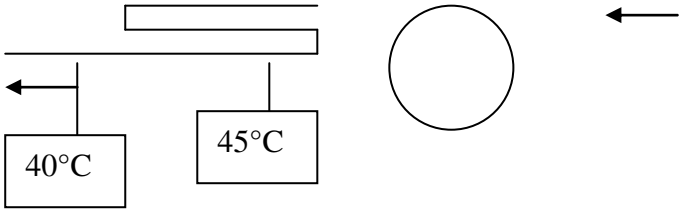


SURCHAUFFE = 2 – (-4) = 6 °C

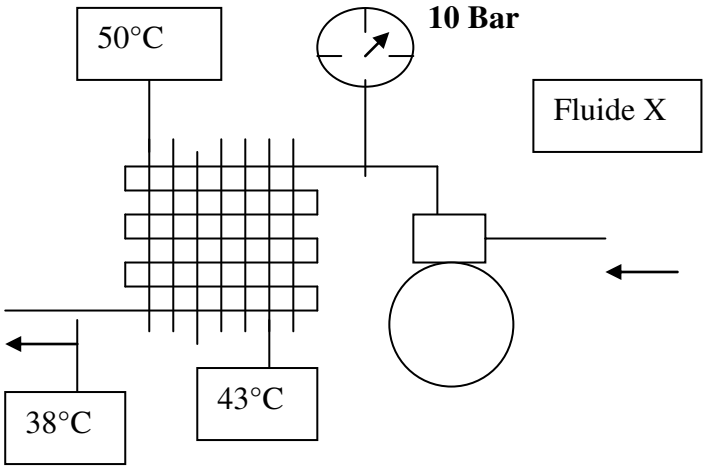
FIG 7



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Sous refroidissement = 45 – 40 = 5 °C



Sous refroidissement = 43 – 38 = 5°C

Pour le R12 :

Glissement = (-6) – (-6) = -6 + 6 = 0 °C

Pour HCFC (X)

Au niveau de l'évaporateur : glissement = (-4) – (-11) = -4 + 11 = 7 °C

Au niveau du condenseur : glissement = 50 – 43 = 7 °C

1.1.7 Exercice de connaissances pratiques

Exercice 1 :

Le fluide R134 a

A est un mélange de fluide
B est un corps pur et non polluant
C sa charge ne peut pas se faire à l'état gazeux
D contenant du chlore

Le fluide R404A

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

A est un fluide chlorofluorocarbone
B sa charge se fait à l'état liquide
C a un potentiel de destruction de l'ozone élevé
D zéotrope

Le fluide R407C

A est un fluide CFC
B pseudo – azéotropique
C n'est pas un mélange de fluide
D a un glissement négligeable

Le fluide R410A

A agit sir la couche d'ozone
B ses pressions de fonctionnement faibles
C en cas de fuite, l'appoint de charge se fait à l'état liquide sans vider l'installation.
D c'est un mélange de trois fluides

Exercice 2 :

Compléter le tableau suivant

Désignation	Nombre d'atomes de carbone	Nombre d'atome d'hydrogène	Nombre d'atomes de fluor	Nombre d'atomes de chlore	nom
R134a	2	2	4	0	Tétrafluoroéthane CH2F / CF3
R23	1	1	3	0	Trifluorométhane CHF3
R22	1	1	2	1	Monochlorodifluoro CHCLF2

EXERCICE 3 :

Parmi les fluides présents à gauche, choisissez le mélange composant chacun d'eux.

Désignation	Mélange de fluides
R404A	52%R143a - 44% R125 - 4% R134a
R407C	23% R32 - 25% R125 - 52% R134a
R410A	50% R32 - 50% R125

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Exercice 4 :

Question1
Donner le type de fluide frigorigène suivant : (CFC HCFC HFC)

R12
R22
R407C
R507

Question2
Pour un mélange azéotrope, sélectionner les affirmations suivantes :

Il se comporte comme un nouveau corps pur
C'est un mélange avec des proportions précises
Il, possède un glissement
C'est un mélange de corps pur

Question 3 :
On parle de température de rosée pour un mélange azéotropique
Vrai ou faux

Question 4 :

Une fuite de R22 est directement détectable avec :
Lampe UV
Lampe haloide
Détecteur électronique
Mousse à savon

1.2 : Problèmes rencontrés avec les HFC sur les installations neuves

1.21 Les huiles
Les huiles utilisés avec les fluides chlorofluorocarbones tels que : CFC (R12, R502 …) et les HCFC (R22 …) sont incompatibles avec les fluides HFC. C'est pour cela que les compresseurs utilisant ces nouveaux fluides sont remplis par des huiles appelés < huile ester>

- HYGROSCOPIE DES HUILES ESTER

Les huiles ester sont facilement hygroscopiques car l'huile + HFC + eau forme l'acide fluorhydrique qui agressif et dangereux. C'est pourquoi ne laissez jamais un bidon d'huile ester ouvert plus de 15 mn. Prendre les précautions anti- humidité lors des interventions et faites attention à votre sécurité en manipulant l'huile pollué (yeux, mains, etc…).
Lors d'un montage d'une installation frigorifique ; le compresseur neuf doit être isolé. Le frigoriste tire au vide le circuit en laissant les vannes fermées du circuit. Une fois qu'on s'assure que l'installation est étanche et déshydratée que le monteur ouvre les vannes et effectue un tirage au vide final.

* Mélanges des huiles

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Eviter de mélanger des hiles ester lors d'un appoint d'huile car ça entraîne la non miscibilité de l'huile avec les HFC et ça provoque certainement la destruction du compresseur.
- Cette perte de miscibilité augmente lorsque l'huile ester est pollué par une autre minérale (jeu de manomètres utilisé avec les fluides courants devra être différent de celui utilisé avec les HFC)

* Haut nettoyage et basse solvabilité de l'huile ester

- l'huile ester est bonne nettoyeuse et moins solvante que les anciennes huiles.
- Les saletés dans le circuit sont rapidement nettoyées et l'huile devient noire plus vite. Donc un travail de qualité sera exigé.
- Par contre, les petites impuretés resteront suspendues et ne seront plus dissoutes comme au paravent, alors, on doit installer des filtres plus fins pour piéger ces impuretés. De même qu'un filtre monté sur l'aspiration est indispensable.

1.2.2 : Matériels :

- Le compresseur à installer doit être prévu pour fonctionner avec les fluides HFC.
- On préfère le compresseur hermétique de celui de type ouvert.
- Eviter les raccords à visser car leur utilisation favorise la fuite du fluide frigorigène. La brasure à forte teneur en argent est recommandée pour tous les raccordements.
- Le détendeur doit être spécifique au fluide HFC utilisé.
- Le déshydrateur doit être un accessoire spécial pour les HFC :

    - De module anti-acide
    - Avec un filtre plus fin (piéger les petites impuretés)
    - De capacité supérieur (environ 20% par rapport aux autres fluides)

- Le voyant liquide doit être un accessoire beaucoup plus sensible, la moindre humidité le voyant vire. On doit effectuer un test d'acidité à l'huile. Si celle-ci est acide, l'huile doit être remplacée ainsi que le déshydrateur par un modèle anti-acide.
- Les échangeurs (évaporateurs, condenseurs,…..) utilisés avec les fluides courants sont compatibles avec les HFC. Selon le fluide utilisé, un coefficient de correction de puissance donné par le constructeur sera appliqué en vue de leur sélection.
- Matériels divers :

    - Les réservoirs de liquide son identiques à ceux utilisés avec les fluides usuels.
    - Les vannes de régulation, vannes magnétiques, vannes manuelles, séparateur d'huile, … sont les mêmes, sauf il faut appliquer un coefficient de correction dépendant du fluide pour les sélectionner.

1.2.3 : Règles à respecter

- Le circuit doit être étanche
- conception permettant la récupération de tout le fluide frigorigène de l'installation et le retour d'huile au compresseur.
- Arrêter le compresseur par tirage au vide et installer une résistance de carter.
- Monter un pressostat d'huile dans le cas où le compresseur est équipé d'une pompe à huile.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Détecter les fuites soit :
    - Avec une solution savonneuse
    - Avec un additif fluorescent et une lampe U.V (ultra violet)
    - Utilisation d'un jeu de manomètre uniquement pour les HFC.

- Utiliser une pompe à vide à deux étages pour s'assurer que l'humidité est totalement supprimée.
- Utiliser les flexibles 3/8 ″ et court au lieu des flexibles ¼ ″ et long pour gagner la durée de la mise au vide.
- Contrôler le voyant indicateur d'humidité.
- Apprécier la couleur et l'odeur de l'huile.
- Effectuer des tests préventifs d'acidité de l'huile.
- N'hésitez pas de demandes les analyses d'huiles, sur les installations sensibles en cas de doute, auprès des laboratoires. Cela pour détecter rapidement le disfonctionnement et pour vous éviter une panne qui vous coûte très chère.
- Pour rincer les circuits pollués, on recommande d'utiliser l'huile ester (ou une solution à base d'ester) en attendant une autre solution aussi performante et moins chère mise sur le marché.
- Vous êtes tenu d'identifier avec précision la nature du fluide frigorigène et de l'huile de l'installation.

1.2.4 Exercice connaissances pratiques

Exercice 5:

Répondre par vrai ou faux

A- les fluides HFC sont miscibles avec les huiles minérales
V ou F
B- Les huiles utilisées avec les CFC sont incompatibles avec les nouveaux fluides HFC
V ou F
C- les huiles ester lavent moins les circuits frigorifiques et les impuretés en suspension peuvent être dissoutes facilement dans celle-ci
V ou F
D- le mélange ester, HFC et l'eau peut générer l'acide fluor hydrique, très dangereux et agressif.
V ou F
E- l'analyseur utilisé avec les HFC doit être différent de celui utilisé avec les fluides courants
V ou F
F- il n'est pas dangereux d'introduire un mélange d'huiles ester différents lors d'un appoint d'huile.
V ou F
G- pour une installation frigorifique HFC, il est préférable d'utiliser les raccords à braser que les raccords à visser.
V ou F

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1.3 Reconversion des installations

13.1 Utilisation d'un fluide de transition (mélange zéotrope) sur une installation existante.

Exemples :
Installation chargée au R12, reconvertie au fluide FX 56
Installation chargée au R502, reconvertie au fluide FX 10 ou au HP 80
FX56 et FX 10 ou HP80 fluides zéotropes, ils ont un glissement non négligeable (températures de condensation et d'évaporation varient)
En cas de fuites :

1- Dans les zones homogènes la composition chimique ne varie pas, il suffit d'un appoint de fluide.
2- Dans les zones hétérogènes, il faut changer complètement le fluide.

Procédures :

1- Effectuer un relevé des paramètres de fonctionnement avec le fluide CFC de l'installation (pression, température, surchauffe, sous refroidissement, $\Delta\Theta$ à l'évaporateur et au condenseur, intensités absorbées) En cas de disfonctionnement, il faut répare avant de continuer.
2- Tester l'acidité de l'huile frigorifique de l'installation, si l'huile est bonne on ne le change pas forcément.

Mais, il faut voir avec le constructeur sur deux points de compatibilité de l'huile existant avec le fluide de transition qui sera chargé dans le circuit :

- La miscibilité du fluide avec l'huile contenue dans le système
- La lubrification du compresseur si elle est assurée dans le cas de la charge du nouveau fluide.

3- Récupérer le fluide existant
4- Charger le fluide de transition en phase liquide
5- Conserver le détendeur thermostatique d'origine, mais régler la surchauffe de 3 à 7 ° C à la mise en route.
6- Contrôler le réglage des appareils de régulation et de sécurité
7- Effectuer une recherche de fuites, marquer l'installation (type de fluide frigorigène et de l'huile) et remplir la fiche d'intervention.
8- Relever les paramètres de fonctionnement après la conversion et analyser le fonctionnement de l'installation pour y remédier s'il est nécessaire.
9- Effectuer un suivi préventif des caractéristiques de l'huile afin de déceler rapidement tout problème qui peut nuire à l'installation.

1.3.2 : Utilisation d'un substitut sur une installation neuve

Exemples : R134 a, R404 A

Pour la mise en service d'une telle installation toutes les opérations classiques sont maintenues, sauf on doit rappeler quelques points intéressants que le frigoriste doit respecter :

1- Utiliser les raccords à braser avec brasure à forte teneur d'argent au lieu des raccords à visser
2- Installer un filtre déshydrateur anti-acide pour HFC de capacité suffisante.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3- Tirer au vide

- La première opération du tirage au vide consiste à tirer au vide le circuit en laissant le compresseur isolé (prévoir des robinets de service sur le départ de la ligne liquide et l'arrivée de la ligne d'aspiration) afin de ne pas contaminer l'huile du compresseur par l'humidité contenue dans la partie de l'installation.
- Alors pour la deuxième opération, on ouvre les robinets et on termine le tirage au vide poussé jusqu'à 0.6 bar voire 0.3 bar.
- Vérifier que le circuit doit rester 0.3 heures sans remonter en pression au dessus de 1.3 mbar.

4- Eviter de faire travailler ces installations à des pressions inférieures à la pression atmosphérique, car des entrées d'air en cas de fuites, ça peut conduire à la formation des mélanges combustibles.

Remarque :
- Les flexibles de raccordement doivent être compatibles avec ces fluides.
- Ne jamais utilisé un poste de charge utilisé avec d'autres fluides
- Le R404A est un mélange pseudo-azéotropique

1.3.3 : Utilisation d'un substitut sur une installation existante

Exemples : R12 remplacé par le R134a
R502 remplacé par le R404A

Introduction

Cette opération n'est permise que si :
1- Le coût des modifications est nettement inférieur à celui de la réalisation d'une installation neuve utilisant le substitut.
2- Si des instructions réglementaires l'exigent et à condition que l'installation avec le fluide d'origine fonctionne correctement.

En plus de ce qui a été énoncé au paragraphe 1.3.2 :
a) Prévoir des changements au circuit frigorifique :
- Remplacé l'organe de détente par un modèle adapté au substitut
- Replacé le filtre déshydrateur par un autre spécifique au substitut.
- Monter un filtre à faible perte de charge à l'aspiration du compresseur.
- Changer l'huile d'origine à base minérale classique et/ou synthétique par une huile ester.

b) Vérifier certains organes de l'installation :
- Vérifier auprès des fournisseurs l'adaptation du substitut + l'huile envers les matériaux du circuit (joints, garnitures, déshydrateur, flexibles, etc …) dans les conditions de fonctionnement défavorables.
- Obtenir le consentement du fabricant du compresseur :
* De la charge du nouveau type de fluide
* De l'introduction dans le compresseur du nouveau type d'huile et la viscosité retenue.
- S'assurer que les organes de régulation sont adaptés pour le fonctionnement de l'installation utilisant le nouveau fluide dont les pressions et les pertes de charge différentes par rapport au fluide d'origine.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1.3.4 Exercices connaissances pratiques

Exercice6 :

Lorsqu'on veut remplacer un fluide CFC d'une installation par un fluide de transition HCFC : (encercler la réponse juste)

Question 1 :
A- on doit tester l'acidité de l'huile, si elle est bonne, on peut la garder, si elle est miscible avec le fluide et assure la lubrification du compresseur.
B- on doit forcément la changer.

Question 2 :
Charger le fluide frigorigène en vapeur
Charger le fluide frigorigène en liquide

Question 3 :
E- changer le détendeur thermostatique
F- conserver le détendeur thermostatique

Exercice 6:
Lorsqu'on veut remplacer un fluide CFC d'une installation existante par un fluide de substitution (HFC) : (encercler la réponse juste)

Question 1 :
A- cette reconversion est permise quelque soit le coût des modifications
B- cette reconversion est permise lorsque les instructions l'exigent même avec un disfonctionnement de l'installation
C- cette reconversion est permise lorsque le coût des modifications est inférieur à celui de la réalisation neuve ou des instructions l'exigent et à condition que l'installation fonctionne correctement.

Question 2 :
A- conserver l'organe de détente d'origine
B- remplacer l'organe de détente par un modèle prévu pour le substitut
C- remplacer l'organe de détente par un modèle prévu même pour un autre fluide HFC.

Question 3 :
A- conserver l'huile d'origine
B- faire un appoint d'huile de type ester pour corriger la charge d'huile.
C- remplacer toute la charge d'huile par une huile de type ester et de masse égale.

1.4: Résumé

Le frigoriste doit confronter la réalité des nouveaux fluides, ses habitudes doivent changer vis-à-vis de ces fluides. La charge ou l'appoint de charge se font en liquide à cause de leur glissement, sauf pour le R 134a qui est corps pur et sa charge peut se faire soit en liquide ou en gaz.
Les huiles ester utilisés avec ces fluides sont très hygroscopiques et moins solvantes. Il faudrait faire très attention lors des interventions pour éviter l'entrée d'air. Vous devez tirer au vides la partie d'installation là où vous êtes intervenu et d'installer des déshydrateur anti

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

acide muni de filtres fins afin d'absorber l'humidité, l'acidité et de piéger les impuretés.
Soyez vigilant à votre sécurité en manipulant l'huile polluée (yeux, mains …)
Le matériel et l'outillage doit être spécifique à ces fluides tels que : -
- le compresseur à qui on préfère le type hermétique à celui du type ouvert.
- le déshydrateur soit de modèle anti acide avec filtre plus fin et de capacité supérieur.
- le détendeur soit adaptable au nouveau fluide.
La conception de l'installation doit permettre la récupération de tout le fluide frigorigène (en cas de maintenance exemple fuites pour certains fluides)
Le circuit frigorifique doit permettre le retour d'huile. La brasure à forte teneur d'argent est recommandée et à intervalles réguliers, effectuer les tests préventifs d'acidité de l'huile.
Le frigoriste, doit en outre, faire preuve de ses compétences de convertir les installations :
On rappelle que :

1- L'utilisation d'un fluide de transition sur une installation existante c'est une procédure qui demande très peu de modification sur l'installation existante.
2- L'utilisation d'un substitut sur une installation neuve : c'est une démarche dans laquelle on pratique toutes les opérations classiques pour la mise en service d'une installation neuve. Seulement, on doit veiller que le circuit soit parfaitement étanche et tiré au vide. Et qu'on doit éviter le contact de l'huile avec l'air.
3- L'utilisation d'un substitut sur une installation existante : cette méthode est réalisable lorsque le coût de l'installation revient moins cher qu'une installation neuve ou la réglementation l'exige et à condition que l'ancienne installation ne présente pas de disfonctionnement.

1.5 Exercice de synthèse (voir annexe B)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre II : Récupération des fluides frigorigènes

Introduction :

Les problèmes liés au rejet des fluides frigorigènes dans l'atmosphère ont déjà été très largement commentés par les médias. L'action très néfaste des CFC (et dans une moindre mesure des HCFC) sur la couche d'ozone et sur l'augmentation de l'effet de serre est maintenant bien connue. Depuis le fameux protocole de Montréal, les instances ont mis en œuvre une politique visant à interdire définitivement les CFC (R11, R12, R500, R502 …) avec un arrêt total de la production le 31-12-94 (sauf pour certains pays en voie de développement). Leur utilisation, même dans le cadre de la maintenance est aujourd'hui très sévèrement réglementée dans de nombreux pays.
La production des HCFC (R22, R23, …) a commencé à diminuer depuis 1996 et devrait s'interrompre définitivement au début du 21 siècle. Prévue à l'origine 2030, l'arrêt total de la production se fera probablement avant 2015, sous la pression de plusieurs pays.

- Sur les nouvelles installations, il est donc indispensable d'utiliser des fluides HFC définitifs non polluants (R 134a, R404A, R407C, R410A, etc.) et donc de le prévoir dés la phase de conception.
- Sur les installations existantes utilisant déjà des CFC, les difficultés et les coûts d'approvisionnement obligent à utiliser les fluides de transition (FX10, FX56, DP40, HP80, HP81, ….) pour remplacer ces CFC à chaque fois que cela sera possible, tout en sachant que ces fluides étant des mélanges à base de R22, ce sont des HCFC appelés à disparaître à moyen terme.

Parallèlement à ces contraintes, les pouvoirs publics commencent à s'intéresser très sérieusement au professionnalisme des entreprises amenées à intervenir sur des installations contenant plus de 2 kg de fluide frigorigène (et même 1 kg dans certains pays). Il est prévisible que la réglementation se durcisse quelle que soit la contenance en fluide frigorigène de l'installation, y compris sue la climatisation automobile. Par exemple, les entreprises Françaises doivent fournis un dossier très complet en compétence professionnelle (en hommes et en matériel) pour être enregistrés auprès de leur préfecture après avis de la commission nationale des CFC de l'association française de froid. Elles doivent également respecter les règles nouvelles d'intervention (techniques et administratives) et la législation pourrait bien encore se durcir. De nombreux textes sont en préparation au niveau Européen.

*Ainsi, indépendamment des problèmes écologiques et administratifs, la pénurie actuelle de CFC et de HCFC (prévisible à moyen terme) devrait inciter très fortement la profession à prendre conscience des problèmes à venir.
* En particulier l'importance de la récupération des fluides frigorigènes ne peut plus être ignorée.
L'objectif de ce chapitre est précisément de montrer un rapide aperçu des principales techniques de récupération des fluides usuels en froid commercial et en climatisation.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2-1 : Méthodes de récupération

2 -1-1 : Les bouteilles de récupération

(Voir fig. 8)

- Les bouteilles de récupération, de couleur normalisée vert fluo, sont mises à la disposition des professionnels par les distributeurs de fluide frigorigène. Elles sont livrées « tiré au vide“ et nous verrons pus loin que cela nous sera utile.
- La plupart de ces bouteilles sont équipées de deux vannes de service. La vanne liquide L est raccordée au fond de la bouteille par un tube plongeur et la vanne gaz G est reliée au niveau maximum de remplissage 80 %
- Ces bouteilles ne doivent jamais être remplies au delà de 80% de leur volume ni utilisée pour récupérer un fluide non indiqué sur l'emballage. En effet, la pression dans une bouteille surchargée (ou chargée avec un fluide non prévu) pourrait atteindre de telles valeurs qu'il aurait énorme d'accident très grave (à 20°C le R12 est 4.7 bar, le R 502 est à 10 bar mais le R 23 est à 40 bar)

C'est pourquoi toute opération de récupération nécessite de connaître au préalable (ou d'évaluer) la masse de fluide contenue dans l'installation afin de choisir une (ou des) bouteilles de récupération adaptée et de contenance suffisante. L'utilisation d'une balance est indispensable pur ne jamais dépasser dans la bouteille la masse maximum de fluide indiquée en fonction de son volume. Par exemple, pour les CFC usuels, une bouteille de récupération de 12 litres peut contenir au maximum 12.5 kg de fluide (24 kg pour une bouteille de 27 litres et 86 kg pour une bouteille de 88 litres)

- En cas de panne de la balance, un très léger dégazage par la vanne gaz ne doit laisser sortir que des vapeurs (cette technique rejetant du fluide à l'atmosphère, elle est bien sur à utiliser avec la plus grande modération). Si c'est du liquide qui sort (l'aspect d'un jet liquide dans la bouteille atteint ou dépasse le niveau maximum de 80 %.

Remarque :

- Le fluide récupéré est destiné à être recyclé et que l'entreprise peut toucher une prime pour chaque kg de fluide récupéré, sous certaines conditions (à de faibles tolérances prés, il ne doit y avoir dans la bouteille ni mélange de fluides, ni eau, ni d'huile)
- Il ne faut jamais mélanger 2 fluides différents dans une bouteille de récupération. Car le mélange est irrécupérable et sa destruction très coûteuse.
- La quantité d'huile, d'air ou d'eau présente dans le fluide récupéré devant extrêmement faible, il faut prendre de multiples précautions lors de manipulations (purges des flexibles, purge du groupe de transfert).
- Chaque bouteille de récupération devra être clairement identifiée (type et masse de fluide, raison sociale de l'entreprise, nom du frigoriste) à l'aide d'une fiche fournie avec la bouteille afin d'éviter toute erreur.

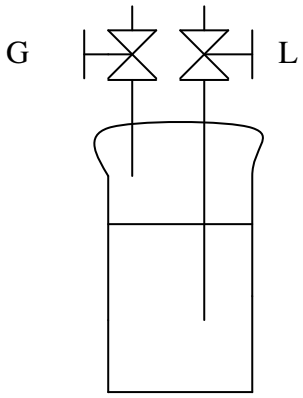
C'est pourquoi, dans la mesure du possible, il sera toujours préférable de récupérer le fluide à l'état liquide plutôt qu'à l'état gazeux puisque la durée de récupération pourra être de 30 à 40 fois plus rapide.
Cette notion est particulièrement importante lorsque les quantités de fluide à récupérer sont importantes. Lorsque tout le liquide sera transvasé dans la bouteille de récupération, la phase

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

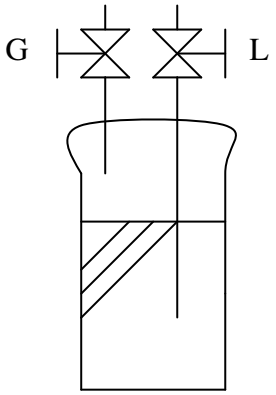
gazeuse restante dans l'installation, de l'ordre de 10% de la charge totale, sera ensuite récupérée par un groupe de transfert. Ces 10% de gaz qui traversent alors le groupe de transfert risquent beaucoup moins d'endommager son compresseur principalement si le fluide à récupérer est contaminé par des acides.

Quelle que soit la méthode utilisée : tous les raccordements avec l'installation à vider doivent présenter la plus faible perte de charge possible afin d'accélérer au maximum l'opération de récupération. Dans certains cas, la durée de récupération peut être réduite de plus 40 % uniquement en utilisant des flexibles courts de 3/8 de pouces au lieu de flexibles longs de ¼ de pouces.

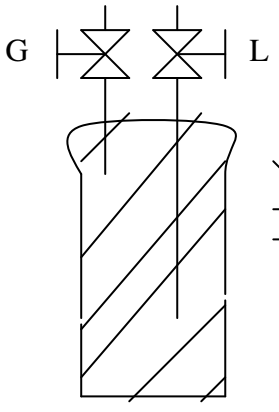
fig 8



Bouteille de récupération équipée de deux
Vannes :G (gaz) et L (liquide)



Remplissage maximum 80 %

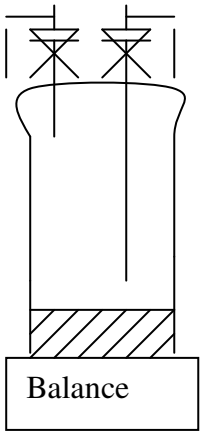


DANGER

La pression dans la bouteille surchargée peut
Atteindre une valeur provoquant un accident
Très grave.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

G L

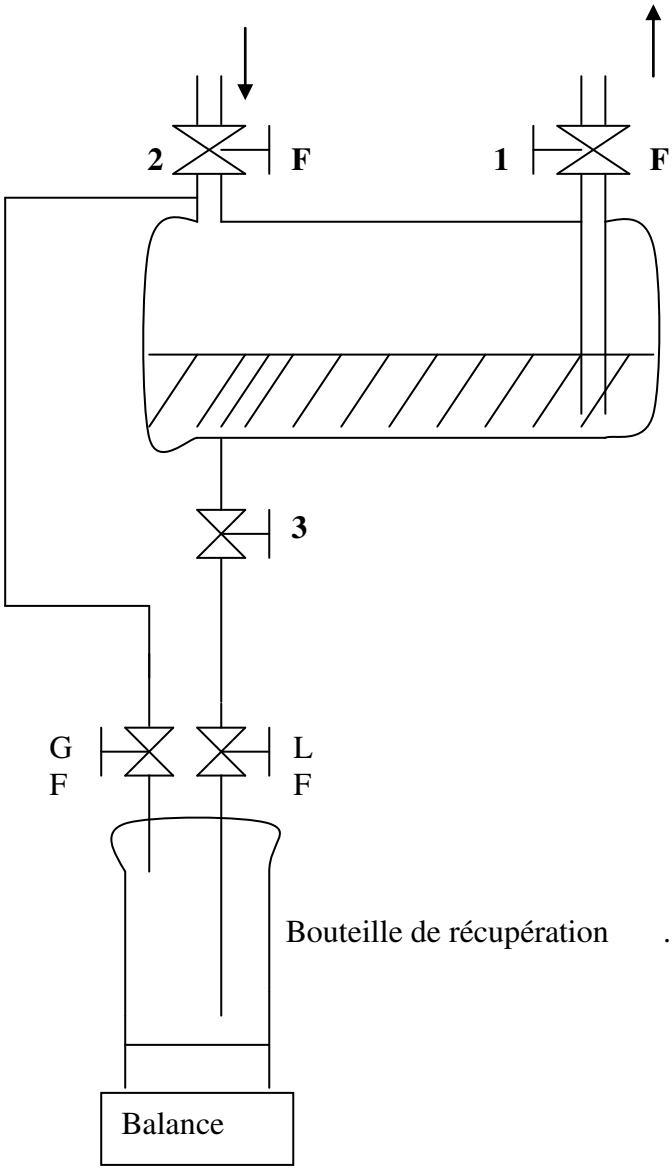


Choisir la contenance de la bouteille adaptée
A la masse de fluide à récupérer.

La bouteille est indispensable pour éviter de Dépasser le maximum de fluide indiqué en Masse en fonction de son volume.

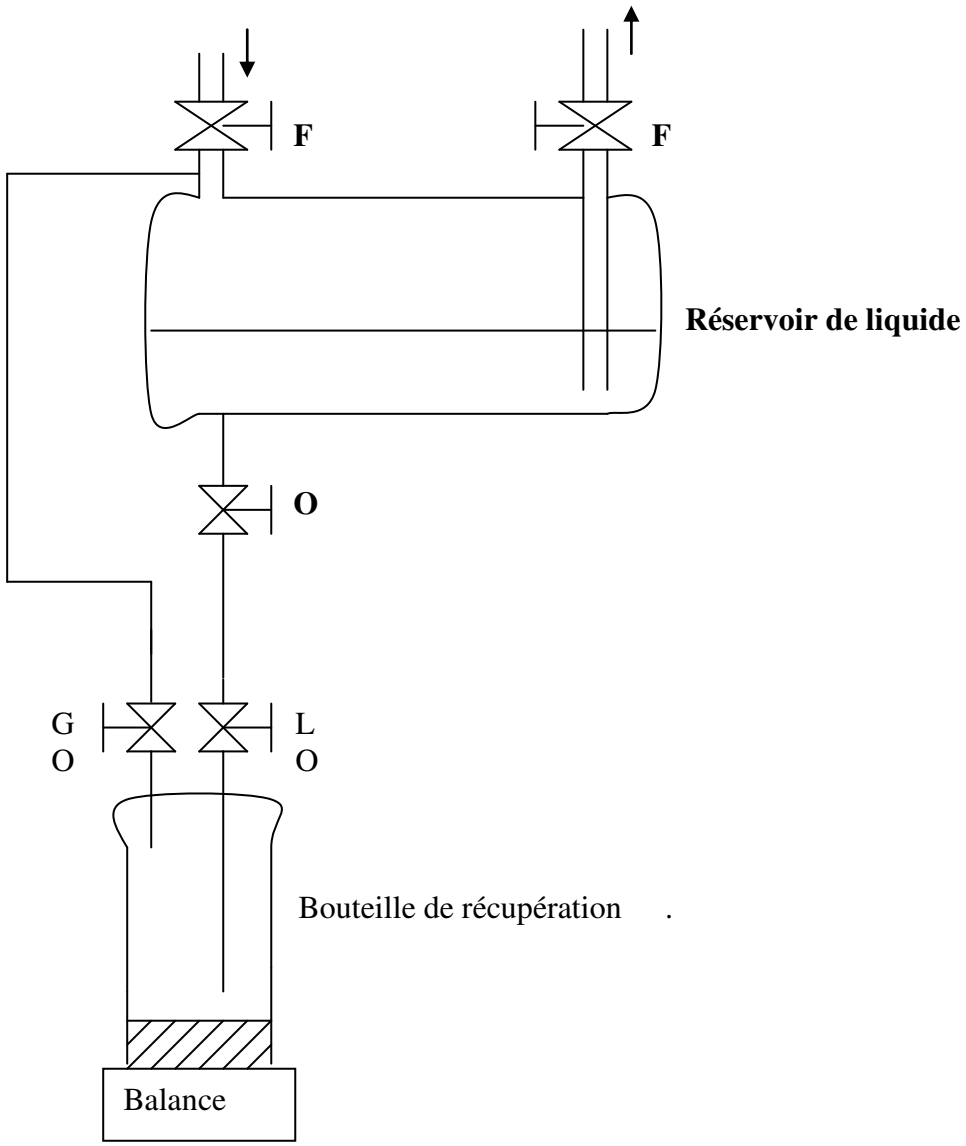
2-1-2 : Récupération en liquide par gravité

Fig 10



Avant la récupération (récupération en liquide par gravité)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Après la récupération

Pour utiliser cette méthode, il faut que l'installation possède -
- Une vanne de vidange (repère 3) en partie basse du réservoir de liquide.
- Une vanne départ liquide (repère 1) doit permettre de ramener tout le fluide dans le réservoir liquide, ce qui implique que le compresseur de l'installation soit en état de fonctionnement
  - Une vanne (repère 2) doit permettre d'isoler le réservoir de liquide
  - Il faut prévoir raccorder la vanne gaz de la bouteille de récupération G dans la zone gaz du réservoir liquide

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- il est indispensable que la bouteille de récupération (d'une contenance adaptée) puisse être placée en dessous du réservoir liquide.
- Toutes les conditions étant remplies, les raccordements faits et les flexibles purgés, il faudra noter l'indication de la balance avant de commencer à récupérer le liquide par la vanne 3 pour l'introduire dans la bouteille de récupération par la vanne L.

Comme la bouteille de récupération est tirée au vide ne touchez pas à la vanne G.

- le réservoir de liquide étant sous pression et la bouteille tirée au vide, la différence de pression va permettre un gros débit de liquide récupéré.
- Au fur et à mesure du remplissage, l'écart de pression diminue entre le réservoir et la bouteille de récupération, alors, le débit du liquide récupéré diminue également.
- Seulement quand le débit du liquide s'arrête ou devient trop faible qu'on puisse ouvrir la vanne G de la bouteille de récupération ce qui permettra de terminer le transfert du liquide par gravité (la bouteille doit être placée au dessous du réservoir)
- Surveillez en permanence la balance de sorte à ne jamais dépasser la contenance maximale de la bouteille.
- Lorsque tout le liquide sera transvasé dans la bouteille, il reste 10 % gaz dans l'installation, alors, on termine la récupération en utilisant un groupe de transfert.

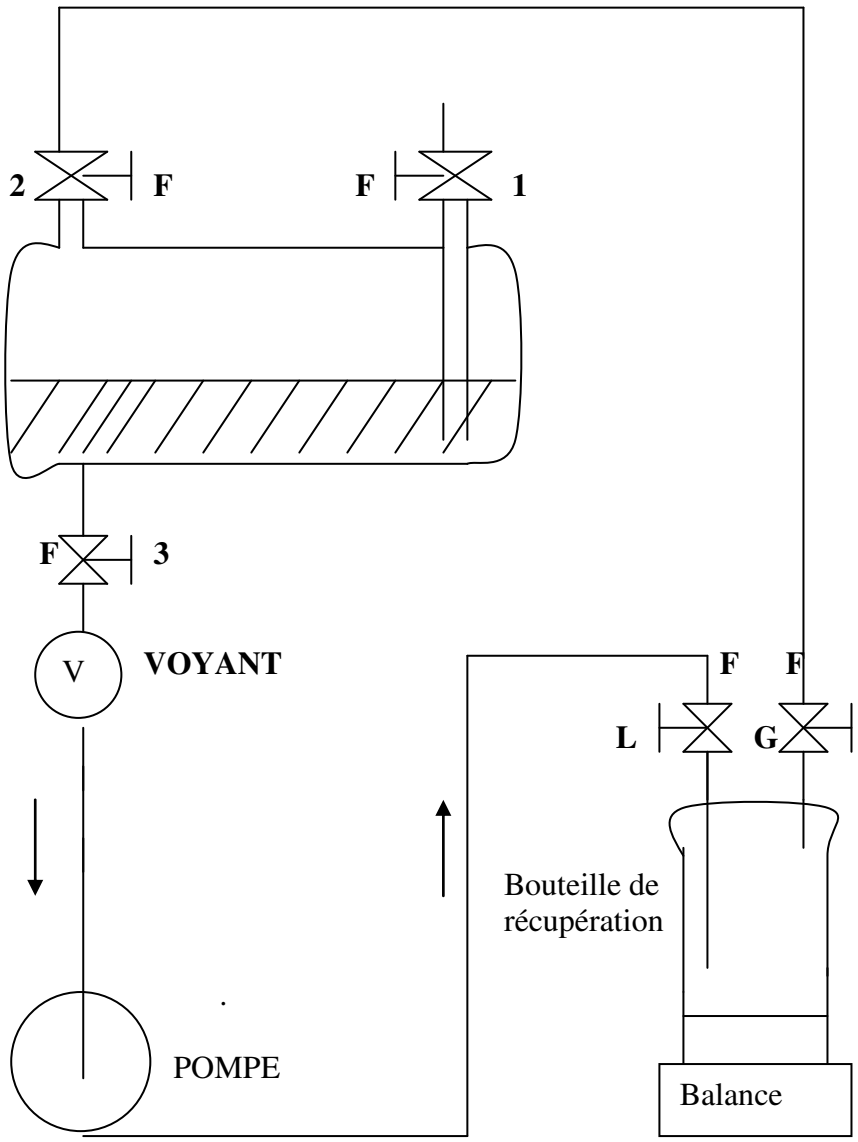
Conclusion :

- Cette méthode utilise le principe des vases communicants
- Nécessite de matériel et d'être assez rapide
- Intéressante quand la quantité de fluide à récupérer est importante
- Peu d'installations sont conçues pour permettre de l'utiliser.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

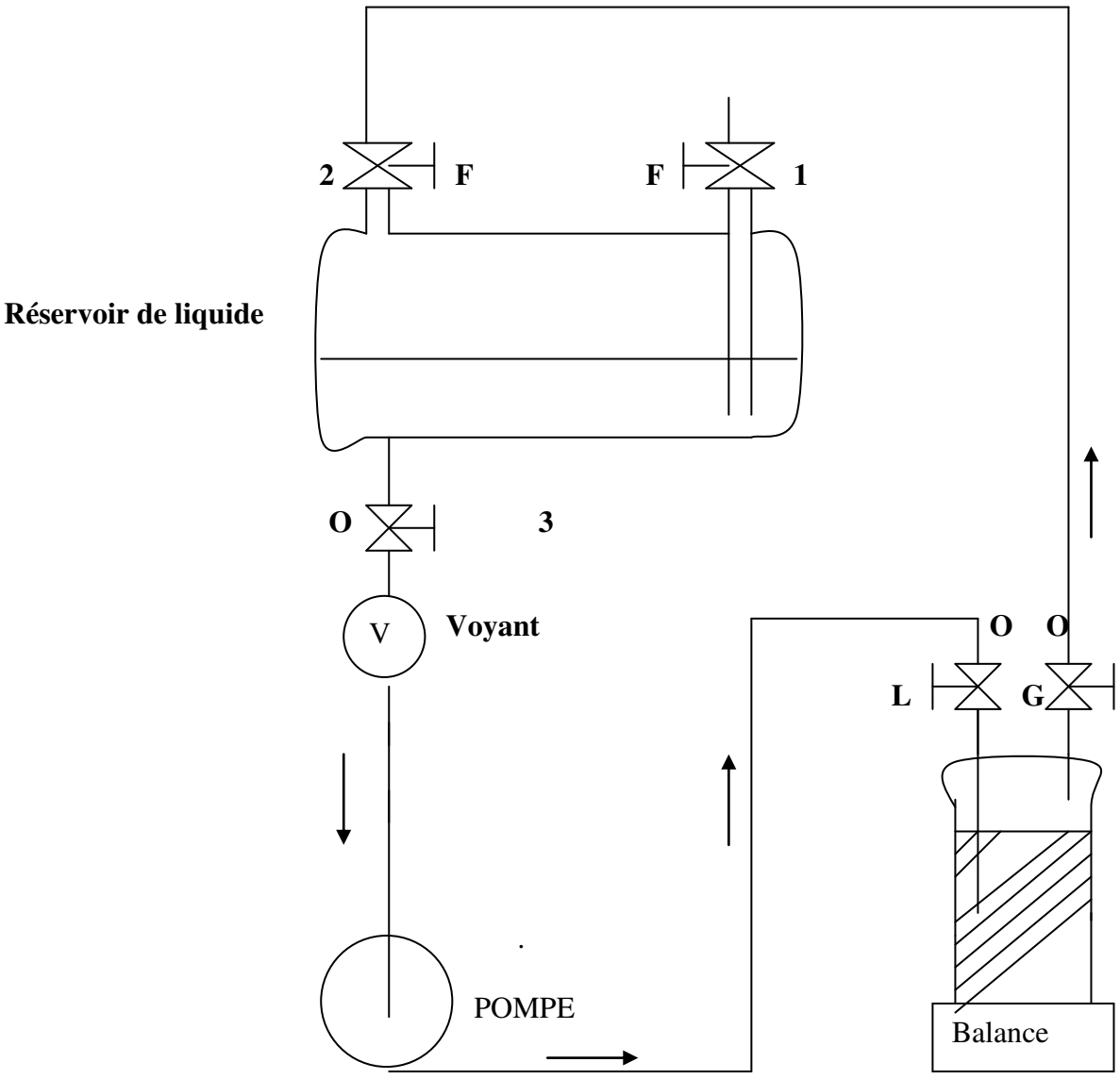
2-1-3 : Récupération en liquide par pompe à liquide

fig 11



Avant la récupération
(Récupération par pompe à liquide)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Après la récupération
(Récupération par pompe à liquide)

Parfois en optant pour la méthode précédente mais il n'y a pas de place sous le réservoir de liquide, alors on envisage d'utiliser une pompe à liquide. On procède de la manière suivante :

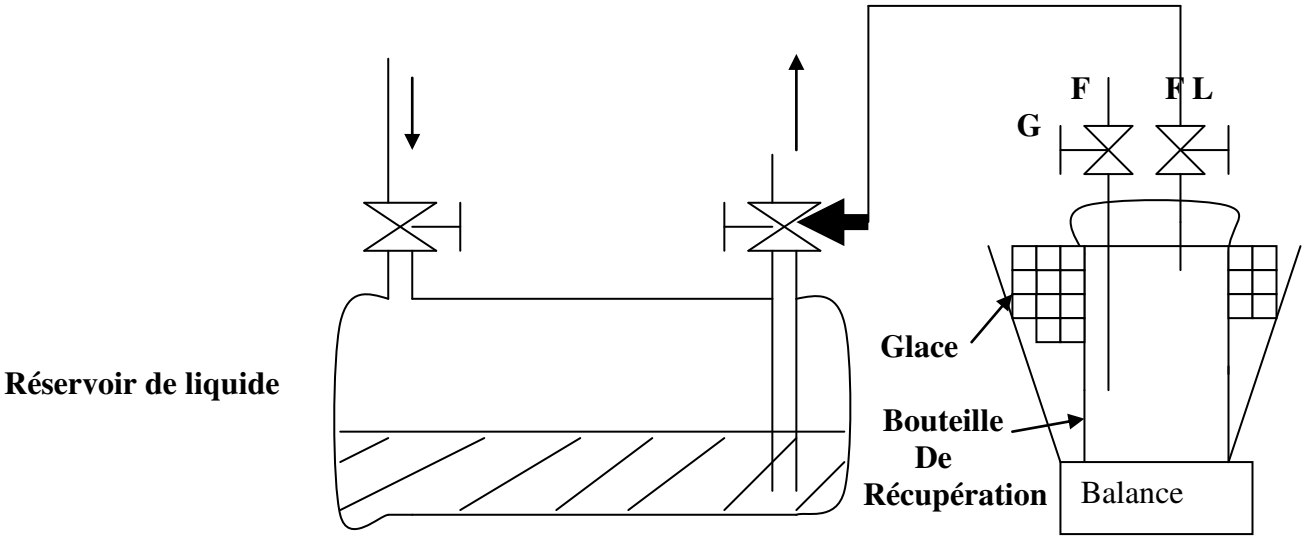
- La vanne 1 étant fermée, on ramène tout le liquide dans le réservoir
- On isole la vanne 2 et on raccorde sa zone gaz à la vanne G
- On raccorde l'aspiration de la pompe à la vanne de vidange3
- Installer une pompe centrifuge le plus prés possible du réservoir, raccordée par des flexibles courts et de plus gros diamètre (éviter une vaporisation du liquide due à la chute de pression)
- Le transfert est très rapide (10kg / mn)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

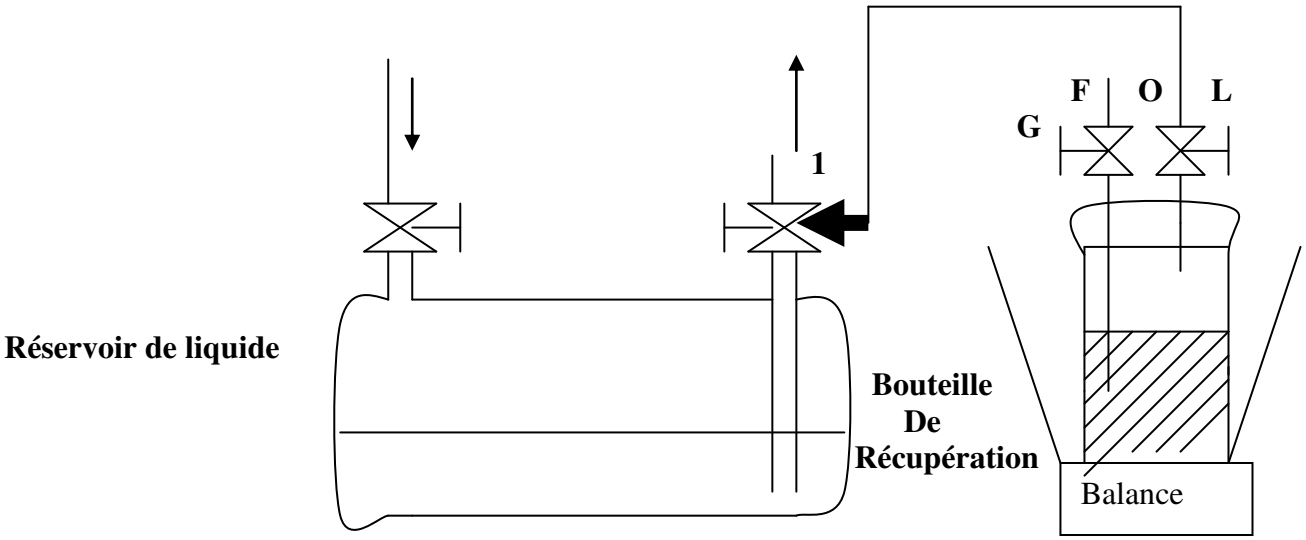
- Le liquide étant transvasé dans la bouteille, la masse dans la bouteille n'augmentera plus, alors, on doit arrêter rapidement la pompe pour éviter de l'endommager.
- 10 % de gaz de la charge totale qui reste seront récupérée par un groupe de transfert.

2-1-4 : Récupération en liquide par différence de température

FIG 12



Avant la récupération
(Récupération en liquide par différence de température)



Après la récupération
(Récupération en liquide par différence de température)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

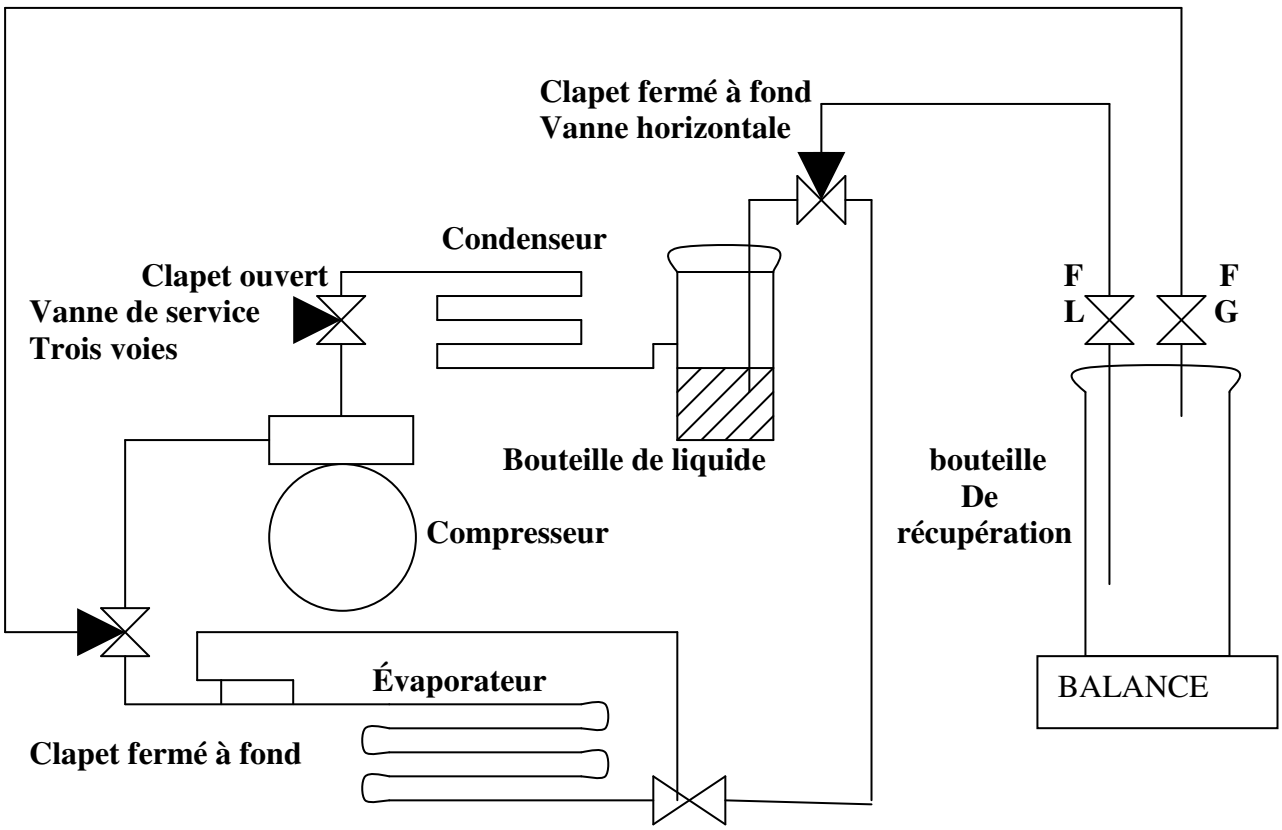
Cette méthode nécessite une vanne départ liquide équipée d'une prise de pression 1, on procède selon les étapes suivantes :

- Ramener tout le liquide dans le réservoir et de raccorder la bouteille de récupération
- La bouteille de récupération soit plus froide que le réservoir (disposer de la glace et d'un récipient) ou placer la bouteille en chambre froide la veille.
- Il ne faut jamais refroidir la bouteille en dessous de -20 °C, ça fragilise les matériaux de la bouteille.
- Raccorder le réservoir et la bouteille avec un flexible plus et pus court et le purger
- Noter l'indication de la balance avant de commencer à introduire le fluide
- Des l'ouverture de la vanne L, un gros débit de liquide est aspiré grâce au vide régnant dans la bouteille
- Lorsque tout le liquide sera transvasé, la masse indiquée par la balance n'augmentera plus, il ne reste que du gaz (environ 10 %).il faudra terminer la récupération en utilisant un groupe de transfert.

Conclusion :

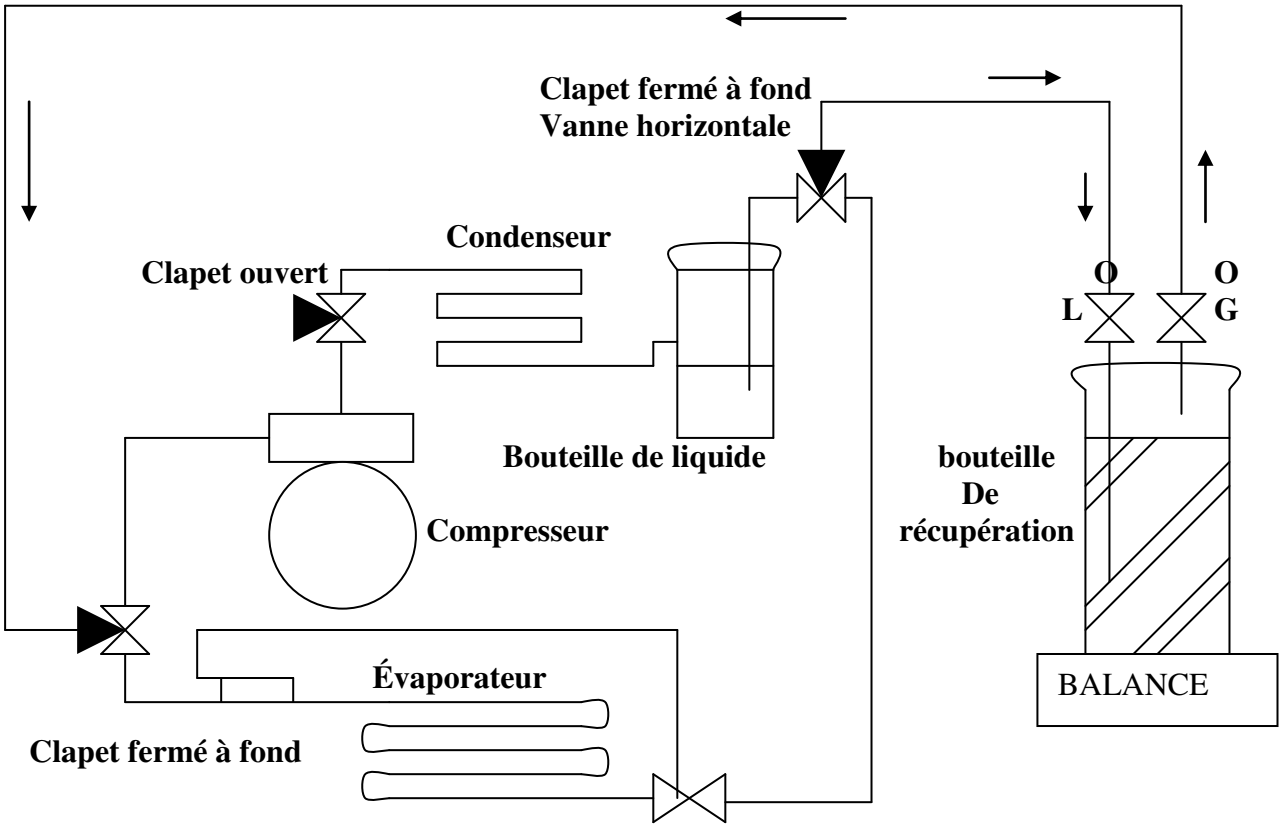
- Cette méthode utilise le principe de la paroi froide
- Elle nécessite peu de matériel et d'être rapide
- Elle est appliquée sur un plus grand nombre d'installations que la méthode par gravité.

2-1-5 : Récupération en liquide par le compresseur de l'installation
Fig. 13



Avant la récupération (raccordement après transfert du liquide au réservoir
(Récupération en liquide par le compresseur de l'installation)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Après la récupération (méthode va et vient)

Cette démarche nécessite :

- Le compresseur de l'installation soit en bon état
- Un raccordement soit possible sur l'aspiration
- Une vanne départ liquide soit équipée d'une prise de pression reliée au réservoir en position fermée

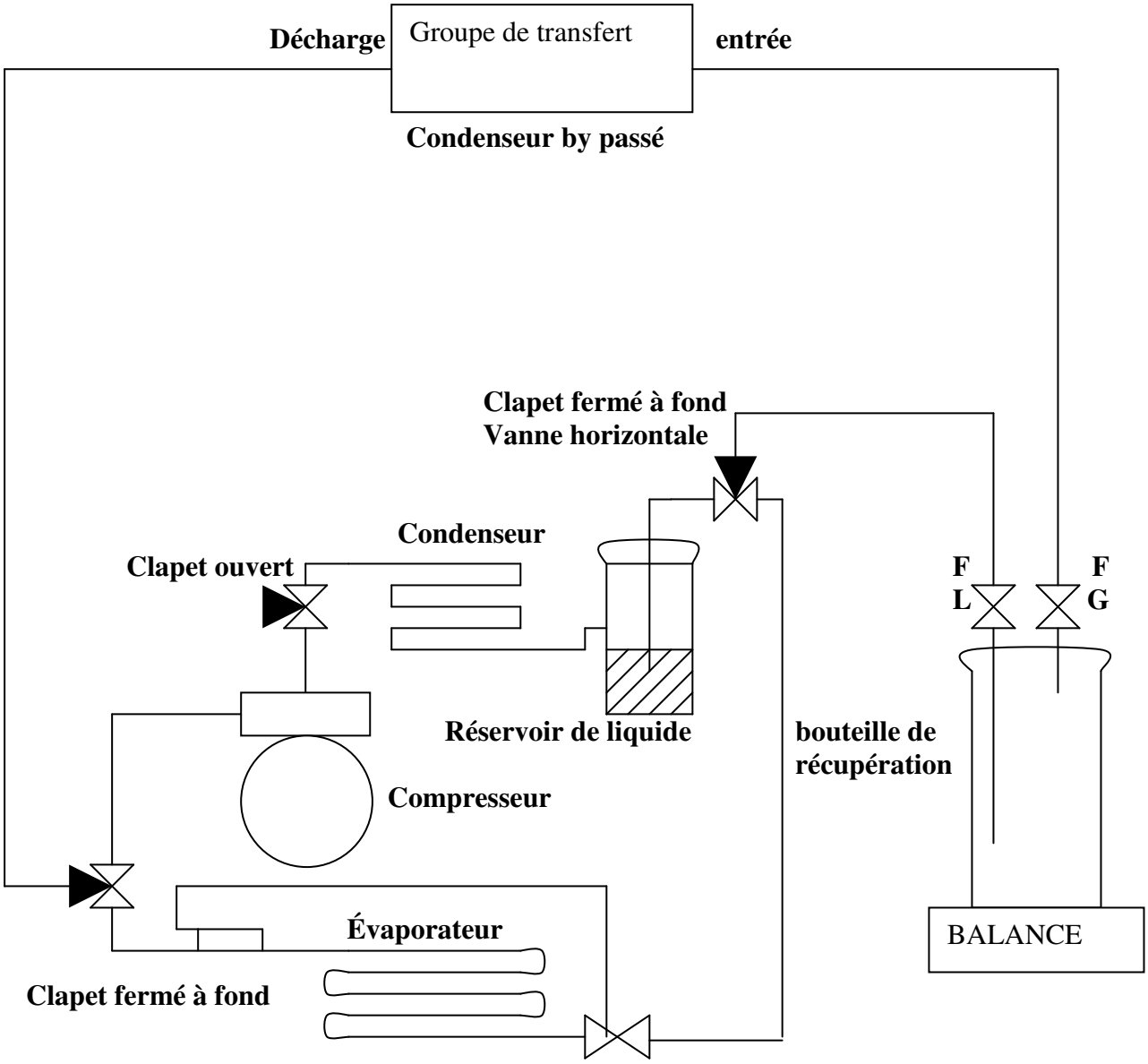
Procédure :

- Ramener tout le liquide dans le réservoir de liquide (en utilisant les flexibles plus courts et plus gros)
- On purge les flexibles et on note la valeur de la balance et on ouvre la vanne L, alors, un gros débit est aspiré grâce au vide dans la bouteille de récupération.
- Le débit étant ralentit, on ouvre la vanne G et on fait tourner le compresseur qui aspire les vapeurs dans la bouteille de récupération et les refoule sous pression coté réservoir (si la HP est trop faible, arrêter le ventilateur du condenseur)
- Cette méthode permet d'abaisser la pression dans la bouteille de récupération et de l'élever côté réservoir et en plus l'aspiration des vapeurs au dessus de la surface libre du liquide permet de refroidir la bouteille de récupération.
- Cette différence de pression et de température permet un transfert très rapide du liquide
- Quand tout le liquide sera transvasé, il faudra terminer les 10 % de gaz qui restent par un groupe de transfert.
-

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

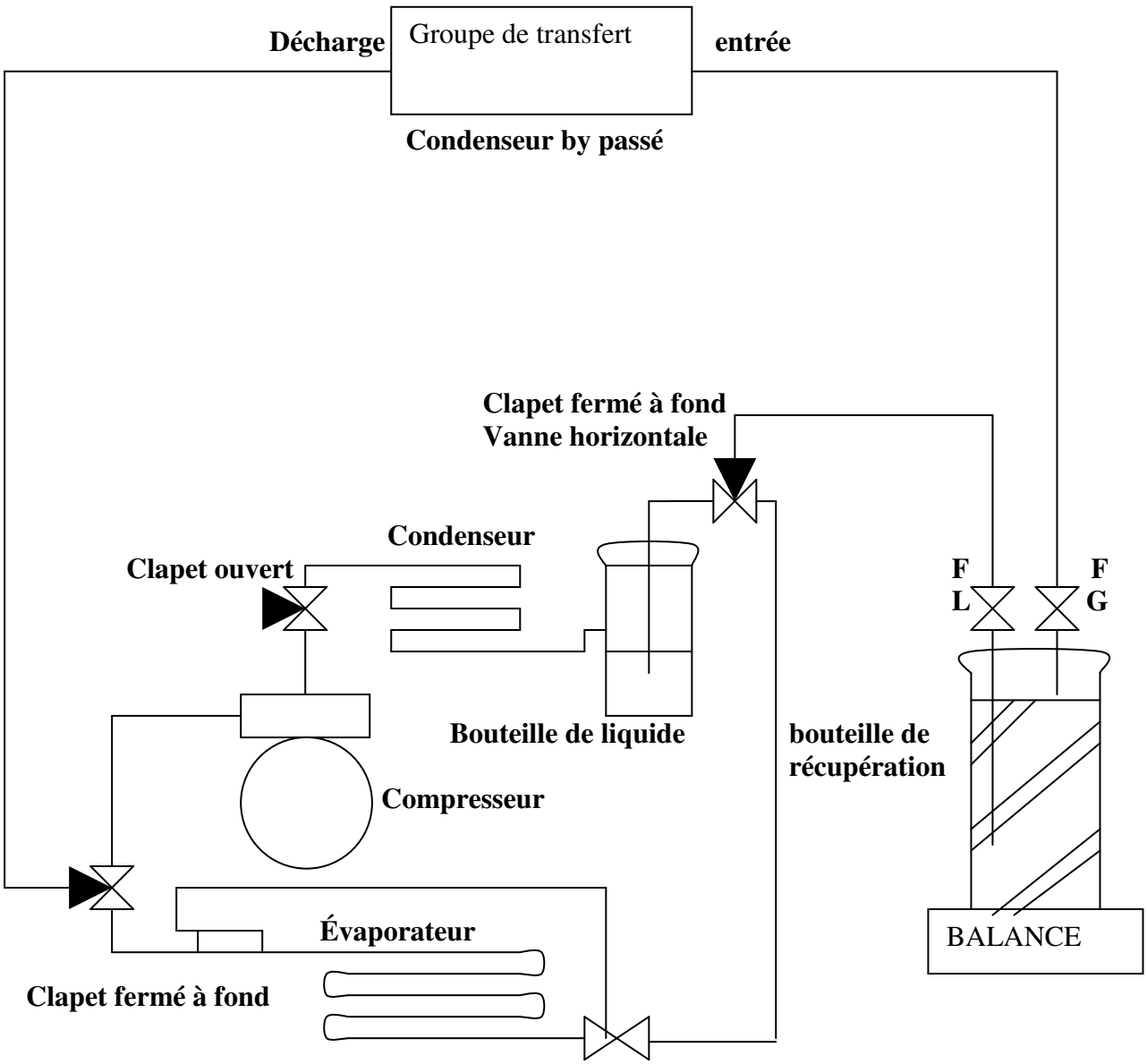
2-1-6 : Récupération en liquide par un compresseur extérieur : (méthode va et vient)

Fig 14



Avant la récupération
(Raccordement après transfert du liquide au réservoir)
Récupération en liquide par un groupe de transfert

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Après la récupération (méthode va et vient)

La procédure précédente utilisant le compresseur du circuit frigorifique a ses limites :

1- Le débit de gaz aspiré à l'aide d'un flexible même s'il est gros est beaucoup trop faible s'il s'agit d'un gros compresseur.
2- La BP coupe très vite et le compresseur redémarre une fois que la pression s'élève aussitôt, (problème des courts cycles)

Alors, au lieu d'utiliser le compresseur de l'installation, on utilise un compresseur extérieur protégé par ces éléments suivants :

1- Un filtre antiacide
2- Une bouteille anti-coups de liquide
3- Un séparateur d'huile

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Comme, il faut aspirer des vapeurs dans la bouteille de récupération et refouler des vapeurs dans le circuit, cette méthode nécessite que le condenseur du groupe de transfert ne soit pas opérant :

- Soit que le groupe de transfert est équipé de vanne pour by-passer son condenseur
- Soit arrêter le condenseur électriquement
- Soit que le condenseur soit bouché par un carton

Mode opératoire :

- Ramener tout le liquide dans le réservoir et raccorder les flexibles selon le schéma de principe
- En ouvrant la vanne L, un gros débit est transvasé vers la bouteille de récupération grâce au vide régnant dans celle-ci
- Lorsque le débit ralentit, on ouvre la vanne G et on fait fonctionner le compresseur du groupe de transfert qui aspire les vapeurs dans la bouteille de récupération et les refoule dans l'installation.
- Quand tout le liquide sera transvasé dans la bouteille, les 10 % de gaz restant sont aspirés par un groupe de transfert.

Cette méthode permet :

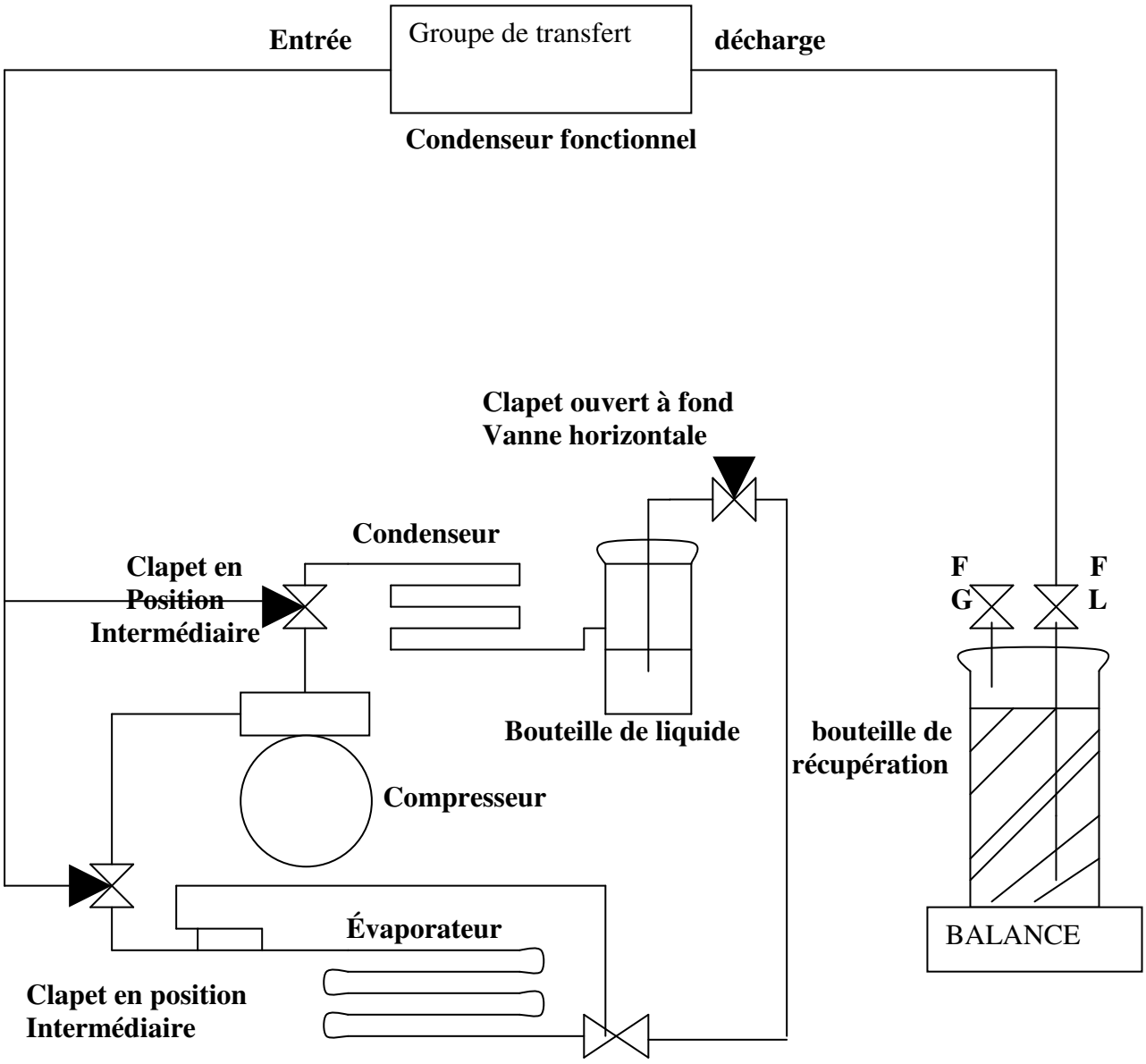
1- D'abaisser la pression dans la bouteille de récupération
2- D'élever la pression dans le réservoir
3- Refroidir la bouteille de récupération

Cette différence de pression et de température permet un transfert très rapide de liquide.

2-1-7 : Récupération partielle en gaz : (méthode écluse)

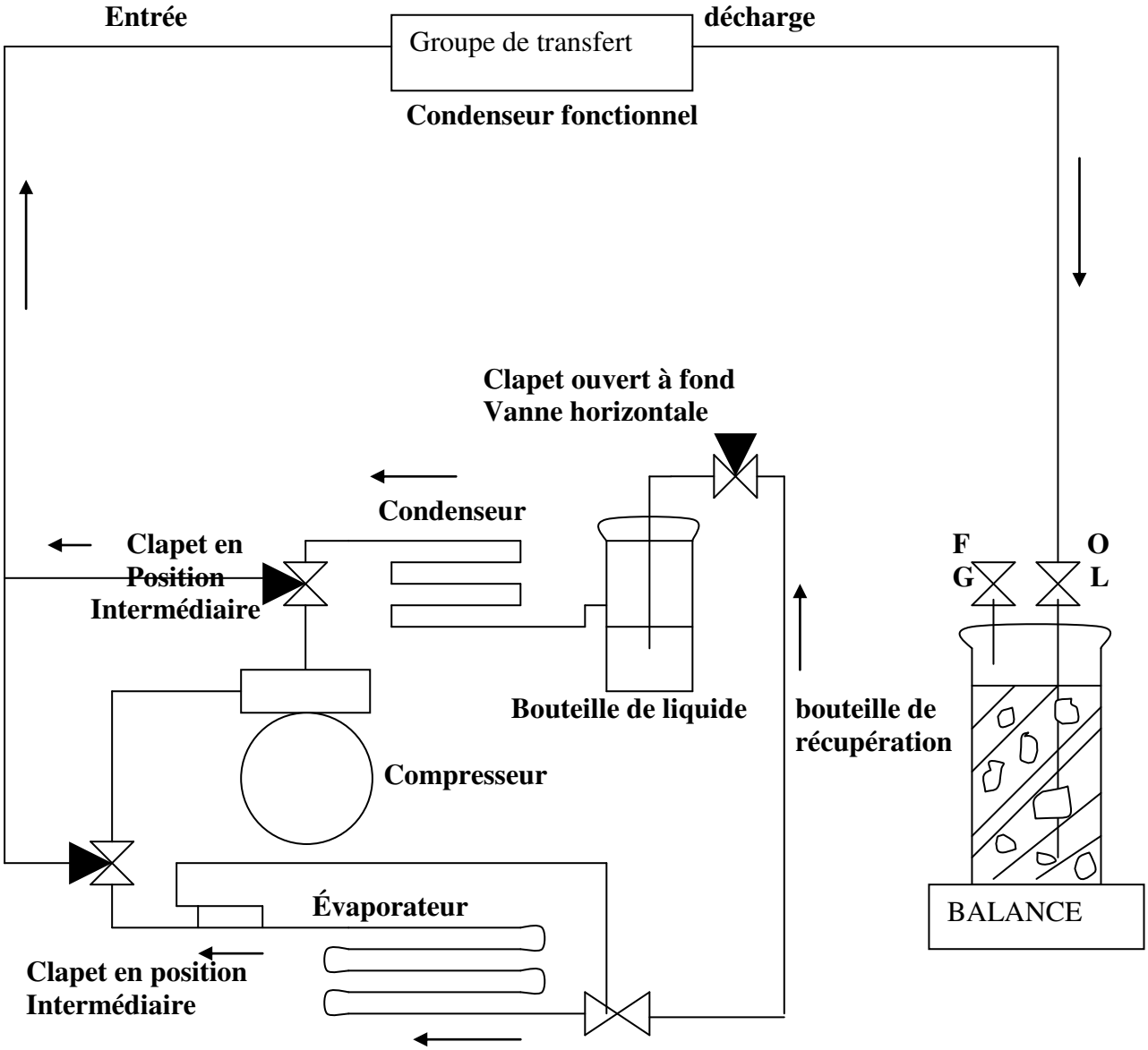
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

FIG 15



Avant la récupération
(Récupération partielle en gaz par un groupe de transfert pour achever une récupération en liquide)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Après la récupération (méthode écluse)

Lorsque la récupération est terminée, il resta 10 % de gaz qu'il faut aspirer à l'aide d'un groupe de transfert.

Procédure :

- On raccorde le groupe et la bouteille selon le schéma de principe
- Après avoir purgés les flexibles et noter l'indication de la balance, on fait tourner le groupe.
- Les vapeurs aspirées dans l'installation sont refoulées dans le condenseur du groupe de transfert puis envoyées dans la bouteille de récupération à l'état liquide.

Note :

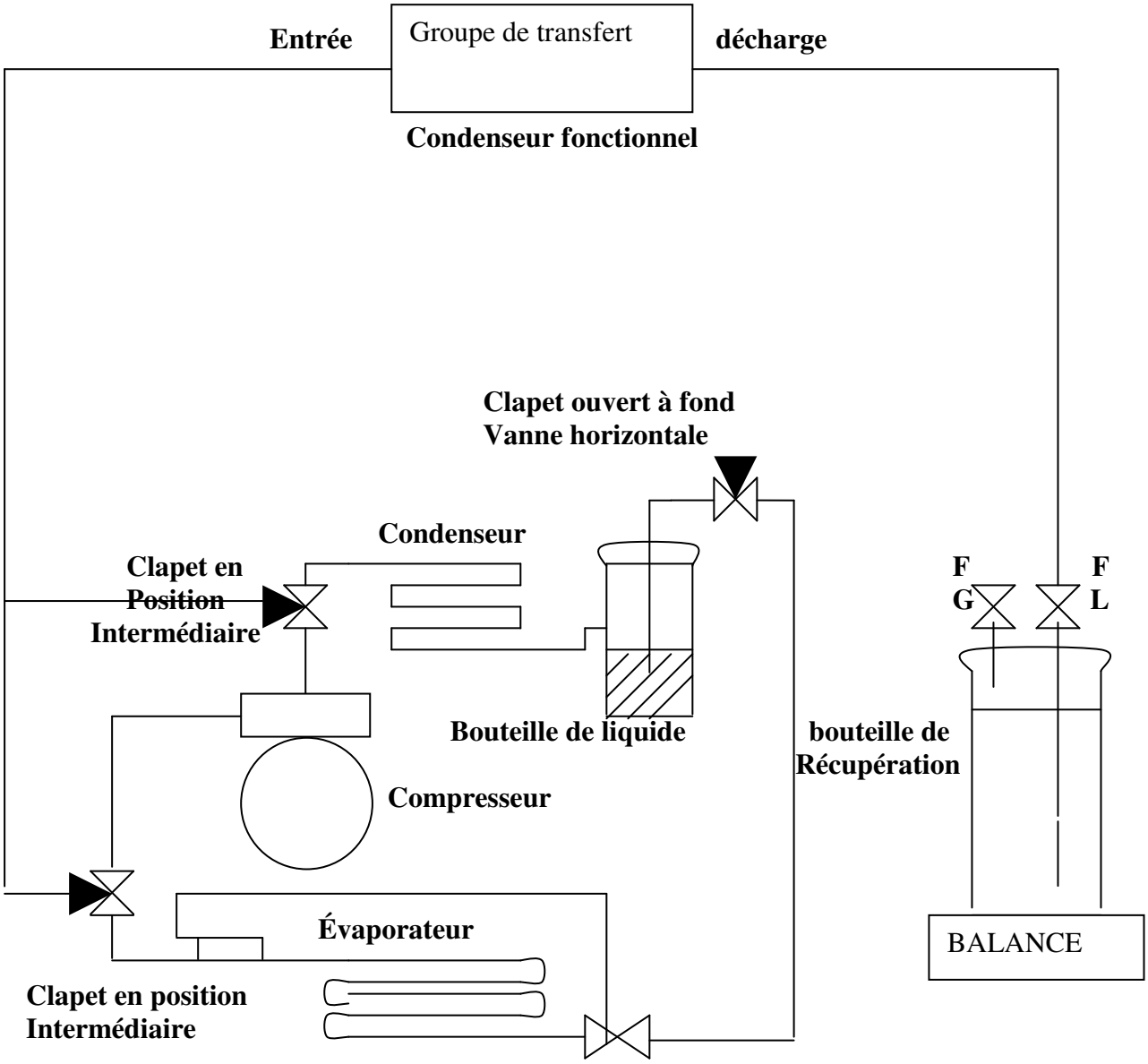
- Utiliser un groupe de transfert selon la capacité de celui-ci, sinon il déclenche aux sécurités thermiques et à la limite, il grille.
- La réglementation prévoit que la pression résiduelle à la fin de la récupération ne doit pas dépasser :

  * -0.4 bar si le circuit a un volume inférieur à 200 litres
  - -0.7 bar dans les autres cas
  -

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

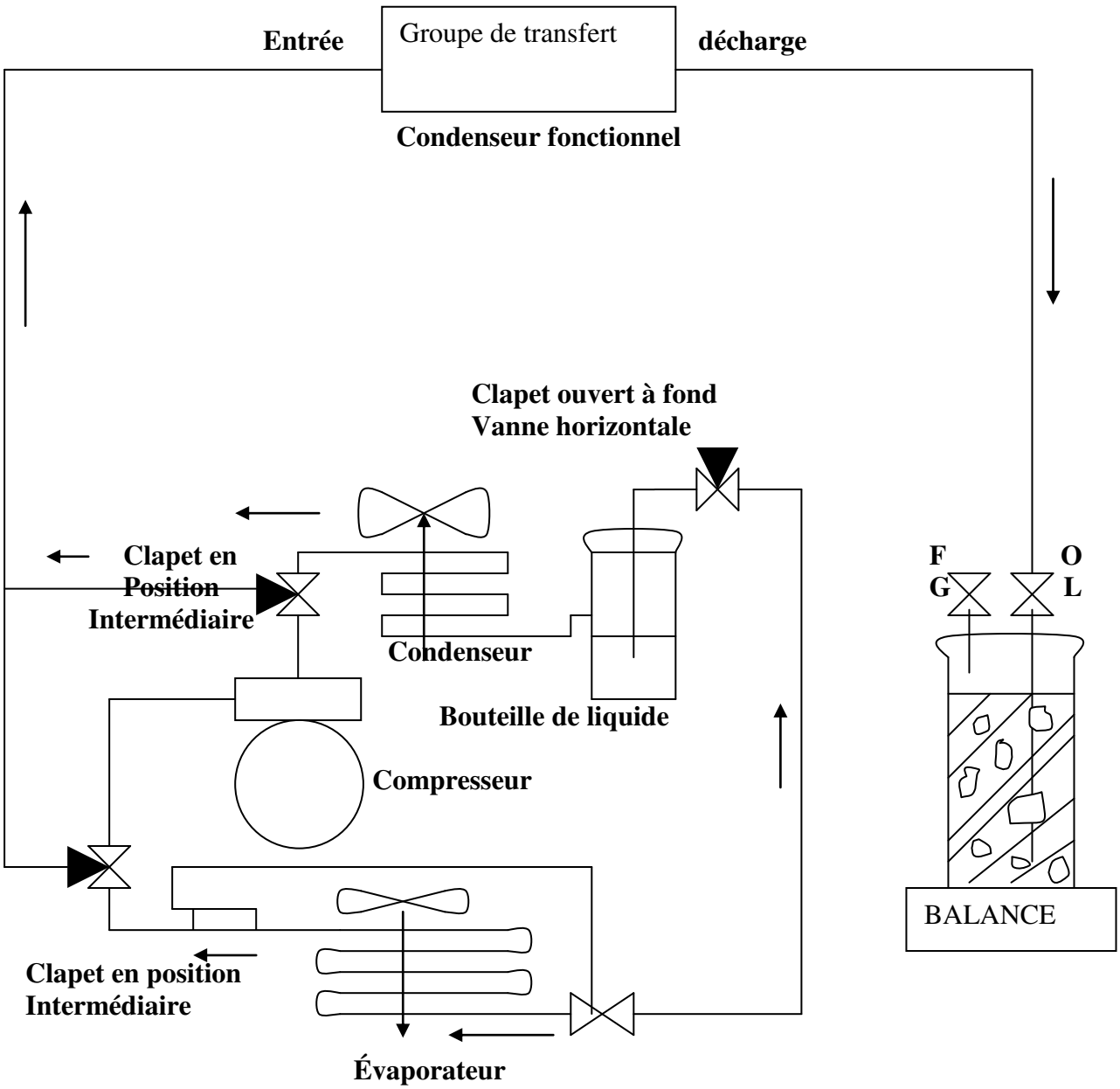
2-1-8 : Récupération complète en gaz par un groupe de transfert

FIG 16



Avant la récupération
(Récupération complète en gaz par un groupe de transfert)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



Après la récupération (méthode écluse)

S'il n y a pas de possibilité d'accéder au fluide à l'état liquide, on est obligé de récupérer tout le fluide du circuit sous forme gazeux.
Cette méthode est la plus longue et ne devrait donc être utilisée que sur des petites installations contenant peu de fluide.
Tout le fluide va traverser le compresseur qui va être agressé par :

- Les acides
- Des traces d'huiles non compatibles avec le compresseur
- Des conditions de fonctionnement très défavorables (taux de compression élevé, faible débit aspiré et donc mauvais refroidissement du moteur)

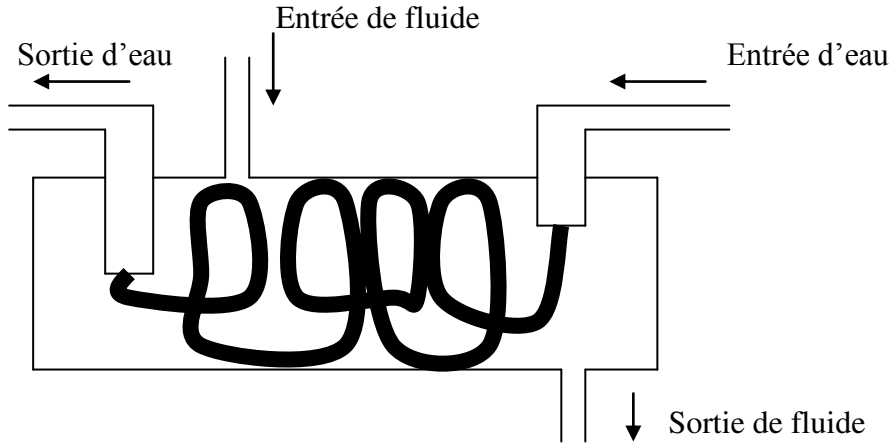
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Mode opératoire

- Raccorder le groupe de transfert selon le schéma de principe sans oublier le manomètre
- Après avoir purgés les flexibles et mis en service les ventilateurs, on pourra aspirer une petite partie des vapeurs grâce au vide régnant dans la bouteille, puis on fera fonctionner le groupe de transfert.
- Les vapeurs aspirées dans l'installation sont refoulées dans le condenseur du groupe de transfert puis envoyées dans la bouteille de récupération à l'état liquide.

2.1.9 : Récupération en gaz : le risque de gel de l'eau dans l'évaporateur et le condenseur

(Voir fig 17)



Destruction des tubes en cas de gel de l'eau

- Au moment de la récupération en phase gazeuse, lorsque le fluide se vaporise, il emprunte de la chaleur des parties contenant du liquide.

- Lorsque l'installation est munie d'un évaporateur ou d'un condenseur à eau, on risque de geler l'eau dans ces échangeurs. Ce qui va entraîner la rupture des tubes à eau : l'eau et le fluide frigorigène seront en contact.

Dans cette situation deux cas se présentent : (cas d'un évaporateur)

1- Si la pression de l'eau est supérieure à la BP, l'eau s'engouffre directement à l'intérieur des tubes crevés.

2- Si la pression de l'eau est inférieure à la BP, le fluide frigorigène s'échappe dans l'eau où il sera chassé par les purgeurs. Lorsque l'installation ne contiendra plus de fluide frigorigène, l'eau pénètre dans les tubes.

Dans les deux cas, les pressions s'équilibrent et l'eau s'engouffrera dans le circuit en faisant des dégâts catastrophiques et l'eau peut même atteindre le carter du compresseur.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2.1.10 Exercices de connaissances pratiques

Exercice 7 :

Encercler V ou F
1- Il ne faut jamais mélanger deux fluides différents dans une bouteille de récupération.
V ou F

2- Il sera toujours préférable de récupérer le fluide à l'état gazeux plutôt qu'à l'état liquide.
V ou F

3- Les bouteilles ne doivent jamais êtres remplies au delà de 80% de leur volume.
V ou F

4- Les bouteilles doivent êtres utilisées pour récupérer même un fluide non indiqué sur l'emballage.
V ou F

5- Lorsqu'on utilise des flexibles gros et courts à la place des flexibles petits et longs, la durée de récupération est lente.
V ou F

6- La méthode de la récupération en liquide par gravité est possible lorsqu' peut placer une bouteille de récupération d'une contenance adaptée en dessous du réservoir de liquide de l'installation.
V ou F

7- Il n' y a pas de risque de cavitation de la pompe centrifuge quelque soit le placement de celle-ci et lorsqu'elle est raccordée par des flexibles de petits diamètres et longs.
V ou F

8- Lorsque la vanne liquide est montée horizontalement, la tige de la vanne étant en position à fond sur l'arrière, ce qui isole la prise manométrique, alors que, le réservoir liquide est en communication avec la ligne liquide.
V ou F

Exercice 8 :

Cocher la réponse juste :

1- Pour la méthode de récupération en liquide par différence de température

A : L'installation ne nécessite pas une vanne départ liquide
B : Les flexibles de raccordement sont longs et de petits diamètres
C : On utilise le principe de la paroi froide de Watt
D : L'installation nécessite un matériel énorme

2- Lorsque la vanne de départ liquide est montée verticalement et sa tige est en position à fond sur l'avant

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

A : La prise de mano est isolée, le réservoir de liquide est en communication avec la ligne liquide
B : La communication avec le réservoir de liquide est fermée et la prise manométrique communique avec la ligne liquide.
C : La prise de mano, le réservoir de liquide et la ligne liquide sont en communication.
D : La prise de mano est en communication avec le réservoir de liquide et la ligne liquide est fermée.

3-Concernant la méthode de récupération en liquide par le compresseur de l'installation

A : Le compresseur permet simultanément d'abaisser la pression dans la bouteille de récupération et de l'élever dans le réservoir.
B : L'installation nécessite une vanne de départ liquide en position ouvert.
C : L'installation est conçue de telle manière que l'évaporateur est raccordé à l'aspiration du compresseur par brasure
D : Le compresseur doit fonctionner de sorte que toute la charge de l'installation doit être transvasée dans la bouteille de récupération.

2.2 Problèmes du groupe de transfert

2.2.1 Pression d'arrêt du groupe de transfert

- La réglementation prévoit qu'on ne doit pas aller en dessous d'une pression résiduelle de -0.4 bar effectifs pour des installations dont le volume est inférieur à 0.2 m3 et à -0.7bar effectifs pur les autres.
- Si la pression d'aspiration diminue, le débit volumique aspiré diminue mais le taux de compression est inversement proportionnel à la pression d'aspiration, celui-ci va augmenter et le travail absorbé augmente aussi, alors le compresseur s'échauffe et il déclenche généralement aux sécurités thermiques, sinon il se détériore.
- Donc, il faut éviter de faire fonctionner les groupes de transfert trop longtemps.
- Si le circuit est de faible puissance, la récupération ne pose pas de problème. Mais si l'installation dépasse quelques kilogrammes de fluide, il faut r&récupérer la plus grande partie du fluide en liquide et le reste en phase gazeuse.

2.2.2 Capacité du groupe de transfert

- Il faut adapter la capacité du groupe de transfert à la masse de gaz à aspirer dans le circuit.
- A titre d'exemple : après une récupération de fluide en liquide, il reste dans le circuit 30 kg de gaz qu'on doit récupérer à l'aide d'un groupe de transfert.
* Si le groupe de transfert a une capacité de 2 kg / h, il met 15 h pour achever le travail.
* Par contre, un autre dont la capacité est de 90 kg / h, il tourne que 20 mn pour aspirer tout le gaz.

2.2.3 Vidange du groupe de transfert

- Si un groupe de transfert est prévu d'être utilisé avec différents fluides, il est obligatoire de le vidanger après chaque opération de récupération.
- Sans vidanger préalablement le groupe de transfert, il y a risque de créer de mélange de fluides irrécupérable que le fournisseur devra détruire.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Il est dangereux de récupérer du fluide sur une installation pour le réintroduire dans une autre.

2.2.4 Recyclage du fluide frigorigène

- Parfois un dispositif est incorporé avec le groupe de transfert, il sert à recycler le fluide récupéré avant de le réintroduire dans le circuit.
- ce dispositif est composé :
* D'une pompe permet de faire circuler le fluide
* D'un filtre déshydrateur anti acide permet d'absorber les acides et l'humidité.
* D'un voyant hygroscopique pour vérifier l'absence d'humidité.

Ce moyen n'est pas efficace s'il s'agit d'un mélange de fluide ou du fluide contenant des traces d'huile. Pour avoir un recyclage garanti du fluide frigorigène, demander du service auprès des distributeurs de fluide.

2.2.5 Exercices de connaissances pratiques

Exercice 9:

Répondre par vrai ou faux

A- la réglementation prévoit que le groupe de transfert ne doit pas fonctionner à une pression en dessous de – 0.4 bar effectifs pour les volumes inférieurs à 200 litres et – 0.7 bars pour les autres.
V ou F
B- la récupération en phase gazeuse, quel que soit le circuit frigorifique, est très recommandée pour préserver la durée de vie du groupe de transfert.
V ou F

C- la solution idéale est de récupérer le maximum de fluide à l'état liquide pius de finir la récupération avec le groupe de transfert.
V ou F

D- on doit choisir le groupe de transfert selon sa capacité et le fluide frigorigène utilisé dans l'installation.
V ou F

E- il n'est pas recommandé de vidanger le groupe de transfert après toute opération de récupération
V ou F

2.3 : Résumé

Le frigoriste, en intervenant sur une installation frigorifique doit porter des gants et des lunettes. E n cas de fuites, ouvrir les portes, les fenêtres et mettre la ventilation dans les locaux en service.
Il est préférable de transférer tout le liquide vers le réservoir de l'installation et récupérer le fluide en phase liquide en appliquant l'une des méthodes décrites précédemment à savoir :

- Par gravité

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Par pompe à liquide
- Par différence de température
- Par le compresseur de l'installation
- Par un compresseur extérieur

Pour récupérer la totalité du fluide de l'installation, une récupération en phase gazeuse est nécessaire après celle de la phase liquide en utilisant un groupe de transfert.
Parfois, le frigoriste est contraint de récupérer tout le fluide en phase gazeuse, lorsqu'il n'y a pas de possibilité d'accéder au liquide. C'est une méthode longue, elle est utilisée sur les équipements de faible puissance.
Le technicien doit, en outre, respecter les conditions de fonctionnement du groupe de transfert :

- Il ne faut pas laisser un groupe de transfert fonctionner trop longtemps, il risque de s'échauffer et de s'endommager.
- La réglementation prévoit qu'on doit arrêter le groupe à la fin de récupération à – 0.4 bar effectifs pour les circuits inférieurs à 200 litres et à -0.7 bars effectifs pour les autres circuits.
- La capacité de la machine doit être compatible au volume du circuit frigorifique.
- Si le groupe est fonctionnel avec plusieurs fluides, alors, dans ce cas, il faut le vidanger après chaque opération.
- Ne jamais récupérer un fluide pour l'introduire dans une installation.

2.4 Exercice de synthèse (voir annexe D)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre III : recherche des fuites et déshydratation

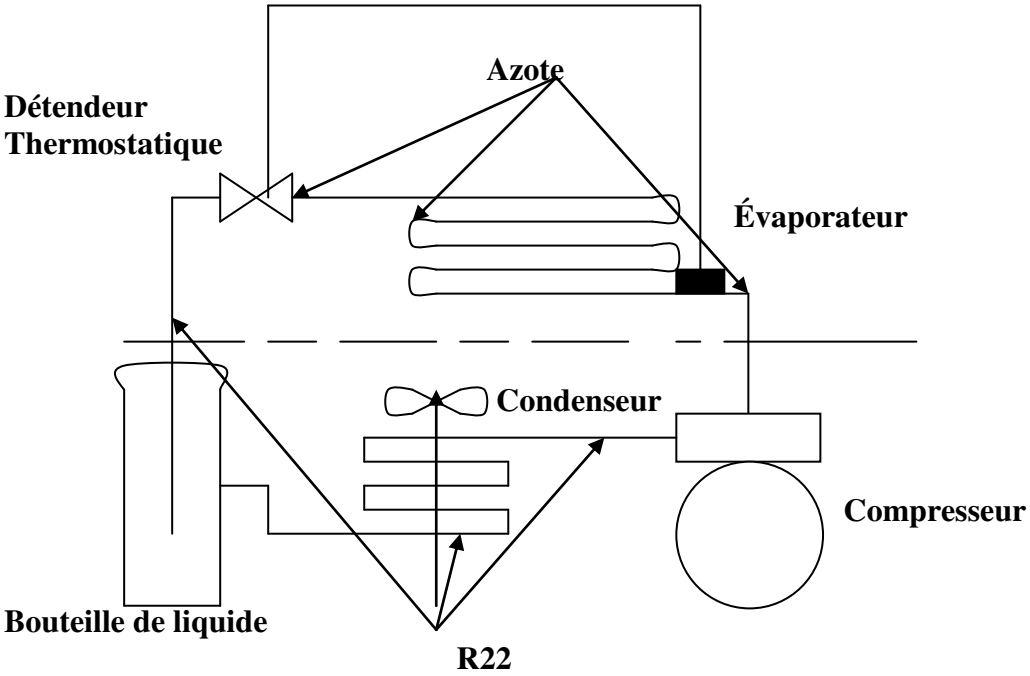
Introduction :

Dans ce chapitre, on traitera les techniques de recherche des fuites, car c'est une opération très importante dans la maintenance du circuit frigorifique. De ce fait, un frigoriste ne quittera jamais le chantier sans avoir fait les fuites, principalement sur les parties du circuit sur lesquelles est intervenu.
On parlera aussi de la nécessité de la déshydratation d'une installation frigorifique et des procédures employées dans ce but.
Comme le nettoyage et la déshydratation sont intimement liés, il s'est avéré utile de rappeler quelques méthodes de nettoyage.
Enfin, on doit rappeler au technicien qu'il est contraint de purger une partie du circuit sur laquelle est intervenu lorsque la conception de l'installation ne lui permet pas d'utiliser une pompe à vide.

3.1 Recherche des fuites sur un circuit frigorifique non chargé

3.1.1 Technique du test d'étanchéité d'un circuit par la méthode du mélange d'azote et de fluide frigorigène

Fig 18



Le R22 est plus lourd que l'azote

- Mettre sous pression le circuit frigorifique à une pression de 02 bars (lecture sur le mano BP)
- Remplacer la bouteille du fluide frigorigène par une bouteille d'azote.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Régler le Mano détendeur à une pression de 08 bars (la pression dépasse 100 bars à l'intérieur d'une bouteille d'azote) sous peine d'accident très grave.
- Fermer et enlever la bouteille d'azote.
- Effectuer la recherche des fuites en utilisant soit un seul ou deux procédés en même temps, pour être sur des résultats de recherche :
Soit la mousse du savon
Soit une lampe haloïde (CFC et HCFC)
Soit un détecteur de fuite électronique (adapté au fluide frigorigène dans le circuit)
Soit un détecteur à U.V (quelque soit le fluide frigorigène)

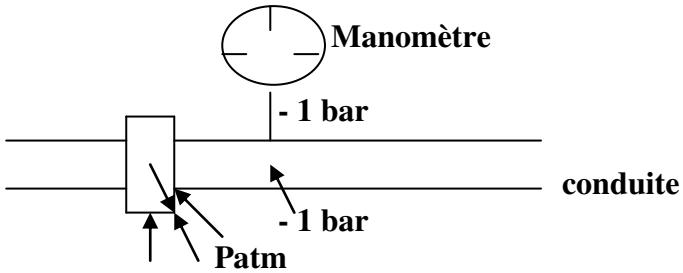
Note : à la fin test, il faudrait bien vider le circuit sans rejet à l'atmosphère (le stocker dans des bouteilles de stockage)

Inconvénients :

Après que l'installation d'être remplies par l'azote et le fluide frigorigène, les deux fluides se séparent par différence de masse volumique. Etant donné que l'azote est plus léger que le fluide frigorigène, il remonte à la partie haute et le fluide descend en bas de l'installation. Ce qui fait que le détecteur ou la lampe haloïde ne peuvent pas détecter la fuite si elle se déclare à la partie haute de l'installation.

3.1.2 Épreuve d'étanchéité par la technique de la mise au vide

Fig. 19



ΔP = patm – 0 = 1 bar (circuit tiré au vide)

Parfois, on utilise la technique de la mise au vide pour vérifier l'étanchéité d'un circuit frigorifique.
Autrement dit : tirer au vide l'installation et attendre une remontée de pression. Si la pression monte c'est qu'il y a une fuite.

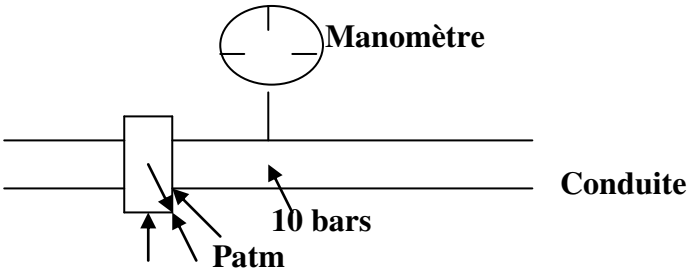
Inconvénient :

Le débit de fuite est très long car la différence de pression da part et d'autre est très faible. Ce qui fait que la montée de pression dans le circuit est lente alors le test l'est aussi. Et en plus c'est de l'air contenant de l'humidité qui pénètre dans le circuit (c'est contradictoire avec les principes de la réfrigération)
Donc, on ne peut utiliser le tirage au vide comme test pour vérifier l'étanchéité d'un circuit, il est destiné à éliminer l'humidité qui s'y trouve.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

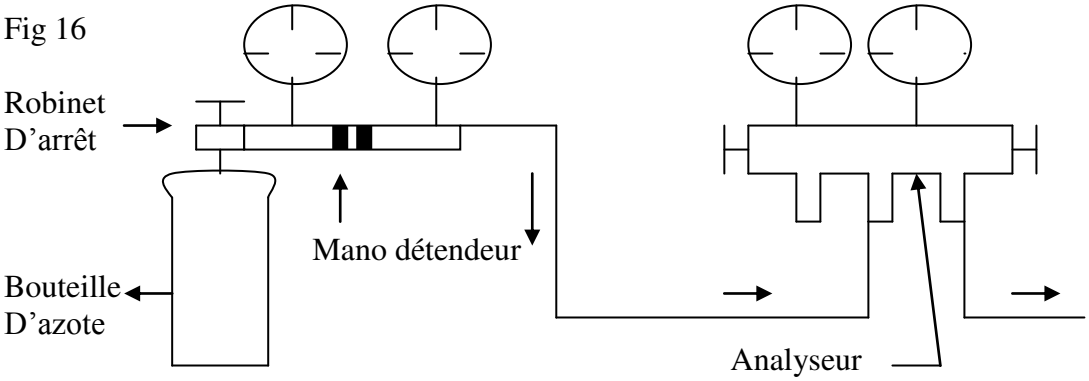
3.13 Test d'étanchéité par l'utilisation d'une bouteille d'azote

Fig. 15



ΔP = 11 – 1 = 10 bar (circuit gonflé à l'azote)

Fig 16



- La méthode consiste à gonfler un circuit frigorifique par l'azote à une pression d'environ 10 bars.
- La bouteille d'azote doit être équipée par un mano détendeur car la pression dans celle ci dépasse 100 bars.
- Applique une solution savonneuse pour chercher s'il y a des fuites.
- En cas de forte fuite, la pression baisse très rapidement, elle est détectable facilement à l'ouie ou par sensation par la main.

Remarque

On rappelle la loi de CHARLES : P1 / T1 = P2 / T2
P1 et P2 sont en bar absolue ; T1 et T2 sont en température absolue (° K)

- A l'instant t1, on lit sur le manomètre une pression P1 qui correspond à une température d'ambiance T1.
- A l'instant t2, et d'après la loi de CHARLES.
P2 = T2 x P1 / T1

P1 / T1 est connue égale constante, alors P2est fonction de T2.
Si T2 augmente P2 augmente
Si T2 diminue P2 diminue

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Donc, si la pression diminue à cause de la température parce qu'il fait frais, ça veut pas dire qu'il y a une fuite.
Mais, si la pression indiquée par le manomètre (n'oublier pas de rajouter +1 à une pression lue sur un mano à pressions effectives) est inférieure à celle obtenue par la loi de CHARLES , cela indique qu'il y a un fuite.

3.1.4 Exercices de connaissances pratiques

Exercice 10 :

Un soir de juillet, un monteur gonfle une installation à l'azote pour éprouver l'étanchéité. La température ambiante étant de 27 °C, il relève aux manomètres une pression de 10.8 bars. Le lendemain matin, il constate que les manomètres indiquent 10.2 bars, mais que la température a chuté à 17°C. Quelle conclusion en tirez – vous ?

Exercice 11 :

Répondre par vrai ou faux :

1- On localise les fuites par les traces d'huile sur les conduites ou sur les parties situées en dessous de la fuite.
V ou F

2- Il est conseillé de laisser les flexibles (type flexible de manifold) en permanence sur une installation frigorifique.
V ou F

3- La lampe haloïde fonctionne avec les nouveaux fluides HFC.
V ou F

4- Le procédé qui utilise un additif fluorescent et une lampe ultraviolet permet de détecter les fuites même très faibles quelque soit la nature du fluide utilisée.
V ou F

5- La méthode utilisant une solution savonneuse est très pratique pour localiser exactement une fuite qu'on suspecte.
V ou F

6- Le tirage au vide d'un circuit frigorifique n'est pas destiné à éliminer l'humidité qui s'y trouve mais de tester son étanchéité.
V ou F

3.2 Recherche des fuites sur un circuit frigorifique chargé

3.2.1 Causes de fuites

Lorsqu'on parle de fuite c'est-à-dire la sortie d'un mélange de fluide et d'huile du circuit frigorifique.
On localise les fuites par les traces d'huiles sur les conduites ou sur les parties situées en dessus de la fuite.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Une fuite peur se déclarer au niveau :
* D'un raccord ou d'un joint mal serré
* D'une brasure mal faite

- Le dépanneur doit, en outre, contrôler :
* Les soufflets des pressostats (se tordent et se percent quand on ne serre pas les écrous de raccordement à l'aide de 2 clés)
* Les capuchons (on doit les serrer à la clé non pas à la main)
* les soupapes de sécurité non étanches (leur échappement raccordé à l'extérieur par une tuyauterie)
* Les garnitures d'étanchéité usées (compresseurs ouverts)
* Les presse étoupes des vannes de service ou de régulation (qu'on doit desserrer avant toute manœuvre et ne pas de resserrer ensuite)

Remarque :
Il est déconseillé de laisser les flexibles sur une installation frigorifique, avec le temps, ils s'usent et deviennent poreux, alors, ils provoquent des fuites.

3.2.2 Méthodes de recherche de fuites

3.2.2.1 : Utilisation d'une lampe haloïde :

L'appareil réagit au chlore et est donc réservé aux installations contenant des CFC (R12, R502, ….) ou des HCFC (R22, R123, …)
(Le chlore en contact avec la flamme entraîne une flamme de couleur vert clair, l'eau de javel contient du chlore, toute émanation provenant de celui ci vire la flamme)
Elle ne fonctionne pas avec les nouveaux fluides HFC tels que : R134a, R404A, R407C ou le R410A)

3.2.2.2 : Utilisation de l'eau savonneuse

Un procédé très pratique pour localiser exactement une fuite, lorsqu'il y a beaucoup de fluide frigorigène dans l'ambiance ou lorsque la flamme de la lampe haloïde se voit mal à cause de la lumière.

3.2.2.3 : Utilisation d'un détecteur électronique de fuite :

La plupart des anciens modèles de détecteurs qui fonctionnent avec le R12 ou le R22, ne réagissent pas aux fuites des nouveaux fluides HFC.
3.3.2.4 : Utilisation d'un additif fluorescent et une lampe U.V (émettrice d'ultraviolets)

Cette méthode permet de détecter les fuites, mêmes minimes, avec une très bonne efficacité, peu importe le fluide utilisé (CFC, HCFC, HFC) en utilisant un additif approprié.

Note
Dans tous les cas, sans quitter le chantier, le dépanneur doit toujours faire le test des fuites et principalement sur les parties du circuit là où il est intervenu.

3.2.3 Réparation d'une fuite

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Evacuer et récupérer le fluide de la section à réparer
- Nettoyer l'intérieur et l'extérieur du tube avec la paille de fer
- Balayer à l'azote l'intérieur de la conduite pour éviter l'oxydation.
- Appliquer un film de flux à l'extérieur du tube
- Pénétrer le tube à fond jusqu'à qu'il soit buté par l'épaulement du manchon sur lequel on doit réaliser la brasure
- Appliquer le chalumeau d'une manière alternative sur le tube et sur le manchon.
- Appliquer de temps en temps, la baguette sur la zone chauffée pour vérifier si on a atteint la température correcte de la brasure (l'instant où la brasure commence à fondre)
- Appliquer la brasure à plusieurs endroits sur l'ensemble tube manchon.
- S'assurer qu'un anneau est réalisé sur le pourtour du tube manchon.
-Eviter de bouger l'assemblage et de le refroidir rapidement tant que la jonction n'est pas solide.
- Purger la section réparée (sans rejet à l'atmosphère)
- Vérifier que la réparation est de bonne qualité.

Remarque :

1- Une fuite se déclarant sur une brasure ou soudure à l'argent peut être éliminée par chauffe sous apport de flux après décapage.
2- Si un joint à collet fuit et que le resserrage ne tient pas à stopper la fuite, il faut refaire le joint, chauffer au chalumeau et serrer.

3.2.3 Exercices de connaissances pratiques

Exercice 12;

Quelles sont les causes qui peuvent provoquer une fuite?

Exercice 13:

Avec quels moyens peut – on rechercher une fuite ?

3.3 Provenance, effet et indication de l'humidité :

3.3.1 : Provenance de l'humidité :

L'humidité provient :

1- D'une déshydratation insuffisante des composants avant assemblage (en usine ou sur le chantier)
2- D'un assemblage dans de mauvaises conditions (en usine ou sur le chantier)
3- d'une inétanchéité du circuit après plusieurs mois de fonctionnement.
4- Des interventions de mauvaises qualités
5- D'un fluide mal déshydraté
6- D'une huile mal déshydraté ou stockée dans des récipients non obturés.

3.3.2 : Effet de l'humidité :

Les conséquences de l'humidité dans un circuit frigorifique sont :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

1- Le gel des organes de détente provoque le disfonctionnement de l'installation
2- Formation des boues acides (sels métalliques et des oxydes) :
    - En se déposant dans les échangeurs, ils diminuent alors les transferts thermiques.
    - Provoque :

      -L'usure des clapets
      - Le bouchage des filtres
      - Grippage des paliers
      - usures des paliers

3- L'attaque des isolants électriques dans le cas des compresseurs hermétiques et semi hermétiques.

3.3.3 : Indications de l'humidité :

3.3.3.1 : Indicateurs naturels

* Le gel de l'eau dans un circuit :
La présence de la glace dans un circuit indique que la teneur de l'humidité est grande. Alors, il faut remédier, mais son absence n'est pas forcément que le circuit est bien déshydraté.

- La coloration d'huile :

La formation des boues acides colore l'hile et devient foncée. On doit, alors chercher la cause. Si l'humidité est sujette du problème, on doit déshydrater et changer l'huile.

3.3.3.2 : Indicateurs chimiques :

Le voyant est installé soit :
1- Sur la conduite liquide pour nous prévenir d'un disfonctionnement de l'installation par la présence de bulles.
2- Sur la conduite de retour d'huile pour vérifier le fonctionnement du retour d'huile automatique d'un séparateur.

Ces accessoires sont munies d'une pastille sensible, par réaction chimique,change de couleur en fonction du taux d »'humidité.

3.3.4 Exercices de connaissances pratiques

Exercice 14:

Répondre par vrai ou faux

Question1 :
L'humidité ne provient pas d'une huile mal déshydratée et d'un circuit mal étanche.
V ou F

Question 2 :
L'humidité provoque la formation des sels métalliques et des oxydes.
V ou F

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Question 3 :
L'humidité ne provoque pas des corrosions et l'attaque des isolants électriques.
V ou F

Question 4 :
L'humidité est mise en évidence par une pastille incorporée dans un voyant, par réaction chimique, change de couleur en fonction du taux d'humidité.
V ou F

3.4 Principe de la déshydratation

La déshydratation d'un circuit se fait selon deux procédés :

3.4.1 : Utilisation d'un déshydrateur chimique :

Le déshydrateur est placé sur la conduite liquide, il est constitué d'un corps renfermant un produit déshydratant. Qui, en plus de la déshydratation assure la fonction anti-acide. Le support de ces cartouches est muni d'un tamis à mailles très fines qui permet l'action filtrante.

3.4.1.1 : Substances déshydratantes :

La matériau hygroscopique constitue l'élément actif du déshydrateur peut être :

1- Un absorbant : exemple le sulfate de calcium anhydre. Ce matériau retient l'humidité par action chimique qui produit un composé pulvérulent sans que cela pose un problème.
2- Un adsorbant : exemple l'alumine activée ou le gel de silice.

Ces substances retiennent l'eau et l'acide dans leurs pores sans qu'il ait réaction chimique. Elles ne se décomposent pas et peuvent être utilisés sous différentes formes (granulés, tablettes, billes, etc …)

3.4.1.2 : Conception des déshydrateurs

Ces accessoires se présentent selon deux types de modèle :
1er type :

Le déshydrateur à corps soudé est utilisé dans les circuits à faible puissance, il est généralement suivi d'un voyant à liquide. En cas ou l'appareil est hors d'usage (saturé ou colmaté), l'ensemble matière hygroscopique et corps sont remplacés.

2ème type :

Le modèle démontable est utilisé sur les installations forte puissance, ou sur les installations exposées à des entrées considérables d'humidité ou sur des circuits dont le compresseur a été carbonisé. On remplace uniquement la cartouche lorsqu'elle est saturée sans toucher le corps du déshydrateur. Ce type est beaucoup plus intéressant lorsque le circuit à déshydrater nécessite que la cartouche doive être changé à plusieurs reprises.

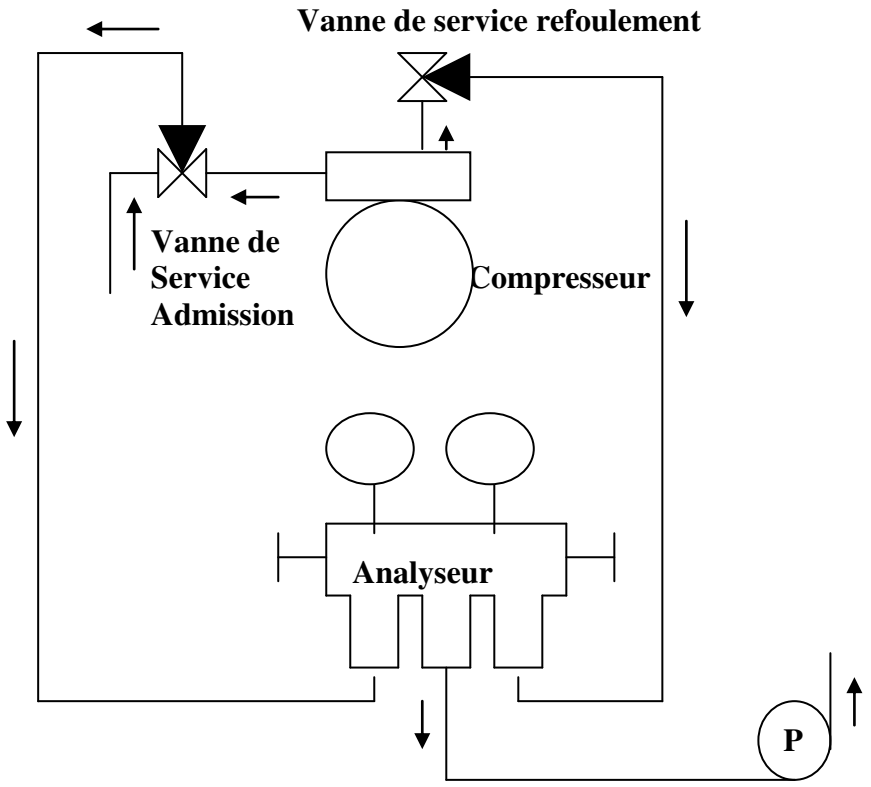
3.4.2 : Mise au vide du circuit

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Il existe trois méthodes de déshydratation par mise sous vide

3.4.2.1 : Mise sous vide unique :

FIG 20



La méthode de la mise au vide unique est préconisée lorsqu'on dispose d'une pompe capable de créer un vide de 0.1 mm Hg mais elle est longue. La méthode consiste à :
- Raccorder à l'aspiration de la pompe à vide aux cotés de la basse et la haute pression.
- Ouvrir les vannes et mettre en route la pompe
- Le vide est accompli, fermer les vannes et mettre la pompe à l'arrêt.

3.4.2.2 : Mise sous vide avec apport de chaleur

Si on ne dispose pas d'une pompe de créer et de maintenir un vide de 0.1 mm Hg, on fait appel à cette méthode qui consiste à :
- Augmenter la température du circuit par exemple de 25 °C à 70 °C.
- Utiliser une pompe qui peut créer un vide supérieur à 0.1 mm Hg et il suffit.

Cet apport de chaleur permettra une évaporation plus rapide et évitera un gel de l'humidité qui peut être très difficile à évacuer.
Cette méthode est surtout utilisée sur les systèmes monoblocs ou sur des organes séparés tels que le condenseur ou l'évaporateur. Par contre, elle n'est pas adaptée pour les grosses installations dont les composantes sont loin des unes des autres.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.4.2.3 : Triple mise au vide

Cette méthode consiste à casser le vide plusieurs fois de suite (généralement trois fois). Elle n'impose ni pompe à vide poussé, ni instruments de mesure délicats. Une pompe à vide de 5 mm Hg est suffisante pour accomplir ce travail. C'est la méthode de chantier la plus pratique.

Procédure :

a) Mettre au vide l'installation comme indiqué dans le paragraphe 3.4.2.1
b) Raccorder la bouteille d'azote R (qualité réfrigération, déshydratation parfaite) au circuit.
c) Injecter de l'azote dans le circuit jusqu'à la pression 0.5 bar effective.
d) Mettre le circuit à l'atmosphère pour faire chuter la pression par exemple à 0.1 bar effective.
e) Tirer au vide le circuit
f) Répéter l'opération 03 fois de suite à partir du point c)
g) Fermer les vannes BP et HP de l'analyseur
h) Arrêter la pompe et déconnecter
i) ouvrir à fond les tiges des vannes d'aspiration et de refoulement (tiges sur l'arrière)
j) Déconnecter les flexibles, remettre les capuchons sur leurs orifices et serrer.
k) Remettre les tiges des vannes dans leurs positions normales

Rappel :

- Utiliser des flexibles courts et gros
- Eviter de se raccorder sur un raccord Schröder
- Enlever le percuteur Schröder sur votre flexible.

Ceci pour diminuer la perte de charge sur l'aspiration de la pompe et la durée de la mise à vide.

3.4.3 Exercices de connaissances pratiques

Exercice 15:

Répondre par V ou F

Question 1 :
La méthode de la mise au vide unique est rapide et ne nécessite pas un pompe à vide poussé (par exemple 1 mm Hg)
V ou F

Question 2 :
En réduisant le plus possible la perte de charge sur l'aspiration de la pompe à vide, la durée de mettre au vide le circuit peut être réduite par 2.
V ou F

3.5 : Nettoyage d'un circuit

Après toute carbonisation et selon le degré de celle-ci, on recueille les éléments de la décomposition suivants dans le circuit frigorifique :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

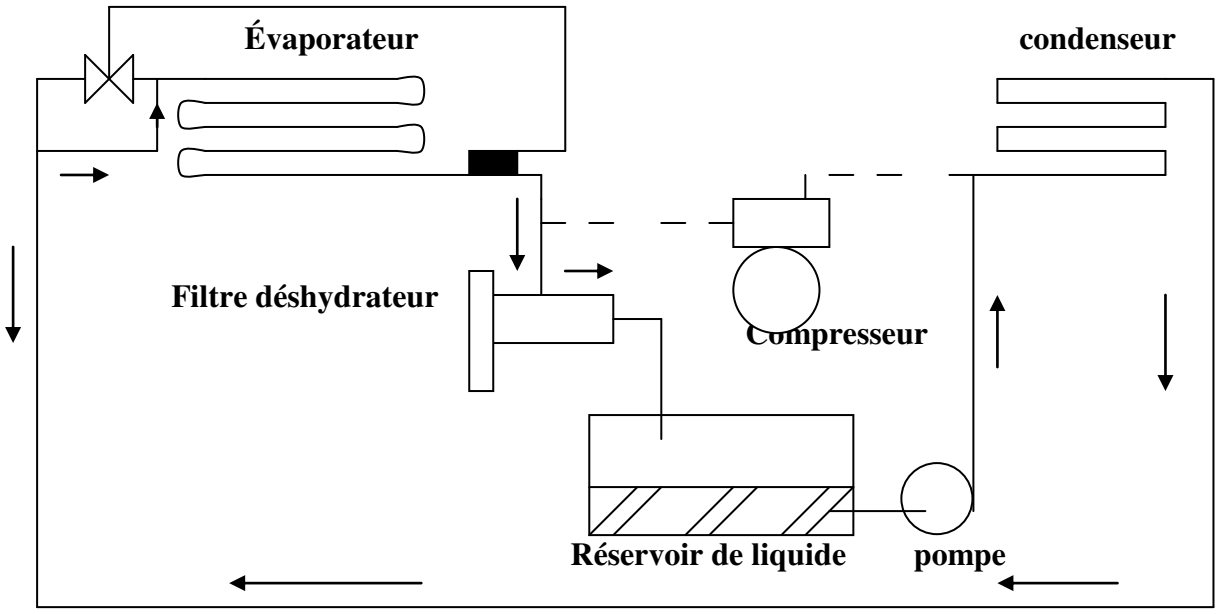
1- L'humidité
2- Acide
3- Suie
4- Vernis et calamine

Pour évacuer ces produits de décomposition et de déshydrater le circuit, on applique deux méthodes de nettoyage :

- Rinçage par un fluide extérieur à l'installation
- Nettoyage du circuit par son fluide

3.5.1 : Rinçage (voir fig 1)

FIG 21



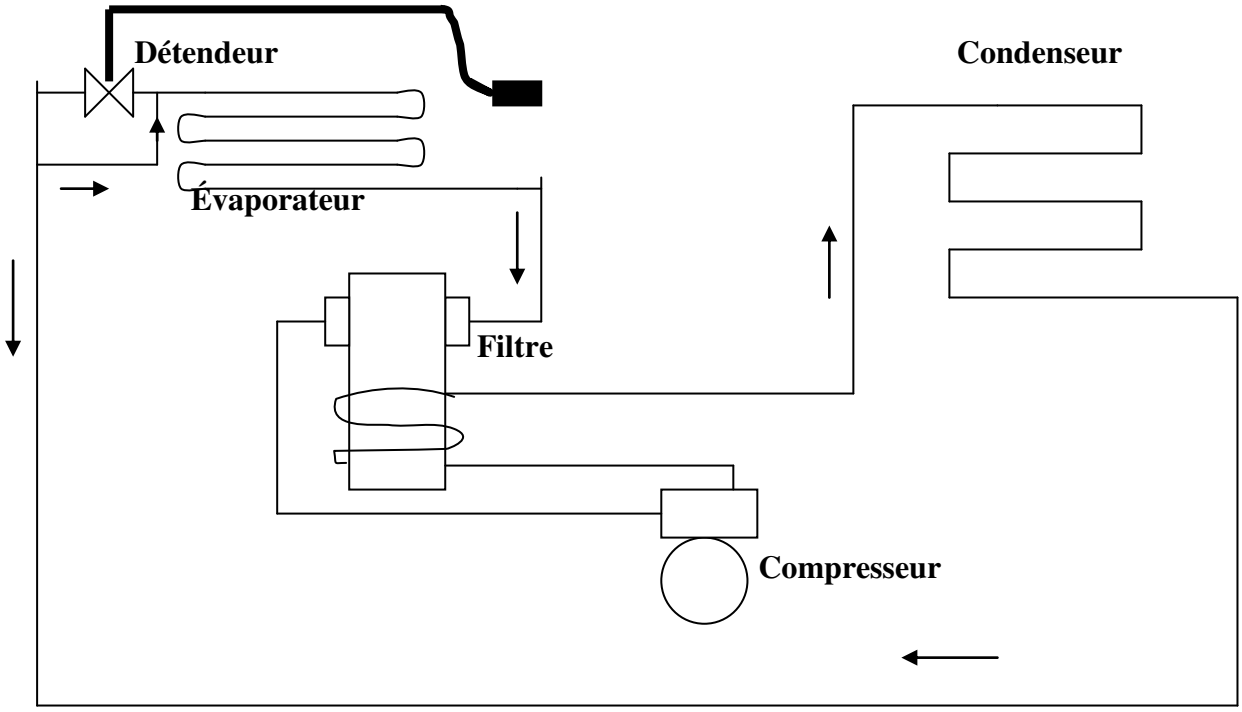
Si l'installation défaillante utilise un fluide CFC ou HCFC, c'est l'occasion pour le frigoriste de changer le moto compresseur par un autre neuf fonctionnant avec un substitut adapté aux conditions de fonctionnement du circuit.

Le rinçage consiste à faire circuler de l'huile ester en circuit fermé, de la manière ci- après :

- Récupérer le fluide
- Enlever le compresseur et by passé le détendeur
- Mettre en place un filtre déshydrateur, un réservoir et une pompe
- Changer la cartouche et l'huile autant de fois jusqu'à que le circuit devient propre et déshydraté
- Installer le compresseur, charger et mettre en route l'installation.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.5.2 : Nettoyage du circuit par son fluide (voir fig 2)



Pour cette procédure : après être remplacé, le compresseur lui-même est utilisé pour assurer la circulation du fluide. Les étapes sont les suivantes :

1- Récupérer le fluide
2- Remplacer le compresseur
3- Maintenir le détendeur ouvert en détachant son bulbe de la conduite d'aspiration
4- Prévoir un dispositif entre la sortie de l'évaporateur et l'entée au compresseur contenant un filtre (joue un rôle aussi d'échangeur de chaleur pour éviter d'envoyer du liquide vers le compresseur)

   - Si ce filtre ne comporte pas de by-pass, prévoir des prises de pression en amont et en aval de celui-ci, relever la perte de charge. Si, elle dépasse 0.2 bar, alors remplacer le filtre.

5- Installer un filtre déshydrateur sur la conduite liquide
6- Réutiliser le fluide récupéré à titre économique si l'installation est de forte puissance.
7- Changer périodiquement l'huile et la cartouche du filtre déshydrateur jusqu'à que le circuit devient propre

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.5.3 : Exercice de connaissances pratiques

Exercice 16:

Répondre par V ou F

Question 1 :
Après carbonisation d'un compresseur hermétique, il est recommandé de rincer le circuit par de l'huile ester.
V ou F

Question 2 :
Le but principal du nettoyage est d'évacuer les particules solides qui se trouvent dans le circuit.
V ou F

Question 3 :
La méthode de nettoyage qui fait utiliser le compresseur de l'installation pour assurer la circulation du fluide est peu pratique et rarement utilisée.
V ou F

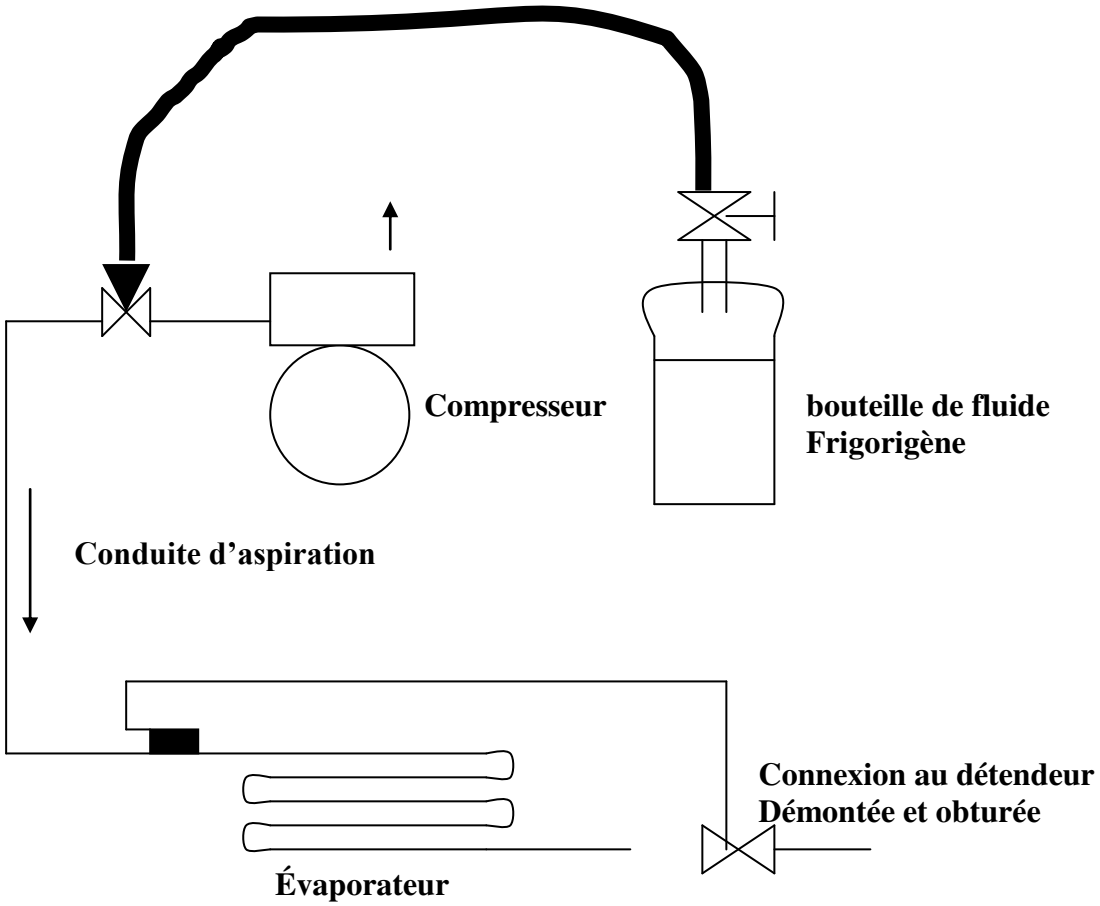
3.6 : Purge d'un circuit

La purge permet seulement d'évacuer l'air ou les autres gaz incondensables et n'assure pas la déshydratation du circuit. Un déshydrateur doit être placé pour absorber cette humidité. Cette méthode est utilisée lorsque les techniques de mise à vide ne sont pas efficaces de point de vue du degré de contamination et des délais de réparation de l'installation. Elle consiste à balayer le circuit avec du réfrigérant sous forme de vapeur pour éliminer l'air et les autres contaminants.
Cette technique n'est envisagée que pour des circuits de faible puissance, sinon, elle n'est pas économique, puisque le fluide sera perdu et rejeté à l'atmosphère lorsqu'il n'existe pas de dispositifs sur la partie du circuit pour récupérer ce fluide.
Pour respecter les règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement, on donne la priorité à la procédure de la mise au vide que celle de la purge.

3.6.1 : Purge au moyen de la charge en réfrigérant du circuit

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

FIG 23



Purge au moyen d'une bouteille de réfrigérant

On utilise cette démarche pour purger la conduite liquide après remplacement d'un composant tel que : filtre, déshydrateur, électrovanne …
On procède de la façon suivante :

- Fermer la vanne départ liquide
- Mettre en route le compresseur
- Laisser la BP descendre jusqu'à la coupure du pressostat ou à 0.2 bar.
- Arrêter le compresseur
- Ouvrir le sectionneur
- Déconnecter la conduite à l'entée du détendeur et boucher son entée pour éviter la pénétration d'air.
- Changer l'élément et faire les raccordements
- Echanger le déshydrateur
- Ouvrir la vanne départ liquide
- Laisser la vapeur de réfrigérant chasser tous les contaminants
- Rétablir la connexion avec le détendeur
- Ouvrir à fond la vanne départ liquide et faire les fuites
- Fermer le sectionneur et vérifier le bon fonctionnement.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3.6.2 : Purge au moyen d'une bouteille de réfrigérant

Cette méthode est adaptée lorsque l'installation :

- Ne contient pas assez de réfrigérant pour permettre une purge
- Elle n'est pas munie de robinets d'isolement

Exemple d'un évaporateur défectueux
On procède de la manière suivante :

- Ouvrir le sectionneur
- Débrancher le détendeur et obturer son orifice avec un capuchon étanche
- Fermer complètement la vanne d'admission du compresseur si elle existe. Sinon déconnecter la conduite d'aspiration et l'obturer de toute entrée d'air.
- Réparer ou changer l'évaporateur
- Se munir d'une bouteille de réfrigérant avec un flexible
- Monter le flexible sur la vanne d'admission du compresseur
- Purger et serrer le flexible sur la prise de mano de la vanne d'aspiration
- Mettre le clapet en position intermédiaire
- Ouvrir le robinet de la bouteille
- Laisser la vapeur de réfrigérant chasser l'air et les autres contaminants.
- Rétablir la connexion de l'évaporateur au détendeur
- Ouvrir le clapet à fond de la vanne d'admission et enlever le flexible
- Faire les fuites et recharger l'installation
- Fermer le sectionneur et vérifier le bon fonctionnement de l'installation.

3.6.3 Exercices de connaissances pratiques.

Exercice 17:
Vous voulez remplacer une vanne solénoïde défectueuse sur la ligne liquide d'un circuit de forte puissance, quelle méthode de purge que vous devez retenir et comment allez – vous procéder?

3.7 Résumé

Après tout assemblage ou intervention au niveau d'un circuit frigorifique, le frigoriste doit chasser l'air et l'humidité de celui-ci. Parce que l'humidité est l'ennemi mortel du circuit. Il doit être capable d'identifier la présence d'humidité par l'une des méthodes suivantes :

- Soit par la présence de gel
- Soit par la coloration de l'huile
- Soit par le changement de couleur d'une pastille dans le voyant

Pour éliminer l'air, l'humidité et les contaminants, le technicien doit être en mesure d'appliquer l'une de ces procédures ou deux à la fois, à savoir :

- Installation des déshydrateurs chimiques
- Mettre au vide l'installation
- Nettoyer le circuit
- Purger le circuit

3.8 Exercice de synthèse (voir annexe F)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre IV : charge d'un circuit

Introduction

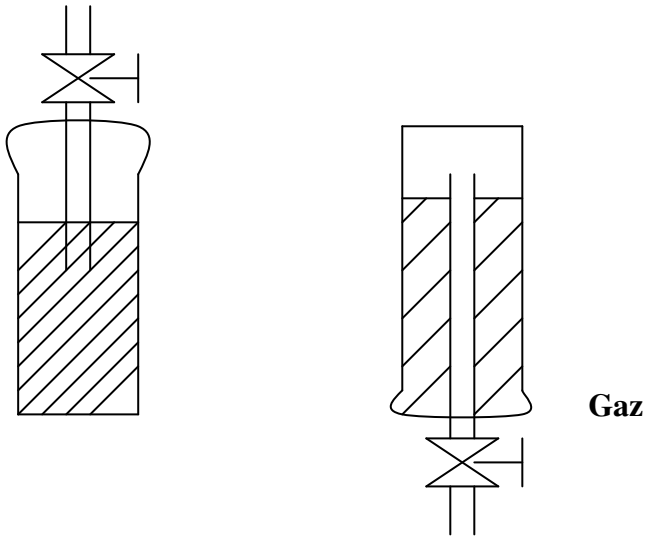
La charge du fluide frigorigène est une opération très importante dans la maintenance ou la mise en service d'une installation neuve. Le frigoriste doit veiller au bon choix du fluide frigorigène adopté au circuit frigorifique, à la méthode de charge qu'il doit retenir en prenant en considération la conception de l'installation, le délai de charge et la nature du fluide lorsqu'il s'agit des nouveaux fluides à cause de leur glissement (traité précédemment)
Il doit en outre respecter la quantité du fluide mise au circuit, car un manque ou une excessive charge mènent à des réparations coûteuses et longues.
A l'occasion, on a jugé nécessaire de parler de la charge et la purge d'huile que le frigoriste doit être capable de prendre en charge car la méconnaissance de cette technique entraîne une mort certaine du compresseur dans de brefs délais.

4-1 : Charge en fluide frigorigène

4-1-1 : Bouteilles de charge et emploi d'un analyseur (manifold)

4-1-1-1 : Bouteilles de charge

Fig. 24

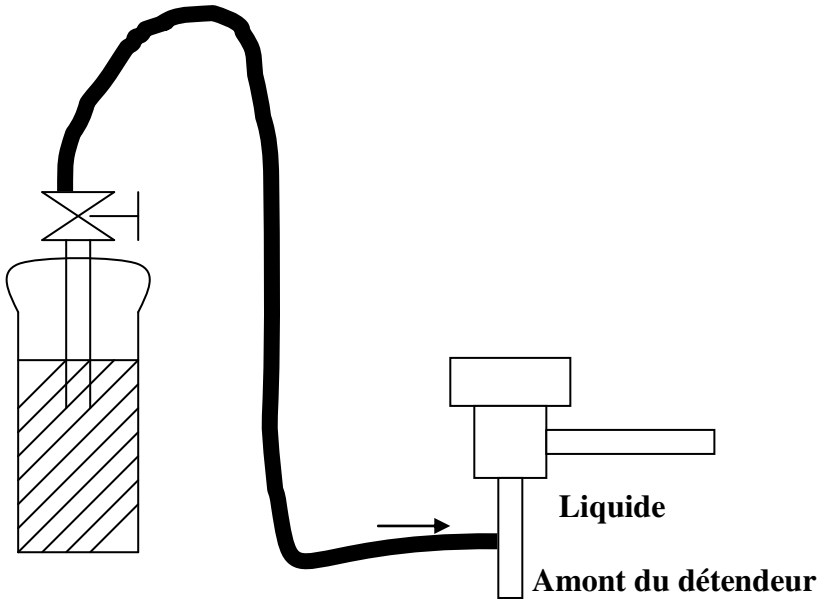


Liquide **Gaz**

Charge (fluide frigorigène)

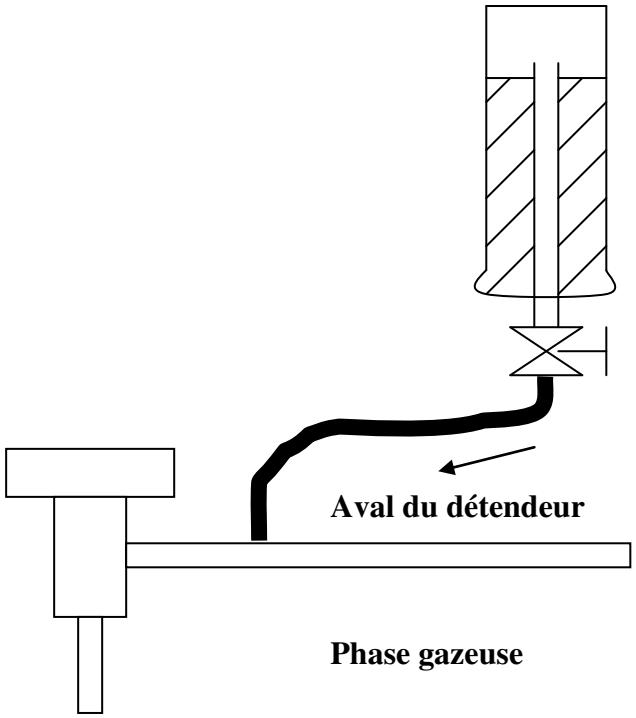
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

fig. 25



Charge en phase liquide

Fig. 26



Phase gazeuse

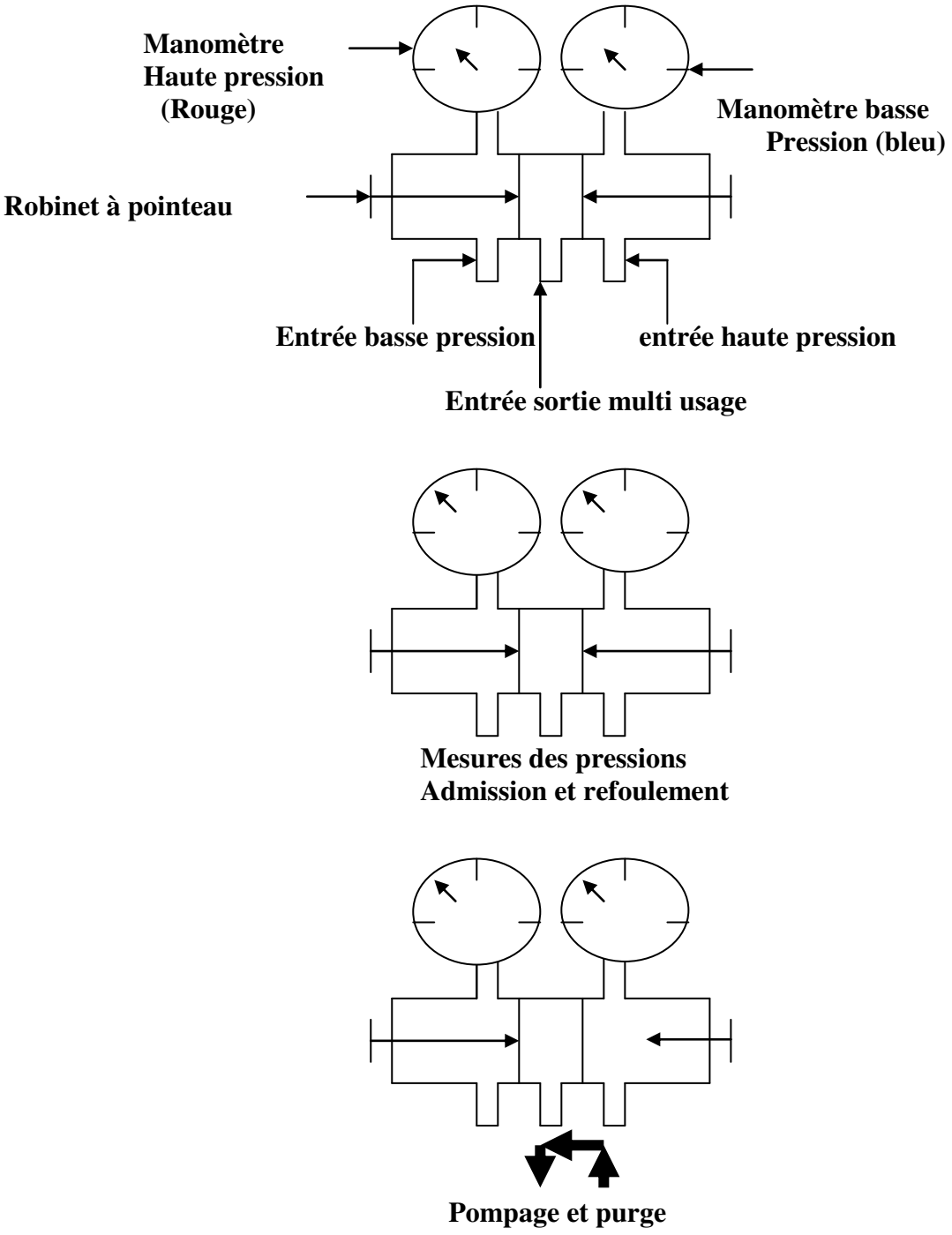
Les bouteilles de gaz, quelle que soit leur contenance, ne sont pas équipées d'une vanne gaz et d'une vanne liquide. Elles sont munies d'un tube plongeur relié à un petit orifice. Selon la conception de la bouteille, il suffit de la retourner pour n'aspirer que du gaz ou du liquide.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

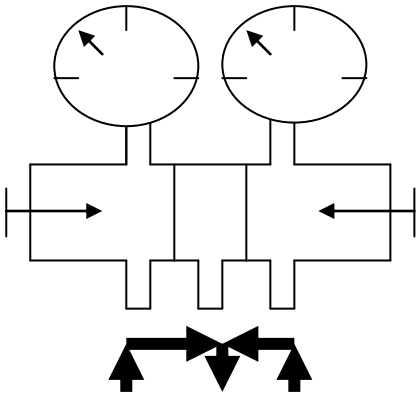
Elle est raccordée en aval du détendeur pendant la charge en phase gazeuse. Par contre, elle est raccordée en amont du détendeur dans la phase liquide pour éviter d'envoyer du liquide au compresseur.
Dans les conditions normales, la bouteille est à la température ambiante et le liquide à la pression de saturation correspondant à cette température. La pression de la bouteille sera comprise entre la pression d'aspiration et de refoulement car la charge se fait pendant le fonctionnement de l'installation.

4-1-1-2 : Fonctionnement d'un analyseur

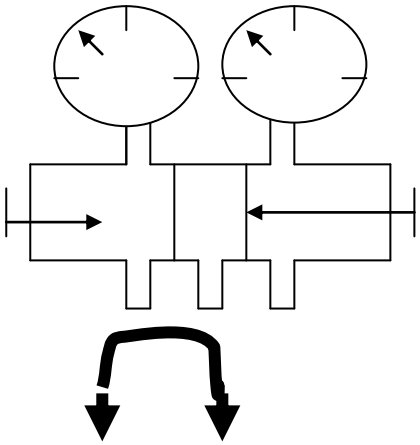
Fig. 27



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

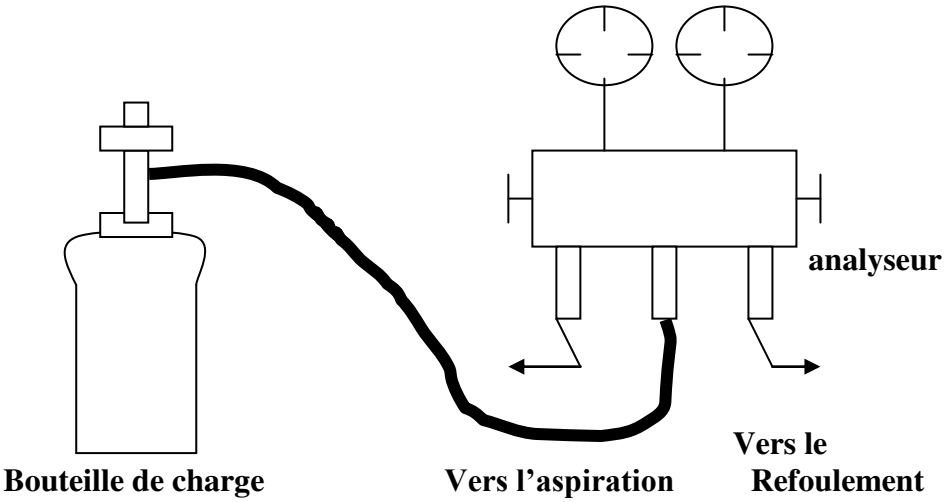


Mise au vide du circuit



Charge et décharge du réfrigérant

Fig 28



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Collecteur de charge ou analyseur

L'analyseur est indispensable dans la maintenance frigorifique ou lors d'une installation neuve. Il permet au technicien de relever les pressions de fonctionnement et d'effectuer plusieurs opérations d'entretien.

Il est constitué :

- D'un manomètre BP
- D'un manomètre HP
- Entrée BP
- Entrée HP
- Au milieu entrée-sortie (multi usages)
- 02 robinets à pointeau

L'appareil assure les opérations suivantes :

1- La mesure des pressions admission et refoulement fig A
2- Permet de changer la bouteille pendant que l'installation continue à tourner fig A (bouteille isolée par rapport au circuit)

   On peut isoler le collecteur par rapport au circuit par l'ouverture totale des vannes admission et de refoulement.
3- Charge et décharge du réfrigérant fg B

   Pendant la charge le coté BP est alimenté par la bouteille alors que le débit est régulé par la vanne d'aspiration du compresseur

4- Purge et pompage du circuit fig. C

   On adopte cette position pour vider le circuit, le compresseur refoule dans la bouteille.

5- Mise au vide du circuit fig. D

Les 02 robinets sont ouverts, on adopte cette position pour la mise sous vide du circuit. La pompe à vide est branchée au milieu du collecteur.

4-1-2 : Charge en phase gazeuse

4-1-2-1 : Fonctionnement d'une vanne d'aspiration

- Vanne fermée à fond

- Le clapet ferme complètement la conduite d'aspiration
- La communication entre le compresseur et la prise de manomètre est ouverte (fig1)

  - Vanne ouverte à fond

- Le clapet ferme la prise de manomètre
- La communication entre le compresseur et la conduite d'aspiration est ouverte (fig2)

  - Vanne en position intermédiaire

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

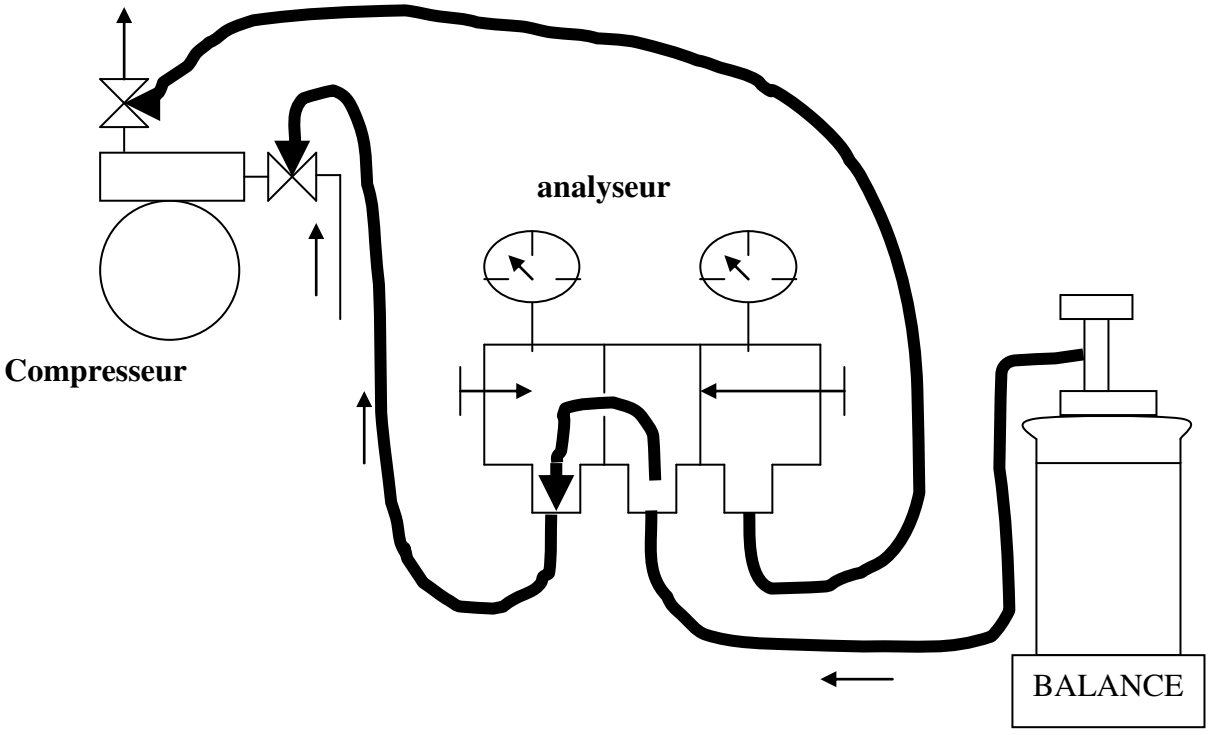
Il y a communication à la fois entre le compresseur, la conduite d'aspiration et la prise de manomètre.

Note :

Pour les vannes de refoulement et départ liquide, on signale que c'est le même fonctionnement que celui de la vanne d'aspiration.

4-1-2-2 : Charge en phase gazeuse pour les compresseurs ouverts et semi hermétiques

FIG 29



Charge en phase gazeuse **Bouteille de charge avec balance**

Pour les compresseurs ouverts ou semi hermétiques de faible puissance, la charge ou complément de charge en phase gazeuse se fait en général par la vanne d'aspiration du compresseur.

Procédure :
On suppose que le circuit est tiré au vide

- Ouvrir complètement la vanne d'aspiration
- Ouvrir l'orifice d'admission réfrigérant en dévissant le capuchon
- Connecter un flexible sur la sortie gaz de la bouteille

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Ouvrir le robinet de la bouteille et purger le flexible de l'air et s'assure que l'état gaz du fluide qui sort.
- Brancher le flexible à l'orifice d'admission de réfrigérant sans serrer
- Purger une deuxième fois le flexible en s'assurant que le fluide s'échappe au niveau de l'orifice, serrer alors le flexible.
- Ouvrir à fond la bouteille du fluide frigorigène et à demi la vanne d'aspiration.
- Mettre en marche le compresseur et le ventilateur du condenseur.
- Tout au cours de l'opération, vérifier si la charge est correcte en adoptant ces quelques méthodes (voir ultérieurement) soit :

    - Par pesée
    - Par voyant de liquide
    - Par les pressions
    - Par givrage de la conduite d'aspiration
    - Lorsque la surchauffe est normale (entre 4°C et 7°C)
    - Lorsque le sous refroidissement est normal (entre 4°C et 7°C)
      (le sous refroidissement n'est pas un indicateur de charge correcte pour les systèmes équipés d'un détendeur automatique ou capillaire)

- Fermer complètement le robinet de la bouteille
- Après quelques secondes de la fermeture du robinet de la bouteille, arrêter le compresseur et fermer à fond la vanne d'aspiration
- Déconnecter le flexible de remplissage
- Remettre le capuchon sur l'orifice d'admission et serrer
- Mettre le clapet de la vanne d'aspiration à sa position normale de fonctionnement.
- Mettre en marche et vérifier le bon fonctionnement de l'installation.

4-1-2-3 : Charge en phase gaz pour les compresseurs hermétiques

Ce type de compresseur de faible puissance est muni d'un bout de tube fermé par pincement qui communique avec l'aspiration. Ce qui permet à la charge de se faire à travers de ce tube.

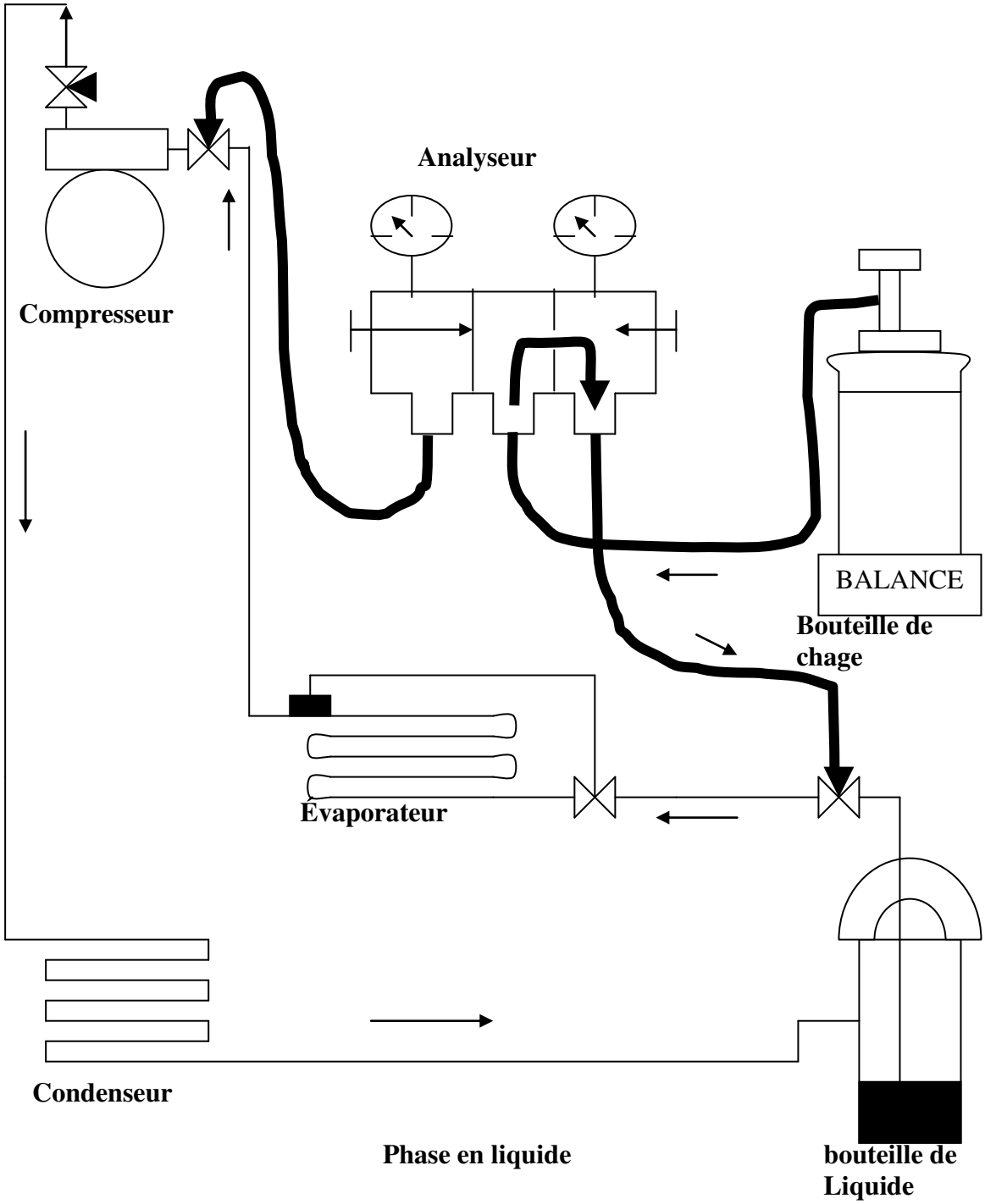
Procédure :

- Couper le tube au dessus de la pince
- Monter un raccord (ou vanne, valve, …)
- Tirer au vide
- Charger le circuit frigorifique
- Repincer le tube
- Braser l'extrémité du tube pour assurer l'étanchéité
- Vérifier le bon fonctionnement du circuit frigorifique

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4-1-3 : Charge en phase liquide

VERS LE CONDENSEUR



Lorsque l'importance du circuit le justifie et afin de gagner de temps, la plupart des charges se font en liquide par une vanne prévue à cet effet.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Mode opératoire :

On suppose que le système est tiré au vide

- Ouvrir complètement la vanne départ liquide (vanne en position horizontale)
- Ouvrir l'orifice d'admission réfrigérant en dévissant le capuchon
- Connecter un flexible sur la sortie liquide de la bouteille
- Ouvrir le robinet de la bouteille et purger le flexible de l'air et s'assurer que le fluide à l'état liquide qui sort. Porter des lunettes de protection et éviter le contact avec la peau.
- Brancher le flexible à l'orifice de charge de réfrigérant sans serrer.
- Purger une deuxième fois le flexible en s'assurant que le fluide s'échappe au niveau de l'orifice, serrer, alors, le flexible.
- Ouvrir à fond la bouteille du fluide frigorigène et fermer à fond la vanne départ liquide
- Lorsque l'on a ajouté suffisamment de réfrigérant, fermer complètement la bouteille de réfrigérant.
- Après quelques minutes, ouvrir complètement la vanne départ liquide.
- Mettre en marche le compresseur et le ventilateur du condenseur
- Vérifier si la charge est correcte en adoptant les méthodes précédentes
- S'il y a excès de charge : purger le fluide vers la bouteille ; s'il y a manque : recharger
- Démonter avec précaution le flexible d'alimentation en utilisant des gants et des lunettes.
- Vérifier qu'aucune fuite n'existe au niveau de la vanne départ liquide et remettre le capuchon d'orifice d'admission
- Vérifier le bon fonctionnement de l'installation.

4.1.4 Exercices de connaissances pratiques

Exercice 18 :

Cocher la bonne réponse :
1-
a) Si on renverse une bouteille de fluide frigorigène munie d'une seule vanne et d'un tube plongeur et on ouvre la vanne, alors, c'est le liquide qui sort.
b) Si on renverse une bouteille de fluide frigorigène équipée d'une seule vanne et d'un tube plongeur et on ouvre la vanne c'est le gaz qui sort.

2-
c) Les clapets des vannes d'aspiration et de refoulement sont en position intermédiaire, la bouteille est raccordée au milieu de l'analyseur, la vanne BP est ouverte et celle de la HP fermée, indique que la charge se fait en phase liquide.
d) Pour charger en phase gazeuse, on doit raccorder la bouteille de fluide au milieu de l'analyseur, on ouvre la vanne BP et la vanne HP est fermée, les tiges des vannes d'aspiration et de refoulement sont ouvertes à moitié.

3-
e) La charge en phase gazeuse est préconisée pour charger les circuits de petites puissances.
f) La méthode de la charge en phase gazeuse est rapide, elle est réservée aux circuits de grandes importances.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4-
g) Les charges de tous les mélanges des nouveaux fluides se font en phase gazeuse ou liquide selon la conception de l'installation ou de la quantité de fluide à introduire.
h) Les charges de tous les mélanges des nouveaux fluides se font en phase liquide.

4-2 : Méthodes de détermination d'une charge correcte

4-2-1 : Méthode par le voyant liquide

Après que le régime se stabilise, on observe le voyant liquide

- si des bulles apparaissent dans le voyant, cela indique qu'il y a manque de charge. Si l'écoulement du fluide est normal, on peut dire que la charge est correcte.

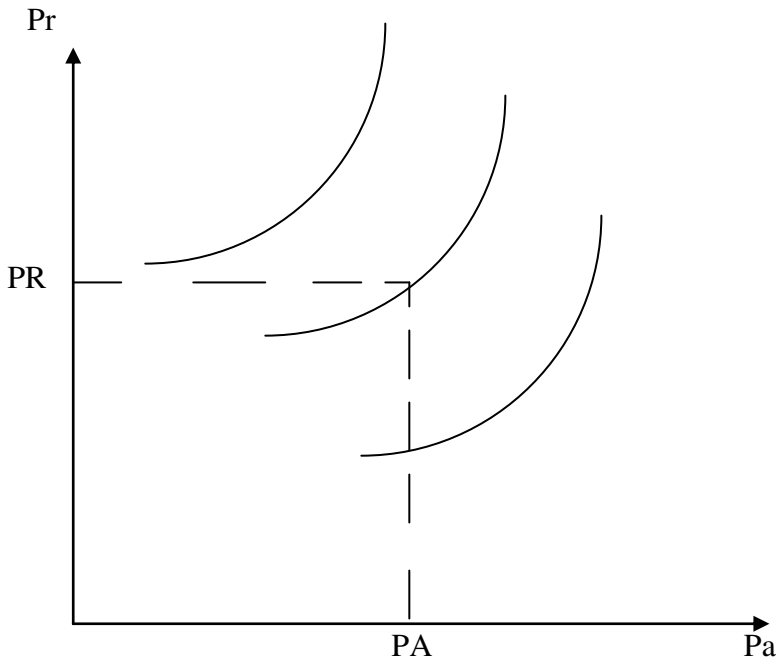
4-2-2 : Méthode par les pressions

Certains constructeurs donnent les pressions de fonctionnement de l'installation et une charge approximative. (Ces pressions sont données sous forme de tables ou de diagrammes).

Après avoir chargé le circuit frigorifique, l'installateur doit comparer les pressions obtenues avec ceux du constructeur.

- si la pression de refoulement est élevée, on purge
- si la pression de refoulement est faible, on rajoute du fluide frigorigène.

Exemple voir diagramme :



4-2-3 : Méthode par pesée :

La charge introduite dans le circuit peut être déterminée par pesée. C'est la méthode la plus précise pour la charge complète d'un circuit, à condition que la charge nécessaire soit connue.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4-2-4 : Méthode par givrage :

La quatrième méthode est celle du givrage, applicable seulement lorsque l'organe de détente est constitué par un capillaire.
La distance entre le compresseur et le point de la conduite d'aspiration pour lequel le givre cesse est déterminé en usine et peut être indiqué à l'installateur.

- Si le givrage n'atteint pas la distance prévue, on complète la charge.
- Si le givrage s'étend au delà de ce point, on retire du fluide frigorigène.

Autres indications de la charge correcte :

- L'évaporateur étant bien rempli en liquide, ce qui fait que la surchauffe est normale (de l'ordre de 4 à 7 °C), alors on peut dire que la charge est correcte.

- Le sous refroidissement ne peut être considéré comme indicateur fiable que si la détente se fait par l'intermédiaire d'un détendeur thermostatique.
  - Trop faible, il indique un manque de charge
  - Trop élevé, il indique un excès de charge
  - Charge correcte : sous refroidissement à la sortie du condenseur à air (entre 4 et 7 0C)

sous refroidissement à la sortie du condenseur à eau (entre 5 et 8 ° C)

4.2.5 Test de la HP pendant le transfert de liquide de l'installation vers la bouteille de liquide

- On ferme la vanne de départ liquide et on fait fonctionner le compresseur jusqu'à atteindre un e pression de 0.1 bar.

- Alors, la pression à l'entrée du détendeur chute aussi à 0.1 bar.

- Cette chute de pression à l'entrée du détendeur provoque une diminution sensible du débit massique, $\phi 0 = qm. \Delta h$, ce qui entraîne un condenseur surpuissant.

- Le condenseur est surpuissant, alors la HP diminue.

En conclusion :

Puisque le condenseur devient surpuissant pendant la mise à vide, la HP ne doit pas monter, sinon cela indique :

1- Soit que la bouteille est trop petite
2- Soit que le fluide circule mal entre le condenseur et la bouteille.
3- Soit qu'il y a excès de charge (cas très fréquent)

4-2-6 : Exemples de problèmes de charge

Exemple 1 : Système équipé d'un détendeur pressostatique

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Un client fait appel à un technicien en froid pour lui dépanner son climatiseur de petit modèle parce qu'il fait chaud à l'intérieur.

Diagnostic :

- Le technicien relève la température d'ambiance estimée à 28 °C, alors que le client souhaite une température d'environ 21 °C.

- Le détendeur étant de type pressostatique ne porte ni bulbe, ni capillaire

- La température d'évaporation est très faible θ0 = -10 °C et le détendeur est très givré.

- La surchauffe : température d'aspiration – température d'évaporation (θa) - θ0 = 30 °C trop élevée.

  Donc la température d'aspiration θa = 20 °C (trop élevée)

- Le sous refroidissement : la température de condensation – la température à l'entrée au détendeur θk – θed = 1 °C trop faible.

Alors, le frigoriste conclue qu'il y a manque de charge. Il a procédé à une recherche de fuites et il a trouvé la panne

Solution prévue par le technicien :

- Il a réparé la fuite

- Malgré que la plaque signalétique indique 450 grammes de R22, et puisque le technicien ne possède pas le matériel nécessaire à la maintenance du climatiseur tels que : la bouteille de récupération, la balance électronique, la pompe à vide,……, il décide de faire un appoint de charge en gaz (réaliser une charge approximative)
- Au début, la température d'évaporation monte jusqu 4 °C qui correspond à une BP = 4.6 bar, puis elle n'augmente plus.

- La surchauffe : c'est la température d'aspiration – la température d'évaporation
  θs = θa - θ0 = 20 – 4 = 16 °C
- Il continue, alors, de charger le système afin d'abaisser la surchauffe à une valeur normale et atteindre un sous refroidissement acceptable.
- A l'aide d'un thermomètre électronique à multisondes, il a mesuré la température de condensation et la température à l'entrée du détendeur (en utilisant la formule Δθ = θk - θE), il trouve un sous refroidissement égal à 5 °C.
- Il a aussi mesuré la température d'aspiration, sa valeur est estimée à 11 ° C, il a lu sur le manomètre BP, la température d'évaporation θ0 = 4 °C.
  D'après la formule : Δθ = θ1 - θ0 Δθ = 7 °C
- La température d'ambiance étant égale à 25 °C

Selon ces résultats, le technicien est satisfait et il repart.

Symptômes apparus après l'intervention :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- En son absence le climatiseur continue à fonctionner et la température commence à s'abaisser puisque le thermostat coupe à 20 °C.

- Malgré que la température baisse, le détendeur pressostatique, qui par sa caractéristique, continue à injecter la même quantité de fluide frigorigène.

- Dans ce cas la surchauffe continue à diminuer jusqu'à devenir nulle et le compresseur aspire du liquide qui sera fatale pour sa durée de vie (destruction des clapets, mauvaise puissance frigorifique, grippage des pièces mécaniques et le destruction totale du compresseur)

Conclusion tirée de cet exemple

- Ce technicien n'a pas respecté la masse exacte du fluide frigorigène à remettre dans le circuit. Il a provoqué, alors, un excès de charge en fluide.
- Il s'est contenté seulement de la valeur du sous refroidissement qui était normale.

- C'est pourquoi dans un système équipé d'un détendeur pressostatique, le sous refroidissement n'est pas considéré comme indicateur pour savoir si la charge est correcte.

Solutions recommandées :

- solution 1 : (plus fiable)

- Récupérer le fluide
- Tirer au vide le circuit
- Charger le circuit exactement avec la même masse préconisée par le constructeur.

- Solution 2 : (acceptable)

- Il aurait pu laisser une surchauffe pus élevée que 7 °C par exemple 15 °C car la surchauffe diminue avec la température ambiante qui va descendre de 25 °C à 20 °C .

- Il revient le matin, la température avoisine les 20 °C.

- A ce moment, il décide si la surchauffe est trop faible, il retire une certaine quantité de fluide ; si elle est trop élevée il rajoute.

Exemple 2 : Système équipé d'un capillaire

Un client, son climatiseur ne fait pas du froid, il fait appel à un frigoriste pour le lui réparer.
Hypothèses :

- Le fluide du climatiseur est du R22.
- La température ambiante étant égale à 25 °C, tandis que le client souhaite une température de 20 °C.
- La plaque signalétique est illisible, le frigoriste ne connaît pas la charge exacte à remettre dans le climatiseur.
- Il procède à une charge approximative.
- Il obtient un sous refroidissement de 5 °C et une surchauffe de 7°C.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- La température de la cloche est normale, le climatiseur fait du froid.

Le frigoriste achève son travail et il quitte le chantier.

1er problème :

- Etant donné que le thermostat est réglé pour couper à 20 °C. La température commence à descendre dans le local et la surchauffe diminue aussi puisque le même débit de fluide frigorigène traversant l'évaporateur.
- Alors dans ce cas, il faut attendre à des coups de liquide meurtriers pour le compresseur.

Solution recommandée :

- Le frigoriste doit respecter la quantité de fluide exacte à injecter dans le circuit : soit qu'il contacte le constructeur ou consulte les catalogues.
- Il doit récupérer, tirer au vide et charger.
- Sinon, il peut charger l'installation en deux fois :

    - La 1ere fois, il charge l'installation en laissant une surchauffe d'environ 15 °C.
    - La 2eme fois, par exemple le matin, la température étant descendue à 20 °C, il affine sa charge jusqu'à obtenir une surchauffe de 7 °C.

Conclusion tirée :

- Ne prenez pas le sous refroidissement comme indicateur d'une charge correcte.
- La surchauffe diminue avec la température à l'entrée de l'évaporateur.

2ème problème :

On admet que le condenseur s'encrasse au cours du fonctionnement du climatiseur.

Paramètres relevés avant encrassement :

- Température d'ambiance 20 °C.
- Température de condensation $\theta k = 20 + 20 = 40$ °C (14.3 bar) avec du R22.
- Température d'évaporation $\theta 0 = 1$ °C (4.1 bar)
- Température de sortie d'air : $\theta s - \theta 0 = 10$ °C. $\theta s = 10 - 1 = 9$ °C
  Donc la température d'aspiration est d'environ $\theta a = 8$ °C

- Surchauffe : $\Delta\theta = \theta a - \theta 0 = 8 - 1 = 7$ °C
- ΔP aux bornes du capillaire : $\Delta P = 14.3 - 4.1 = 10.2$ bar.

Paramètres de fonctionnement après encrassement :

- La HP augmente par exemple à 18.5 bar (50 °C), le débit massique diminue (le compresseur aspire moins de vapeurs)
- La HP augmente alors la BP augmente aussi à 4.6 bar (4 °C)

ΔP du capillaire $\Delta P = 18.5 - 4.6 = 13.9$ bar

- la température d'aspiration est égale à : 6 °C.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Conclusion tirée :

- Le ΔP augmente alors le débit injecté augmente dans l'évaporateur, ce qui fait que la surchauffe diminue encore.
- D'après l'exemple Δθ = θa - θ0 = 6 – 4 = 2 °C (très faible) les risques de coup de liquide augmentent

Donc le 2ème danger de la charge approximative c'est que la surchauffe diminue lorsque la HP augmente.

Exemple 3 Bouteille de liquide trop petite

On admet que la bouteille est trop petite

1er cas :

On charge l'installation alors que la température ambiante dans le local est élevée.
- au fur et à mesure de diminution de la température ambiante ⟶ le détendeur se ferme pour maintenir la surchauffe.
A ce moment : *
* Le liquide monte dans la bouteille qui est trop petite et s'engorge rapidement.
* Le niveau du liquide va se mettre à monter à l'intérieur du condenseur en provoquant une réduction de surface d'échange ⟶ HP augmente et tous les symptômes de la panne d'un excès de charge.

2ème cas :

Si on charge l'installation alors que la température ambiante dans le local est faible, on risque cette fois – ci les symptômes d'un manque de charge dés que la température d'ambiance remontera.

En résumé :

Une bouteille trop petite ne permettra jamais d'obtenir une charge en fluide satisfaisante.

4.2.7 Exercices de connaissances pratiques

Exercice 19:

Répondre par vrai ou faux

a- la charge n'est pas correcte lorsqu'il y a un bon sous refroidissement et une surchauffe normale.
V ou F

b- la charge est correcte lorsque le voyant liquide ne bulle pas
V ou F

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

c- pour les systèmes équipés d'un détendeur capillaire ou préssostatique, il est nécessaire, en cas d'appoint de charge, de vider le circuit et le charger par la quantité de fluide exacte préconisée par le constructeur.
V ou F

d- lorsque les pressions de fonctionnement sont faibles, on peut dire que la charge est très bonne.
V ou F

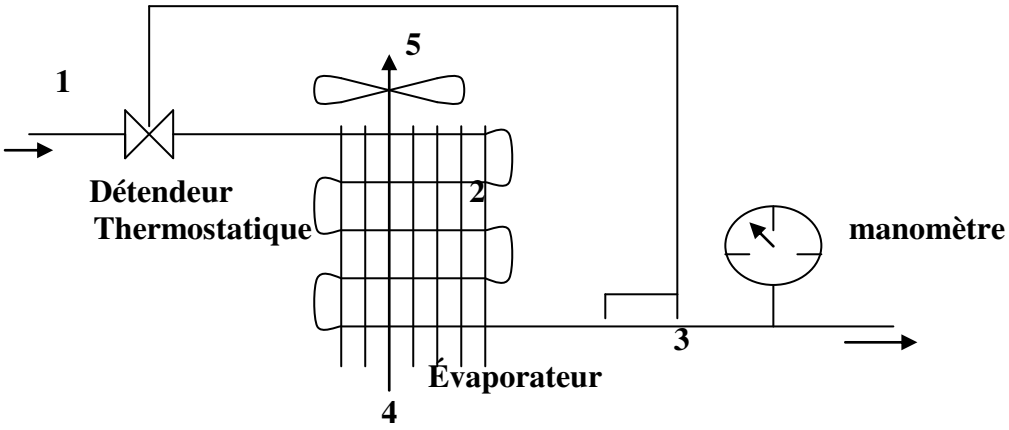
4 -3 : Pannes de charge

Légende :
BP : basse pression
HP : haute pression
Θ0 : température d'évaporation
Θa : température d'ambiance
Θ4 : température à l'entée de l'évaporateur
Θ5 : température à la sortie de l'évaporateur
Θ3 : température du bulbe
Θ8 : température d'aspiration
Θ10 : température de refoulement.
Φ0 : puissance frigorifique

4 – 3 -1 Panne de manque de charge

4- 3 – 1 -1 : Conséquences directes sur l'ensemble :

a) Détendeur – évaporateur



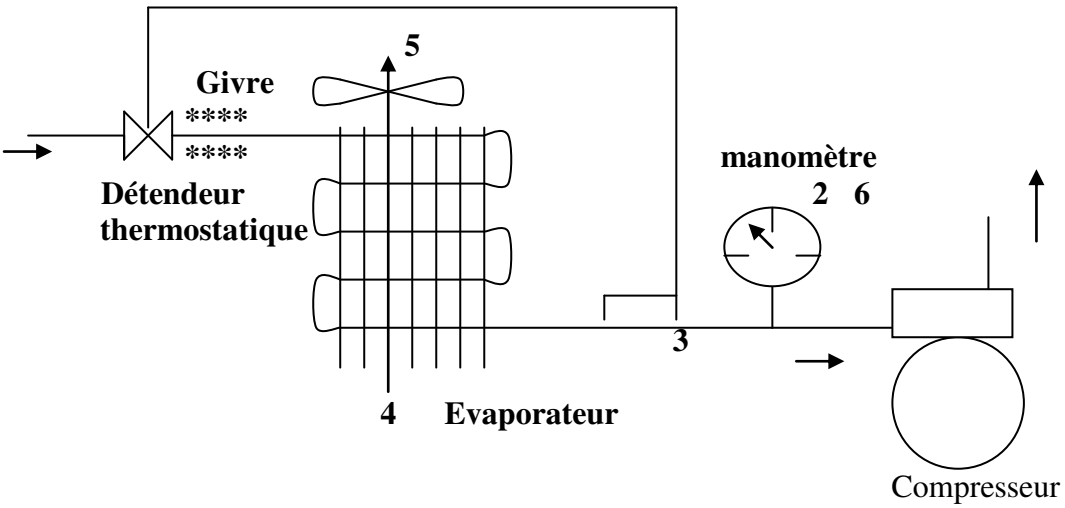
- Manquer de charge çà veut dire pénurie de fluide frigorigène dans chaque partie du circuit frigorifique et en particulier dans chacun des organes suivants :

  - L'évaporateur
  - Le condenseur
  - La bouteille de liquide et la ligne liquide

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Par manque de charge, la ligne liquide est remplie d'un mélange liquide-vapeur qui arrive à l'entrée du détendeur (1).
- Il y a manque de fluide frigorigène à l'entrée du détendeur, alors, il y a manque aussi à la sortie du détendeur et la dernière goutte se vaporise très tôt dans l'évaporateur (2).
- Les vapeurs restent trop longtemps en contact de l'air ce qui donne une surchauffe trop importante (la température de la conduite d'aspiration peut être identique à la température ambiante)
- L'évaporateur est mal alimenté, ça entraîne, une puissance frigorifique faible et l'augmentation de la température d'aspiration dans la chambre froide ou le local à climatiser ce qui fait :
    - La température à l'entée de l'évaporateur est élevée (4)
    - La température à la sortie l'est également.

b) Evaporateur – compresseur



-
- Manque de fluide entraîne une quantité de vapeurs produites faible.
- Compresseur fonctionne normalement aspire davantage que n'en produit, alors, la basse pression chute. 6
- BP chute ⟶ Θ0 diminue
- Θ4 augmente

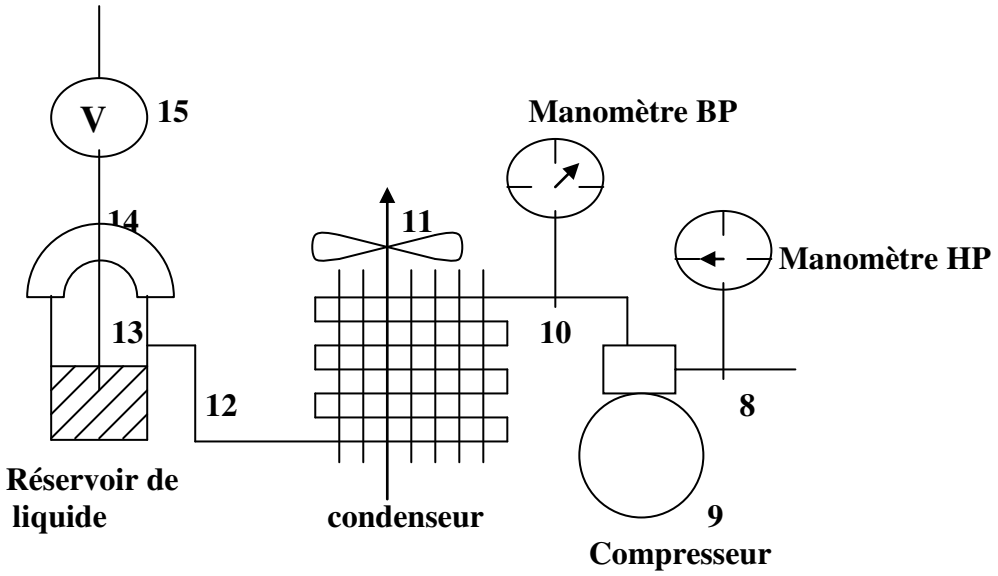
$\Delta\Theta = \Theta 4 - \theta 0$

- La température du bulbe augmente et la température d'évaporation diminue, alors, la surchauffe = Θ3 - Θ0 est très élevée

- La température d'évaporation devient négative entraîne le givrage de la conduite à la sortie du détendeur.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

c) Compresseur – condenseur

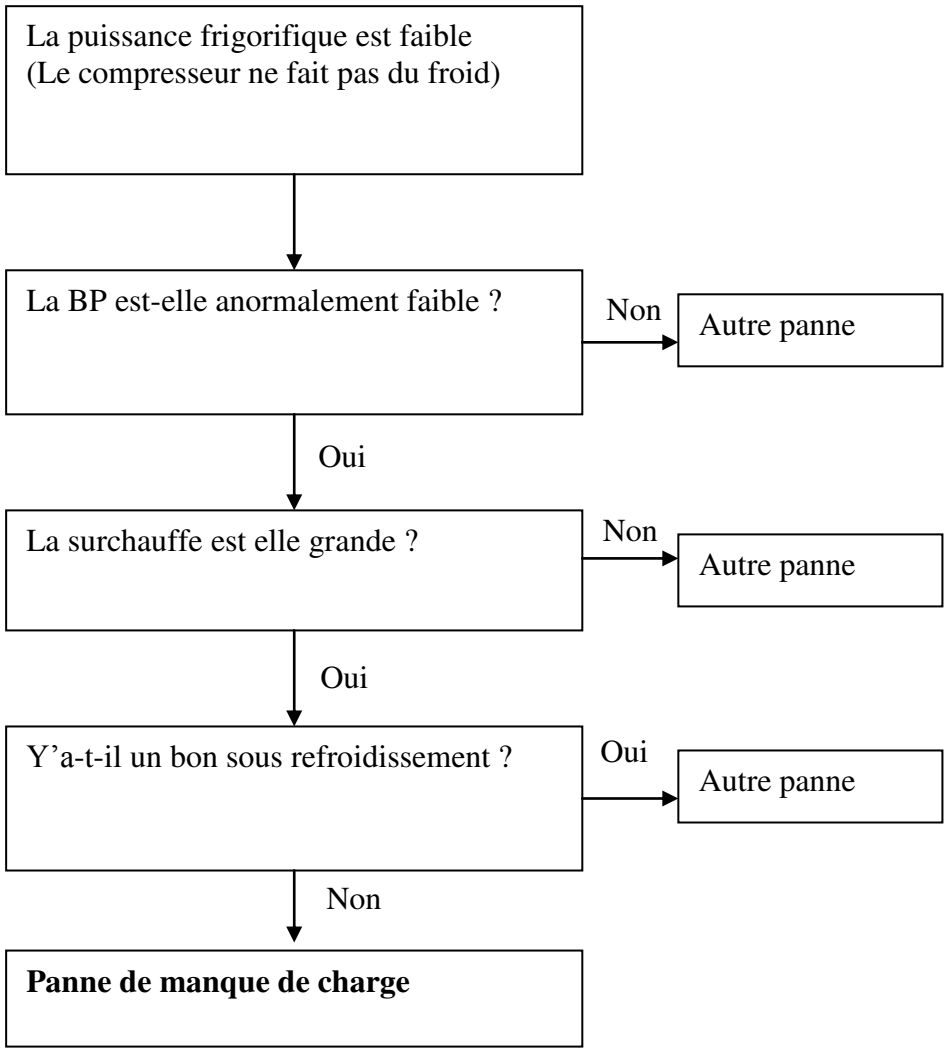


- La surchauffe augmente ce qui implique la température du bulbe augmente et la température à l'aspiration augmente aussi (8)
- Le refroidissement du moteur des compresseurs hermétiques ou semi hermétiques se fait par les vapeurs aspirées.
- Ces vapeurs étant chaudes ce qui implique le refroidissement du moteur se fait mal
- Le carter au niveau de la vanne d'aspiration (8) et le bas du carter (9) seront chauds
- La température d'aspiration est élevée (8) entraîne la température de refoulement aussi élevée (10).
- La puissance frigorifique diminue ($\phi 0$), $\phi k = \phi 0 + Pa$; ça entraîne que la puissance rejetée devient faible donc le condenseur devient surpuissant.
- On a l'écart total de l'air sur le condenseur : $\Delta\Theta = \Theta k - \Theta e$ air ⟶ l'écart $\Delta\Theta$ sera faible⟶ La température de sortie de l'air est faible (11)
- Par manque de charge un mélange liquide vapeur (vapeurs saturées) (12) sort du condenseur donc un sous refroidissement nul.
- La bouteille de liquide est mal remplie (peu de fluide), le tube plongeur (13) aspire difficilement le peu de liquide qui s'y trouve at à la limite le compresseur peut couper à la sécurité BP.
- Un mélange liquide vapeur sort de la bouteille (14) traverse le voyant indiquant qu'il y a présence de bulles.

Remarque :
- Un manque de charge implique :
  * Un mauvais sous refroidissement
  * Le voyant de liquide bulle.
- Dans d'autres pannes, le voyant bulle sans qu'il y ait manque de charge.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4-3-1-2 : Procédure du diagnostic



Un manque de fluide frigorigène dans l'évaporateur entraîne une grande surchauffe

- Un manque de fluide frigorigène dans le condenseur provoque un mauvais sous refroidissement

- Surchauffe élevée
- Sous refroidissement trop faible

} Manque de liquide dans les deux Échangeurs l'évaporateur et le condenseur, Donc manque de charge.

En conclusion :

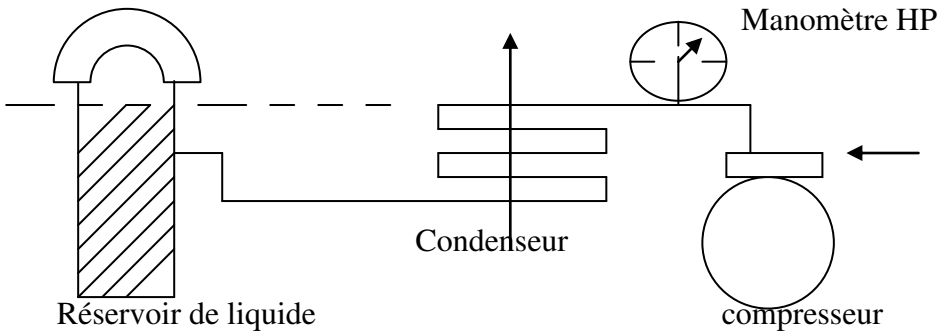
Un dépanneur sérieux :
1- Ne recharge jamais une installation sans avoir trouvé la fuite
2- Ne quitte jamais le chantier sans faire le test des fuites et principalement sur les parties là où il est intervenu.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4.3.2 Panne d'excès de charge.

4.3.2.1 Conséquences directes sur l'ensemble :

a) Compresseur – condenseur



- L'évaporateur ne peut pas être lieu d'excès de charge, car la quantité de fluide frigorigène destiné à celui ci est bien réglée par le détendeur.
- Les seuls endroits où se trouve l'excès de liquide sont :

* Le condenseur
* La bouteille de liquide

- En premier lieu le niveau de liquide monte dans le réservoir. Ce composant sert à résoudre les problèmes dus aux variations du liquide provoqués par les changements des conditions de fonctionnement.

Lorsque le réservoir s'engorge, le liquide monte dans le condenseur.

- Les vapeurs provenant du refoulement du compresseur se désurchauffent et se condensent mal car : la surface d'échange du condenseur se trouve réduite par la montée anormale du liquide.
- La surface d'échange étant faible, le refroidissement des gaz admis dans le condenseur diminue provoque une augmentation de la température, donc de la pression c'est-à-dire une HP anormalement élevée.
- Le bas du condenseur étant noyé et le liquide en contact de l'air extérieur reste trop longtemps ce qui traduit par un sous refroidissement meilleur.

En résumé :

Un excès de fluide provoque :

* Une diminution de la zone de condensation
* Une augmentation de la zone de sous refroidissement

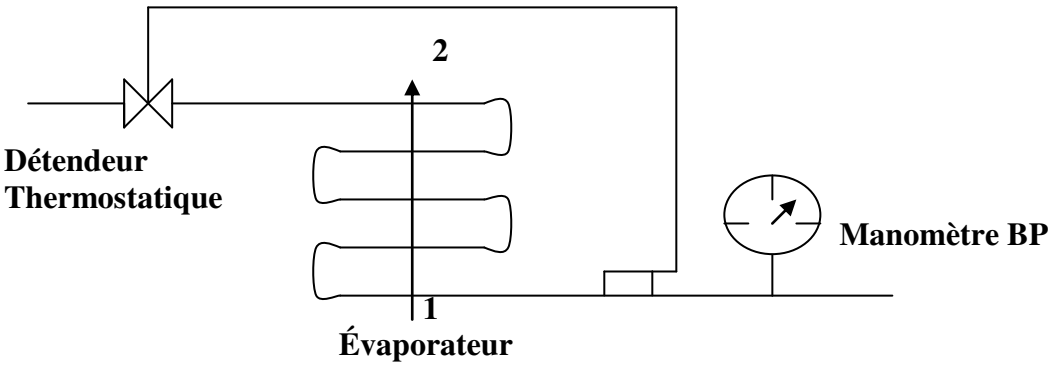
HP augmente ⟶ Θk augmente

Le liquide sortant du condenseur est mieux refroidi ⟶ la température à l'entrée du détendeur diminue (Θed) :

ΔΘ = Θk - Θed augmente alors un sous refroidissement anormalement élevé.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

b) Evaporateur – compresseur



- HP augmente⟶ les gaz au point mort haut sont à une pression très importante⟶ le piston du compresseur en descendant, parcourt une grande distance avant que le clapet d'aspiration s'ouvre (doit atteindre la pression d'aspiration) ⟶le débit aspiré étant faible⟶ la puissance frigorifique étant aussi faible ($\phi 0 = qm \times \Delta h$) et la température d'évaporation $\Theta 0$ est anormalement élevée (le compresseur aspire moins , alors la BP augmente et la température d'évaporation augmente)
- Si l'excès de charge est trop important ⟶ l'installation coupe en sécurité HP.
- La puissance frigorifique $\phi 0$ diminue, le refroidissement du local est médiocre, donc la température à l'intérieur du local augmente et la température à l'entée de l'évaporateur $\Theta 1$ augmente aussi.
- La température d'ambiance Θa augmente
- La puissance frigorifique $\phi 0$ diminue } la température de soufflage $\Theta 2$ augmente

- HP élevée ⟶ la capacité du détendeur augmente $Qv = k \times \Delta p$
- la puissance frigorifique diminue } ⟶ un

Détendeur plus puissant alimente un évaporateur moins puissant ⟶il peut y avoir risques de pompage du détendeur avec une surchauffe mesurée au bulbe variable et risque de coup de liquide.

d) Sur le compresseur

Rappel 1 :

Si l'une des deux pressions de fonctionnement varie dans un sens, l'autre pression suit le même sens que celui de la première.

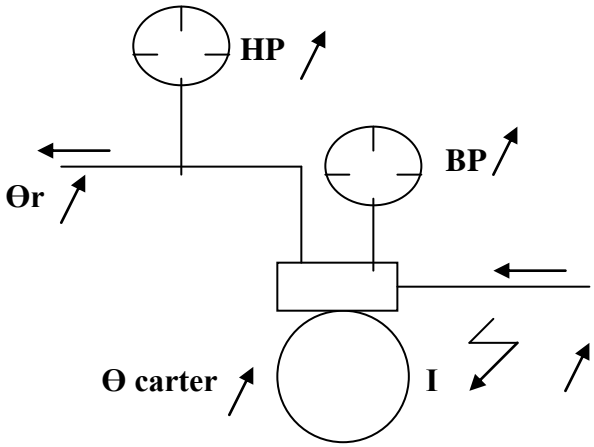
Sauf dans le cas du compresseur trop petit là où : la HP diminue alors que la BP augmente.

Concernant la panne de l'excès de charge :

HP augmente le débit massique du gaz diminue aspiré par le compresseur alors, la BP pression aura tendance à augmenter.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Rappel 2 :



L'énergie absorbée par le moteur du compresseur dépend de la valeur de la HP (force qui va s'opposer à la compression des gaz)

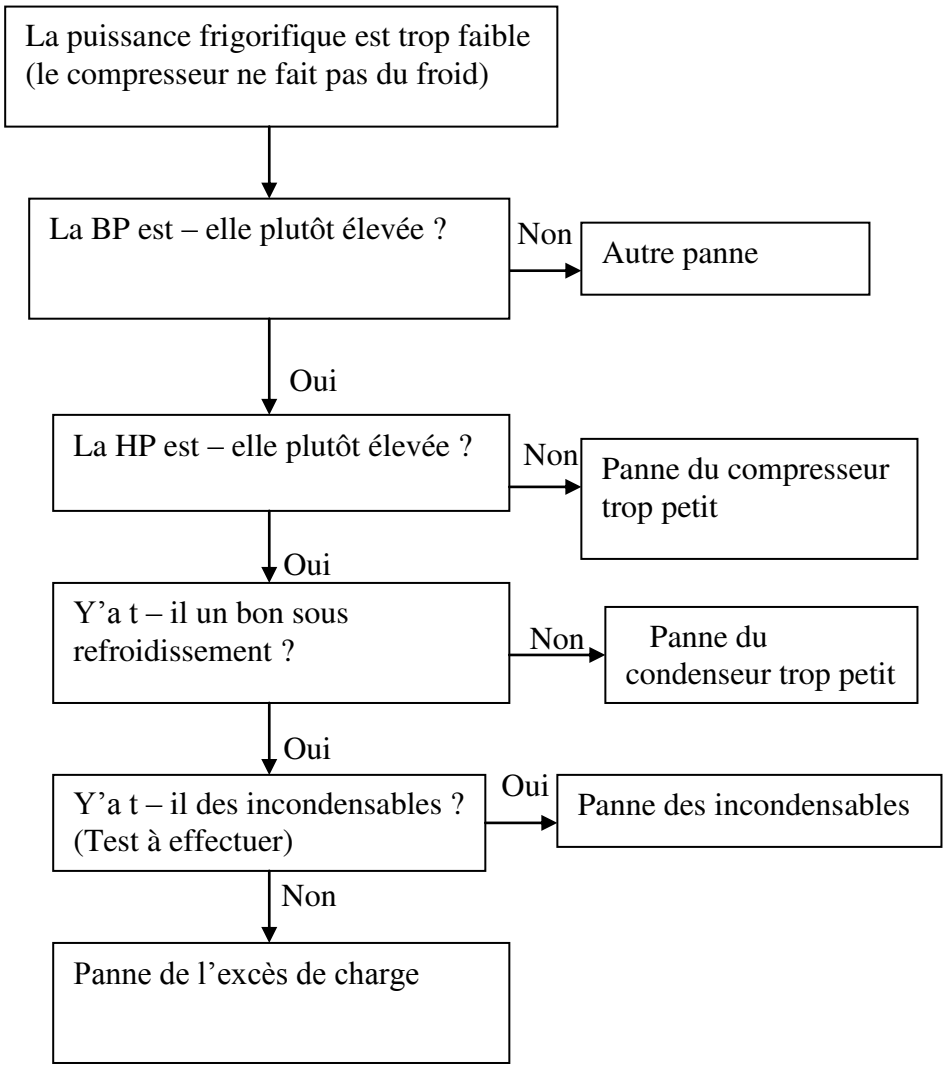
Ce qui concerne la panne d'excès de charge :

- HP augmente, ce qui entraîne l'intensité absorbée par le moteur I sera grand, alors, le moteur chauffe.
- Le refroidissement du moteur des compresseurs hermétiques ou semi hermétiques est assuré par les vapeurs aspirées : puisque le débit massique de ces vapeurs diminue donc le refroidissement du moteur se fait mal (sauf si la surpuissance provoque des coups de liquide)
- Si le moteur chauffe plus et moins refroidi : la température du carter Θc augmente et la température de refoulement Θr augmente aussi.
- La température de condensation Θk lue au manomètre HP sera très élevée par rapport à la température de l'air extérieur Θe

On sait que $\Delta\Theta = \Theta k - \Theta e$ sera anormalement élevée.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4.3.2.2 : procédure de diagnostic :



Les pannes provoquées par une HP trop importante sont relativement simples à diagnostiquer :

- Un sous refroidissement médiocre implique un condenseur trop petit ou sale
- Un sous refroidissement correct implique soit un excès de charge, soit une forte présence d'incondensable.

Exercices de connaissances pratiques

Exercice 20 :

Pour un ventilateur de l'évaporateur en panne sont :
HP faible
BP faible
HP élevée
BP élevée

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

En surchauffe normale, la surchauffe doit être comprise entre :

5 et 8 °C
0 et 4 °C
10 et 15 °C

LE sous refroidissement donne une indication sur :

Le réglage du détendeur
La charge en fluide frigorigène
La nature du fluide frigorigène

A surchauffe élevée correspond sans aucun doute à :

On ne peut pas diagnostiquer
Excès de fluide dans l'installation
Détendeur trop ouvert
Détendeur trop fermé

Un manque de fluide dans un circuit frigorifique provoque :

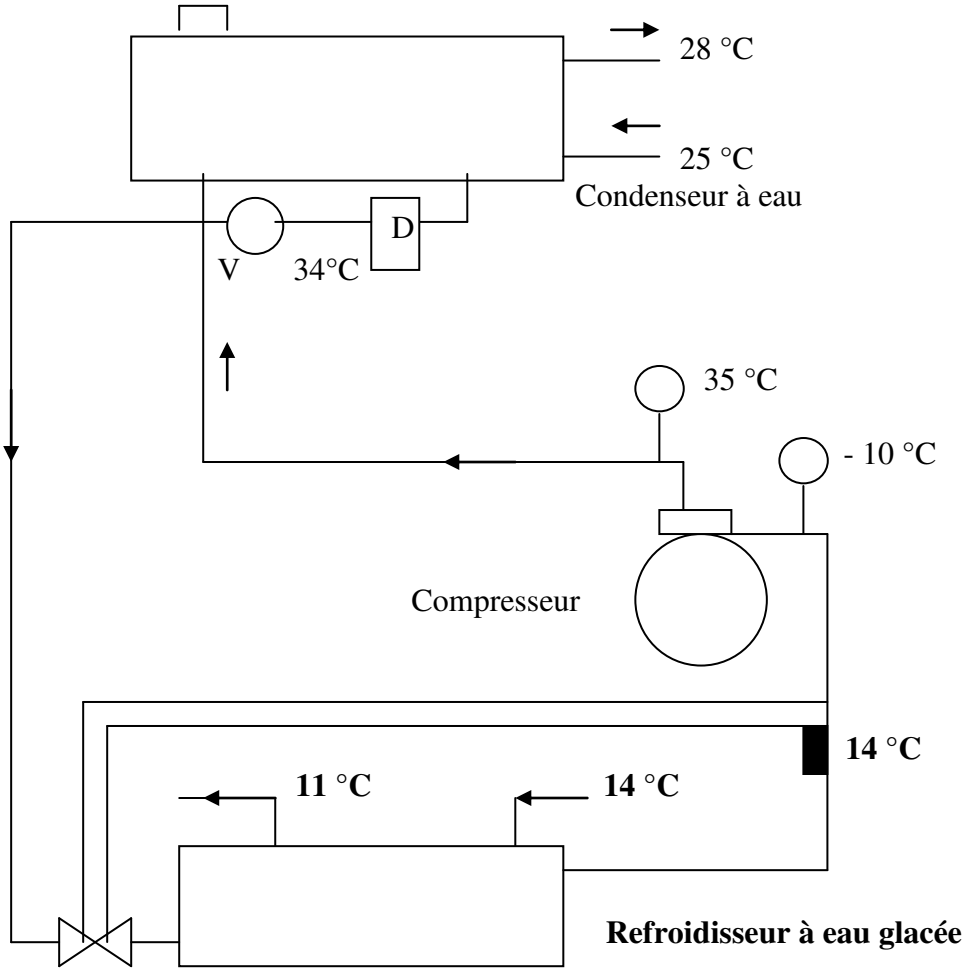
Diminution de la température de condensation
Température d'évaporation diminue
Surchauffe importante
Sous refroidissement important
Un sous refroidissement qui augmente génère :

Une augmentation de la production frigorifique
Une augmentation de la surchauffe
Pas de changement de la production frigorifique
Une diminution de la production frigorifique

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Exercice 21:

Après intervention sur in groupe à eau glacée qui présente un disfonctionnement, vous avez relevé les températures indiquées sur l'installation suivant le schéma ci-dessous :



Travail demandé :

1- La surchauffe
2- Le sous refroidissement
3- Comment est la puissance frigorifique ?
4- Comment est la BP ?
5- Comment est le HP ?
6- D'après ce diagnostic de quelle panne il s'agit ?

4.4 Charge et purge d'huile

4.4.1 Méthodes de vérification de charge correcte

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4.4.1.1 : Masse exacte d'huile

La masse est prévue par le constructeur, elle doit être respectée par le frigoriste, cette méthode est applicable lorsque l'huile est acide et sale ou après une révision complète. L'huile doit être en totalité évacuée et remplacée.

4.4.1.2 : Emploi d'une jauge

Cette méthode consiste à utiliser une jauge pour vérifier le niveau d'huile. Elle est utilisée sur les compresseurs ouverts de puissance moyenne ou sur les compresseurs hermétiques à arbre vertical. Un orifice est prévu sur la machine pour accomplir l'opération.

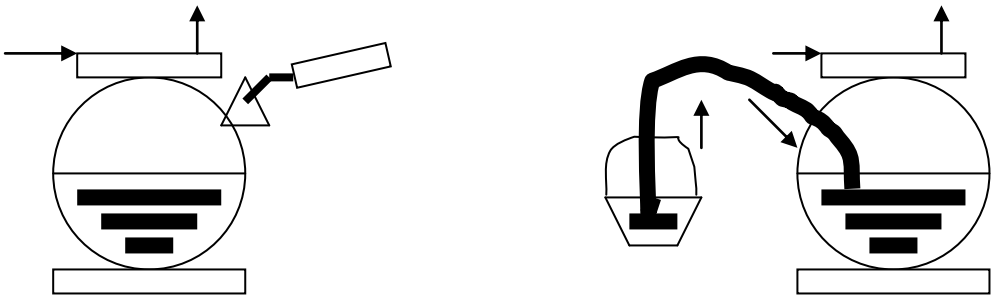
4.4.1.3 : Vérification par voyant

Cette méthode consiste à utiliser un voyant sur le compresseur. On se réfère à cette méthode après un certain temps de fonctionnement jusqu'à que le régime se stabilise et laisser le temps à l'huile de circuler dans tout le circuit et qu'une quantité, normalement, doit être diluée dans le fluide frigorigène.

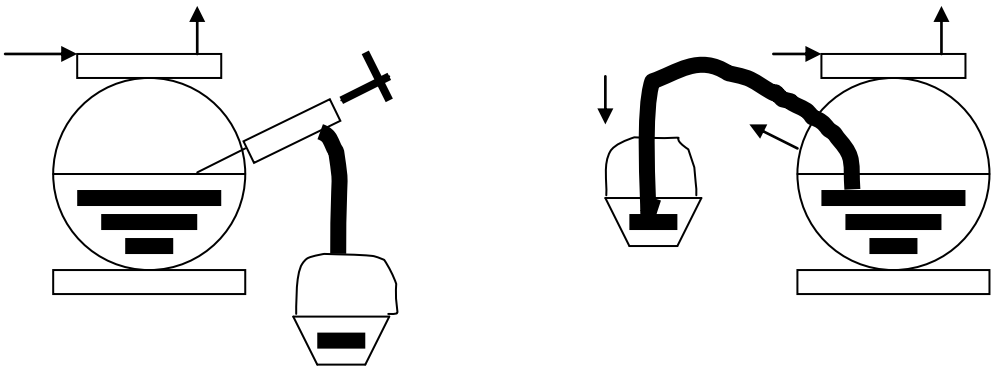
4.4.1.4 : Tache d'huile sur un papier

L'installation est mise en route, on laisse échapper une quantité de fluide frigorigène sur du papier. Lorsque la charge d'huile est correcte et après évaporation du fluide frigorigène il ne reste sur le papier qu'une légère emprunte. Par contre, si la charge est excessive, un film d'huile est déposé sur le papier. Cette méthode est surtout utilisée avec les fluides halogénés.

4.4.2 Purge et charge d'huile sur une installation à l'arrêt (installation à la pression atmosphérique)



Addition d'huile



Purge d'huile

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

En général pour purger, on utilise l'une des opérations suivantes :

* Soit vidanger l'huile par l'intermédiaire d'un bouchon ou d'un robinet d'huile
* Soit à l'aide d'une seringue
*Soit desserrer les boulons de la plaque inférieure du carter.

Pour charger l'huile au compresseur, vous devez :

* Dévisser le robinet de remplissage
* Verser l'huile à l'aide d'un entonnoir et respecter la quantité exacte préconisée par le constructeur.
* Tirer au vide l'installation.

4.4.3 Purge et charge d'huile sur une installation en fonctionnement

A intervalles réguliers, le frigoriste doit être capable :
1- De contrôler le niveau d'huile (charge doit être correcte) par l'intermédiaire des méthodes traitées précédemment.
2- Tester le degré de contamination de l'huile (acidité, coloration).
On considère que l'huile est contaminée si son indice dépasse 0.05, il peut être déterminé par la façon suivante :
* Grâce à une trousse d'essai (disponible auprès des distributeurs)
*D'après la coloration de l'huile (il peut être sale sans être acide)
*Dans des laboratoires d'essai

En cas de défaillance il doit appliquer la procédure suivante :

- Ouvrir les vannes d'aspiration et de refoulement à fond (tige sur l'arrière) (avec prise de mano)
- Dévisser les bouchons des orifices, monter l'analyseur et purger les flexibles
- Fermer la vanne d'aspiration k et mettre le clapet de la vanne refoulement à l'intermédiaire.
- Faire fonctionner le compresseur jusqu'à la pression atmosphérique (le mano indique 0 bar) Si c'est nécessaire court circuiter la BP.
- Arrêter le compresseur
- Si la pression remonte dans le carter, redémarrer le compresseur autant de fois que la pression chute à 0 bar.
- Arrêter le compresseur et fermer la vanne de refoulement
- Démonter le dispositif de remplissage
- Faire pénétrer un tube plastique dans l'orifice de remplissage de diamètre suffisant pour créer un joint pour le pourtour de l'orifice (sinon réaliser un joint avec du téflon par exemple)
- Ouvrir un moment la vanne d'aspiration pour que les vapeurs de fluide frigorigène évacuent l'huile vers l'extérieur. (Boucher l'extrémité du tube hors du compresseur)
- Fermer la vanne d'aspiration et réceptionner la quantité d'huile juste pour le contrôle, dans un récipient.
- Le contrôle est réalisé, deux cas se présentent :
1er cas : L'huile est propre mais en quantité insuffisante
- Verser l'huile neuve jusqu'à niveau normal
- Remettre en place le bouchon et serrer suffisamment
- Tirer au vide le compresseur, remettre les vannes en position normale et faire les fuites sur la partie sur laquelle vous êtes intervenu.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Mettre ne marche et contrôler el bon fonctionnement de l'installation.

2ème cas : L'huile est sale et acide

- Ouvrir l'extrémité du tube plastique
- Ouvrir et fermer la vanne d'aspiration jusqu'à l'évacuation complète de l'huile du carter.
- Verser l'huile neuve jusqu'à niveau normal, remettre en place le bouchon et serrer.
- Les vannes d'aspiration et de refoulement étant fermées, installer une pompe à vide et tirer au vide.
- Arrêter la pompe, enlever les flexibles et remettre les bouchons sur leurs orifices
- Remettre les clapets des vannes d'aspiration et de refoulement dans leurs positions normales
- Mettre ne marche et contrôler el bon fonctionnement de l'installation.

Précautions à prendre :
- Dans la mesure du possible, les huiles pour compresseurs frigorifiques ne doivent être achetées que dans les quantités prévues pour une utilisation immédiate.
- Il est indispensable d'utiliser l'huile dés l'ouverture du récipient
- L'huile utilisée pour la charge doit être propre et déshydraté, seuls les bidons d'huile hermétiquement clos, disponibles sur le marché doivent être utilisées.
- On doit éviter d'introduire une quantité exagérée d'huile.

L'huile en excès :
* Provoque une diminution de transfert thermique des échangeurs.
* Provoque des coups d'huile et la mise hors d'état du compresseur.
* Entraîne le retour de fluide liquide au compresseur.
- Il ne faut jamais transvaser de l'huile d'un récipient dans un autre.
- La pression dans la carter doit être faible (environ 0.1 bar) au moment où on ouvre celui-ci à l'atmosphère, pour que l'huile contenue ne soit pas évacuée brutalement vers l'extérieur.

4.4.4 Exercices de connaissances pratiques

Exercice 22:

Répondre par vrai ou faux

a- l'huile pour la charge doit être propre et déshydraté.
V ou F

b- l'huile en excès n'entraîne pas une diminution de coefficient d'échange des échangeurs et ne provoque pas de coups de liquide.
V ou F

c- une surcharge d'huile est la cause de retour de fluide frigorigène liquide au compresseur.
V ou F

d- l'addition d'huile ne peut pas s'effectuer par gravité ou par dépression.
V ou F
e- la purge d'huile peut s'effectuer par gravité, à l'aide d'une seringue ou en mettant le carter sous pression.
V ou F

Exercice 23 :

Comment peut – on reconnaître qu'une charge d'huile est correcte ?

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4.5 Résumé

Afin de gagner un maximum de temps et surtout lorsque les circuits sont importants, la plupart des charges se font en liquide.
Sur le chantier, dans le cadre de la maintenance, si le frigoriste est confronté à un problème de manque de charge, il doit commencer par chercher la fuite puis de la réparer. C'est possible, il devra introduire du fluide en phase gazeuse par l'orifice de prise de pression du clapet d'aspiration. Comme elle n'est pas une méthode particulièrement rapide, elle est habituellement réservée à l'addition de petites quantités de fluide nécessaires pour compléter la charge, sauf s'il s'agit d'un mélange de fluide tels que (R404A, R407C, R410A, HCFC).
Au moment de la charge, le frigoriste doit se rappeler que la surchauffe peut chuter dangereusement si :

- La température ambiante diminue (élevée au moment du dépannage)
- La HP augmente : gêner la circulation d'air par un carton pour simuler une augmentation de la HP et voir si la surchauffe reste normale
- Le transfert thermique de l'évaporateur diminue

  - Penser, en climatisation, à nettoyer les filtres
  - En froid commercial, installer les systèmes de dégivrage

Pour charger les installations équipées d'un détendeur capillaire ou pressostatique, il est judicieux de récupérer tout le fluide, tirer au vide et introduire la masse exacte préconisée par le constructeur.
Pour conclure, noter bien :

- Un excès de charge provoque une surchauffe à l'aspiration très basse qui porte préjudice au compresseur.
- Un manque de charge entraîne un fonctionnement avec une surchauffe à l'aspiration trop élevée. Le compresseur sera mal refroidi, il faut attendre à une surchauffe du moteur et en cas de défaillance des organes de sécurité, il sera complètement carbonisé.

4.6 Exercice de synthèse (voir annexe K)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Bibliographie

Equipe KOTZA International, Manuel Pratique de Dépannage Frigorifique, Electrique et Hydraulique, PARIS, PYC éditions, Décembre 2006.

P. Dal Zotto, J.M.Larre, A.Merlet et L. Picau, Mémento Tech génie énergétique, PARIS, éditions CASTEILLA, 2000.

F.MEREDITH, Le Mémento du Frigoriste, PARIS, éditions EYROLLES, 1986.

M.E. ANDERSON, révisé par R.H. HERBERT, Le Froid Questions et Réponses, PARIS, éditions EYROLLES, 1985.

CARRIER, Bases de la réfrigération.

PJ RAPIN, Installations frigorifiques , PARIS,PYC éditions,

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexes

- Annexe A (corrigé des exercices)
- Annexe B (fiche de l'exercice synthèse référant au chapitre I)
- Annexe C (grille d'évaluation formative référant au chapitre I)
- Annexe D (fiche de l'exercice synthèse référant au chapitre II)
- Annexe E (grille d'évaluation formative référant au chapitre II)
- Annexe F (fiche de l'exercice synthèse référant au chapitre III)
- Annexe G (grille d'évaluation formative référant au chapitre III)
- Annexe K (fiche de l'exercice synthèse référant au chapitre IV)
- Annexe L (grille d'évaluation formative référant au chapitre IV)
- Annexe M (fiche de l'activité synthèse du module)
- Annexe N (grille d'évaluation de l'activité synthèse du module)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe A : corrigé des exercices

Exercice 1 :

Le fluide R134 a

A est un mélange de fluide
B est un corps pur et non polluant
C sa charge ne peut pas se faire à l'état gazeux
D contenant du chlore

Le fluide R404A

A est un fluide chlorofluorocarbone
B sa charge se fait à l'état liquide
C a un potentiel de destruction de l'ozone élevé
D zéotrope

Le fluide R407C

A est un fluide CFC
B pseudo – azéotropique
C n'est pas un mélange de fluide
D a un glissement négligeable

Le fluide R410A

A agit sir la couche d'ozone
B ses pressions de fonctionnement faibles
C en cas de fuite, l'appoint de charge se fait à l'état liquide sans vider l'installation.
D c'est un mélange de trois fluides

Exercice 2 :

Compléter le tableau suivant

Désignation	Nombre d'atomes de carbone	Nombre d'atome d'hydrogène	Nombre d'atomes de fluor	Nombre d'atomes de chlore	nom
R134a	2	2	4	0	Tétrafluoroéthane CH2F / CF3
R23	1	1	3	0	Trifluorométhane CHF3
R22	1	1	2	1	Monochlorodifluoro CHCLF2

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

EXERCICE 3 :

Parmi les fluides présents à gauche, choisissez le mélange composant chacun d'eux.

Désignation	Mélange de fluides
R404A R407C R410A	52%R143a - 44% R125 - 4% R134a 23% R32 - 25% R125 - 52% R134a 50% R32 - 50% R125

Exercice 4 :

Question1
Donner le type de fluide frigorigène suivant : (CFC HCFC HFC)

R12 CFC
R22 HCFC
R407C HFC
R507 HFC

Question2
Pour un mélange azéotrope, sélectionner les affirmations suivantes :

Il se comporte comme un nouveau corps pur
C'est un mélange avec des proportions précises
C'est un mélange de corps pur

Question 3 :
On parle de température de rosée pour un mélange azéotropique
Faux

Question 4 :

Une fuite de R22 est directement détectable avec :
Lampe haloide
Détecteur électronique
Mousse à savon

Exercice 5:

Répondre par vrai ou faux

A- les fluides HFC sont miscibles avec les huiles minérales
F
B- Les huiles utilisées avec les CFC sont incompatibles avec les nouveaux fluides HFC
V
C- les huiles ester lavent moins les circuits frigorifiques et les impuretés en suspension peuvent être dissoutes facilement dans celle-ci

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

F
D- le mélange ester, HFC et l'eau peut générer l'acide fluor hydrique, très dangereux et agressif.
V
E- l'analyseur utilisé avec les HFC doit être différent de celui utilisé avec les fluides courants
V
F- il n'est pas dangereux d'introduire un mélange d'huiles ester différents lors d'un appoint d'huile.
F
G pour une installation frigorifique HFC, il est préférable d'utiliser les raccords à braser que les raccords à visser.
V

Exercice 6:

Lorsqu'on veut remplacer un fluide CFC d'une installation par un fluide de transition HCFC : (encercler la réponse juste)

Question 1 :
A- on doit tester l'acidité de l'huile, si elle est bonne, on peut la garder, si elle est miscible avec le fluide et assure la lubrification du compresseur.
B- on doit forcément la changer.

Question 2 :
Charger le fluide frigorigène en vapeur
Charger le fluide frigorigène en liquide
Question 3 :
E- changer le détendeur thermostatique
F- conserver le détendeur thermostatique

Exercice 7:

Lorsqu'on veut remplacer un fluide CFC d'une installation existante par un fluide de substitution (HFC) : (encercler la réponse juste)

Question 1 :
A- cette reconversion est permise quelque soit le coût des modifications
B- cette reconversion est permise lorsque les instructions l'exigent même avec un disfonctionnement de l'installation
C- cette reconversion est permise lorsque le coût des modifications est inférieur à celui de la réalisation neuve ou des instructions l'exigent et à condition que l'installation fonctionne correctement.

Question 2 :
A- conserver l'organe de détente d'origine
B- remplacer l'organe de détente par un modèle prévu pour le substitut
C- remplacer l'organe de détente par un modèle prévu même pour un autre fluide HFC.

Question 3 :
A- conserver l'huile d'origine
B- faire un appoint d'huile de type ester pour corriger la charge d'huile.
C- remplacer toute la charge d'huile par une huile de type ester et de masse égale.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Exercice 8 :

Encercler V ou F

1- il ne faut jamais mélanger deux fluides différents dans une bouteille de récupération.
V ou F

2- il sera toujours préférable de récupérer le fluide à l'état gazeux plutôt qu'à l'état liquide.
V ou F

3- les bouteilles ne doivent jamais êtres remplies au delà de 80% de leur volume.
V ou F

4- les bouteilles doivent êtres utilisées pour récupérer même un fluide non indiqué sur l'emballage.
V ou F

5- lorsqu'on utilise des flexibles gros et courts à la place des flexibles petits et longs, la durée de récupération est lente.
V ou F

6- la méthode de la récupération en liquide par gravité est possible lorsqu' peut placer une bouteille de récupération d'une contenance adaptée en dessous du réservoir de liquide de l'installation.
V ou F

7- il n' y a pas de risque de cavitation de la pompe centrifuge quelque soit le placement de celle-ci et lorsqu'elle est raccordée par des flexibles de petits diamètres et longs.
V ou F

8- lorsque la vanne liquide est montée horizontalement, la tige de la vanne étant en position à fond sur l'arrière, ce qui isole la prise manométrique, alors que, le réservoir liquide est en communication avec la ligne liquide.
V ou F

Exercice 9 :

Cocher la réponse juste :

3- Pour la méthode de récupération en liquide par différence de température

A : l'installation ne nécessite pas une vanne départ liquide
B : les flexibles de raccordement sont longs et de petits diamètres
C : on utilise le principe de la paroi froide de Watt
D : l'installation nécessite un matériel énorme

4- lorsque la vanne de départ liquide est montée verticalement et sa tige est en position à fond sur l'avant

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

A : la prise de mano est isolée, le réservoir de liquide est en communication avec la ligne liquide
B : la communication avec le réservoir de liquide est fermée et la prise manométrique communique avec la ligne liquide.
C : la prise de mano, le réservoir de liquide et la ligne liquide sont en communication.
D : la prise de mano est en communication avec le réservoir de liquide et la ligne liquide est fermée.

3-Concernant la méthode de récupération en liquide par le compresseur de l'installation

A : le compresseur permet simultanément d'abaisser la pression dans la bouteille de récupération et de l'élever dans le réservoir.
B : l'installation nécessite une vanne de départ liquide en position ouvert.
C : l'installation est conçue de telle manière que l'évaporateur est raccordé à l'aspiration du compresseur par brasure
D : le compresseur doit fonctionner de sorte que toute la charge de l'installation doit être transvasée dans la bouteille de récupération.

Exercice 10:

Répondre par vrai ou faux

A- la réglementation prévoit que le groupe de transfert ne doit pas fonctionner à une pression en dessous de – 0.4 bar effectifs pour les volumes inférieurs à 200 litres et – 0.7 bars pour les autres.
V
B- la récupération en phase gazeuse, quel que soit le circuit frigorifique, est très recommandée pour préserver la durée de vie du groupe de transfert.
F

C- la solution idéale est de récupérer le maximum de fluide à l'état liquide puis de finir la récupération avec le groupe de transfert.
V

D- on doit choisir le groupe de transfert selon sa capacité et le fluide frigorigène utilisé dans l'installation.
V

E- il n'est pas recommandé de vidanger le groupe de transfert après toute opération de récupération
F

Exercice 11:

La température ayant diminuée ⟶ la pression diminue également.
Cette variation de pression provoquée par une variation de température, elle est vérifiée par la loi de CHARLES : P1 / TI = P2 / T2
P1 et P2 indiquent les pressions absolues (bar absolu)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

T1 et T2 indiquent les températures thermodynamiques (°K)
Le problème que se pose consiste à savoir si la chute de pression peur s'expliquer uniquement par la loi de CHARLES, ou si une fuite existe.

- Le premier soir, la pression relative lue sur le manomètre était p1 = 10.8 bar, P1 = 10.8 + 1 = 11.8 bars absolus, pour une température t1 = 27 °C, soit T1 = 27 + 273 = 300 °K.
- Le lendemain, la température étant T2 = 17 + 273 =290 °K. En appliquant la loi de CHARLES, la pression absolue P2 dans le circuit étant égale à : P2 = P1 x T2/T1 = 11.8 x 290 / 300 = 11.4 bars absolus, ce qui correspond à une pression relative lue au mano : p2 = 11.4 – 1 = 10.4 bars.
- Puisque la pression a chuter à 10.2 bars au lieu de 10.4 bars admissibles. Cela indique qu'il existe une petite fuite sur le circuit peut être :
  - Soit une brasure poreuse
  - Soit un flexible du manifold qui perd un peu de gaz.

Exercice 12 :

Répondre par vrai ou faux :

1- on localise les fuites par les traces d'huile sur les conduites ou sur les parties situées en dessous de la fuite.
V

2- il est conseillé de laisser les flexibles (type flexible de manifold) en permanence sur une installation frigorifique.
F

3- la lampe haloïde fonctionne avec les nouveaux fluides HFC.
F

4- le procédé qui utilise un additif fluorescent et une lampe ultraviolet permet de détecter les fuites même très faibles quelque soit la nature du fluide utilisée.
V

5- la méthode utilisant une solution savonneuse est très pratique pour localiser exactement une fuite qu'on suspecte.
V

6- le tirage au vide d'un circuit frigorifique n'est pas destiné à éliminer l'humidité qui s'y trouve mais de tester son étanchéité.
F

Exercice 13;

Quelles sont les causes qui peuvent provoquer une fuite?

- un raccord ou un joint mal serré
- une brasure mal faite usure des soufflets des pressostats
- les capuchons mal serrés
- soupapes de sécurité mal étanches

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- usure des garnitures d'étanchéité
- presse étoupes des vannes de service ou de régulation non étanches

Exercice 14:

Avec quels moyens peut – on rechercher une fuite ?

- utilisation d'une lampe haloide réservée aux CFC
- utilisation de l'eau savonneuse (procédé très pratique
- utilisation d'un détecteur électronique de fuite (la plupart de ces détecteurs ne réagissent pas avec les HFC)
- utilisation d'un additif fluorescent et une lampe U.V (méthode permet de détecter des fuites émanant de n'importe quel fluide)

Exercice 15:

Répondre par vrai ou faux

Question1 :
L'humidité ne provient pas d'une huile mal déshydratée et d'un circuit mal étanche.
F

Question 2 :
L'humidité provoque la formation des sels métalliques et des oxydes.
V

Question 3 :
L'humidité ne provoque pas des corrosions et l'attaque des isolants électriques.
F

Question 4 :
L'humidité est mise en évidence par une pastille incorporée dans un voyant, par réaction chimique, change de couleur en fonction du taux d'humidité.
V

Exercice 16:

Répondre par V ou F

Question 1 :
La méthode de la mise au vide unique est rapide et ne nécessite pas une pompe à vide poussée (par exemple 1 mm Hg)
F

Question 2 :
En réduisant le plus possible la perte de charge sur l'aspiration de la pompe à vide, la durée de mettre au vide le circuit peut être réduite par 2.
V

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Exercice 17:

Répondre par V ou F
Question 1 :
Après carbonisation d'un compresseur hermétique, il est recommandé de rincer le circuit par de l'huile ester.
V

Question 2 :
Le but principal du nettoyage est d'évacuer les particules solides qui se trouvent dans le circuit.
V
Question 3 :
La méthode de nettoyage qui fait utiliser le compresseur de l'installation pour assurer la circulation du fluide est peu pratique et rarement utilisée.
F

Exercice 18:

Vous voulez remplacer une vanne solénoïde défectueuse sur la ligne liquide d'un circuit de forte puissance, quelle méthode de purge que vous devez retenir et comment allez – vous procéder?

Méthode de purge : purge au moyen de la charge en réfrigérant
Procédé : voir le paragraphe : 3.6.1

Exercice 19 :

Cocher la bonne réponse :
1-
a) Si on renverse une bouteille de fluide frigorigène munie d'une seule vanne et d'un tube plongeur et on ouvre la vanne, alors, c'est le liquide qui sort.

b) Si on renverse une bouteille de fluide frigorigène équipée d'une seule vanne et d'un tube plongeur et on ouvre la vanne c'est le gaz qui sort. **X**

2-
c) Les clapets des vannes d'aspiration et de refoulement sont en position intermédiaire, la bouteille est raccordée au milieu de l'analyseur, la vanne BP est ouverte et celle de la HP fermée indique que la charge se fait en phase liquide.

d) Pour charger en phase gazeuse, on doit raccorder la bouteille de fluide au milieu de l'analyseur, on ouvre la vanne BP et la vanne HP est fermée, les tiges des vannes d'aspiration et de refoulement sont ouvertes à moitié. **X**

3-

e) La charge en phase gazeuse est préconisée pour charger les circuits de petites puissances. **X**

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

f) La méthode de la charge en phase gazeuse est rapide, elle est réservée aux circuits de grandes importances.

4-
g) Les charges de tous les mélanges des nouveaux fluides se font en phase gazeuse ou liquide selon la conception de l'installation ou de la quantité de fluide à introduire.

h) Les charges de tous les mélanges des nouveaux fluides se font en phase liquide. X

Exercice 20:

Répondre par vrai ou faux

a- la charge n'est pas correcte lorsqu'il y a un bon sous refroidissement et une surchauffe normale.
F

b- la charge est correcte lorsque le voyant liquide ne bulle pas
V

c- pour les systèmes équipés d'un détendeur capillaire ou préssostatique, il est nécessaire, en cas d'appoint de charge, de vider le circuit et le charger par la quantité de fluide exacte préconisée par le constructeur.
V

d- lorsque les pressions de fonctionnement sont faibles, on peut dire que la charge est très bonne.
F

Exercice 21 :

Pour un ventilateur de l'évaporateur en panne sont :
HP faible
BP faible

En surchauffe normale, la surchauffe doit être comprise entre :

5 et 8 °C

LE sous refroidissement donne une indication sur :

La charge en fluide frigorigène

A surchauffe élevée correspond sans aucun doute à :

On ne peut pas diagnostiquer

Un manque de fluide dans un circuit frigorifique provoque :

Diminution de la température de condensation
Température d'évaporation diminue

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Surchauffe importante

Un sous refroidissement qui augmente génère :

Une augmentation de la production frigorifique

Exercice 22:

Sous refroidissement = 34 – 34 = 1 °C
Surchauffe = 14 – (-10) = 24 °C
Puissance frigorifique faible
BP très faible
HP faible
Température de carter chaud
Voyant liquide bulle
$\Delta\Theta = 14 - 11 = 3$ °C

Exercice 23:

Répondre par vrai ou faux

a- l'huile pour la charge doit être propre et déshydraté.
V

b- l'huile en excès n'entraîne pas une diminution de coefficient d'échange des échangeurs et ne provoque pas de coups de liquide.
F

c- une surcharge d'huile est la cause de retour de fluide frigorigène liquide au compresseur.
V

d- l'addition d'huile ne peut pas s'effectuer par gravité ou par dépression.
F

e- la purge d'huile peut s'effectuer par gravité, à l'aide d'une seringue ou en mettant le carter sous pression.
V

Exercice 24 :

Comment peut – on reconnaître qu'une charge d'huile est correcte ?

- par pesée
- par l'emploi d'une jauge
- d'après le niveau indiqué par un voyant
- d'après la tâche formée sur un papier.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe B : Fiche de l'exercice synthèse se référant au chapitre I :

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Durée :

But intermédiaire: Manipuler et utiliser les nouveaux fluides frigorigènes
Matériels requis :

- Un climatiseur fonctionnant au R407c
- gants
- Lunettes de sécurité
- Thermomètre à multi sonde
- Analyseur spécifié au fluide HFC
- Flexibles spécifiés au fluide HFC.

- Outils
Caisse d'outils du frigoriste

Mise en situation
Un client fait appel à un frigoriste pour lui diagnostiquer son climatiseur dans le cadre de la maintenance. Le frigoriste, arrivant sur les lieux, comme son métier l'exige, consulte la plaque signalétique, il découvre que l'appareil fonctionne avec un nouveau fluide qui est le R407C. Pour savoir plus sur ce fluide a décidé d'étudier son comportement aux niveaux des échangeurs.

Marche à suivre
- Porter de lunettes et des gants
- Mettre en marche le climatiseur
- Monter les flexibles sans serrer
- Purger les flexibles et serrer

1- Relever les températures du fluide au niveau de l'évaporateur selon le schéma qui vous y est remis :

- Température à l'entée de l'évaporateur (point A) ou température de bulle
- Température de rosée (point B)
- Température à la sortie de l'évaporateur (point C)

2 – Relever les températures du fluide au niveau du condenseur selon le schéma qui vous y est remis :

- La température de rosée (point D)
- La température de bulle (point E)
- Température à la sortie du condenseur (point F)

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Déterminer :

1- Le glissement au niveau de l'évaporateur et du condenseur, que est alors votre commentaire.
2- La surchauffe
3- Le sous refroidissement
4- Tracer le cycle frigorifique du climatiseur

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe C : Grille d'évaluation formative se référant au chapitre I

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Elément de compétence : Manipuler et utiliser les nouveaux fluides frigorigènes

Grille d'évaluation				
Eléments d'observation	**Evaluation**			
	Stagiaires		**Formateurs**	
	Résultats		**Résultats**	
	oui	**non**	**oui**	**non**
1- Respect des consignes de sécurité				
1.1 A porté les lunettes et les gants de sécurité	☐	☐	☐	☐
1.2 A pris des connaissances et des précautions vis-à-vis de ce fluide	☐	☐	☐	☐
1.3 Respect des normes électriques et fluidiques publiés par le Constructeur	☐	☐	☐	☐
1.4 A respecté les règles d'environnement	☐	☐	☐	☐
2- Respect des étapes de la mise en marche du climatiseur				
2.1 A vérifié la propreté du filtre	☐	☐	☐	☐
2.2 A vérifié la rotation des ventilateurs	☐	☐	☐	☐
2.3 A vérifié la propreté du condenseur	☐	☐	☐	☐
3 - Emploi de l'analyseur				
3.1 A connecté correctement l'analyseur à l'équipement	☐	☐	☐	☐
3.2 A lu correctement les pressions	☐	☐	☐	☐
4- Emploi du thermomètre à multi sondes				
4.1 A posé correctement les sondes	☐	☐	☐	☐
4.2 A relevé correctement les valeurs des températures	☐	☐	☐	☐
5- calculs effectués				
5.1 Calcul exact du glissement	☐	☐	☐	☐
5.2 Calcul juste de la surchauffe	☐	☐	☐	☐
5.3 Calcul correct du sous refroidissement	☐	☐	☐	☐
6- Traçage du cycle dans le diagramme				
6.1 Utilisation correcte du diagramme	☐	☐	☐	☐
6.2 A tracé correctement le cycle sur le diagramme	☐	☐	☐	☐
7- Renseignement de la fiche d'intervention	☐	☐	☐	☐

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

7.1 A renseigné correctement la fiche d'intervention 8- Rangement du matériel 8.1 a rangé correctement le matériel	☐	☐	☐	☐
commentaire				

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe D : Fiche de l'exercice synthèse se référant au chapitre II :

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Durée :

But intermédiaire:Récupérer le fluide

Matériels requis :

- Gants
- Lunettes
- Un analyseur
- Groupe de transfert adapté au fluide
- Flexibles gros et courts
- Balance électronique
- Bouteille de récupération adaptée à la contenance de l'installation et au fluide

Outillage :

Caisse d'outils du frigoriste

Mise en situation

Pour entretenir une installation frigorifique fonctionnant avec un fluide CFC, l'approvisionnement en fluide d'origine CFC est devenu impossible. Alors, le frigoriste dépanneur a décidé de reconvertir cette installation par un fluide de transition HCFC. Après avoir être assuré du bon fonctionnement de l'installation et la compatibilité de l'huile et les matériaux avec le nouveau fluide, le frigoriste commence à récupérer le fluide d'origine par le groupe de transfert.

Marche à suivre

- Mettre en marche le compresseur de l'installation
- Transférer tout le fluide de l'installation dans le réservoir liquide
- Raccorder le groupe de transfert, la bouteille de récupération selon la méthode va et vient et purger le s flexibles
- Ouvrir la vanne du réservoir et celle de la bouteille, laisser le fluide transvaser vers la bouteille.
- L'égalisation de pression obtenue, mettre ne marche le groupe de transfert et achever la récupération de la masse liquide du fluide.
- Reconfigurer l'installation en méthode écluse afin de récupérer la vapeur de frigorigène restante
- Fermer la vanne BP de l'analyseur et laisser le groupe fonctionner brièvement pour le vidanger.
- Fermer toutes les vannes et déconnecter les flexibles.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe E : Grille d'évaluation formative se référant au chapitre II

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Elément de compétence : Récupérer le fluide

Grille d'évaluation				
Eléments d'observation	**Evaluation**			
	Stagiaires		**Formateurs**	
	Résultats		**Résultats**	
	oui	**non**	**oui**	**non**
1- Respect des règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement				
1.1 A porté correctement les lunettes et les gants de sécurité	☐	☐	☐	☐
1.2 A pris connaissance et des précautions vis à vis de ce fluide	☐	☐	☐	☐
1.3 Respect des normes électriques et fluidiques publiés par le Constructeur	☐	☐	☐	☐
1.4 A respecté les règles d'environnement	☐	☐	☐	☐
2- Identification du matériel				
2.1 A identifié correctement l'analyseur spécifié au fluide HFC	☐	☐	☐	☐
2.2 A identifié correctement les flexibles spécifiés au fluide	☐	☐	☐	☐
2.3 A identifié correctement le groupe de transfert spécifié au fluide HFC	☐	☐	☐	☐
3- Choix du matériel				
3.1 Choix correct de la capacité du groupe et s'assurer que Celui-ci est bien vidangé	☐	☐	☐	☐
3.2 Repérer correctement les flexibles autos obturants	☐	☐	☐	☐
3.3 Choix correct de la bouteille de récupération	☐	☐	☐	☐
4- Utilisation du groupe de transfert				
4.1 A connecté correctement le groupe	☐	☐	☐	☐
4.2 A respecté les étapes de récupération des méthodes va et vient et de l'écluse.	☐	☐	☐	☐
5- Surveillance du remplissage de la bouteille de récupération				
5.1 A surveillé adéquatement le remplissage de la bouteille de Récupération	☐	☐	☐	☐

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6- Arrêt du groupe 6.1 A respecté la consigne de la pression d'arrêt 6.2 A déconnecté conformément le matériel 6.3 A vidangé correctement le groupe de transfert 7- Renseignement de la fiche d'intervention 7.1 A renseigné correctement la fiche d'intervention 8- Nettoyage du poste de travail 8.1 A nettoyé correctement le poste de travail 9- Rangement du matériel 9.1 A rangé soigneusement le matériel	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
commentaire				

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe F : Fiche de l'exercice synthèse se référant au chapitre III :

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Durée :

But intermédiaire : Rechercher les fuites et déshydrater

Matériels requis :

- Manifold
- Flexibles
- Bouteille de fluide frigorigène R134a
- Bouteille d'azote avec mano
- Solution savonneuse

Outillages :
Caisse d'outils du frigoriste

Mise en situation
Après avoir positionné les composants d'une chambre froide fonctionnant au R134a et conçu les conduites frigorifiques pour les raccorder aux organes. L'installateur frigoriste procède, alors, au test d'étanchéité et la mise au vide du circuit en vue d'être chargé par le fluide pour la mise en service de l'installation.

Marche à suivre

1- Raccorder la bouteille d'azote au circuit et le gonfler à une pression de 10 bars, chercher la fuite avec de l'eau savonneuse et vider le circuit.
2- Remplacer la bouteille d'azote par la bouteille de fluide R134a.
3- Mettre sous pression le circuit à une pression de deus bars
4- Remplacer la bouteille de fluide frigorigène par la bouteille d'azote
5- Mettre sous pression d'azote l'installation à 8 bars.
6- Effectuer la recherche des fuites en utilisant un détecteur U.V
7- Après, un certain temps, les deux fluides se séparent, l'azote monte à la partie haute et le fluide descend à la partie basse. Essayer, si c'est possible de faire évacuer l'azote par un accès situé dans la partie haute et de récupérer le fluide.
8- Remplacer la bouteille d'azote par une pompe à vide.
9- Mettre au vide l'installation
10- Injecter l'azote dans le circuit jusqu'à la pression de 0.5 bars et mettre le circuit à l'atmosphère pour faire chuter la pression à 0.1 bars.
11- Tirer au vide le circuit
12- Répéter l'opération trois fois de suite à partir du point 10
13- Fermer les vannes BP et HP de l'analyseur
14- Arrêter la pompe, mettre les tiges des vannes d'aspiration et de refoulement à fond sur l'arrière, déconnecter les flexibles et mettre en place les capuchons sur les prises de mano.
15- Remettre les clapets dans leurs positions normales.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe G : Grille d'évaluation formative se référant au chapitre III

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Elément de compétence : Rechercher les fuites et déshydrater.

Grille d'évaluation				
Eléments d'observation	**Evaluation**			
	Stagiaires		**Formateurs**	
	Résultats		**Résultats**	
	oui	**non**	**oui**	**non**
1- Respect des règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement				
1.1 A porté correctement les lunettes et les gants de sécurité	☐	☐	☐	☐
1.2 A pris connaissances et des précautions vis-à-vis du fluide	☐	☐	☐	☐
1.3 Respect des normes électriques et fluidiques publiés par le Constructeur	☐	☐	☐	☐
1.4 A respecté les règles d'environnement				
2- Choix du matériel				
2.1 A choisi adéquatement le manifold et les flexibles spécifiés au fluide	☐	☐	☐	☐
2.2 Identification correcte de la bouteille du fluide	☐	☐	☐	☐
2.3 S'assurer que la bouteille d'azote est munie d'un mano détendeur.	☐	☐	☐	☐
3- Test d'étanchéité				
3.1 Raccordement correct du matériel à l'installation	☐	☐	☐	☐
3.2 A respecté les étapes du test d'étanchéité	☐	☐	☐	☐
3.3 Réparation correcte de la panne	☐	☐	☐	☐
3.4 Résultat juste du test d'étanchéité	☐	☐	☐	☐
3.5 Evacuation du fluide sans rejet à l'atmosphère	☐	☐	☐	☐
4- Mise au vide	☐	☐	☐	☐
4.1 Raccordement correct de la pompe à vide à l'installation	☐	☐	☐	☐
4.2 Respect des étapes de la méthode triple mise au vide	☐	☐	☐	☐
4.3 Résultat juste atteint du vide	☐	☐	☐	☐
5- Déconnexion de la pompe à vide				
5.1 Respect des étapes de la déconnexion	☐	☐	☐	☐
5.2 Remise exacte des clapets d'aspiration et de refoulement dans leurs positions	☐	☐	☐	☐

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6- Renseignement de la fiche d'intervention 6.1 A renseigné correctement la fiche d'intervention	☐	☐	☐	☐
7- Nettoyage du poste de travail 7.1 A nettoyé adéquatement la pompe à vide 7.2 A nettoyé soigneusement les flexibles	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐
8- Rangement du matériel 8.1 A rangé correctement le matériel	☐	☐	☐	☐
commentaire				

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe K : Fiche de l'exercice synthèse se référant au chapitre IV :

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Durée :

But intermédiaire: Charger le circuit

Matériels requis :

- Analyseur
- Flexibles
- Bouteille de charge
- Lunettes
- Gants
- Trousse d'essai pour analyse d'huile
- Balance électronique

Accessoires : Vanne solénoïde

Outillages :

Caisse d'outils du frigoriste

Mise en situation

Un frigoriste dépanneur a été sollicité par son employeur pour intervenir sur une installation frigorifique qui est tombée en panne. Arrivant sur les lieux, après diagnostic, il a découvert que la vanne solénoïde sur la conduite liquide est hors d'usage. Il a décidé, alors, de la remplacer. Et comme c'était le jour de la maintenance de l'installation qui prévoit une analyse d'huile, c'était, l'occasion pour lui, de prendre en charge cette opération.

Marche à suivre

- Transférer tout le fluide vers le réservoir de liquide
- Remplacer la vanne solénoïde
- Mettre au vide ou purger la section réparée.
- Purger une quantité d'huile et analyser

    - Si l'huile est propre faire un appoint d'huile
    - Si l'huile est sale et acide, changer l'huile
    - Tester que la charge d'huile est correcte

- Faire un appoint de charge et tester que la charge est correct.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe L : Grille d'évaluation formative se référant au chapitre IV

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Elément de compétence : Charger le circuit

Grille d'évaluation				
Eléments d'observation	**Evaluation**			
	Stagiaires		**Formateurs**	
	Résultats		**Résultats**	
	oui	**non**	**oui**	**non**
1- Respect des règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement	☐	☐	☐	☐
1.1 A porté correctement des lunettes et les gants de sécurité	☐	☐	☐	☐
1.2 A pris connaissance et des précautions exactes vis-à-vis du fluide.	☐	☐	☐	☐
1.3 Respect des normes électriques et fluidiques publiés par le Constructeur	☐	☐	☐	☐
1.4 A respecté les règles d'environnement	☐	☐	☐	☐
2- Identification du matériel				
2.1 A identifié adéquatement l'analyseur spécifié au fluide HFC	☐	☐	☐	☐
2.2 A identifié correctement les flexibles spécifiés au fluide HFC	☐	☐	☐	☐
2.3 A identifié justement la bouteille du fluide à utiliser	☐	☐	☐	☐
2.4 A identifié correctement la trousse d'essai spécifié à l'huile à analyser	☐	☐	☐	☐
3- Mise en marche de l'installation				
3.1 Vérification correcte de l'état des organes composants l'installation	☐	☐	☐	☐
3.2 Respect des étapes da la mise en marche	☐	☐	☐	☐
4- Transfert du fluide vers le réservoir				
4.1 Respect de la méthode de transfert de fluide	☐	☐	☐	☐
5- Remplacement de la vanne	☐	☐	☐	☐
5.1 Choix approprié de la vanne	☐	☐	☐	☐
5.1 Remplacement exact de la vanne				
6- Mettre au vide ou purger la section réparée	☐	☐	☐	☐

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

6.1 Respect de la procédure appliquée 6.2 Mise au vide ou purge correcte	☐	☐	☐	☐
7- Evacuation d'huile et analyse 7.1 Procédure correcte de purge d'huile 7.2 Analyse correcte	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐
8- Appoint d'huile 8.1 Respect de la méthode 8.2 Test correct de la charge d'huile dans le circuit	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐
9- Mise au vide du compresseur 9.1 Méthode correcte appliquée 9.2 Mise au vide correct	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐
10- Appoint de charge 10.1 Procédure juste appliquée 10.2 Test exact de la charge du fluide dans le circuit	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐
11- Renseignement de la fiche d'intervention 11.1 La fiche d'intervention est correctement renseignée	☐	☐	☐	☐
12- Nettoyage du poste de travail 12.1 A nettoyé adéquatement l'analyseur, les flexibles et la pompe à vide. 12.2 A nettoyé soigneusement le lieu du travail	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐
13- Rangement du matériel 13.1 A rangé correctement le matériel.	☐	☐	☐	☐
commentaire				

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe M : Fiche de l'exercice synthèse du module :

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Durée :

Matériels requis :

- Analyseur spécifique au HFC
- Flexibles spécifiques au HFC
- Un groupe de transfert spécifique au HFC
- Bouteille de récupération adaptée à la contenance du fluide de l'installation
- Bouteille de fluide R407C
- Poste oxyacétylénique
- Baguettes à forte teneur d'argent
- flux
- Une pompe à vide
- Une bouteille d'azote avec Mano détendeur
- Balance électronique

Outillage :

Caisse d'outils du frigoriste

Mise en situation

Au mois d'août, un client demande des services à un frigoriste pour lui dépanner sa pompe à chaleur qui ne fait pas du froid. Sur les lieux, il a constaté que la basse pression est très basse, la surchauffe est grande et le sous refroidissement très faible. Il conclut qu'il s'agit de la panne de manque de charge. Il a cherché la panne et a localisé une fuite au niveau de l'évaporateur (brasure poreuse). Avant toute intervention, il a consulté la plaque signalétique et a découvert que le fluide circulant dans l'installation est du R40C.

Marche à suivre

- Déterminer la valeur de la surchauffe et celle du sous refroidissement
- Rechercher la fuite
- Récupérer le fluide
- Réparer la fuite
- Déshydrater le circuit
- Charger le circuit
- Faire les fuites et vérifier le bon fonctionnement de l'installation

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Annexe N : Grille d'évaluation formative du module

Spécialité : Froid industriel et climatisation

Module : Mettre sous vide et charger

Grille d'évaluation				
Eléments d'observation	**Evaluation**			
	Stagiaires		**Formateurs**	
	Résultats		**Résultats**	
	oui	**non**	**oui**	**non**
1- Respect des règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement				
1.1 A porté correctement les lunettes et les gants de sécurité	☐	☐	☐	☐
1.2 A pris connaissance et des précautions vis-à-vis du fluide	☐	☐	☐	☐
1.3 A respecté les normes électriques et fluidiques publiés par le constructeur	☐	☐	☐	☐
1.4 A respecté les règles d'environnement	☐	☐	☐	☐
2- Détermination des valeurs de la surchauffe et du sous refroidissement				
2.1 Procédure utilisée exacte	☐	☐	☐	☐
2.2 Calcul exact obtenu	☐	☐	☐	☐
3- Recherche de la fuite				
3.1 Méthode utilisée correcte	☐	☐	☐	☐
3.2 Localisation juste de la fuite	☐	☐	☐	☐
4- Récupération du fluide				
4.1 Procédure exacte appliquée	☐	☐	☐	☐
4.2 Résultat satisfaisant obtenu	☐	☐	☐	☐
4.3 A vidangé correctement le groupe de transfert	☐	☐	☐	☐
5- Réparation de la fuite				
5.1 Matériel adéquatement utilisé	☐	☐	☐	☐
5.2 Réparation effectuée de qualité	☐	☐	☐	☐
6- Déshydratation du circuit				
6.1 Méthode conforme utilisée	☐	☐	☐	☐
6.2 Résultat judicieux de la mise à vide	☐	☐	☐	☐
7- Remplissage du circuit				
7.1 Procédure exacte appliquée	☐	☐	☐	☐
7.2 Charge correcte introduite	☐	☐	☐	☐
8- Test d'étanchéité du circuit chargé				
8.1 Conformité du mode opératoire utilisé	☐	☐	☐	☐

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

8.2 Résultat juste obtenu du test d'étanchéité				
9- Vérification du fonctionnement de l'installation				
9.1 Respect des étapes de vérification du bon fonctionnement	☐	☐	☐	☐
9.2 Relevé correct des paramètres de fonctionnement	☐	☐	☐	☐
9.2 Vérifier que les valeurs obtenues des paramètres de fonctionnement sont identiques à ceux publiés par le Fabriquant.	☐	☐	☐	☐
10- Renseignement de la fiche d'intervention				
10.1 A renseigné judicieusement la fiche d'intervention	☐	☐	☐	☐
11- Nettoyage du poste de travail				
11.1 A nettoyé correctement la pompe à vide, les flexibles et l'analyseur	☐	☐	☐	☐
11.2 A nettoyé adéquatement le lieu du travail	☐	☐	☐	☐
12- Rangement du matériel				
12.1 A rangé correctement le matériel	☐	☐	☐	☐
commentaire				

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر