



OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N° 33: ENTRETIEN ET DEPANNAGE D'UNE
INSTALLATION FRIGORIFIQUE**

SECTEUR : FROID ET GENIE THERMIQUE

SPECIALITE : FROID COMMERCIAL ET CLIMATISATION

NIVEAU : TECHNICIEN

MAI 2003

REMERCIEMENTS

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

Pour la supervision :

GHRAIRI RACHID :

Chef de projet du Secteur Froid et Génie Thermique

BOUJNANE MOHAMED : **Coordonnateur de C D C du Secteur Froid et Génie Thermique**

Pour l'élaboration :

JANAH Eddaoudi

ISTA-Hay Essalam -Salé

DR-Nord Ouest 1

Pour la validation

- **MR Abdelilah FATENE** : **Formateur à l'ISGTF**
- **MR Khalil OUADGHIRI** : **Formateur à l'ISGTF**
- **MR Hachemi SAFIH** : **Formateur à l'ISGTF**
- **MR Ahmed BOUAFIA** : **Formateur à l'ISGTF**

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

**Monsieur Said SLAOUI
DRIF**

SOMMAIRE

	Page
<i>Présentation du module</i>	6
<u>Résumé de théorie</u>	7
<i>Les opérations de maintenance</i>	8
<i>Le circuit frigorifique</i>	9
<i>Circuit frigorifique avec appareils de mesures</i>	10
<i>Le voyant de liquide indicateur d'humidité</i>	11
<i>Analyse d'une huile frigorifique</i>	11
<i>La vue éclatée d'un compresseur à piston type ouvert</i>	17
<i>Les évaporateurs</i>	32
<i>Les condenseurs</i>	33
<i>Les condenseurs évaporatifs</i>	35
<i>Alignement des manchons d'accouplement</i>	38
<i>Schémas d'une installation frigorifique</i>	43
<i>Le logigramme des pannes frigorifiques</i>	48
<i>Les mesures et relevés nécessaires à effectuer</i>	57
<i>Les remèdes aux pannes frigorifiques</i>	58
<i>Le logigramme des pannes électriques</i>	60
<i>Les remèdes aux pannes électriques</i>	62
<i>Les interventions sur l'installation</i>	63
<u>Guide de travaux pratiques</u>	73
<i>TP 1 : les principaux contrôles</i>	
<i>TP 3 : Contrôle des évaporateurs</i>	
<i>TP 4 : Contrôles des condenseurs (à air ou à eau)</i>	
<i>TP 2 : Contrôle des tuyauteries</i>	
<i>TP 3 : Contrôle des moteurs</i>	
<i>TP 4 : Contrôle des pompes</i>	
<i>TP 5 : Contrôle des installations électriques</i>	
<i>TP 6 : Maintenance de l'installation frigorifique</i>	
<i>TP 7 : Logigramme des pannes frigorifiques</i>	
<i>TP 8 : Les pannes électriques</i>	
<i>TP 9 : Diagnostic des pannes électriques</i>	
<i>TP 10 : Recherche des pannes</i>	
<i>TP 11 : Méthodes de dépannage</i>	
<i>TP 12 : Les remèdes aux pannes</i>	
<u>Evaluation de fin de module</u>	
<u>Liste des références bibliographiques.</u>	

MODULE :	<i>Entretien et dépannage d'une installation frigorifique</i>
<p>Durée : 45 H</p> <p>33 % : théorique 15H</p> <p>67 % : pratique 30</p>	
<p>OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT</p>	
<p>COMPORTEMENT ATTENDU</p> <p><i>Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit : Entretien et dépanner une installation frigorifique selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.</i></p>	
<p>CONDITIONS D'EVALUATION</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Mise à disposition des schémas de l'installation frigorifique et électrique</i> • <i>Equipement de mesure et matériel nécessaire</i> • <i>Fiche du guide d'entretien</i> 	
<p>CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Justesse de recherche des anomalies</i> • <i>Méthodologie de dépannage</i> • <i>Relevé exact des paramètres de l'installation tel que température, pression</i> 	

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT	
PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
A. Effectuer les opérations de maintenance de l'installation frigorifique	<ul style="list-style-type: none"> • Principaux contrôles effectués sur le circuit Frigorifique • Principaux contrôles effectués sur la partie Electrique • Pertinence de remplissage de la fiche d'entretien de l'installation
B. Rechercher méthodiquement les pannes de l'installation	<ul style="list-style-type: none"> • Pertinence de détection des pannes frigorifiques (symptômes et causes) • Pertinence de détection des pannes électriques de l'installation
C. Remédier aux pannes détectées	<ul style="list-style-type: none"> • Intervention adéquate pour remédier aux pannes de dysfonctionnement

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

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

Avant d'apprendre à effectuer les opérations de maintenance de l'installation frigorifique (A), le stagiaire doit :

1. Effectuer les principaux contrôles portant sur l'ensemble du circuit
2. Effectuer les opérations de contrôle des principaux composants du circuit frigorifique
3. Effectuer les principaux contrôles et vérifications de l'installation électrique
4. Remplir correctement le livret d'entretien .

Avant de rechercher méthodiquement les pannes de l'installation (B) :

5. A décrire le logigramme des pannes frigorifiques
6. A établir une liste de toutes les mesures qu'il faut prendre en considération
7. A décrire tous les symptômes des pannes électriques

Avant de remédier aux pannes détectée (C) :

8. A décrire les méthodes d'intervention pour remédier aux pannes
9. A intervenir sur une installation pour remédier aux pannes de dysfonctionnement.

PRESENTATION DU MODULE

- Le module **entretien et dépannage des installations frigorifiques industrielles** est parmi les derniers modules de la formation du technicien en Froid Industriel
- Les grandes étapes d'apprentissage concernant ce module sont :
 - ❖ Les opérations de maintenance d'une installation frigorifique .
 - ❖ La recherche des pannes frigorifiques et électriques .
 - ❖ Les interventions pour remédier à ces pannes .
- La durée du module prévue est 45 heures et les volumes horaires alloués aux parties théorique et pratique sont respectivement 15 heures et 30 heures .

Module : Entretien et Dépannage d'une Installation Frigorifique Industrielle

RESUME THEORIQUE

Les opérations de maintenance

La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifique ou en mesure d'assurer un service déterminé.

La maintenance regroupe deux types d'opérations :

- Des opérations de **contrôle**
- Des opérations **d'entretien.**

De nombreuses installations frigorifiques étant équipées de système de télémaintenance, télésurveillance et téléalarme, un grand nombre d'opérations de contrôle sont donc effectuées automatiquement.

Par contre, les autres doivent être réalisées manuellement avec une certaine périodicité.

Bien entendu, les contrôles à effectuer peuvent varier suivant le type d'installation frigorifique considéré et si les contrôles et opérations d'entretien concernant les compresseurs et énumérées ci-dessous constituent une base pour l'ensemble des différents types d'installations, il est bien évident qu'ils doivent être complétés au cas par cas.

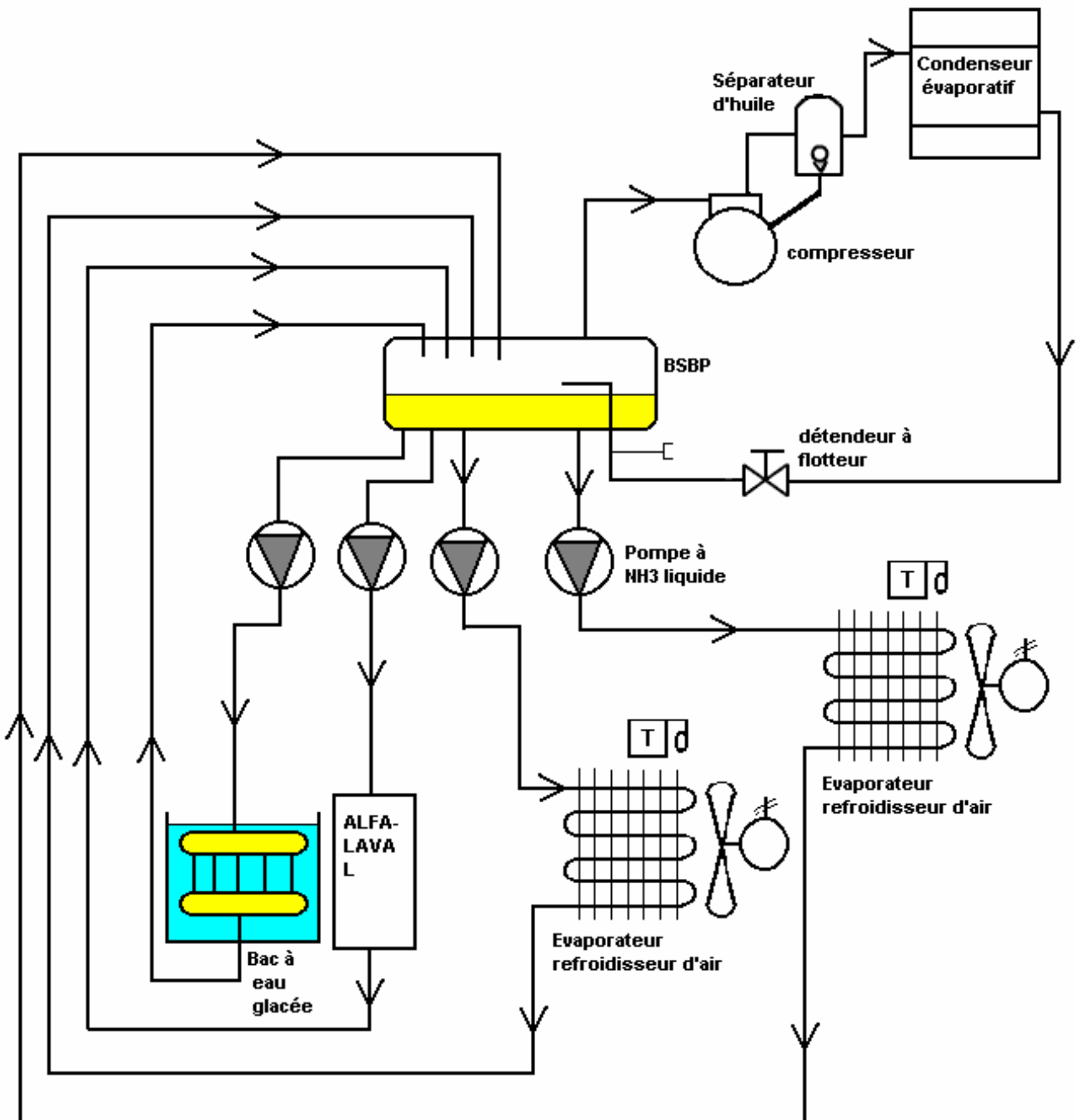
Exercices d'application :

- a) Définir ce que c'est la maintenance ?
- b) Quelles sont les principales opérations qui peuvent se dérouler au cours d'une maintenance ?

Le circuit frigorifique

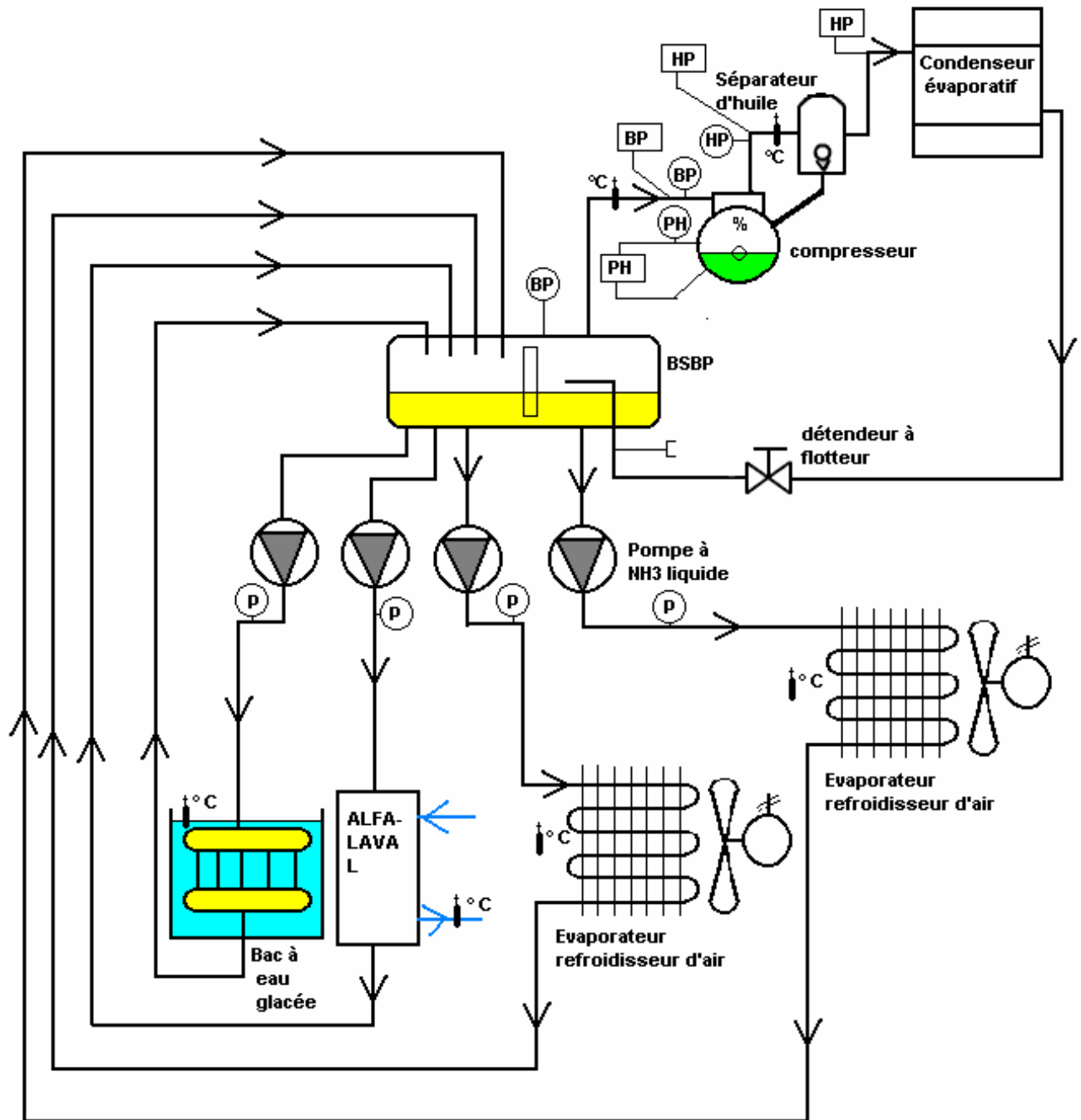
BSBP : Bouteille séparatrice de liquide à Basse pression

Exercice d'application :



Quels sont les appareils qui peuvent constituer les circuits frigorifiques d'une installation industrielle ?

Circuit frigorifique avec appareils de mesures



Exercice d'application :

- a) Donner la liste des appareils de mesure installés sur les circuits frigorifiques d'une installation industrielle ?
- b) Quel est le rôle de ces appareils de mesure ?
- c) Quels sont les principaux contrôles effectués sur le circuit frigorifique ?

Le voyant de liquide indicateur d'humidité

a) **Rôle :**

Il sert à indiquer :

- l'état du fluide frigorigène dans la conduite liquide de l'installation
- la teneur en humidité du fluide frigorigène
- le passage dans la conduite de retour allant du séparateur d'huile au compresseur

b) **Construction :**



Voyant de liquide (photo CARLY)

Il est en laiton matricé à chaud. L'indicateur d'humidité comporte un sel chimique dont la teinte change en fonction de la teneur en humidité du fluide frigorigène en circulation.

La couleur verte apparaît lorsque la quantité d'eau contenue dans le fluide est inférieure à la quantité d'eau maximale admissible.

La couleur jaune nous garantit avec certitude des effets nuisibles provenant de l'humidité. Le voyant de liquide se monte entre le détendeur et le déshydrateur.

Lorsque la couleur jaune apparaît, il faut remplacer le déshydrateur.

Un manque de fluide ou de sous-refroidissement se signale par des bulles dans le liquide en circulation.

Evaluation (Contrôle continu) :

- Définir ce que c'est la maintenance ?
- Quelles sont les principales opérations qui peuvent se dérouler au cours d'une maintenance ?
- Quels sont les appareils qui peuvent constituer les circuits frigorifiques d'une installation industrielle ?
- Tracer un schéma frigorifique simplifié .
- Donner la liste des appareils de mesure installés sur les circuits frigorifiques d'une installation industrielle .
- Quel est le rôle de ces appareils de mesure ?
- Quel est le rôle d'un voyant de liquide ?

Analyse d'une huile frigorifique

Afin de prévenir un dépannage souvent coûteux et entraînant parfois un arrêt de l'installation toujours préjudiciable pour le client , il est recommandé de procéder à une analyse de l'huile qui , de par les renseignements qu'elle peut fournir , constitue en quelque sorte un test préventif .

On peut pratiquer un test instantané dit d'acidité au moyen de flacons contenant un solvant et neutralisant .Après avoir versé l'huile à tester dans un mélange de ces deux produits , la teinte initiale vire plus ou moins suivant sa teneur en acides .La comparaison de la nouvelle teinte avec une couleur initiale de référence permet de savoir si l'huile est contaminée ou non.

Un autre type d'analyse partielle peut s'effectuer sans aucun prélèvement d'huile .Concernant la mesure de la concentration en huile en un point d'un circuit frigorifique , de la viscosité de l'huile et de sa densité , le mode opératoire s'effectue essentiellement par des mesures vibratoires et acoustiques .

L'analyse complète d'une huile frigorifique nécessite cependant un appareillage complexe et c'est pourquoi elle ne peut être réalisée que par des spécialistes .

Une telle analyse comporte deux phases essentielles qui sont l'échantillonnage préliminaire et l'analyse proprement dite .

a) Echantillonnage :

Une fréquence régulière dans l'échantillonnage devra être établie pour permettre de développer un historique valable de l'installation .

Les échantillons doivent être prélevés sur de l'huile chaude , après fonctionnement de l'installation (15 minutes minimum) .

Ne pas prélever un échantillon d'huile juste après un changement d'huile ou après un important appoint d'huile . Les échantillons doivent être prélevés toujours au même endroit sur l'installation et toujours de la même manière .

Les fréquences d'échantillonnage recommandées par les fabricants d'huiles et les fabricants de compresseurs sont les suivantes : 1 mois après la mise en route si l'installation est neuve ou rénovée , ensuite tous les 3 mois si le fonctionnement est continu (24 heures sur 24) .

- Utilisation d'une vanne de purge :

L'emplacement de la vanne doit être tel que l'échantillon prélevé soit vraiment représentatif :

- La vanne doit se trouver avant le filtre et non pas sur le filtre . Elle ne doit pas être positionnée sur les circuits de refroidissement ou de prise de pression d'huile .
- La vanne doit être soigneusement nettoyée avant usage et purgée avec une quantité d'huile suffisante pour éliminer l'huile stagnante et toute autre contamination possible .

- Utilisation d'un orifice de remplissage d'huile ou de tube de service :

On peut utiliser :

- Soit un système de pipette à poire ou à soufflet ;
- Soit une seringue aspirante ;
- Soit une pompe aspirante avec réservoir ;
- Soit une pompe de vidange de carter .

Insérer un bout de tuyau plastique dans l'orifice , jusqu'à approximativement 7 cm du fond de carter du compresseur : ne jamais prendre d'échantillon au fond du carter .

Utiliser chaque fois un tuyau neuf pour échantillonner : Ne jamais réutiliser un tuyau qui a déjà servi . Ne pas introduire d'huile dans les corps des pompes , ou des poires des

pipettes ; si toutefois cela se produisait , nettoyer minutieusement l'instrument . Verser immédiatement dans un récipient spécifique , généralement fourni par le laboratoire . Dégazer l'huile et obturer hermétiquement .

• Utilisation du bouchon de vidange du compresseur :

Nettoyer et essuyer minutieusement les surfaces autour du bouchon .

Laisser s'écouler un peu de l'huile à vidanger pour éliminer toutes les contaminations extérieures possibles .

Ne pas attendre pour prélever l'échantillon que la plus grande partie de l'huile ait été vidangée .

NOTA : Toute anomalie relevée par l'opérateur lors de la prise d'échantillon doit être communiquée au laboratoire .

b) Analyse :

Elle porte sur la détermination des quatre principales propriétés physico-chimiques d'une huile à savoir son humidité , sa viscosité , son indice acide et sa rigidité électrique suivie d'une analyse spectrométrique .

La méthode utilisée pour déterminer la présence d'humidité est dite de Karl Fischer . Elle permet de détecter des traces d'eau à partir d'environ 1 ppm (partie par million) :

Méthode du réactif Karl Fischer (D-1744-64 de l'ASTM)



station de titration Karl
Fischer TITRALAB 55 de
Radiometer

Test de laboratoire standard pour mesurer la teneur en eau de fluides à base minérale. Avec cette méthode, l'eau réagit quantitativement au réactif de Karl Fischer. Ce réactif est un mélange d'iode, d'anhydride sulfureux, de pyridine et de méthanol. Quand il y a un excès d'iode, l'électricité peut passer entre deux électrodes ou plaques de platine. L'eau dans l'échantillon réagit à l'iode. Quand l'eau n'est plus libre de réagir à l'iode, un

excès d'iode dépoliarise les électrodes, signalant la fin du test.

La présence d'humidité est facteur contribuant à une usure excessive des parois des cylindres , des clapets et des pistons et l'on doit s'inquiéter dès lors que la teneur en humidité dépasse 25 ppm .

L'indice acide est déterminé par le nombre de milligrammes de réactif nécessaire (KOH) pour neutraliser un gramme d'huile .Il s'exprime en nombre d'acide total TAN (Total Acid Number) , une valeur élevée indiquant généralement une surchauffe ou une oxydation de l'huile ou encore une décomposition du fluide frigorigène .

• **Exemple de mesure d'acidité de l'huile :**

A noter que l'huile frigorifique fixe en moyenne 80 % des acides du circuit , un test d'acidité permettra de contrôler le taux d'acide qu'il contient

Mettre l'huile prélevée dans un flacon test , et effectuer le mélange avec le réactif

Couleur	Taux d'acidité mg/g	Conclusion
Rose	0 à 0,04	satisfaisant
Rose pâle	0 à 0,05	Satisfaisant
incolore	>0,05	inacceptable

L'analyse spectrométrique a pour but de dénombrer les différentes parties de dimensions inférieures à 3 microns . Elle s'effectue en portant l'échantillon à très haute température au moyen d'un plasma d'argon amorcé par un arc électrique . Le retour à l'état normal libère des photons de longueur d'onde spécifique dont le flux correspondant est mesuré au moyen d'un système optique .

Il est ainsi possible de déterminer quantitativement la présence d'une vingtaine d'éléments comme le cuivre , le chrome ou le molybdène ce qui permet d'en déduire qu'il y a usure : le cuivre par exemple peut laisser penser qu'il y a usure des paliers tandis qu'une forte teneur en chrome indique souvent une usure prononcée des segments .

Eléments analysés

(a) Additifs :

- ❖ Anti-usure : Molybdène ,phosphore , Zinc
- ❖ Dispersants/détergents : Baryum , calcium , Magnésium
- ❖ Anti-moussant : Silicium

(b) Eléments d'usure : Mg ,Sn ,Ni ,Sb(Antimoine) , Fe ,Pb , Cd , Ag ,Cr (Chrome) , Al , Mo ,Zn , Cu

(c) Indicateurs de fluides caloporteurs (Saumures , Glycols) : Na , Ca , B (Bore) ,P (Phosphore) ,Cr , Mg , K (Potassium , Zn , Si

(d) Contaminants : Divers = (B ,P , K , Baryum) ; Sables,poussières ,etc = (Ca , Na , Si)

La spectrophotométrie d'émission atomique à plasma permet également de détecter la présence d'additifs à l'huile (phosphore par exemple qui est un élément anti-usure) ou de contaminants divers (particules de sable , corps abrasifs etc ...)

On estime généralement qu'un contrat d'analyse d'huile frigorifique est rentable pour tous les compresseurs dont la puissance nominale est égale ou supérieure à environ 3 kW et lorsque le coût du contrat sur une période de 7 ans est inférieur à 50 % du coût d'un échange du compresseur .

Récupération et régénération de l'huile

- 1) Tirer le compresseur au vide
- 2) Fermer la vanne de refoulement et casser le vide dans le compresseur en ouvrant la purge
- 3) Raccorder la tuyauterie de vidange au robinet de vidange
- 4) Vidanger l'huile dans un bidon à huile perdue .

La vidange d'huile peut être remplacée par un filtrage fin en by-pass (filtre 3 μ M BETA >75 et une analyse effectuée par une firme agréée . On peut alors ou non continuer à utiliser l'huile.

Parmi les méthodes utilisées pour les opérations de déshydratation des huiles utilisées en réfrigération , on peut citer le vieux procédé de filtrage , sous pression , à travers les filtres en papier-buvard , ce dernier préalablement soigneusement déshydraté .

On peut également appliquer la méthode de division et de séparation des particules d'eau par centrifugation , dans les machines centrifugeuses .

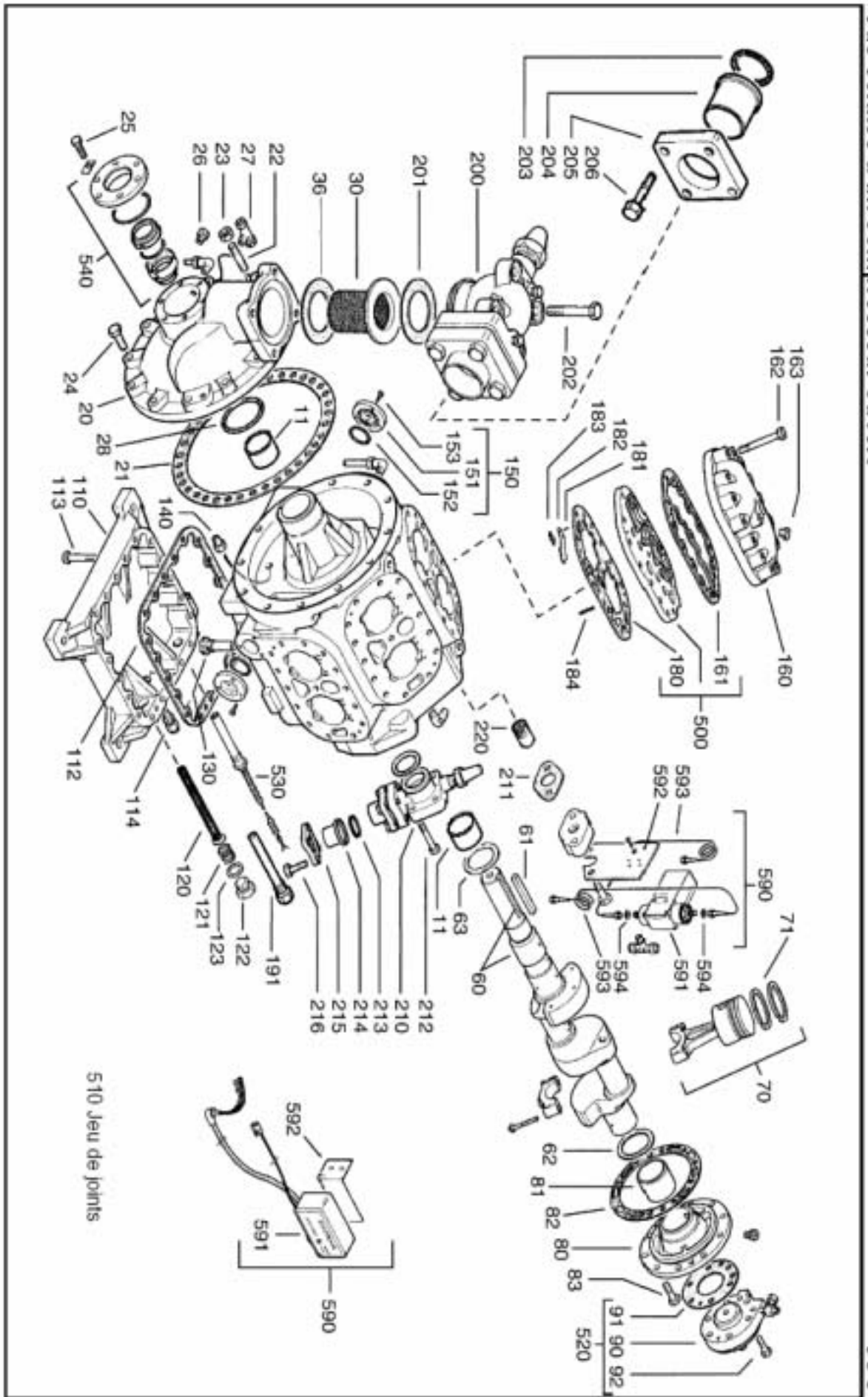
Enfin le procédé de traitement de minces films d'huile sous vide très poussé donne souvent de bons résultats . Cette dernière méthode présente un double avantage puisque le vide permet en même temps de désaérer l'huile .

Mais tous ces procédés ne peuvent pas être appliqués ni sur chantier , ni lors des interventions de service .On doit alors recourir aux déshydrateurs classiques .Les substances déshydratantes sont très variées , mais la tendance actuelle s'oriente davantage vers l'utilisation des cartouches solides , constituées par divers produits synthétiques hautement efficaces et agglomérés par un liant approprié .Ces substances sont à effets multiples (action antiacide , action de filtration , etc ...)

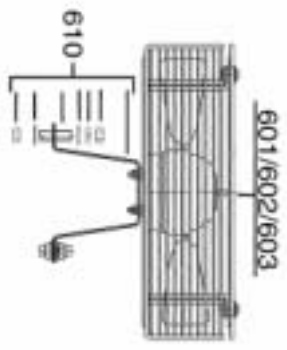
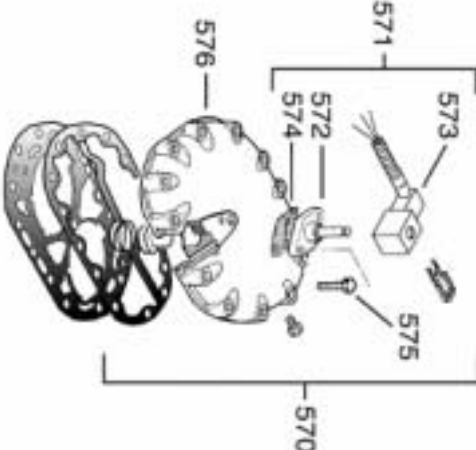
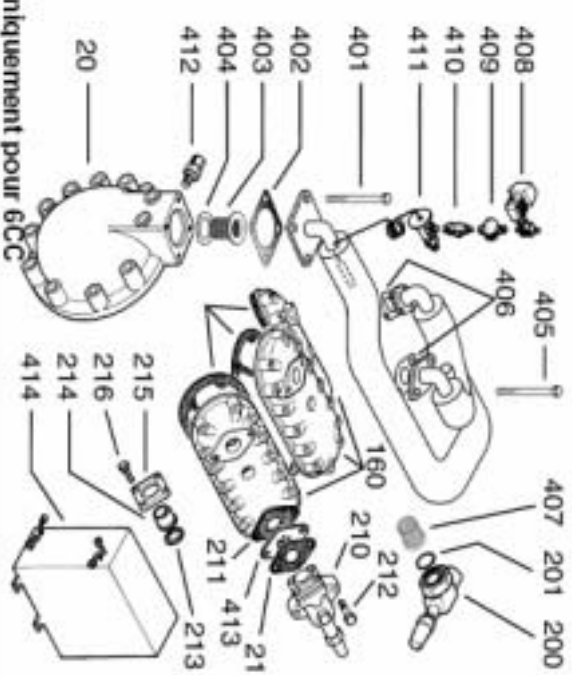
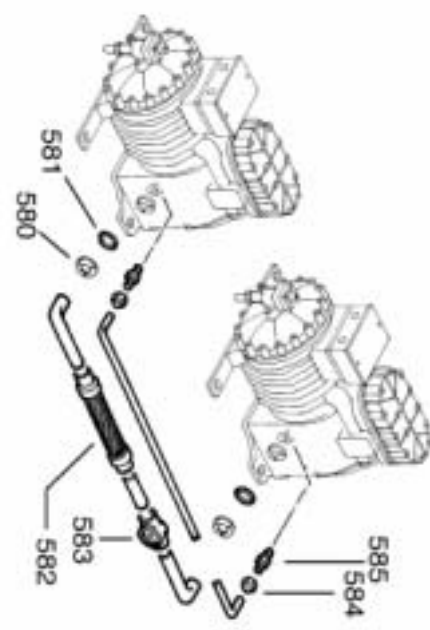
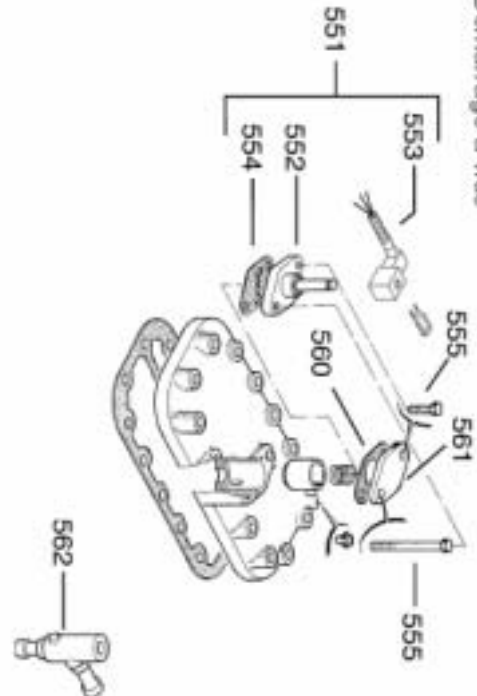
Exercice d'application :

- a) *En quoi consiste l'échantillonnage ?*
- b) *En quoi consiste l'analyse d'une huile frigorifique ?*
- c) *Quelles sont les méthodes utilisées pour analyser une huile frigorifique ?*
- d) *Proposer des méthodes pour récupérer et régénérer une huile frigorifique .*

La vue éclatée d'un compresseur à piston type ouvert
(voir la page suivante)



Vue éclatée des accessoires pour compresseurs ouverts-CC-

<p>600 Ventilation supplémentaire EBM 75 Z</p> 	<p>570 Réduction de puissance</p> 	<p>Uniquement pour 6CC</p> 
<p>580 Equilibrage d'huile entre 2 compresseurs</p> 	<p>550 Démarrage à vide</p> 	

La légende de la vue éclatée du compresseur à piston type ouvert

Diagram No.	Désignation
11	Bague de palier pour corps
11	Bague de palier pour corps
20	Chambre d'aspiration
20	Chambre d'aspiration
20	Chambre d'aspiration
21	Joint pour chambre d'aspiration
21	Joint pour chambre d'aspiration
22	Goujon 1/2"-13 UNC
23	Ecrou 1/2"-13 UNC
24	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 1 1/2"
25	Vis hexagonale 5/16"-18 UNC x 7/8"
26	Bouchon 1/4"-18 NPTF
27	Bouchon 1/4"-18 NPTF x 1/4"
28	Joint, torique
28	Joint, torique
30	Filtre d'aspiration
30	Filtre d'aspiration
30	Filtre d'aspiration
36	Joint pour filtre d'aspiration
36	Joint pour filtre d'aspiration
36	Joint pour filtre d'aspiration
60	Vilebrequin avec clavette
60	Vilebrequin avec clavette
60	Vilebrequin avec clavette
60	Vilebrequin avec clavette
61	Clavette de Vilebrequin
61	Clavette de Vilebrequin
62	Jeu de rondelles de calage
62	Jeu de rondelles de calage
63	Rondelle fendue (entre vilebrequin et palier principal)
63	Rondelle fendue (entre vilebrequin et palier principal)
70	Ensemble bielle-piston
70	Ensemble bielle-piston

Diagram No.	Désignation
70	Ensemble bielle-piston
70	Ensemble bielle-piston
70	Ensemble bielle-piston
71	Segment
71	Segment
71	Segment
71	Segment
71	Segment
80	Contre palier
80	Contre palier
80	Contre palier pour compresseur avec refroidisseur d'huile
80	Contre palier pour compresseur avec refroidisseur d'huile
81	Bague de palier pour contre palier et corps
81	Bague de contre palier
82	Joint de contre palier
83	Vis hexagonale 3/8"-16 UNC x 1 (1 pièce)
83	Goujon 3/8"-16 UNC x 1 (1 pièce)
84	Bouchon 1/8"-27 NPTF
91	Joint pour pompe à huile
	Joint, torique pour pompe à huile CONCENTRIC
	Joint, torique pour pompe à huile IOPS, OPS1/SENTRONIC
92	Vis hexagonale 5/16"-18 UNC x 1 7/8" (1 pièce)
93	Vanne Schrader, raccord T 1/8-27 NPTF
110	Plaque de fond
112	Joint de plaque de fond
113	Vis hexagonale 3/8"-16 UNC x 1" (1 pièce)
114	Raccord pour huile 1/4"-18 NPTF/3/8"-SAE
120	Filtre à huile
121	Ressort de filtre à huile
122	Bouchon magnétique 1 1/8"-16 UNC
123	Joint pour bouchon magnétique
130	Clapet de retenue Venturi
140	Clapet de retour d'huile

Diagram No.	Désignation
150	Voyant d'huile complet
151	Voyant d'huile
152	Joint de voyant d'huile
153	Vis hexagonale 1/4"-20 UNC x 5/8" avec rondelle
160	Culasse (1 pièce)
160	Culasse (1 pièce)
160	culasse L.P. (1 pièce)
160	culasse H.P.
161	Joint de culasse (1 pièce)
161	Joint de culasse L.P. (1 pièce)
161	Joint de culasse HP (1 pièce)
162	Vis hexagonale 3/8"-16 UNC x 2 3/8" (1 pièce)
162	Vis hexagonale 3/8"-16 UNC x 3 5/8" (1 pièce)
163	Bouchon 1/8"-27 NPTF
180	Joint de cylindre (sous plaque) (1 pièce)
180	Joint de cylindre (sous plaque) (1 pièce)
180	Joint de cylindre (sous plaque) (1 pièce)
181	Picot pour clapet d'aspiration (1 pièce)
181	Picot pour clapet d'aspiration (1 pièce)
182	Clapet d'aspiration (1 pièce)
182	Clapet d'aspiration (1 pièce)
182	Clapet d'aspiration (1 pièce)
183	Cale pour clapet d'aspiration (1 pièce)
183	Cale pour clapet d'aspiration (1 pièce)
184	Goupille 1/4" x 7/8" (1 pièce)
190	Raccord à visser 1/4"-18 NPTF/1/4" SAE (1 pièce)
191	Doigt de gant pour résistance de carter
200/201	Vanne d'aspiration avec joint, à braser 1 5/8", 42 mm
200/201	Vanne d'aspiration avec joint, à braser 2 1/8"
200/201	Vanne d'aspiration avec joint, à braser 2 5/8"
200/201	Vanne d'aspiration avec joint, à braser 3 1/8"
200/201	Vanne de refoulement avec joint, à braser 1 3/8"

Diagram No.	Désignation
201	Joint de vanne d'aspiration
201	Joint de vanne d'aspiration
201	Joint de vanne d'aspiration
201	Joint de vanne d'aspiration
202	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 3 1/4" (1 pièce)
202	Vis hexagonale 5/8"-11 UNC x 4 " (1 pièce)
202	Vis hexagonale 5/8"-11 UNC x 5 1/2" (1 pièce)
203	Joint pour embout à braser, Henry
203	Joint pour embout à braser Nobis
203	Joint pour embout à braser
203	Joint pour embout à braser
204	Embout à braser 1 5/8"/42 mm
204	Embout à braser 1 5/8"/42 mm Nobis
204	Embout à braser 2 1/8" Henry
204	Embout à braser 2 1/8" Nobis
204	Embout à braser 2 5/8"
204	Embout à braser 3 1/8"
205	Bride de vanne
205	Bride de vanne Henry
205	Bride de vanne 2 1/8" Nobis
205	Bride de vanne
206	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 1 3/4" (1 pièce) jusqu'à Février 1995
206	Vis hexagonale M 12 x 45 Henry (1 pièce) à partir de Mars 1995
206	Vis hexagonale M 12 x 45 Nobis (1 pièce)
206	Vis hexagonale 5/8"-11 UNC x 2 1/4" Henry (1 pièce) jusqu'à Février 1995
206	Vis hexagonale M 16 x 55 (1 pièce) à partir de Mars 1995
206	Vis hexagonale M 16 x 55 (1 pièce)
206	Vis 3/4"-10 UNC x 2 3/4" (1 pièce) jusqu'à Février 1995
206	Vis hexagonale M 18 x 70 (1 pièce) à partir de Mars 1995
	Capuchon de vanne Henry
	Capuchon de vanne Nobis
	Capuchon de vanne Henry
	Capuchon de vanne Nobis

Diagram No.	Désignation
	Capuchon de vanne
210/211	Vanne de refoulement avec joint, à braser 1 1/8"
210/211	Vanne de refoulement avec joint, à braser 1 3/8"
210/211	Vanne de refoulement avec joint, à braser 1 3/8"
210/211	Vanne de refoulement avec joint, à braser 1 5/8" 42 mm
211	Joint de vanne de refoulement
211	Joint de vanne de refoulement
211	Joint de vanne de refoulement
212	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 1 1/2"
212	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 1 3/4" (1 pièce)
212	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 3 1/4" (1 pièce)
213	Joint pour embout à braser
213	Joint pour embout à braser
213	Joint pour embout à braser Nobis
214	Embout à braser 1 3/8"
214	Embout à braser 1 5/8"/42 mm
214	Embout à braser 1 5/8"/42 mm Nobis
215	Bride de vanne
215	Bride de vanne
216	Vis hexagonale 5/16"-18 UNC x 1 1/8" Henry (1 pièce) jusqu'à Février 1995
216	Vis hexagonale M 18 x 70 Henry (1 pièce) à partir de Mars 1995
216	Vis hexagonale M 8 x 30 Nobis (1 pièce)
216	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 1 3/4" (1 pièce) jusqu'à Février 1995
216	Vis hexagonale M 12 x 45 Henry (1 pièce) à partir de Mars 1995
216	Vis hexagonale M 12 x 45 Nobis (1 pièce)
	Capuchon de vanne
	Capuchon de vanne Henry
	Capuchon de vanne Nobis
	Capuchon de vanne Henry
	Capuchon de vanne Nobis
217	Adaptateur pour vanne Rotalock
218	Joint pour adaptateur de vanne Rotalock

Diagram No.	Désignation
219	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 1 3/4" (1 pièce)
220	Soupape de sécurité
220	Soupape de sécurité
221	Joint pour bride borgne
222	Bride borgne
223	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 1 1/2"
225	Raccord coudé 1/8"-27 NPTF/1/4" SAE 90
400	Tuyauterie à l'étage intermédiaire
401	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 1 1/4" (1 pièce)
402	Joint pour tuyauterie intermédiaire, 4 trous
403	Filtre d'aspiration, pression intermédiaire
404	Rondelle pour Filtre d'aspiration, pression intermédiaire
405	Vis hexagonale 1/2"-13 UNC x 1 1/2"
406	Joint pour tuyauterie intermédiaire, 2 trous (1 pièce)
407	Filtre d'aspiration, B.P.
408	Electrovanne 230 V, 50/60 Hz ALCO CONTROLS
409	Filtre à l'étage intermédiaire
410	Voyant
411	Détendeur Sporlan NIV-3-Z 37 PSIG
412	Vanne Schrader
413	Plaque de restriction 14 trous
414	Sous-refroidisseur
500	Kit plaque à clapets
500	Kit plaque à clapets
500	Kit plaque à clapets
500	Kit plaque à clapets
500	Kit plaque à clapets
500	Kit plaque à clapets
500	Kit plaque à clapets
510	Jeu de joint
510	Jeu de joint
510	Jeu de joint
510	Jeu de joint

Diagram No.	Désignation
510	Jeu de joint
510	Jeu de joint
510	Jeu de joint
520	Kit pompe à huile
	Joint, torique pour pompe à huile CONCENTRIC
	Joint, torique pour pompe à huile IOPS, SENTRONIC
530	Résistance de carter interne 100W, 115V
530	Résistance de carter interne 100W, 230V
530	Résistance de carter interne 100W, 480V
	Pâte Silicone pour monter la résistance dans le doigt de gant
540	Garniture d'étanchéité complète 1 5/8"
540	Garniture d'étanchéité complète 1 5/8" pour compresseurs chargés en huile Ester "E"
540	Garniture d'étanchéité complète 1 5/8"
540	Garniture d'étanchéité complète 1 5/8" pour compresseurs chargés en huile Ester "E"
550	Démarrage à vide interne (kit de conversion) sans clapet avec bobine 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
550	Démarrage à vide interne (kit de conversion) sans clapet avec bobine 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
550a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
550a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
551	Kit pour démarrage à vide interne (électrovanne, Joint, bobine) 24V DC ALCO CONTROLS
551	Kit pour démarrage à vide interne (électrovanne, Joint, bobine) 24V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
551	Kit pour démarrage à vide interne (électrovanne, Joint, bobine) 120V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
551	Kit pour démarrage à vide interne (électrovanne, Joint, bobine) 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
552	Electrovanne sans bobine ALCO CONTROLS
553	Bobine 24V DC ALCO CONTROLS
553	Bobine 24V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
553	Bobine 120V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
553	Bobine 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
554	Joint pour électrovanne

Diagram No.	Désignation
555	Vis hexagonale 3/8"-16 UNC x 4" 10.9
555	Vis hexagonale 3/4"-16 UNC x 5" 10.9
556	Culasse
556	Culasse
560	Joint pour bride borgne
561	Bride borgne pour démarrage à vide
562	Clapet anti-retour 22 mm NRV 22 S
562	Clapet anti-retour avec un ressort plus résistant pour montages en parallèle 22 mm NRVH 22 S
562	Clapet anti-retour 28 mm NRV 28 S
562	Clapet anti-retour avec un ressort plus résistant pour montage en parallèle 28 mm NRVH 28 S
562	Clapet anti-retour 42 mm NRV 42 S
562	Clapet anti-retour avec un ressort plus résistant pour montage en parallèle NRVH 42 S
570	Kit de réduction de puissance complet 25 %, 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
570	Kit de réduction de puissance complet, 50 % réduction, 230V 50/60 Hz, ALCO CONTROLS
570	Kit de réduction de puissance complet 25 %, 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
570	Kit de réduction de puissance complet, 50 % réduction, 230V, 50/60 Hz ALCO CONTROLS
570	Kit de réduction de puissance complet, 33 % réduction, 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
570	Kit de réduction de puissance complet, 66 % réduction, 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
570	Kit de réduction de puissance complet, 33 % réduction, 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
570	Kit de réduction de puissance complet, 66 % réduction, 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
570a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
570a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
570a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
570a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
570a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
570a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
570a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
570a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
570a	Démarrage à vide (kit de conversion) inactif sans électrovanne, sans bobine, sans clapet
571	Kit de réduction de puissance (électrovanne, joint, bobine) 25% réduction 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS

Diagram No.	Désignation
571	Kit de réduction de puissance (électrovanne, joint, bobine) 50 % réduction 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
571	Kit de réduction de puissance (électrovanne, joint, bobine) 33 % réduction 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
571	Kit de réduction de puissance (électrovanne, joint, bobine) 66 % réduction 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
572	Electrovanne pour réduction de puissance sans bobine ALCO CONTROLS
573	Bobine 24V DC ALCO CONTROLS
573	Bobine 24V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
573	Bobine 120V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
573	Bobine 230V 50/60 Hz ALCO CONTROLS
574	Joint pour électrovanne
575	Vis hexagonale 3/8"-16 UNC x 3 3/4" 10.9 (1 pièce)
575	Vis hexagonale 3/4"-16 UNC x 5" 10.9
	Bride borgne pour réduction de puissance (réduction de puissance inactive)
	Joint pour bride borgne
576	Culasse
576	Culasse
580	Bride à braser (1 pièce)
581	Joint pour bride de vanne à braser (1 pièce)
582	Eliminateur de vibration
583	Voyant d'huile SLG 28
584	Raccord 1/4"-18 NPTF (1 pièce)
585	Ecrou (1 pièce)
	Kit pour égalisation d'huile et de gaz pour 1 compresseur (embouts spéciaux, joints, écrou)
	Régleur de niveau d'huile complet, ALCO OMA Traxoil
	Régleur de niveau d'huile complet, ALCO OMA Traxoil
	Transformateur pour régleur de niveau d'huile ALCO OMA Traxoil
	Pressostat d'huile complet (sonde, contact électronique et connecteurs PG) 115 V, 50/60 Hz OPS1
	Pressostat d'huile complet (sonde, contact électronique et connecteurs PG) 230 V, 50/60 Hz OPS1
590	Pressostat d'huile, avec support et 2 tubes capillaires, ALCO CONTROLS

Diagram No.	Désignation
590	Pressostat d'huile, avec support et 2 tubes capillaires, ALCO CONTROLS
590	Pressostat d'huile avec support et sonde SENTRONIC+ NEW
590	Pressostat d'huile avec support et sonde SENTRONIC+ NEW
	Contact électronique 115 V, 50/60 Hz OPS1 (ATTENTION ! Lors d'une première installation, il est nécessaire de commander le kit 3115814, incluant connecteurs
	Contact électronique 230 V, 50/60 Hz OPS1 (ATTENTION ! Lors d'une première installation, il est nécessaire de commander le kit 3112462, incluant connecteurs PG)
591	Pressostat d'huile, sans support, sans tube capillaires, ALCO CONTROLS
591	Pressostat d'huile sans support, sans sonde SENTRONIC (Attention ! Les anciennes et nouvelles pièces pour SENTRONIC ne sont pas compatibles) n'est plus disponible.
591	Pressostat d'huile sans support, sans sonde SENTRONIC+ NEW (Attention ! Les anciennes et nouvelles pièces pour SENTRONIC ne sont pas compatibles)
591/593	Pressostat d'huile avec 2 tubes capillaires, sans support ALCO CONTROLS
592	Support pour pressostat d'huile, ALCO CONTROLS/Ranco
592	Support pour pressostat d'huile SENTRONIC
592	Support pour pressostat d'huile SENTRONIC
592	Support pour pressostat d'huile, ALCO CONTROLS/Ranco
593	Tube capillaire pour pressostat d'huile avec Joints, joint Cu (1 pièce) ALCO CONTROLS/Ranco
594	Joint torique Cu ALCO CONTROLS/Ranco (1 pièce)
	Sonde avec joints OPS1
	Sonde avec Joints SENTRONIC, plus disponible (Attention ! Les anciennes et nouvelles pièces pour SENTRONIC ne sont pas compatibles)
	Sonde avec joints SENTRONIC+ Nouveau (Attention ! Les anciennes et nouvelles pièces pour SENTRONIC ne sont pas compatibles)
	Joint torique pour sonde OPS1/SENTRONIC
	Joint circulaire pour capteur OPS1
	Joint circulaire pour sonde SENTRONIC
	Sonde avec joints OPS1
	Capuchon de protection pour bouton poussoir du OPS1
	Câble de rallonge 3 m SENTRONIC, plus disponible (Attention ! Les anciennes et nouvelles pièces pour SENTRONIC ne sont pas compatibles)

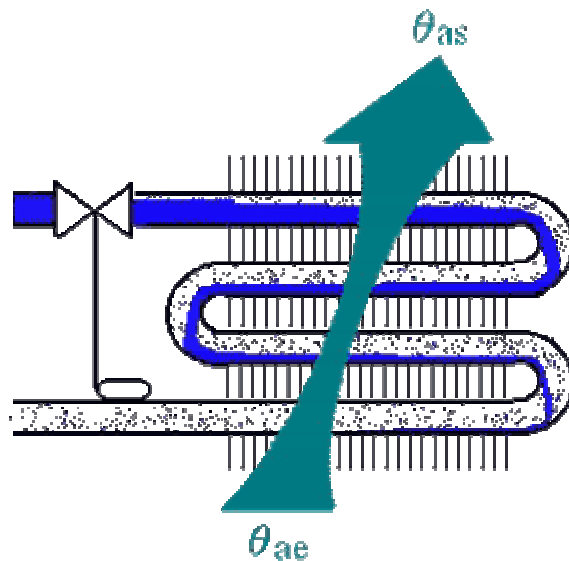
Diagram No.	Désignation
594	Câble de rallonge 3,6 m SENTRONIC+ NEW, plus disponible (Attention ! Les anciennes et nouvelles pièces pour SENTRONIC ne sont pas compatibles)
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220-1-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220-1-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220/380-3-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220/380-3-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 500-3-50 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 500-3-50 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220-1-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220-1-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220/380-3-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220/380-3-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 500-3-50 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 500-3-50 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220-1-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220-1-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220/380-3-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 220/380-3-50/60 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 500-3-50 EBM
600	Ventilation additionnelle complète, verticale 500-3-50 EBM
601/602/ 603	Ventilation additionnelle complète, verticale 220-1-50/60 EBM sans kit de fixation
601/602/ 603	Ventilation additionnelle complète, verticale 220/380-3-50/60 EBM sans kit de fixation
601/602/ 603	Ventilation additionnelle complète, verticale 500-3-50 EBM sans kit de fixation
	Condensateur de marche 5 μ F pour Ventilation additionnelle 220-1-50/60 EBM
610	Jeu de fixation pour ventilation additionnelle EBM
610	Jeu de fixation pour ventilation additionnelle EBM
610	Jeu de fixation pour ventilation additionnelle EBM
610	Jeu de fixation pour ventilation additionnelle EBM
610	Jeu de fixation pour ventilation additionnelle EBM
610	Jeu de fixation pour ventilation additionnelle EBM

Divers					
Designation	Specifications	Codes	Designation	Specifications	Codes
Raccord	1/8" - 27 NPTF	2059791	Raccord d'eau	1/2"	2486102
Raccord	1/4" - 18 NPTF	2038650	Raccord d'eau	1"	2487589
Raccord équerre	1/4" - 18 NPTF	2038956	Clips pour raccord d'eau	1/2"	2486113
Raccord - T	1/8" - 27 NPTF	2059780	Clips pour raccord d'eau	1"	2487570
Raccord - T	1/4" - 18 NPTF	2059779	Séparateur d'huile	OS-16	2981265
Raccord - T pour pressostat d'huile	1/4" - 18 NPTF	2039993	Séparateur d'huile	OS-22 F	3097941
Vanne Schrader	1/8" - 27 NPTF	2051117	Séparateur d'huile	OS-28 F	2946482
Vanne Schrader	1/4" - 18 NPTF	2830696	Cle à douille pour vis Torx-screw (bielle)	1/2" - Drive	2455275
Vanne Schrader	1/8" - 27 NPTF	2048797	Cle de voyant d'huile	DK, DL, DN (sauf DN...2)	2831213
Raccord pour vanne Schrader		2502400	Cle décorou de voyant pour équilibrage d'huile	DK, DL, DN (sauf DN...2)	2831462
Loctite (tube 50 cm3)	Loctite 572	2195148	Vis de fermeture	1/8" - 27 NPTF	2043156
Huile (boite 1 l)	SHELL 22-12	2190814	Vis de fermeture	1/4" - 18 NPTF	2045685
Huile (boite 4 l)	Suniso 3 GS	3103953	Vis de fermeture	3/8" - 18 NPTF	2040997
Huile (boite 3 l)	ALKYLAT 150 DT	2834234	Vis de fermeture	1/2" - 14 NPTF	2856027
Huile (boite 1/4 gallon, appr. 0,946 l)	MOBIL EAL ARCTIC 22 CC	3808203	Vis de bouteille liquide et condenseur à eau WR/K	1/2" - 14 NPTF Ms	2976836
Huile (boite 1 gallon, appr. 3,8 l)	MOBIL EAL ARCTIC 22 CC	3808190	Bouteille liquide horizontale (format spécial)	13 l pour DK	2479699
Huile (boite 1 l)	ICI EMKARATE RL 32 CF	3808112	Bouteille liquide horizontale (format spécial)	23 l pour DL, D2	2479702
Huile (boite 5 l)	ICI EMKARATE RL 32 CF	3808123	Bouteille liquide horizontale (format spécial)	44 l pour DL, D3, D9, D4, D6	2479713
Huile (bidon 25 l)	ICI EMKARATE RL 32 CF	3808134	Réfractomètre de poche	998-RNET-00	8024575
Peinture grise (boite 1 kg)	RAL 7031	2641141	Relais de protection-S (kit de conversion pour MP 23)	Kriwan interne INT 300 120 V	3806025
Peinture grise, spray (carton de 6 boîtes)	RAL 7031	2836898	Relais de protection-S (kit de conversion pour MP 23)	Kriwan interne INT 300 230 V	2941852
Tubes capillaires avec joints, joint Cu	2,4 x 0,45 1000 mm length	3808214			
Tubes capillaires avec joints, joint Cu	2,4 x 0,45 1500 mm length	3808225			
Brosses de nettoyage pour les condenseurs-WR/K		2039324			

Exercice d'application :

- *Donner la liste des principales pièces d'un compresseur frigorifique à pistons*
- *Expliquer son principe de fonctionnement*

Que se passe-t-il pour l'air qui passe sur l'évaporateur ?



θ_{as} : température de l'air à la sortie d'évaporateur
 θ_{ae} : température de l'air à l'entrée évaporateur
 θ_0 : température d'évaporation lue au manomètre BP



Exercice d'application :

Calculer l'écart de température (ambiance froide – évaporation) d'un évaporateur dont les valeurs concernées sont : Température d'évaporation = $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ et Température de l' ambiance froide = $6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Si la température au niveau du bulbe du détendeur est $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$, déterminer la surchauffe .

• **Condenseurs à eau multitubulaires :**



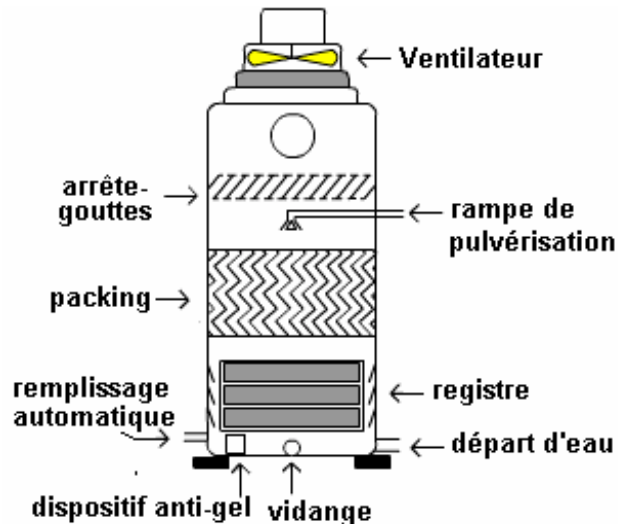
Les condenseurs à eau multitubulaires sont utilisés dans les domaines:

- Réfrigération commerciale et industrielle
- Conditionnement d'air
- Pompe à chaleur eau/eau , air /eau

Les condenseurs multitubulaires peuvent être entièrement démontés pour réaliser des opérations d'entretien.

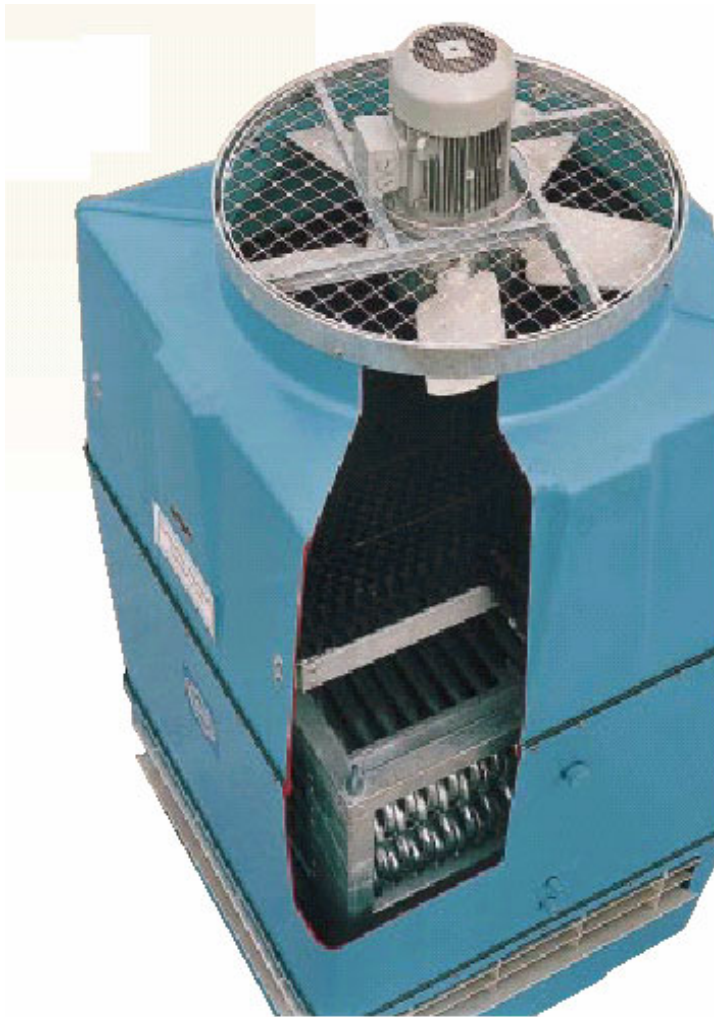
Tour de refroidissement

L'eau provenant du condenseur est distribuée par l'intermédiaire d'une rampe de pulvérisation sur une surface de ruissellement (packing) qui ralentit le déplacement de l'eau ce qui permet un bon échange de chaleur avec l'air qui circule à contre-courant. L'eau refroidie est récupérée et retourne dans le circuit de refroidissement du condenseur.



Les condenseurs évaporatifs



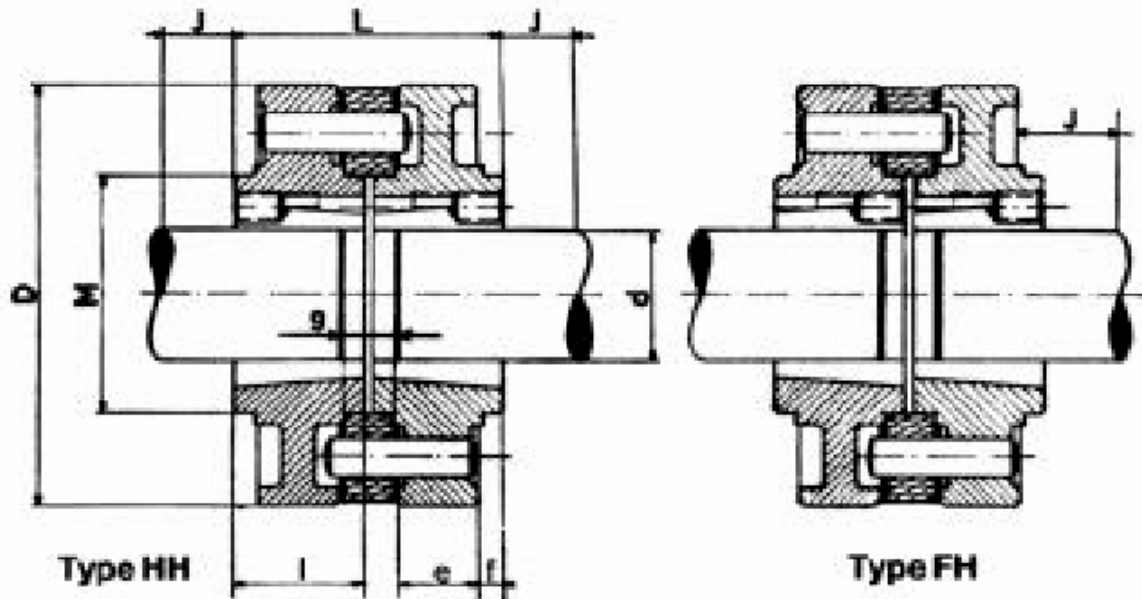




Exercice d'application :

- *Comment nettoyer un condenseur multitubulaire .*
- *De quoi est constitué un condenseur multitubulaire ?*
- *Quels sont les constituants d'un tour de refroidissement ?*
- *Expliquer comment dépanner et entretenir un tour de refroidissement ?*
- *Quels sont les constituants d'un condenseur évaporatif ?*
- *Expliquer comment entretenir et maintenir un condenseur évaporatif ?*

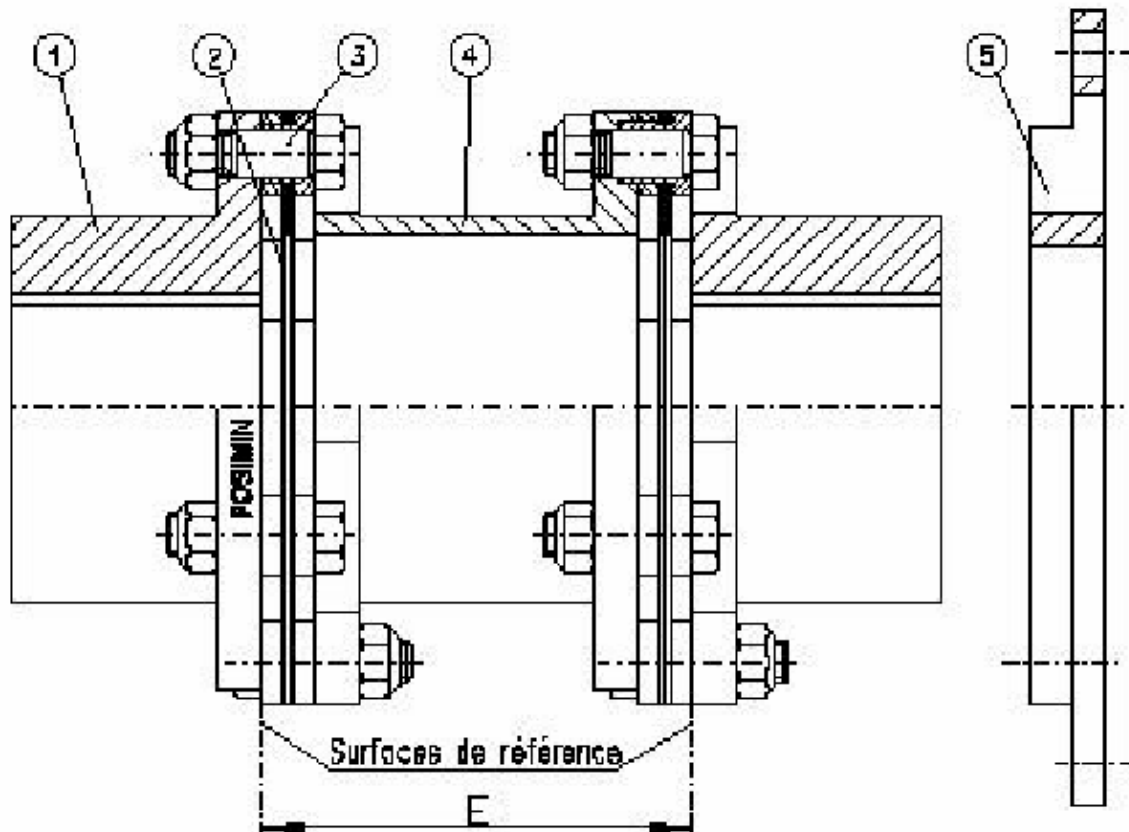
Alignement d'un manchon d'accouplement



Alignement de l'accouplement

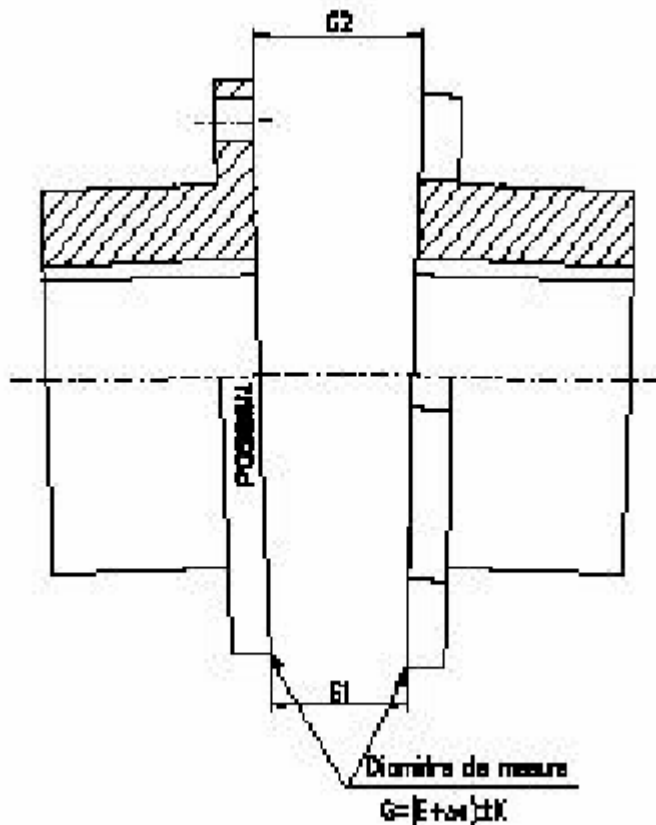
Un alignement précis de l'accouplement augmentera considérablement sa durée de vie tout en diminuant les contraintes pesant sur les paliers d'arbres.

Sur les entraînements à très grande vitesse de rotation, il est conseillé d'aligner l'accouplement à l'aide d'un comparateur à cadran. Pour les applications courantes, le contrôle de l'alignement à l'aide d'une règle de précision suivant deux plans perpendiculaires sera suffisant.



Légende

- 1 Moyeu
- 2 Paquet de lamelles annulaires
- 3 Jeu de vis calibrées
- 4 Entretoise
- 5 Bride, execution speciale



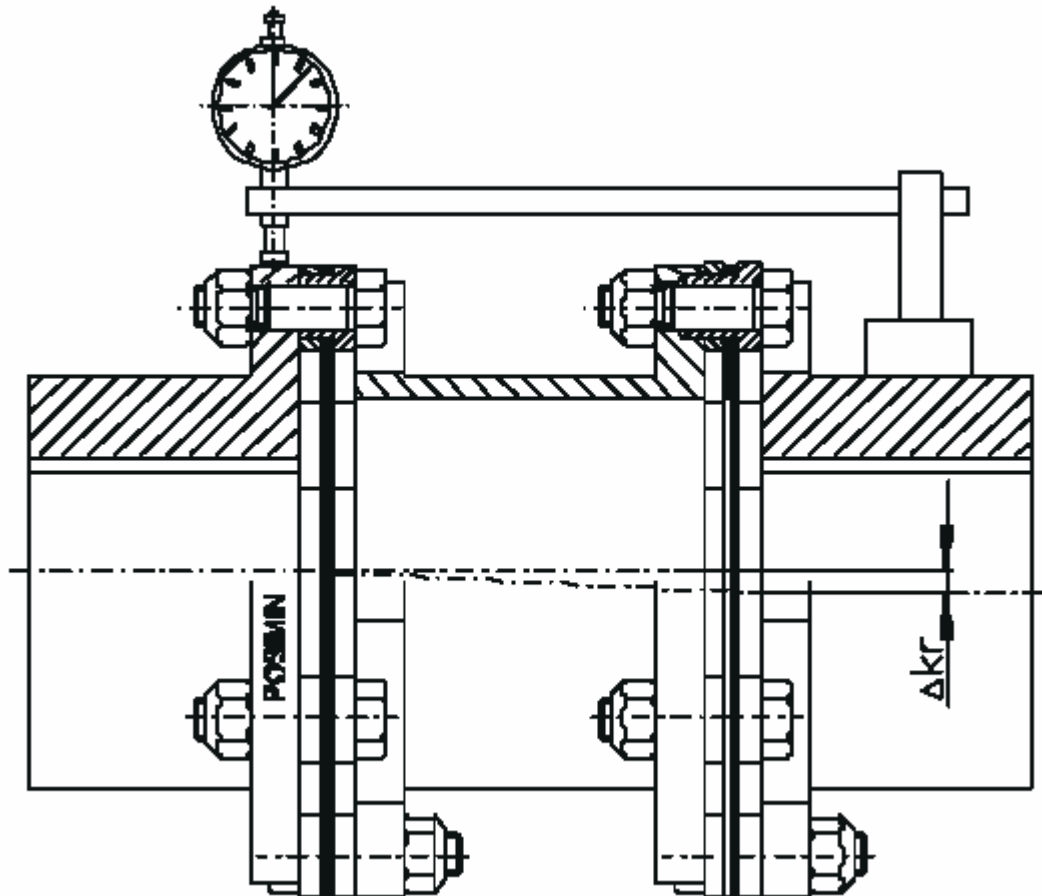
Alignement angulaire :

Après leur montage, les moyeux seront déplacés de manière qu'entre leurs surfaces de référence (voir croquis) soit réalisée la distance $E + De$.

Il faut aussi vérifier le parallélisme de l'alignement. Pour chaque point de la circonférence de l'accouplement la mesure G doit se situer dans le champ de tolérance.

Lorsqu'il faut s'attendre pendant le fonctionnement à des désalignements relativement grands (p. ex. dilatation thermique, etc.), l'accouplement peut se monter à l'état statique avec un prétensionnement dans le sens inverse à l'effet présumé. Le but est de réaliser en fonctionnement une distance des plans d'alignement de E .

Après ces mesures provisoires d'alignement on peut monter l'entretoise. A cet effet il faut insérer les vis d'en premier lieu à travers les alésages de paquet de lamelles et suivant dans la bride, de manière que les écrous soient placés toujours du côté des brides si possible. Serrer uniformément les écrous en maintenant les têtes de vis.



Alignement radial

Après la mise en place de l'entretoise on peut faire un premier ajustage avec une règle de précision. Pour cela on vérifie l'alignement en plusieurs points sur la circonférence de l'accouplement.

Pour le montage final il faut procéder comme suit :

- Fixer un comparateur au moyeu de l'accouplement.
- Faire tourner l'accouplement de 360°, en conformité avec la figure ci-contre, afin de déterminer l'erreur maximum.
- Cette erreur ne doit pas dépasser la valeur $Dkr = E/1000$.

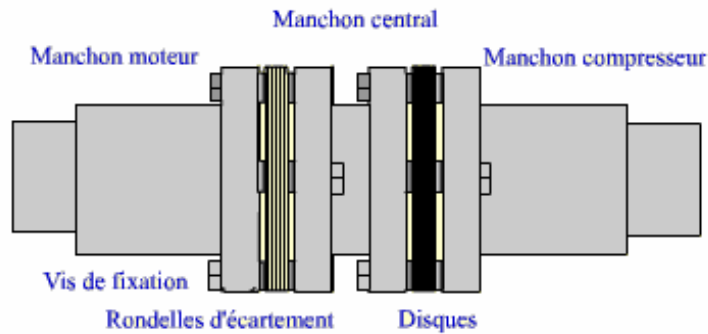
Attention: le comparateur indique la valeur double de Dkr !

Comme vérification, exécuter le même contrôle sur l'autre moitié d'accouplement.

Ajuster l'alignement en cas de différence.

Serrer les écrous avec un couple de serrage conforme aux prescriptions.

Après avoir terminé l'opération d'ajustage, serrer les écrous avec les couples de serrage conformément aux prescriptions .



Exercice d'application :

On vous demande de respecter les tolérances d'alignement suivantes pour un accouplement :

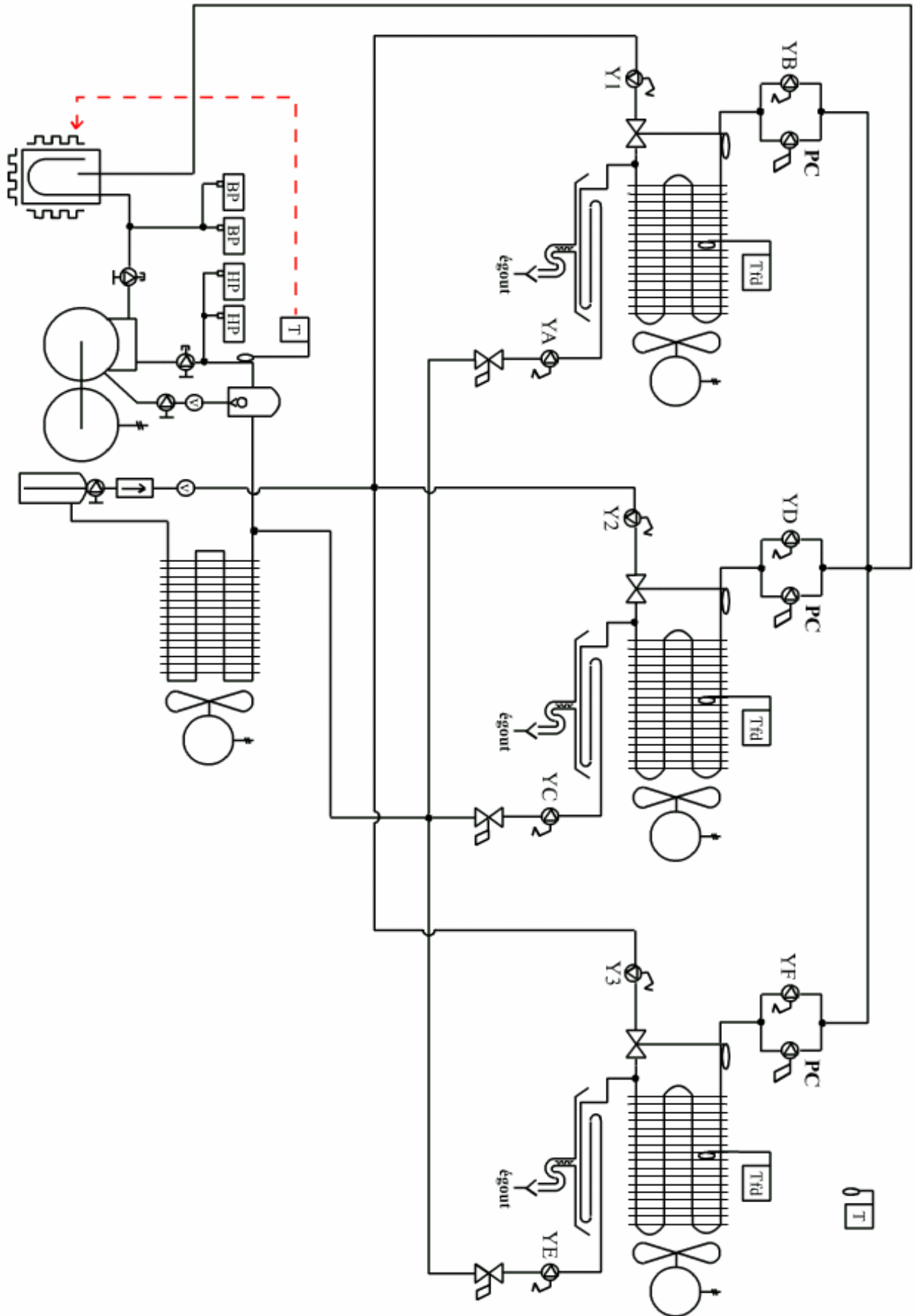
Désalignement axial maximal = 1 à 2 mm .

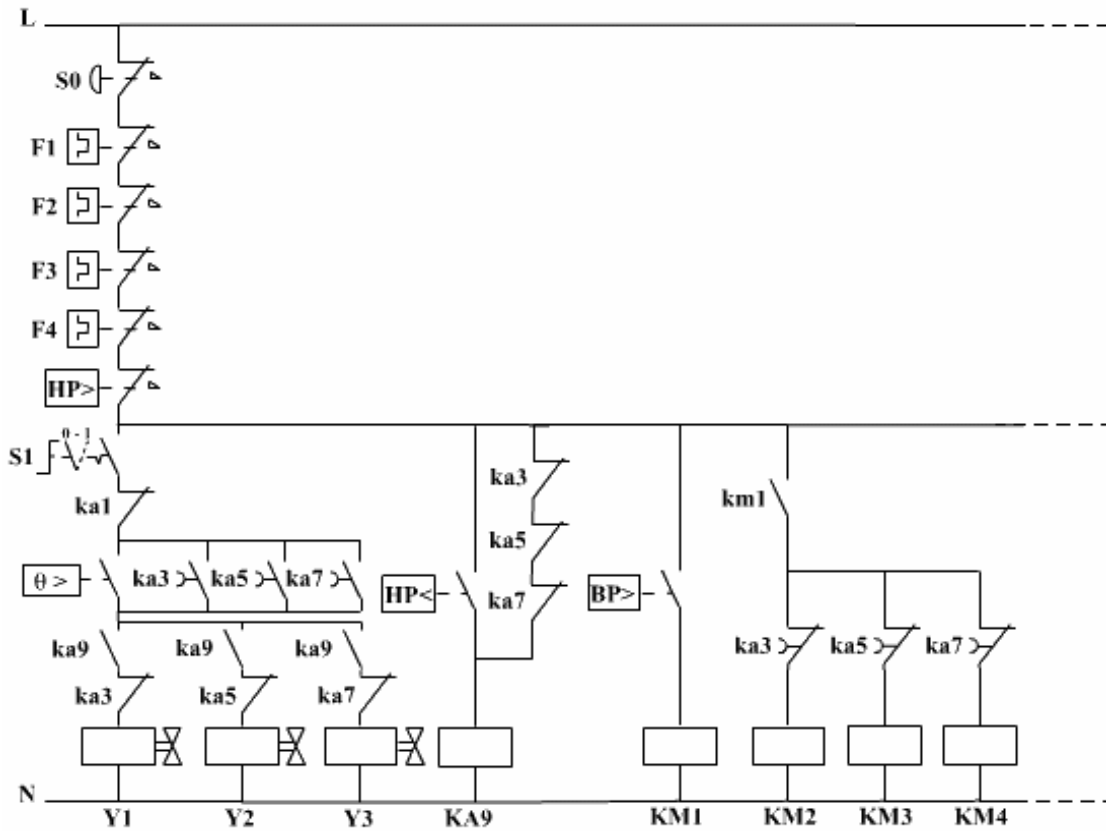
Désalignement angulaire maximal = 2 ° .

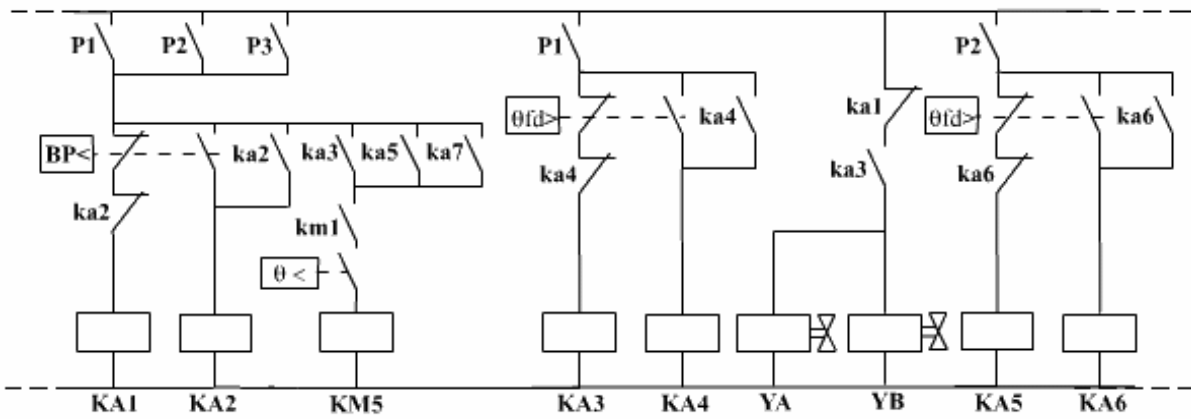
Expliquer comment procéder pour mesurer et assurer un alignement respectant ces tolérances .

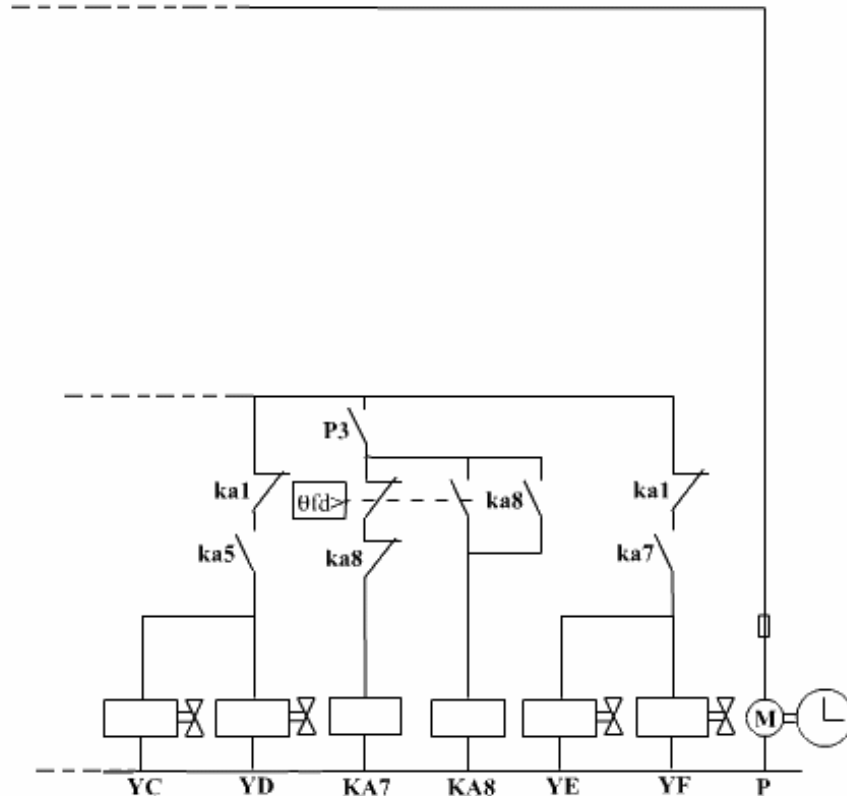
Exemple de schémas d'une installation frigorifique : (réalisé avec M. Van Eeckhout Francis)**Légende**

KM1 = contacteur groupe de condensation
KM2 = contacteur du ventilateur de l'évaporateur 1
KM3 = contacteur du ventilateur de l'évaporateur 2
KM4 = contacteur du ventilateur de l'évaporateur 3
KM5 = contacteur du cordon chauffant d'ACL
 $\theta <$ = thermostat de régulation de cordon chauffant d'ACL
 $\theta >$ = thermostat de régulation
 $\theta fd >$ = thermostat de fin de dégivrage
S1 = commutateur marche/arrêt
S0 = arrêt d'urgence
HP> = pressostat HP sécurité
HP< = pressostat HP de mise en production de gaz chauds
BP> = pressostat BP régulation
BP< = pressostat BP pump-down avant dégivrage
F1 = relais thermique du groupe de condensation
F2 = relais thermique du ventilateur d'évaporateur 1
F3 = relais thermique du ventilateur d'évaporateur 2
F4 = relais thermique du ventilateur d'évaporateur 3
KA1 = relais de pump down avant dégivrage
KA2 = relais single pump down avnt dégivrage
KA3 = relais de dégivrage évap 1 équipé d'un additif temporisé repos
KA4 = relais "single dégivrage" évap 1
KA5 = relais de dégivrage évap 2 équipé d'un additif temporisé repos
KA6 = relais "single dégivrage" évap 2
KA7 = relais de dégivrage évap 3 équipé d'un additif temporisé repos
KA8 = relais "single dégivrage" évap 3
KA9 = relais de mise en production de gaz chauds
Y1 = électrovanne ligne liquide évap 1 (NF)
YA = électrovanne gaz chauds évap 1 (NF)
YB = électrovanne aspiration évap 1 (NO)
Y2 = électrovanne ligne liquide évap 2 (NF)
YC = électrovanne gaz chauds évap 2 (NF)
YD = électrovanne aspiration évap 2 (NO)
Y3 = électrovanne ligne liquide évap 3 (NF)
YE = électrovanne gaz chauds évap 3 (NF)
YF = électrovanne aspiration évap 3 (NO)
P = pendule de dégivrage









Chaque arrivée de gaz chaud comporte son détendeur automatique et son électrovanne. Ces conduites passent dans le bac de dégivrage pour éviter d'employer une résistance. La résistance d'écoulement reste obligatoire.

On ajoute en sortie d'évaporateur une vanne de régulation de pression d'évaporation pour homogénéiser le dégivrage sur toute la surface de la batterie. On remplace le bain marie par une anti-coup de liquide équipée d'un cordon chauffant autorégulant commandé par thermostat.

On dégivre un évaporateur pendant un temps maxi imposé par l'horloge, les deux autres assurent la production de gaz chauds nécessaires au dégivrage à l'aide du pressostat HP. Un thermostat de fin de dégivrage permet le retour en marche réfrigération. Chaque dégivrage débute par un pump-down de tous les évaporateurs.

Exercice d'application :

Expliquer le principe de dégivrage par gaz chauds de chaque évaporateur .

Vérifier sur le schéma électrique la possibilité du retard temporisé de la ventilation après dégivrage .

- Quels sont les principaux contrôles effectués sur la partie électrique .

Contrôle continu :

- 1) Quels sont les appareils qui peuvent constituer les circuits frigorifiques d'une installation industrielle ?
- 2) Donner la liste des appareils de mesure installés sur les circuits frigorifiques d'une installation industrielle ?
- 3) Quel est le rôle de ces appareils de mesure ?
- 4) Quels sont les principaux contrôles effectués sur le circuit frigorifique ?
- 5) Quels sont les principaux contrôles à effectuer sur la partie électrique ?
- 6) Etablir un modèle en ce qui concerne le livret ou la fiche d'entretien .

Le logigramme des pannes frigorifiques :

Il nous aide au dépannage frigorifique

MODE D'EMPLOI:

1. Vérifier ou mesurer les **paramètres** suivants de fonctionnement de l'installation frigorifique :

- Intensité absorbée
- Courts cycles de déclenchements
- Pression d'évaporation élevée
- Pression d'évaporation basse
- Pression de condensation élevée
- Pression de condensation basse
- Température carter d'huile

2. Relever le **symptôme** observé puis analyser :

Les symptômes qui peuvent être relevés suivant la panne frigorifique sont :

- Intensité absorbée- Elevée
- Intensité absorbée- Basse :
- Pressostat HP qui coupe
- Pressostat BP qui coupe
- Pressostat différentiel huile qui coupe:
- Protection thermique culasse qui déclenche

- Protection intérieure du bobinage qui déclenche
- Surchauffe élevée
- Surchauffe normale
- Surchauffe basse
- Température refoulement élevée :
- Température refoulement normale
- Température carter d'huile- Trop basse – Givrée
- Température carter d'huile- Trop élevée

3. Les tableaux suivants nous donnent les causes possibles de la panne suivant le **paramètre de fonctionnement mesuré ou vérifié et suivant le symptôme observé :**

A. Intensité absorbée

- ❖ **Intensité absorbée- Elevée :**
Les causes possibles sont :

Trop de charge

Air dans le circuit

Trop de débit sur l'évaporateur

Manque de débit sur le condenseur

Grippage partiel du compresseur

Défaut d'alimentation électrique

Compresseur trop puissant (réglage capacité)

Détendeur trop ouvert

❖ **Intensité absorbée- Basse :**
Les causes possibles sont :

Vanne à pression constante trop fermée

Pas assez de charge

Manque de débit sur l'évaporateur

Clapet aspiration cassé

Cartouche ou filtre déshydrateur bouché

Détendeur trop fermé

Cartouche ou filtre aspiration bouché

Compresseur pas assez puissant (réglage capacité)

Electrovanne liquide fermée

B. Courts cycles de déclenchement :

❖ **Courts cycles de déclenchement- Pressostat HP :**

Les causes possibles sont :

Trop de charge

Air dans le circuit

Manque de débit sur le condenseur

Compresseur trop puissant (réglage capacité)

❖ **Courts cycles de déclenchement- Pressostat BP :**

Les causes possibles sont :

Pas assez de charge

Manque de débit sur l'évaporateur

Cartouche ou filtre déshydrateur bouché

Air ou Eau sur le condenseur trop froid

Humidité dans le condenseur

Cartouche ou filtre aspiration bouché

Compresseur trop puissant (réglage capacité)

Détendeur trop fermé

Electrovanne liquide fermée

❖ **Courts cycles de déclenchement- Pressostat différentiel huile :**

Les causes possibles sont :

Pas assez de charge

Détendeur trop ouvert

Détendeur trop fermé

Clapet refoulement cassé

Jeu mécanique important

Cartouche ou filtre aspiration bouché

Résistance du carter défectueuse

Dilution d'huile par le réfrigérant

Filtre à huile bouché

Soupape de sécurité H.P. ouverte

❖ **Courts cycles de déclenchement- Protection thermique culasse :**

Les causes possibles sont :

Trop de charge

Soupape de sécurité H.P. ouverte

Air dans le circuit

Clapet refoulement cassé

Manque de débit sur le condenseur

Cartouche ou filtre d'aspiration bouché

Compresseur trop puissant (réglage capacité)

❖ **Courts cycles de déclenchement- Protection intérieure du bobinage :**

Les causes possibles sont :

Pas assez de charge

Manque de débit sur l'évaporateur

Cartouche ou filtre déshydrateur bouché

Cartouche ou filtre d'aspiration bouché

Compresseur trop puissant (réglage capacité)

Vanne à pression constante trop fermée

Soupape de sécurité H.P. ouverte

Détendeur trop fermé

Clapet aspiration cassé

Clapet refoulement cassé

Grippage partiel du compresseur

Défaut d'alimentation électrique

C. Pression d'évaporation basse :

❖ **Pression d'évaporation basse- Surchauffe élevée :**

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Vanne à pression constante trop fermée

Pas assez de charge

Détendeur trop fermé

Cartouche ou filtre déshydrateur bouché

Air ou Eau sur le condenseur trop froid

Humidité dans le condenseur

Electrovanne liquide fermée

❖ **Pression d'évaporation basse- Surchauffe normale :**

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Manque de débit sur l'évaporateur

Air ou Eau sur le condenseur trop froid

Compresseur trop puissant (réglage capacité)

D. Pression d'évaporation élevée :

❖ **Pression d'évaporation élevée- Surchauffe normale :**

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Trop de charge

Vanne à pression constante trop ouverte

Air dans le circuit

Trop de débit sur l'évaporateur

Manque de débit sur le condenseur

Grippage partiel du compresseur

Cartouche ou filtre aspiration bouché

Compresseur pas assez puissant (réglage capacité)

Jeu mécanique important

❖ **Pression d'évaporation élevée- Surchauffe basse :**

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Trop de charge

Détendeur trop ouvert

E. Pression de condensation élevée :

❖ **Pression de condensation élevée- Température refoulement élevée :**

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Air dans le circuit

❖ **Pression de condensation élevée- Température refoulement normale :**

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Trop de charge

Détendeur trop ouvert

Manque de débit sur le condenseur

Compresseur trop puissant (réglage capacité)

F. Pression de condensation basse :

❖ **Pression de condensation basse- Température refoulement élevée :**

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Vanne à pression constante trop fermée

Pas assez de charge

Cartouche ou filtre déshydrateur bouché

Soupape de sécurité H.P. ouverte

Clapet aspiration cassé

Clapet refoulement cassé

❖ **Pression de condensation basse- Température refoulement normale :**

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Manque de débit sur l'évaporateur

Air ou Eau sur le condenseur trop froid

Compresseur pas assez puissant (réglage capacité)

Détendeur trop fermé

G. Température carter d'huile :

❖ Température carter d'huile- Trop basse – Givrée

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Détendeur trop ouvert

Manque de débit sur l'évaporateur

Résistance du carter défectueuse

Dilution d'huile par le réfrigérant

❖ Température carter d'huile- Trop élevée

Les causes possibles sont :

Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner

Vanne à pression constante trop fermée

Pas assez de charge

Manque de débit sur l'évaporateur

Clapet refoulement cassé

Soupape de sécurité H.P. ouverte

Grippage partiel du compresseur

Détendeur trop fermé

Compresseur trop puissant (réglage capacité)

Exercice d'application :

Pour chaque symptôme suivant donner les causes possibles de la panne :

- *Pressostat BP qui coupe*
- *Pressostat différentiel huile qui coupe:*
- *Surchauffe élevée*

Les mesures nécessaires à effectuer

- *Intensité absorbée par le moteur du compresseur*
 - *Pression d'évaporation*
 - *Pression de condensation*
 - *Température carter d'huile*
 - *La pression d'huile*
 - *La température de la culasse du compresseur*
 - *La température du bobinage du moteur*
 - *Surchauffe de l'évaporateur*
 - *Température de refoulement*
 - *Température d'aspiration*
 - *Température carter d'huile*
- **Exercice d'application :**

Etes-vous capables d'effectuer la mesure des paramètres suivants ? :

- *Pression de condensation*
- *Température carter d'huile*
 - *La pression d'huile*
 - *La température de la culasse du compresseur*
 - *La température du bobinage du moteur*
 - *Surchauffe de l'évaporateur*

Expliquer comment ?

Les remèdes aux pannes frigorifiques

<u>Pannes</u>	<u>Remèdes</u>
<i>Thermomètre ou manomètre à vérifier ou étalonner</i>	<i>Étalonner , vérifier ou remplacer le thermomètre ou le Manomètre</i>
<i>Trop de charge</i>	<i>Soutirer du fluide frigorigène</i>
<i>Pas assez de charge</i>	<i>Réparer la fuite</i>
<i>Air dans le circuit</i>	<i>Purger le circuit</i>
<i>Manque de débit sur l'évaporateur</i>	<i>Contrôler le débit du médium sur l'évaporateur</i>
<i>Trop de débit sur l'évaporateur</i>	<i>Contrôler le débit du médium sur l'évaporateur</i>
<i>Cartouche ou filtre déshydrateur bouché</i>	<i>Remplacer le filtre déshydrateur</i>
<i>Manque de débit sur le condenseur</i>	<i>Chercher la cause et réparer</i>
<i>Air ou Eau sur le condenseur trop froid</i>	<i>Contrôler le débit d'eau ou d'air sur le condenseur</i>
<i>Humidité dans le condenseur</i>	<i>Remplacer le filtre-déshydrateur</i>
<i>Cartouche ou filtre aspiration bouché</i>	<i>Nettoyage ou remplacement de la cartouche ou du filtre aspiration</i>
<i>Compresseur pas assez puissant (réglage capacité)</i>	<i>Contrôler le réglage de la capacité du compresseur</i>
<i>Compresseur trop puissant (réglage capacité)</i>	<i>Contrôler le réglage de la capacité du compresseur</i>
<i>Vanne à pression constante trop ouverte</i>	<i>Régler la vanne</i>
<i>Filtre à huile bouché</i>	<i>Nettoyer ou remplacer le filtre à huile</i>
<i>Dilution d'huile par le réfrigérant</i>	
<i>Résistance du carter défectueuse</i>	<i>Remplacer la résistance de carter</i>
<i>Electrovanne liquide fermée</i>	<i>Rechercher la cause et réparer</i>
<i>Défaut d'alimentation électrique</i>	<i>Rechercher la cause et réparer</i>
<i>Grippage partiel du compresseur</i>	<i>Vérifier la partie mécanique du compresseur</i>
<i>Jeu mécanique important</i>	<i>Remplacer les pièces usées</i>
<i>Clapet refoulement cassé</i>	<i>Remplacer les clapets</i>
<i>Clapet aspiration cassé</i>	<i>Remplacer les clapets</i>
<i>Détendeur trop fermé</i>	<i>Régler le détendeur</i>
<i>Détendeur trop ouvert</i>	<i>Régler le détendeur</i>
<i>Vanne à pression constante trop fermée</i>	<i>Régler la vanne</i>
<i>Soupape de sécurité H.P. ouverte</i>	<i>Remplacer la soupape</i>

Exercice d'application :

Pour les pannes suivantes , proposer les remèdes adéquats :

<u>Pannes</u>	<u>Remèdes</u>
<i>Cartouche ou filtre déshydrateur bouché</i> <i>Manque de débit sur le condenseur</i> <i>Air ou Eau sur le condenseur trop froid</i> <i>Humidité dans le condenseur</i> <i>Cartouche ou filtre aspiration bouché</i> <i>Compresseur pas assez puissant (réglage capacité)</i> <i>Compresseur trop puissant (réglage capacité)</i> <i>Vanne à pression constante trop ouverte</i> <i>Filtre à huile bouché</i>	

Le logigramme des pannes électriques

<u>symptôme</u>	<u>Causes</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Défaut d'alimentation électrique 	<ul style="list-style-type: none"> – Interrupteur général ouvert ; – Fusibles sautés ; – Bornes déserrées ; – Câblage incorrect ; – Relais anti- courts cycles défectueux ; – Contacts électriques sales ou piqués ; – Défaut de fonctionnement d'un moteur dans la cascade de démarrage (évaporateur , pompe , aéroréfrigérant) ; – Tension d'alimentation trop faible ; – Transformateur du circuit de commande en basse tension grillé .
<ul style="list-style-type: none"> • Démarreur du moteur inopérant 	<ul style="list-style-type: none"> – Bobine brûlée ; – Contacts électriques défectueux .
<ul style="list-style-type: none"> • Contacts de l'un des appareils de sécurité ouverts 	<ul style="list-style-type: none"> – L'appareil de sécurité a ajouté son rôle ; – Contact coïncé .
<ul style="list-style-type: none"> • Tension normale aux bornes du moteur , mais.... 	<ul style="list-style-type: none"> – Moteur brûlé ; – Bobinages du moteur coupés .
<ul style="list-style-type: none"> • Robinet solénoïde (pour protection minimum) fermé 	<ul style="list-style-type: none"> – Bobine brûlée ; – Branchement incorrect .
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organe de régulation ouvert . 	<ul style="list-style-type: none"> – Température trop basse (réglage de l'appareil trop haut) .
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Blocage du compresseur ou du moteur 	<ul style="list-style-type: none"> – Palier du compresseur ou du moteur grippé ; – Piston coïncé ;
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La cascade électrique de démarrage ne s'effectue pas 	<ul style="list-style-type: none"> – Excès de charge en fluide frigorigène ; – Erreur de câblage ; – Blocage de la pompe du circuit d'eau de refroidissement du condenseur .
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fusibles de protection du circuit de contrôle sautés 	<ul style="list-style-type: none"> – Existence d'une masse ou d'un court-circuit .
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La bobine du démarreur ne colle pas 	<ul style="list-style-type: none"> – Tension d'alimentation trop faible .

□ **Contrôle continu :**

a) *Etes-vous capables d'effectuer la mesure des paramètres suivants ? :*

- *Pression de condensation*
- *Température carter d'huile*
- *Surchauffe de l'évaporateur*

Expliquer comment ?

b) *Pour chaque symptôme suivant donner les causes possibles de la panne :*

- *Pressostat BP qui coupe*
- *Pressostat différentiel huile qui coupe:*
- *Surchauffe élevée*

c) *Pour le symptôme suivant , donner les causes possibles de la panne électrique :
Défaut d'alimentation électrique .*

Les remèdes aux pannes électriques

Pannes	Remèdes
<ul style="list-style-type: none"> - Interrupteur général ouvert ; - Fusibles sautés ; - Bornes déserrées ; - Câblage incorrect ; - Relais anti- courts cycles défectueux ; - Contacts électriques sales ou piqués ; - Défaut de fonctionnement d'un moteur dans la cascade de démarrage (évaporateur , pompe , aéroréfrigérant) ; - Tension d'alimentation trop faible ; - Transformateur du circuit de commande en basse tension grillé . 	<ul style="list-style-type: none"> - Fermer l'interrupteur ; - Remplacer les fusibles ; - Serrer les bornes ; - Modifier le câblage ; - Remplacer le relais ; - Nettoyer les contacts ; - Rechercher les défauts des appareils correspondants ; - Détecter la chute de tension ; - Remplacer le transformateur .
<ul style="list-style-type: none"> - Bobine brûlée du démarreur ; - Contacts électriques défectueux du démarreur . - L'appareil de sécurité a ajouté son rôle ; - Contact coïncé . - Moteur brûlé ; - Bobinages du moteur coupés - Bobine du robinet solénoïde brûlée ; - Branchement incorrect . - Température trop basse (réglage de l'appareil trop haut) . - Palier du compresseur ou du moteur grippé ; - Piston coïncé ; - Excès de charge en fluide frigorigène ; - Erreur de câblage ; - Blocage de la pompe du circuit d'eau de refroidissement du condenseur . - Existence d'une masse ou d'un court-circuit . - Tension d'alimentation trop faible . 	<ul style="list-style-type: none"> - Remplacer la bobine ; - Réparer ou remplacer l'appareil . - Rechercher le défaut correspondant et réarmer ; - Réparer ou remplacer l'appareil . - Remplacer le moteur ; - Remplacer le moteur . - Vérifier la bobine et remplacer ; - Modifier le branchement . - Remplacer par un organe thermostatique . - Réparer ou remplacer l'appareil ; - Démontez la culasse , recherchez des débris de métal et réparez ; - Soutirez du fluide frigorigène . - Rectifiez les connexions ; - Débloquez la pompe . - Localiser le défaut , réparez , remplacez les fusibles . - Localiser la chute de tension .

Exercice d'application :

Pour les pannes suivantes , proposer les remèdes adéquats :

<u>Pannes</u>	<u>Remèdes</u>
Tension d'alimentation trop faible . Relais anti- courts cycles défectueux Moteur brûlé ; Bobinages du moteur coupés	

Les interventions sur les installations frigorifiques**A. Compresseur frigorifique à pistons :****1) Démontage du compresseur :****a) Mise au vide du compresseur :**

Avant toute intervention , effectuer la mise au vide par aspiration .

La vanne d'arrêt de l'aspiration sera fermée et on laissera le compresseur tourner jusqu'à ce que le manomètre de la pression d'aspiration indique le plus grand vide possible , après quoi le compresseur sera arrêté et la vanne d'arrêt du refoulement , rapidement fermée . N'oublier pas de condamner le sectionneur .

Attendre que la pression soit en équilibre dans le compresseur , c'est-à-dire que le manomètre d'aspiration et celui du refoulement indiquent la même pression qui devra être aussi proche que possible de la pression atmosphérique , de préférence avec un écart inférieur à 0,2 – 0,3 bar .

b) Vidange de l'huile et nettoyage du carter :

- Vidanger l'huile
- Repérer les pièces avant de les démonter ;
- Démontez le couvercle latéral
- Nettoyer le carter , la crépine et le filtre à huile
- Pour le nettoyage : essuyer avec un chiffon ne peluchant pas , ne pas utiliser de la bourre de coton .

c) Démontage et nettoyage du filtre d'aspiration

- Repérer les pièces avant de les démonter ;

d) Démontage de la pompe à huile et contrôle des jeux et son état :

- Repérer les pièces avant de les démonter ;
- Enlever les vis de fixation du couvercle et retirer la pompe complète
- Nettoyer soigneusement toutes les pièces , s'assurer que les conduits d'huile sont propres
- Lors du remontage , s'assurer de la propreté de la pompe , la tremper dans l'huile propre et s'assurer qu' elle tourne librement
- La mettre en place en faisant attention à ce que la pompe soit réassemblée correctement d'après le sens de rotation applicable
- Remettre les vis de fixation .

e) Démontage de la plaque à clapets :

- Repérer les pièces avant de les démonter ;
- Démontez le fond de cylindre
- Enlever le diffuseur

- Démontez la plaque de refoulement (le clapet d'aspiration est en dessous)
- Vérifier l'état des clapets et des ressorts . En cas de détérioration des clapets , il est déconseillé de les réparer ainsi que les ressorts . Ils devront être remplacés par des pièces de rechanges d'origine . Les sièges des clapets pourront , s'ils ne sont que légèrement endommagés , être rodés avec une pâte abrasive sur une surface de rodage .
- Remonter la plaque de refoulement
- Remonter le diffuseur
- Remonter le ressort de fond mobile
- Remonter le fond mobile (attention au joint) .

f) Démontage des bielles , pistons , coussinets , chemises , et contrôles des pièces d'usure (remplacer si les côtes limites sont atteintes , vérifier les traces de matage ou rayures profondes) :

- Repérer les pièces avant de les démonter ;
- Démontez les portes du carter
- Démontez les fonds de cylindre , les clapets d'aspiration et refoulement (Le piston et l'ensemble de bielle doivent être sortis par le haut du cylindre)
- Contrôlez le jeu entre le piston et le cylindre à l'aide de jauges d'épaisseur : Relever les jeux radiaux entre chemise et piston pour différentes positions du piston , tant au " point mort haut " qu'au " point mort bas " ;
- Vérifier que l'espace entre le piston en position haute et le siège de la soupape de refoulement est compris entre 1,5 et 1,0 mm correspondant à une distance de 20,7 à 20,0 mm entre le siège de la soupape de refoulement et le fond du dessus du piston . Si cette distance n'est pas respectée , le jeu sera réglé en modifiant le nombre de garnitures d'étanchéité ;
- Desserrer et ôter les écrous de tête de bielle avec les demi-coussinets inférieurs
- Orienter le vilebrequin (le maneton en position basse)
- Pousser vers le haut et rattraper le piston à la sortie de chemise . Sortir l'ensemble en ayant bien soin de ne pas marquer la chemise ;
- Contrôler visuellement l'état du piston (présence de fissures ?) ;
- Contrôler les segments : Vérifier si les segments se déplacent facilement dans les gorges du cylindre , mesurer le jeu radial avec le règle à biseau , mesurer le jeu en hauteur avec les cales ;
- Enlever les segments du piston (avec la pince à segments)
- Contrôler les segments : mesurer le jeu à la coupe (0,5 à 0,7 mm à l'état monté) , après avoir placé le segment dans le cylindre , à l'aide de cales ;
- Chasser l'axe hors du piston avec l'ensemble à colliers et après avoir démonté les circlips ;
- Contrôler l'axe du piston : en mesurant les cotes sur les diamètres avec un micromètre et en déterminant l'ovalisation et

- la conicité , les valeurs déterminées seront comparées aux maximums indiqués par le constructeur ;
- Contrôler la bielle : équerrage , flambage , relevé de l'usure sur la tête de bielle ;
 - Contrôler les chemises : diamètres , ovalisations et conicités ; les cotes doivent être comparées à celles du constructeur ;
 - Contrôler le vilebrequin : jeu latéral (0,8 à 1,5 mm) , jeu diamétral (0,08 à 0,14 mm) , mesure des cotes sur les manetons et les tourillons (ovalisation et conicité) ;
 - Nettoyer toutes les pièces et les huiler
 - A l'aide d'un bain d'huile , on élève la température du pied de bielle et du piston à 150 °C . La dilatation du pied de bielle et du piston permet une mise en place aisée de l'axe du piston en raison des tolérances serrées ;
 - Mettre en place les segments (les remplacer si nécessaire) . Ne pas rayer le piston ;
 - Mettre le piston en place très soigneusement . Ne pas oublier de reporter les coupes des segments ; (Les pistons et les chemises seront montés le plus facilement en assemblant le piston , la bielle et la chemise et en mettant en place ces pièces d'un seul coup) ;
 - Positionner piston et bielle suivant leurs repérages ;
 - Exercer une poussée continue sur le piston , pour l'introduire dans la chemise ;
 - Mettre en place le demi-coussinet inférieur et supérieur avec les boulons et écrous ; (Serrage à la clé dynamométrique de l'ordre de 1. 5 mkg – voir constructeur) ;
 - Les écrous d'assemblage de la bielle sont arrêtés par des freins en tôles , les changer à chaque démontage ;
 - Contrôler la propreté du carter , mettre les portes ;
 - Mettre l'huile dans le compresseur (n'oublier pas le test d'acidité) ;
 - Remonter l'ensemble : clapets , ressorts , et fond de cylindre
- g) Vérification de la garniture d'étanchéité :
- h) Vérification des dispositifs de réduction de puissance :
- i) Vérification de l'état d'usure des plots d'accouplement (en cas d'usure remplacer ;
- j) Nettoyage de toutes les pièces dans du pétrole ou du trichloéthylène à l'aide de brosses souples et de chiffons ;
- k) Remplacement de tous les joints , et graissage lors du montage ;
- l) Respect des couples de serrage du constructeur , et montage dans le bon ordre de tous les éléments (mise à disposition des plans et vues en coupe par le constructeur) ;
- m) A la remise en service après remontage , faire tourner le compresseur à la main pour s'assurer que rien d'anormal n'empêche une rotation correcte du compresseur ;
- n) Vérification de l'isolement du compresseur HP et BP pour le remplissage d'huile ;
- o) Contrôle de l'alignement de l'accouplement :
- Désaccoupler le moteur du compresseur (en enlevant l'entretoise) ;
 - Contrôler la concentricité et le parallélisme avec un comparateur ;
 - Réajuster si nécessaire (en se basant sur les valeurs données par le constructeur) ;

- p) Tirage au vide du compresseur avec une pompe à vide , ou par lui-même ;
- q) Mise en communication avec le circuit (ne pas oublier les retours d'huile) ;
- r) Vérification des fuites : (eau savonneuse bien concentrée , bâtonnets de soufre fumée blanche , papier tournesol rouge humide coloration bleue) ;
- s) Mise en fonctionnement , en débridant progressivement le robinet d'aspiration – Vérification des pressions , y compris la pression différentielle d'huile , l'intensité absorbée par le moteur électrique , la garniture d'étanchéité – surveillance du niveau d'huile .

B. Condenseurs évaporatifs :

Il faudra s'assurer pour le bon fonctionnement de l'ensemble que :

- Le robinet flotteur fonctionne ;
- Le filtre d'aspiration est propre ;
- La courroie du ventilateur est sous surveillance ;
- Le gicleur est propre (et tous en fonctionnement) ;
- L'échangeur soit propre ;
- La résistance est en état de marche ;
- Le système de régulation est sous surveillance .

Les opérations périodiques de maintenance sont :

- Inspection générale de l'appareil : Au démarrage et 1 fois par mois ;
- Enlèvement des détritux : Au démarrage , 1 fois par mois et à l'arrêt ;
- Nettoyage et rinçage du bassin : Au démarrage , 1 fois par mois et à l'arrêt ;
- Nettoyage du tamis du bassin : Au démarrage , 1 fois par mois et à l'arrêt ;
 - Le nettoyer et le rincer à l'eau fraîche pour le débarrasser des sédiments qui s'accumulent dans le bassin durant le fonctionnement ;
- Contrôle et réglage du niveau d'eau : Au démarrage et 1 fois par mois ;
- Inspection de la surface d'échange : Au démarrage et 1 fois par mois ;
- Inspection des pulvérisateurs : Au démarrage et 1 fois par mois ;
 - Arrêter le ventilateur et laisser fonctionner la pompe ;
 - Enlever les éliminateurs de gouttelettes ;
 - Contrôler si les pulvérisateurs forment le jet correctement ;
 - Nettoyer toute buse de pulvérisation qui serait bouchée . Le pulvérisateur et son joint peuvent être enlevés pour nettoyage , si nécessaire ;
- Contrôle de la tension des courroies de transmission : Au démarrage et 1 fois par mois ; (flèche de 13 mm en appuyant modérément avec un doigt sur la courroie à mi-distance des poulies) ; ne pas oublier de contrôler l'alignement des poulies ;
- Contrôle et réglage du débit de fuite : Au démarrage et 1 fois par mois ;
- Contrôle du fonctionnement de la vanne d'appoint d'eau : Au démarrage et 1 fois par mois ;
- Contrôle général pour déceler tout bruit ou vibration anormale : Au démarrage et 1 fois par mois ;
- Contrôle des bagues de serrage des paliers : Au démarrage et 1 fois tous les 6 mois ;
- Contrôle de la tension électrique et de l'intensité au moteur : Au démarrage et 1 fois tous les 6 mois ;
- Graissage des paliers d'arbre-ventilateur : Au démarrage , 1 fois tous les 6 mois et à l'arrêt ;

- Graissage du boulon de réglage de la chaise support du moteur : Au démarrage , 1 fois tous les 6 mois et à l'arrêt
 - Utiliser seulement un graisseur manuel ;
 - Purger l'ancienne graisse du palier tout en injectant de la nouvelle , jusqu'à ce que celle-ci suinte aux joints du palier ;

- Contrôle de rotation libre des ventilateurs : Au démarrage ;
- Contrôle du sens de rotation des moto-pompes et des ventilateurs : Au démarrage
- Vidange du bassin et des tuyauteries : A l'arrêt ;
- Inspection du revêtement de protection : 1 fois par an .

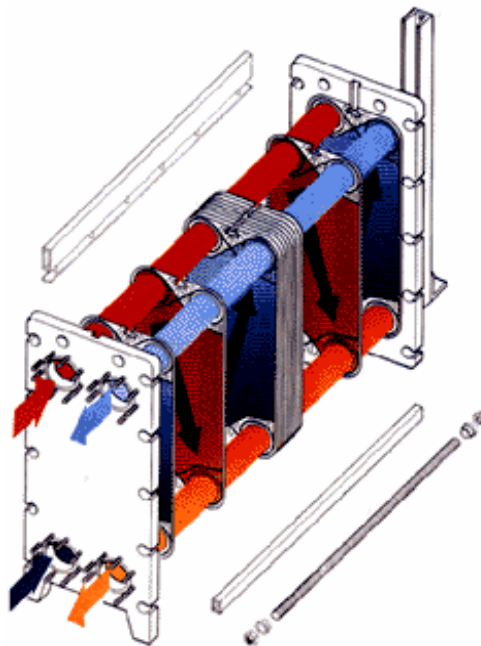
Attention : la pompe de recirculation d'eau ne doit jamais être utilisée de façon intermittante pour régulation de la capacité .

En effet , le passage constant du régime mouillé au régime sec facilite la formation excessive de tartre sur la batterie ;

C. Echangeurs de chaleurs à plaques :

Un échangeur de chaleur à plaques Marque Alfa Laval est constitué de :

- ❑ Une plaque de cadre ;
- ❑ Une colonne support ;
- ❑ Des raccords ;
- ❑ Une barre de support ;
- ❑ Une barre de guidage ;
- ❑ Des boulons de serrage ;
- ❑ Une plaque de pression ;
- ❑ Une pile de cassettes ;
- ❑ Des joints .





ECHANGEURS A PLAQUES & JOINTS

❖ Ouverture d'une pile de plaques :

- 1) Fermer lentement les deux vannes d'entrée des fluides en commençant par le côté où la pression est la plus forte ;
- 2) Arrêter les pompes ;
- 3) Fermer les deux vannes de sortie des fluides ;
- 4) Vidanger l'appareil , pour l'ammoniac purger dans de l'eau .
- 5) Démontez les tuyauteries ;
- 6) Vérifier la propreté du rouleau-support du plateau de serrage ;
- 7) Enlever les tubes plastiques protégeant les tirants de serrage , et nettoyer les filetages avec une brosse métallique .
- 8) Graisser légèrement les filetages des tirants ;
- 9) Tracer une ligne de peinture en diagonale sur tout le paquet de plaques (Repérage) ;
- 10) Mesurer et noter la cote A entre la plaque de cadre et la plaque de pression ;
- 11) Desserrer et enlever les tirants ; pendant le desserrage , attention au non-parallélisme du plateau de serrage (10 mm au maximum sur la largeur et 25 mm au maximum sur la hauteur) .

❖ Fermeture d'une pile de plaques :

- 1) Vérifier et nettoyer si nécessaire tous les joints et les plaques ;
- 2) Nettoyer , graisser le rail de glissement de la barre-support ;
- 3) Vérifier le bon état du rouleau-support du plateau de serrage ;
- 4) Vérifier sur la liste de groupage le positionnement correct de toutes les plaques dans l'échangeur ;
- 5) Presser le paquet de plaques , en poussant le plateau de serrage et vérifier éventuellement si les plaques sont correctement placées , l'emboutissage extérieur doit former un nid d'abeilles ;
- 6) Placer les tirants dans leur position finale ,
- 7) Nettoyer les filetages avec une brosse métallique ,
- 8) Graisser ces filetages ,
- 9) Effectuer le serrage alternativement et en diagonale .

❖ **L'entretien de l'échangeur de chaleur à plaques :**

1) Nettoyage mécanique après ouverture de l'appareil :

- Brosse douce et eau de rinçage (jet d'eau) , éviter d'endommager les joints ;
- Lance à haute pression ;
- Une circulation à contre-courant dans l'échangeur fermé est quelque fois suffisante pour évacuer les particules solides obturant le collecteur d'entrée .

2) Rejointage :

- Utiliser de la colle spéciale pour la réparation et le remplacement des joints de plaque ;
- Utiliser le joint Clip-on (c'est un système de joints sans colle) pour maintenir sûrement le joint en place dans sa rainure ;

3) Remplacement de joints à encastrer :

- Retirer le joint usagé et nettoyer la cannelure si besoin est ;
- Mettre en place le joint , les tétons orientés vers le bas , dans la cannelure ;
- Placer les joints circulaires dans la cannelure et les fixer au moyen de la patte en T ;
- Insérer le poinçon dans le creux du téton ;
- Enfoncer le téton à travers le trou de la plaque ;
- Retirer le poinçon , le téton est maintenant en place ;
- Répéter l'opération pour tous les tétons , afin d'encastrer le joint .

4) Détection des défauts :

- Fuite de liquide entre la plaque terminale et le bâti fixe ou le plateau de serrage ;
- Fuite entre le bati et la bride de tubulure ;
- Fuite entre deux plaques , à l'extérieur de l'échangeur ;
- Mélange des fluides ;
- Problèmes de pertes de charge ;
- Problème de transfert de chaleur ;

D. Evaporateurs refroidisseurs d'air à convection forcée :

- **Vérifier l'état de la batterie** : Nettoyage et redressage des ailettes si besoin est ; rechercher s'il y a des fuites d'ammoniac .
- **Vérifier l'état des ventilateurs** : Isolement des bobinages ; résistance électrique de ces bobinages ; mesure de l'intensité absorbée par les moteurs des ventilateurs ; mesure de la tension électrique aux bornes de ces moteurs ; nettoyage des pâles de l'hélice des ventilateurs ; vérification du sens de rotation de l'hélice .
- **Vérifier le bac de condensats** : bouchage éventuel du circuit d'évacuation des condensats ; démontage et nettoyage du bac .
- **Vérifier le cycle de dégivrage** : fréquence et durée du dégivrage ; vérification s'il y a trop de givre sur l'évaporateur .
- **Vérification des résistances de dégivrage** : Isolement électrique ; résistance électrique de ces résistances ; intensité absorbée ; tension d'alimentation ;

Contrôle continu :

1) *Pour les pannes suivantes , proposer les remèdes adéquats :*

Pannes	Remèdes
<i>Cartouche ou filtre déshydrateur bouché Manque de débit sur le condenseur Compresseur trop puissant (réglage capacité) Vanne à pression constante trop ouverte Filtre à huile bouché</i>	

2) *Pour les pannes suivantes , proposer les remèdes adéquats :*

Pannes	Remèdes
<i>Tension d'alimentation trop faible . Relais anti- courts cycles défectueux Moteur brûlé ; Bobinages du moteur coupés</i>	

- 3) *Donner la liste des précautions à prendre avant de démonter un compresseur frigorifique à piston .*
- 4) *Donner dans l'ordre la liste des pièces à démonter d'un compresseur frigorifique à piston .*
- 5) *Expliquer comment entretenir un évaporateur refroidisseur d'air .*
- 6) *Expliquer comment entretenir un échangeur à plaques .*

Module : Entretien et Dépannage d'une Installation Frigorifique Industrielle

GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES

TP 1 : les principaux contrôles

- ❖ **Objectif(s) visé(s) :**
 - Effectuer les principaux contrôles portant sur l'ensemble du circuit frigorifique .
- ❖ **Durée du TP : 02 heures**
- ❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**
 - a) **Équipement :**
Manomètre haute pression et thermomètre
 - b) **Matière d'œuvre :**
Rien à signaler .
- ❖ **Description du TP :**
 - Ce TP consiste à contrôler les principales parties de l'installation frigorifique .
- ❖ **Déroulement du TP :**
 - Le contrôle des voyants : Niveau d'huile dans les compresseurs ; retour d'huile vers les compresseurs ; contrôle de l'état du fluide frigorigène dans la ligne liquide ; Contrôle de l'absence d'humidité dans le circuit de fluide frigorigène ;
 - Contrôle de la Température de départ de l'eau glycolée ;
 - Contrôle de la Température du bac à eau glacée ;
 - Contrôle des Températures des chambres froides ;
 - Contrôle des Températures des différents postes de froid .
 - Contrôle de la présence de fuites éventuelles de fluide frigorigène .

TP 2: Contrôle des tuyauteries :

❖ **Objectif visé :**

- Effectuer les opérations de contrôle des tuyauteries .

❖ **Durée du TP:**

02 heures

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Les tuyauteries d'une installation frigorifique industrielle ;
- Clés plates et clés en tubes ;
- Lampe haloïde ;
- Détecteur électronique de fuites ;
-

b) Matière d'œuvre :

- Bulles de savon ;
- Mèches de soufre (Cas de NH₃) ;
- Le révélateur de fuites (Il s'agit d'un colorant rouge qui peut être prémélangé à l'huile de lubrification) .

❖ **Description du TP :**

Il s'agit d'un TP qui consiste à contrôler les tuyauteries frigorifiques et à rechercher la présence éventuelle de fuites de fluides frigorigènes .

❖ **Déroulement du TP**

- Repérage d'éventuelles traces de condensation en surface ou de corrosion ;
- Contrôle et resserrage si nécessaire des suspentes et des supportages ;
- Vérification du calorifugeage ;
- Contrôle de la bonne lisibilité de l'identification des différents circuits ;
- Contrôle de l'absence de fuites de fluide frigorigène : Au niveau de soudures , raccords etc...

TP3: Contrôle des moteurs :

❖ **Objectif visé :**

- Effectuer les opérations de contrôle des moteurs .

❖ **Durée du TP:**

02 heures

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Les moteurs électriques d'une installation frigorifique industrielle ;
- Clés plates et clés en tubes ;
- Tournevis ;
- Clé dynamométrique ;
- Des comparateurs pour vérifier l'alignement des manchons d'accouplement ;
- Un ohmmètre ;

b) Matière d'œuvre :

- Une ficelle ou une règle métallique ;
- Un solvant diélectrique ;

❖ **Description du TP :**

Ce TP consiste à contrôler l'état des moteurs électriques utilisés dans une installation frigorifique ; à les nettoyer ; et à mesurer leurs paramètres de fonctionnement .

❖ **Déroulement du TP**

- Vérifier l'isolement électrique des moteurs ;
- Vérifier les connexions (serrage , oxydation ,etc...) ;
- Nettoyer les plaques à bornes ;
- Vérification de la fixation des moteurs au sol ;
- Vérifier la libre rotation des moteurs ;
- Vérifier qu'il n'y a pas de problème de lubrification des paliers ou de graissage de roulement ;
- Mesurer les caractéristiques électriques des moteurs en marche ;
- Dépoussiérer le ventilateur en bout d'arbre ;
- Contrôle de leur bon refroidissement ;
- Nettoyage courant entre autre des ailettes ;
- Contrôle des accouplements élastiques , poulies (alignement) , courroies (état d'usure , tension) , coupleurs .

TP 4 : Contrôle des pompes

❖ **Objectif visé :**

- Effectuer les opérations de contrôle des pompes centrifuges .

❖ **Durée du TP :**

2 heures

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Les pompes centrifuges ;
- Clés plates et clés en tubes ;
- Une brosse pour le nettoyage des pompes .

b) Matière d'œuvre :

- Rien à signaler .

❖ **Description du TP :**

Ce TP consiste à contrôler les pompes à liquide frigorigène , à eau , à eau glacée , et à eau glycolée ; utilisées dans les installations frigorifiques industrielles .

❖ **Déroulement du TP :**

- Contrôle de l'absence de surchauffe ;
- Lecture des pressions des pompes NH3
- Vérification du sens de rotation ;
- Contrôler le niveau d'huile ;
- Faire l'appoint éventuel en huile ;
- Nettoyage des ailettes .

TP 5 : Contrôle des installations électriques

❖ **Objectif visé :**

- Effectuer les principaux contrôles et vérification de l'installation électrique .

❖ **Durée du TP:**

2 heures

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Les armoires électriques de l'installation frigorifique ;
- Les appareils de régulation et de sécurité : Pressostats , thermostats , etc
- Outillage d'électricien ;
- Instruments de mesure : ampèremètre , voltmètre , ohmmètre ;

b) Matière d'œuvre :

- un solvant diélectrique .

❖ **Description du TP :**

Ce TP consiste à contrôler l'état de l'installation électrique , à la nettoyer et à détecter toute anomalie de fonctionnement .

❖ **Déroulement du TP**

- ❑ Contrôle des différentes protections : contre les surintensités , les mises à la masse , protection des moteurs ;
- ❑ Contrôle des intensités par phase et des tensions entre phases ;
- ❑ Vérification des lampes-témoins , diodes et autres dispositifs de signalisation ;
- ❑ Essais du réseau d'alarme ;
- ❑ Recherche des échauffements dans les armoires électriques ;
- ❑ Localisation de bruits anormaux éventuels ;
- ❑ Essais des différents contacteurs ;
- ❑ Vérifier la présence des schémas électriques ;
- ❑ Vérifier tous les contacts de puissance (Alimentation coupée !) , nettoyer avec un solvant diélectrique , changer si nécessaire .

TP 6 : Maintenance de l'installation frigorifique

❖ **Objectif visé :**

- Effectuer les opérations de maintenance de l'installation frigorifique .

❖ **Durée du TP:**

- 06 heures .

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Une installation frigorifique industrielle ;
- Un voltmètre et un ampèremètre ;
- Une clef dynamométrique ;
- Clés plates et clés en tubes ;
- Tournevis ;
- Des comparateurs pour vérifier l'alignement des manchons d'accouplement ;
- Un ohmmètre ;
- Une Lampe haloïde (si c'est une installation à fluide chlorofluoré) ;
- Un Détecteur électronique adapté (si c'est une installation à fluide fluoré)
- Thermomètre avec sondes de température
- Brosse pour le nettoyage du consenseur ;
- Matériel pour analyser l'eau d'alimentation des condenseurs ;
- Multimètre pour contrôler les caractéristiques électriques ;
- Un bidon de 20 litres d'eau avec un flexible pour la purge des gaz incondensables (Cas de NH₃) ;
- Outillage d'électricien ;
- Instruments de mesure : ampèremètre , voltmètre , ohmmètre ;

b) Matière d'œuvre :

- produits algicides ;
- de l'air comprimé pour nettoyage des ailettes du condenseur à air .
- Mèches de soufre (si c'est une installation à ammoniac) ;
- Chiffons et brosse pour le nettoyage .
- Feuille de papier ;
- Bulles de savon ;
- Le révélateur de fuites (Il s'agit d'un colorant rouge qui peut être prémélangé à l'huile de lubrification) .
- Une ficelle ou une règle métallique ;
- Un solvant diélectrique ;

❖ **Description du TP :**

Ce TP consiste à procéder à la maintenance d'une installation frigorifique .

❖ **Déroulement du TP**

- ❑ *Contrôle des compresseurs ;*
- ❑ *Contrôle des condenseurs ;*
- ❑ *Contrôle des évaporateurs ;*
- ❑ *Contrôle des tuyauteries ;*
- ❑ *Contrôle des moteurs électriques ;*
- ❑ *Contrôle des pompes à liquide frigorigène , à eau , à eau glacée et à eau glycolée ;*
- ❑ *Graissage des paliers et des roulements des moteurs électriques ;*
- ❑ *Contrôle et vérification de l'installation électrique ;*
- ❑ *Remplir correctement le livret d'entretien .*

TP 7: Logigramme des pannes frigorifiques

❖ **Objectif visé :**

- Décrire et savoir utiliser le logigramme des pannes frigorifiques .

❖ **Durée du TP:**

02 heures

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Une installation frigorifique industrielle ;
- Un voltmètre et un ampèremètre ;
- Une clef dynamométrique ;
- Clés plates et clés en tubes ;
- Tournevis ;
- Des comparateurs pour vérifier l'alignement des manchons d'accouplement ;
- Un ohmmètre ;
- Une Lampe haloïde (si c'est une installation à fluide chlorofluoré) ;
- Un Détecteur électronique adapté (si c'est une installation à fluide fluoré)

- Thermomètre avec sondes de température
- Matériel pour analyser l'eau d'alimentation des condenseurs ;
- Multimètre pour contrôler les caractéristiques électriques ;
- Un bidon de 20 litres d'eau avec un flexible pour la purge des gaz incondensables (Cas de NH₃) ;
- Outillage d'électricien ;
- Instruments de mesure : ampèremètre , voltmètre , ohmmètre ;

b) Matière d'œuvre :

- Mèches de soufre (si c'est une installation à ammoniac) ;
- Feuille de papier ;
- Bulles de savon ;
- Le révélateur de fuites (Il s'agit d'un colorant rouge qui peut être prémélangé à l'huile de lubrification) .
- Une ficelle ou une règle métallique ;

❖ **Description du TP :**

Le formateur pourra créer une panne sur l'installation à l'insu des stagiaires (Voir les causes possibles du logigramme des pannes frigorifiques) et demander par la suite à ces derniers de déterminer les causes possibles en **utilisant le logigramme des pannes frigorifiques** .

❖ **Déroulement du TP**

1) L'installation frigorifique étant en fonctionnement ou à l'arrêt , Vérifier ou mesurer les **paramètres** suivants :

- Intensité absorbée
- Courts cycles de déclenchements
- Pression d'évaporation élevée
- Pression d'évaporation basse
- Pression de condensation élevée
- Pression de condensation basse
- Température carter d'huile

2) Relever le **symptôme** observé puis analyser :

Les symptômes qui peuvent être relevés suivant la panne frigorifique sont :

- Intensité absorbée- Elevée ;
- Intensité absorbée- Basse ;
- Pressostat HP qui coupe ;
- Pressostat BP qui coupe ;
- Pressostat différentiel huile qui coupe ;
- Protection thermique culasse qui déclenche ;
- Protection intérieure du bobinage qui déclenche ;
- Surchauffe élevée ;
- Surchauffe normale ;
- Surchauffe basse ;
- Température refoulement élevée ;
- Température refoulement normale ;
- Température carter d'huile- Trop basse – Givrée ;
- Température carter d'huile- Trop élevée ;

3) Utiliser le logigramme des pannes frigorifiques pour déterminer les causes possibles de la **panne** suivant le **paramètre de fonctionnement mesuré ou vérifié et suivant le symptôme observé**

4) Parmi les causes possibles de la panne frigorifique , vérifier celle qui est réelle .

TP 8 : Les pannes électriques

❖ Objectif visé :

- *Décrire tous les symptômes des pannes électriques*

❖ Durée du TP:

02 heures

❖ Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Équipement :

- Une installation frigorifique industrielle ;
- Les instruments de mesure nécessaires comme : les thermomètres , les manomètres , l'ampèremètre , le voltmètre , l'ohmmètre , etc...

b) Matière d'œuvre :

❖ Description du TP :

Le formateur pourra , dans le cadre d'un dépannage électrique, demander aux stagiaires d'élaborer une liste de tous les symptômes des pannes électriques et de trouver les causes de la panne .

❖ Déroulement du TP

a) Dresser un tableau comprenant les symptômes suivants :

- Défaut d'alimentation électrique
- Démarreur du moteur inopérant
- Contacts de l'un des appareils de sécurité ouverts
- Tension normale aux bornes du moteur , mais....
- Robinet solénoïde (pour protection minimum) fermé
- Organe de régulation ouvert .
- Blocage du compresseur ou du moteur
- La cascade électrique de démarrage ne s'effectue pas
- Fusibles de protection du circuit de contrôle sautés
- La bobine du démarreur ne colle pas

b) Observer les symptômes relevés et déterminer les causes de la panne électrique .

TP 9 : Diagnostic des pannes électriques

❖ **Objectif visé :**

- Etablir la liste de toutes les causes possibles des pannes électriques .

❖ **Durée du TP :**

02 heures

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Une installation frigorifique industrielle ;
- Equipement de mesures électriques : Ampèremètre , Voltmètre , Ohmmètre

b) Matière d'œuvre :

- Rien à signaler .

❖ **Description du TP :**

Pour chaque symptôme , les stagiaires doivent énumérer les causes possibles .

Après , ils doivent contrôler l'installation pour établir un diagnostic .

❖ **Déroulement du TP**

a) Enumérer les causes possibles d'une panne électrique : ex : Défaut d'alimentation électrique .

b) Effectuer les contrôles sur l'installation pour déterminer la vraie cause ;

c) Etablir un diagnostic .

TP 10 : Recherche des pannes

❖ **Objectif visé :**

- Rechercher méthodiquement les pannes de l'installation frigorifique .

❖ **Durée du TP :**

04 heures

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Une installation frigorifique industrielle ;
- Equipement de mesures électriques : Ampèremètre , Voltmètre , Ohmmètre ;
- Un thermomètre à sondes électroniques , un manifold , un jeu de 3 flexibles de fréon ;
- Une clef à cliquet ;

b) Matière d'œuvre :

- Une bouteille de fréon : R22 , R404A , ou R407C etc...

❖ **Description du TP :**

Le formateur réalise une panne frigorifique ou électrique et demande aux stagiaires de :

- Relever les symptômes ;
- Relever les mesures nécessaires ;
- Utiliser le logigramme des pannes frigorifiques ou le logigramme des pannes électriques ;
- Etablir un diagnostic .

❖ **Déroulement du TP**

a) Relever les symptômes

b) Relever les mesures nécessaires ;

c) Utiliser le logigramme des pannes frigorifiques ;

d) Utiliser le logigramme des pannes électriques ;

e) Déterminer les causes possibles de la panne ;

f) Effectuer des contrôles sur l'installation pour établir le diagnostic càd pour trouver la vraie cause de la panne .

TP 11 : Méthodes de dépannage

❖ **Objectif visé :**

- Décrire les méthodes d'intervention pour remédier aux pannes .

❖ **Durée du TP:**

02 heures

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Une installation frigorifique industrielle ;

b) Matière d'œuvre :

- Rien à signaler .

❖ **Description du TP :**

- Suivant la cause d'une panne frigorifique ou électrique , on procède à y remédier .

❖ **Déroulement du TP**

a) Supposant que la cause de la panne est bien déterminée ;

b) Déterminer le remède adéquat à cette panne ;

c) Enumérer , en les classant , les opérations pratiques à effectuer .

TP 17 : Les remèdes aux pannes

❖ **Objectif visé :**

- Remédier aux pannes détectées .

❖ **Durée du TP :**

04 heures .

❖ **Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :**

a) Équipement :

- Une installation frigorifique industrielle ;
- Clef dynamométrique ;
- Clefs plates , Clefs en tubes , Clefs à six pans creux ;
- Outillage d'électricien ;
- Outillage du frigoriste : Clef à cliquet ; manifold avec un jeu de flexibles ; clef à molette ;
- Bouteille d'azote sec muni d'un manodétendeur et d'un flexible ;
- Pompe à vide ;
- Équipement de mesure : multimètre , thermomètre , etc ...
- Lampe haloïde , eau savonneuse , ou mèches de soufre ou détecteur électronique de fuites .

b) Matière d'œuvre :

- Bouteilles de fréon ;
- Un bidon d'huile frigorifique ;

❖ **Description du TP :**

- Suivant la panne détectée , on intervient sur l'installation .

❖ **Déroulement du TP**

- Supposant que la panne est détectée ;
- Déterminer le remède adéquat à cette panne ;
- Enumérer , en les classant , les opérations pratiques à effectuer ;
- Intervenir , de façon adéquate , sur l'installation ;
- Evaluer votre intervention en contrôlant le bon fonctionnement de l'installation

Evaluation de fin de module

❖ Objectifs visés :

- Effectuer les opérations de maintenance de l'installation frigorifique .
- Rechercher méthodiquement les pannes de l'installation frigorifique .
- Remédier aux pannes détectées .

❖ Durée du TP:

10 heures

❖ Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Équipement :

- Une installation frigorifique industrielle ;
- Un voltmètre et un ampèremètre ;
- Une clef dynamométrique ;
- Tournevis ;
- Des comparateurs pour vérifier l'alignement des manchons
- Un ohmmètre ;
- Thermomètre avec sondes de température
- Brosse pour le nettoyage du condenseur ;
- Matériel pour analyser l'eau d'alimentation des condenseurs ;
- Multimètre pour contrôler les caractéristiques électriques ;
- Un bidon de 20 litres d'eau avec un flexible pour la purge des gaz incondensables (Cas de NH₃) ;
- Outillage d'électricien ;
- Instruments de mesure : ampèremètre , voltmètre , ohmmètre ;
- Clefs plates , Clefs en tubes , Clefs à six pans creux ;
- Outillage du frigoriste : Clef à cliquet ; manifold avec un jeu de flexibles ; clef à molette ;
- Bouteille d'azote sec muni d'un manodétendeur et d'un flexible ;
- Pompe à vide ;
- Equipement de mesure : thermomètre avec sondes , etc...
- Lampe haloïde , eau savonneuse , ou mèches de soufre ou détecteur électronique de fuites .

b) Matière d'œuvre :

- Produits algicides ;
- De l'air comprimé pour nettoyage des ailettes du condenseur à air ;
- Mèches de soufre (si c'est une installation à ammoniac) ;
- Chiffons et brosse pour le nettoyage ;
- Feuille de papier ;
- Bulles de savon ;
- Le révélateur de fuites (Il s'agit d'un colorant rouge qui peut être prémélangé à l'huile de lubrification) ;
- Une ficelle ou une règle métallique ;
- Un solvant diélectrique ;
- Bouteilles de fréon : R22 , R404A , ou R407C etc...
- Un bidon d'huile frigorifique ;

❖ **Description du TP :**

On procède à la maintenance d'une installation frigorifique .

Après , le formateur réalise une panne frigorifique ou électrique et demande aux stagiaires de :

- *Relever les symptômes ;*
- *Relever les mesures nécessaires ;*
- *Utiliser le logigramme des pannes frigorifiques ou le logigramme des pannes électriques ;*
- *Etablir un diagnostic .*

Suivant la panne détectée , on intervient sur l'installation .

❖ **Déroulement du TP**

- ❑ *Contrôle des compresseurs ;*
- ❑ *Contrôle des condenseurs ;*
- ❑ *Contrôle des évaporateurs ;*
- ❑ *Contrôle des tuyauteries ;*
- ❑ *Contrôle des moteurs électriques ;*
- ❑ *Contrôle des pompes à liquide frigorigène , à eau , à eau glacée et à eau glycolée ;*
- ❑ *Graissage des paliers et des roulements des moteurs électriques ;*
- ❑ *Contrôle et vérification de l'installation électrique ;*
- ❑ *Remplir correctement le livret d'entretien .*
- ❑ *Relever les symptômes*
- ❑ *Relever les mesures nécessaires ;*
- ❑ *Utiliser le logigramme des pannes frigorifiques ;*
- ❑ *Utiliser le logigramme des pannes électriques ;*
- ❑ *Déterminer les causes possibles de la panne ;*
- ❑ *Effectuer des contrôles sur l'installation pour établir le diagnostic càd pour trouver la vraie cause de la panne .*
- ❑ *Supposant que la panne est détectée ;*
- ❑ *Déterminer le remède adéquat à cette panne ;*
- ❑ *Enumérer , en les classant , les opérations pratiques à effectuer ;*
- ❑ *Intervenir , de façon adéquate , sur l'installation ;*
- ❑ *Evaluer votre intervention en contrôlant le bon fonctionnement de l'installation*

Liste des références bibliographiques.

Ouvrage	Auteur	Edition
<i>Installations frigorifiques Tome 2</i>	<i>J.P.Rapin</i>	<i>Pyc-Edition</i>
<i>Le Polhman : Manuel Pratique du Froid</i>		<i>Pyc-Edition</i>
http://froid.webhostme.com/manchette/pratique.asp	<i>Philippe CRETAL</i>	<i>Il s'agit d'un site Internet « La page du frigoriste</i>
http://www.hrs.tm.fr/fr/index.asp		<i>Il s'agit d'un site Internet</i>
http://www.copeland-corp.com/		<i>Il s'agit d'un site Internet</i>
http://www.friga-bohn.com/		<i>Il s'agit d'un site Internet</i>
http://www.lefroidindustriel.fr.st/		<i>Il s'agit d'un site Internet</i>
Eddaoudijanah.ifrance.com	<i>Eddaoudi JANAH</i>	<i>Il s'agit d'un site Internet</i>