

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

**Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
Direction Recherche et Ingénierie de Formation**

VERSION EXPERIMENTALE

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N° 21 : MISE AU POINT DES CENTRALES
FRIGORIFIQUES.**

SECTEUR : FROID COMMERCIAL ET CLIMATISATION

**SPECIALITE : TECHNICIEN EN FROID COMMERCIAL
ET CLIMATISATION.**

JUIN 2003

Remerciements

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

Pour la supervision :

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

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

Pour l'élaboration

MR : Abdelilah MALLAK : Formateur a l' ISGTF

Pour la validation :

- **MR : Abdelilah MALLAK : Formateur à l'ISGTF**
- **MR: Mohamed BARZI : Formateur à l' STA1 Marrakech**
- **MR :Mustapha BRAHIMI : Formateur à l' ISTA H. Ennahda Rabat**
- **MR : Samir BELAID : Formateur à l'ISTA Kénitra**
- **MR. Lahcen TABATI : Formateur à l'ISTA Kénitra**
- **MR: Hassan BEZZAZ : Formateur à l' STA1 Marrakech**

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

**MR. SAID SLAOUI
DRIF**

Sommaire

	Page
<i>Présentation du module</i>	6
<i>Résumé de théorie</i>	7
<i>I- Identification d'une centrale frigorifique.</i>	8
<i>I.1 Définition.</i>	8
<i> I.2 Les constituants d'une centrale frigorifique.</i>	9
<i> I.3 Les accessoires de centrale frigorifique.</i>	13
<i> i.4 Sécurité – Contrôle – Régulation.</i>	
<i>II- Mise en service d'une centrale frigorifique.</i>	23
<i>II.1 Mise en pression et tirage au vide.</i>	24
<i>II.2 Charge de l'installation.</i>	24
<i>II.3 L'analyse d'huile.</i>	25
<i>III- Maintenance et entretien des centrales frigorifiques.</i>	27
<i> iii.1 Diagnostics.</i>	27
<i> iii.2 Relevé de fonctionnement.</i>	28
<i> iii.3 Rapport de visite de la maintenance.</i>	29
<i>Guide de travaux pratique</i>	30
<i>TP1 Etude des schémas de la centrale.</i>	31
<i> I.1. Effectuer l'inventaire des appareils frigorifiques et électriques.</i>	
<i> I.2. Tracer le schéma fluidique.</i>	
<i> I.3. Tracer le schéma électrique.</i>	
<i>TP2 Diagnostic de la centrale frigorifique.</i>	32
<i> ii.1 Mettre en service de la centrale.</i>	
<i> ii.2 Relever les caractéristiques de fonctionnement.</i>	
<i> li.3 Effectuer la mise au point de la centrale.</i>	
<i>Evaluation de fin de module</i>	33
<i>Liste bibliographique</i>	34

MO
DU
LE
:

Mise au point des centrales frigorifiques

Durée :120 H

40% : théorique

60% : pratique

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit :Réaliser la mise au point et l ' entretien d ' une centrale frigorifique, selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'EVALUATION

A l ' aide de l 'installation mise à disposition.

Selon l ' outillage et les appareils de mesure nécessaires.

Selon les schémas frigorifique et électrique.

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

. Mise en service adéquate de l'installation.

Explication juste du principe de fonctionnement de l'installation.

Identification juste des composants frigorifiques et électriques de l'installation.

Explication juste de la lubrification des compresseurs.

Explication correcte de la régulation de la puissance des compresseurs.

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

**PRECISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

*Etudier les schémas de l'installation
mise à disposition.*

Effectuer la mise en service.

Faire la diagnostique de l'installation.

*Localisation des anomalies de
dysfonctionnement.*

*E. Effectuer la mise au point de
l'installation .*

F. Entretien de la centrale frigorifique.

**CRITERES PARTICULIERS DE
PERFORMANCE**

*Exactitude de localisation des éléments de
l'installation.*

*Justesse d'explication principe de
fonctionnement de l'installation.*

*Vérification adéquate des circuits fluidiques et
électriques.*

Vérification adéquate de niveau d'huile.

*Vérification adéquate des appareils de sécurité
et de régulation.*

*Exactitude des relevés de dysfonctionnement.
Justesse d'analyse de dysfonctionnement.*

*Localisation adéquate des pannes frigorifiques
et électriques.*

Remède des pannes localisées.

Justesse de la recherche des fuites.

*Réalisation adéquate d'un complément de
charge.*

*Réglage correct des appareils de sécurité
et de régulation.*

Entretien de conduites (graissage... etc.)

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 étudier les schémas fluidiques et électriques de l'installation mise à disposition, (A) le stagiaire doit :

1. Reconnaître les composants de l'installation.
2. Utiliser les appareils de mesure et de contrôle.
3. Décrire le principe de fonctionnement de l'installation.
4. Lire et interpréter les schémas fluidiques et électriques.

Avant d'apprendre à effectuer la mise en service d'une centrale frigorifique et de faire le diagnostique de l'installation (B),et (C) .

5. vérifier le circuit frigorifique et électrique
6. vérifier les appareils de sécurité et de régulation
7. définir le régime de fonctionnement

Avant d'apprendre à localisation de dysfonctionnement des anomalies de dysfonctionnement (D).

8. Décrire les différentes pannes susceptibles de relever sur cette installation savoir relever les paramètres.
9. Savoir relevé les paramètres de dysfonctionnement d'une installation.
10. Diagnostiquer le fonctionnement d'une installation.

Avant d'apprendre la mise au point d'une centrale frigorifique (E)et d'apprendre à entretenir la centrale frigorifique (F).

11. Définir les paramètres de fonctionnement.
12. Détecter les fuites.
13. Régler les appareils de sécurité et de régulation frigorifique et électrique.
14. Effectuer la charge en fluide frigorifique.
15. Décrire la thermostat à zone neutre et le pressostat à zone neutre.
16. Etudier les différentes méthodes de régulation de puissance des compresseurs.
17. Décrire la lubrification des compresseurs.

Présentation du Module

Le présent module, constitue le 21ème module de la formation de « Technicien en froid commercial et climatisation. » Ce module vient à la suite du module N° 20. « Conduite et mise au point des chambres froides »

Les compétences visées par ce module sont :

- * Étudier et réaliser les schémas de principe des centrales frigorifiques.*
- * Effectuer la mise en route des centrales frigorifiques.*
- * Effectuer la mise au point des centrales frigorifiques.*

La durée du module du est de 120 heures, dont la partie théorique constitue 48 heures, et la partie pratique 72 heures. La durée des évaluations est prise en considération.

**Module N°-21 : Mise au point des centrales frigorifiques.
RESUME THEORIQUE**

Le contenu du résumé théorique doit couvrir l'ensemble des objectifs visés par la compétence relative au module en question en développant :

1. Identification d'une centrale frigorifique.

1.1 Définition.

Une centrale de production de froid est un montage regroupant sur un châssis unique plusieurs moto-compresseurs reliée à un même collecteur d'aspiration et un même collecteur de refoulement. Des tuyauteries et accessoires particuliers sont prévus pour maintenir une pression égale dans tous les carters et un niveau d'huile constant.

D'autres composants sont souvent montés sur ce même châssis comme un Réservoir de liquide et ses accessoires, un séparateur d'huile, un et divers organes de sécurité, contrôle et régulation.

Pourquoi une centrale ?

une centrale de production de froid remplace un compresseur unique de puissance adaptée à la totalité de la demande d'une installation multiposte Avec de très nombreux avantages.

*A * Elle est construite avec du moto-compresseurs de grande diffusion donc de coût raisonnable et de maintenance assurée.*

B La multiplicité des compresseurs permet d'ajuster en permanence avec une automaticité adaptée à la puissance fournie et à la puissance variable demandée par l'installation..*

C La variation de puissance étant obtenue par l'arrêt d'un un ou plusieurs compresseurs, la consommation d'énergie est limitée au juste besoin ce qui ne serait pas le cas un compresseur unique à variation de puissance.*

D La fiabilité de l'ensemble est assurée puisqu'un incident sur un compresseur n'arrête pas la production de froid, son remplacement peut être assuré dans un temps très court.*

E Possibilité de prévoir au montage un surplus de puissance pour la sûreté ou l'augmentation ultérieure de la puissance installée.*

1.2. Les constituants d'une centrale frigorifique.

1.2.a. Les moto-compresseurs.

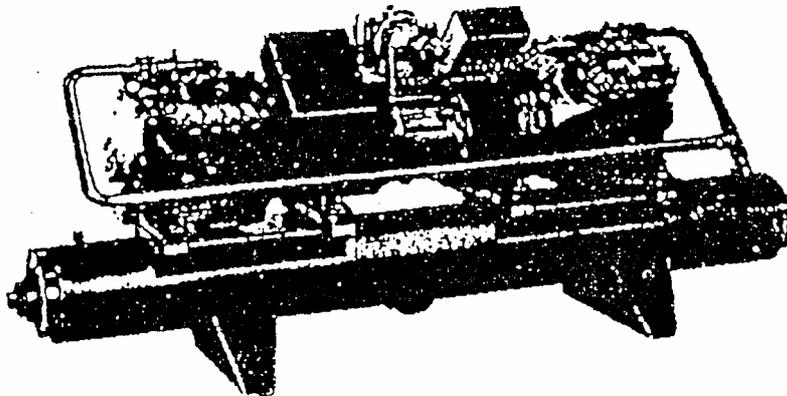
Les moto-compresseurs utilisés pour le montage d'une centrale peuvent être de trois types :

Ouvert entraînement par courroie ou accouplement direct. Ces compresseurs sont utilisés à l'exception de centrales à basse température de petite puissance. Tous les compresseurs doivent être de puissances identiques et tournent à la même vitesse. En principe les compresseurs utilisés sont de même type cylindres en ligne ou cylindres en V (4-6-8) cylindres.

Hermétique accessible (Même principe que les compresseurs ouverts) Les groupes ouverts et H.A. sont généralement montés rigides sur le châssis commun. A signaler que certains compresseurs H.A. sont livrés par les constructeurs accouplés par deux en parallèle. C'est le montage dit « DUO » ou

« TANDEM » Le montage est assuré par une lanterne d'accouplement entre les deux compresseurs avec une seule vanne d'aspiration. Cette lanterne assure l'équilibre des pressions de carter et le niveau d'huile identique dans les deux carters.

COMPRESSEURS TANDEM



COMPRESSEURS TANDEM.

Hermétique sous carter tôle d'acier. Les groupes hermétiques doivent conserver une fixation souple individuelle ou collective selon les fournisseurs.

Les techniques de montage changent d'un constructeur à l'autre. Seuls deux constructeurs en France fabriquent des moto-compresseurs hermétiques pouvant être accouplés en parallèle – MANEUROP et HERMETIQUE.

Le premier constructeur prévoit un seul orifice pour l'égalisation des pressions de carter et des niveaux d'huile ainsi que l'obligation de monter les compresseurs sur leur suspension d'origine. Cette dernière obligation entraîne la nécessité d'assurer les liaisons aux collecteurs avec des éliminateurs de vibration.

Le deuxième constructeur prévoit deux orifices séparés pour l'égalisation d'huile et l'égalisation des pressions de carter.

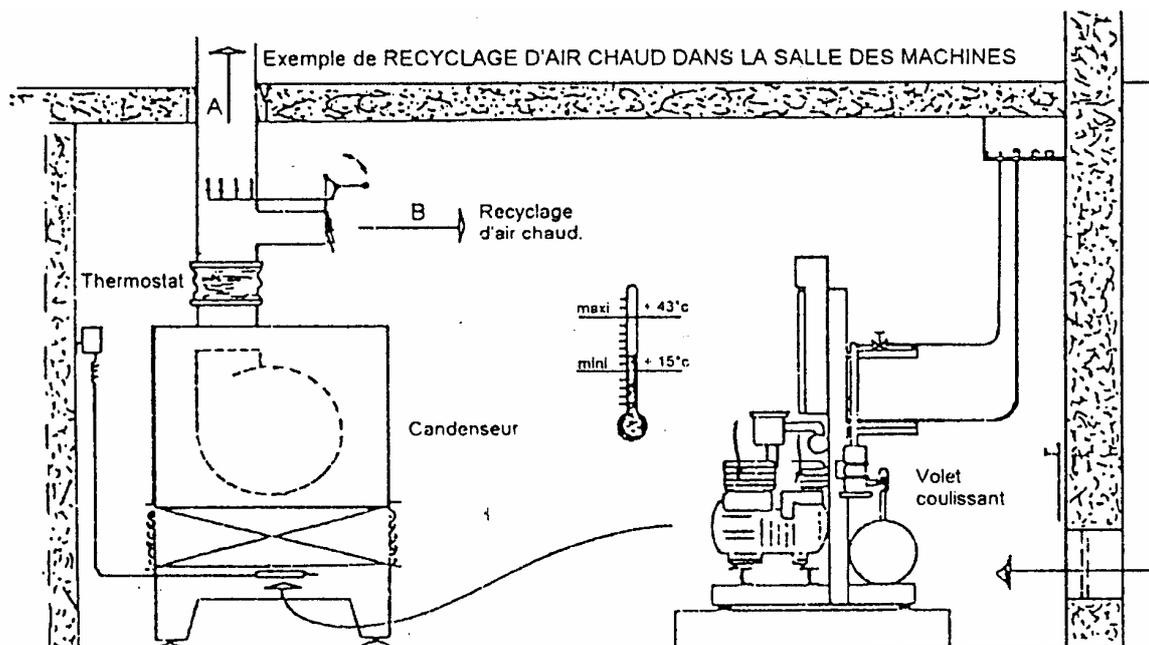
Les compresseurs sont montés en rigide – sur colonnettes – sur un châssis primaire lequel est monté sur un deuxième support avec inter-position d'amortisseurs. Sur un même châssis on doit monter que des compresseurs de même puissances. On peut envisager, mais l'expérience reste à faire, démonter des compresseurs de puissances différentes mais de même type. Ex : série TAHF ou TAGP.

1.2.b Les condenseurs.

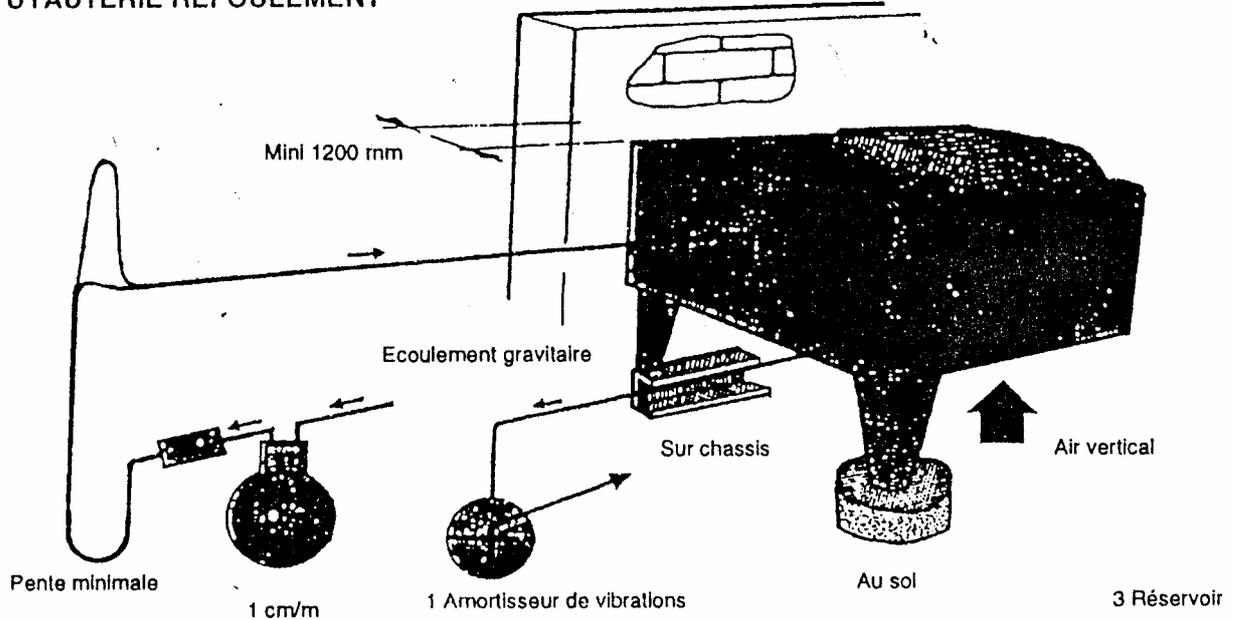
La puissance de la centrale étant variable, la régulation de la pression de condensation dans le condenseur doit pouvoir maintenir une HP, dans des limites acceptables quelque soit les conditions extérieures.

La température de condensation : maximum $+50^{\circ}\text{C}$ (norme NF E 35 4) limite de vérification du tarage des soupapes de sécurité.

Il est vivement conseillé de maintenir en hiver la salle des machines à une température supérieure à $+15^{\circ}\text{C}$ et de la ventiler au maximum en été.

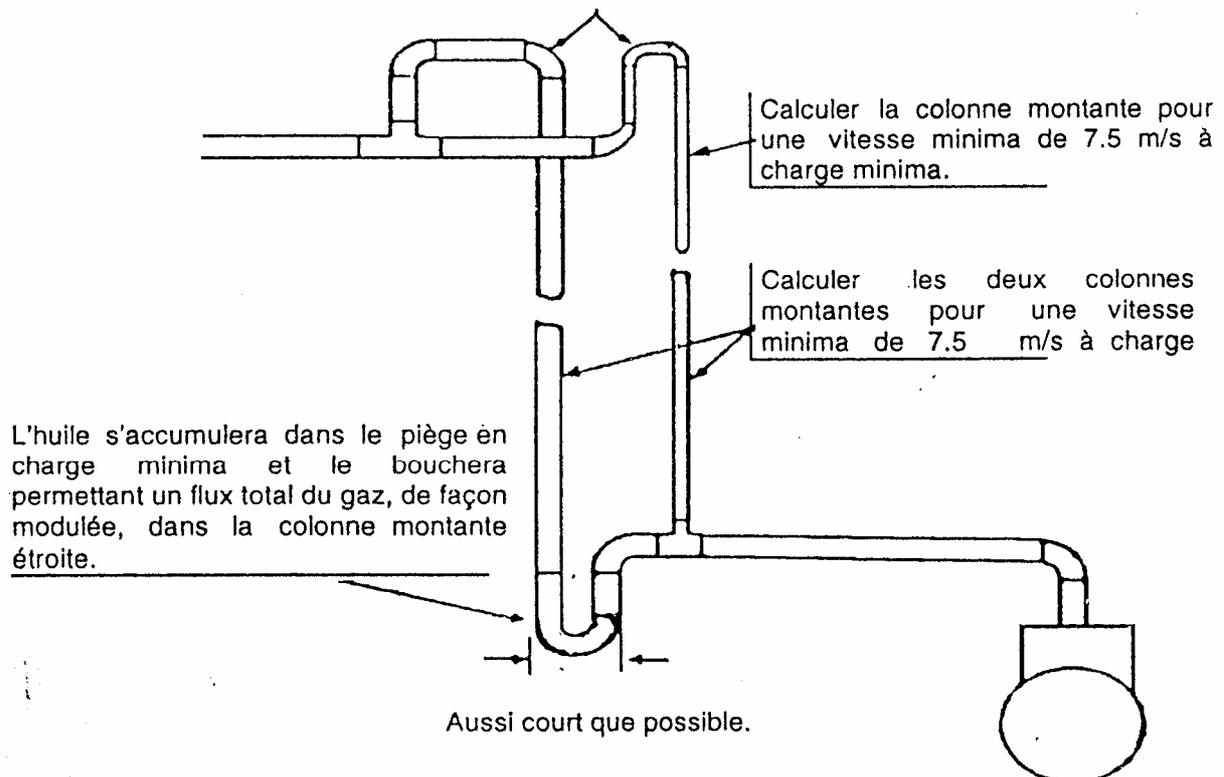


TUYAUTERIE REFOULEMENT



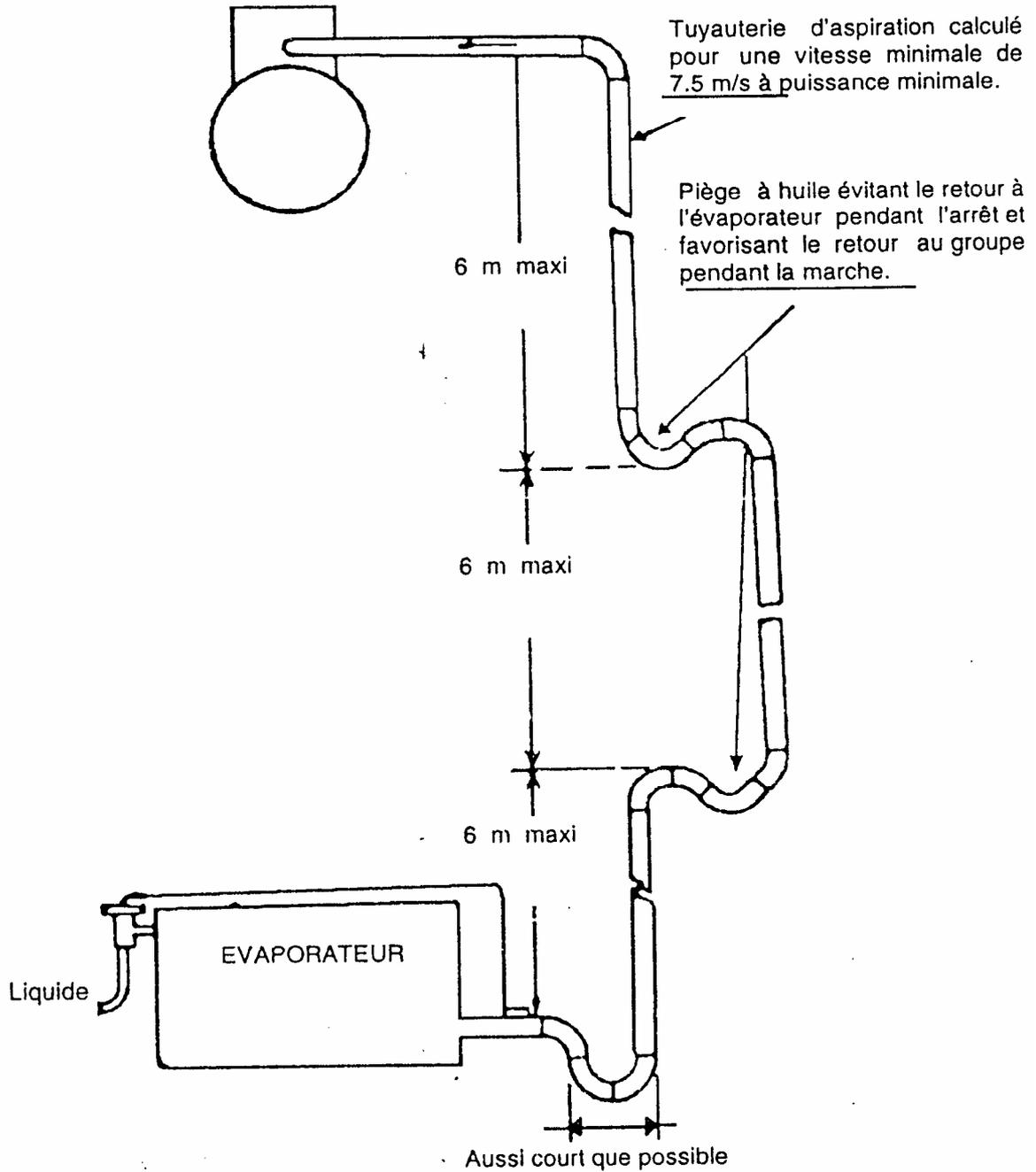
DOUBLE COLONNE MONTANTE DE REFOULEMENT DANS LE CAS OU LA VITESSE DES GAZ DANS UNE SEULE TUYAUTERIE TOMBERAIT EN DESSOUS 7.5m/s A CHARGE MINIMA.

Contre-syphon



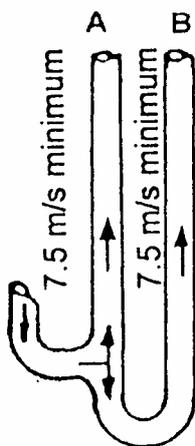
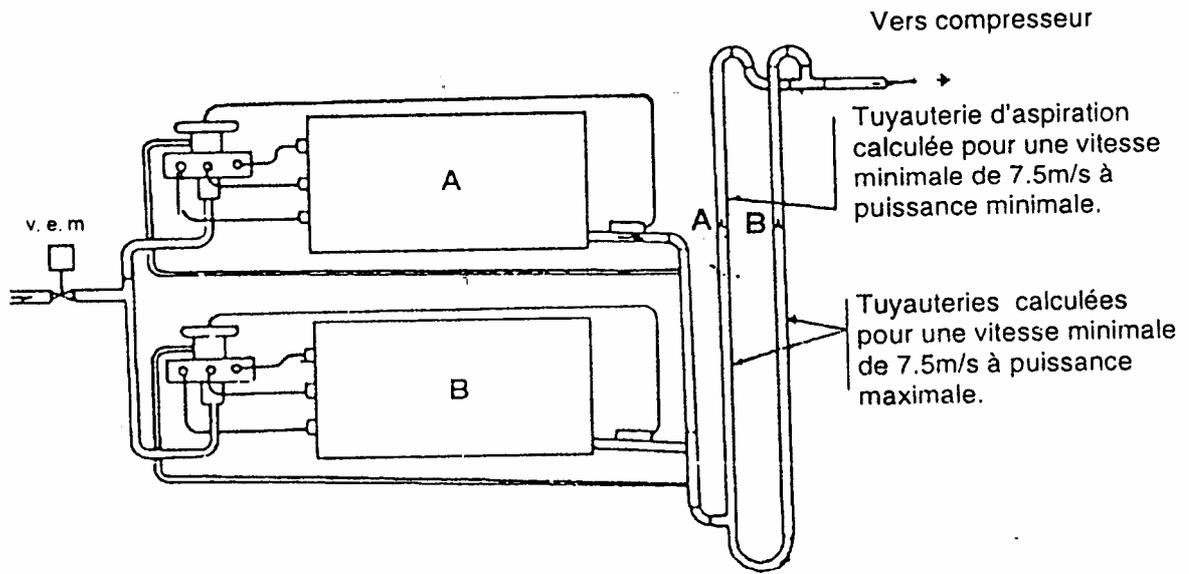
1.2.c. Evaporateur.

TUYAUTERIE D'ASPIRATION DANS LE CAS
OU LE GROUPE EST PLACE A PLUS DE 6
METRES AU DESSUS DE L'EVAPORATEUR.

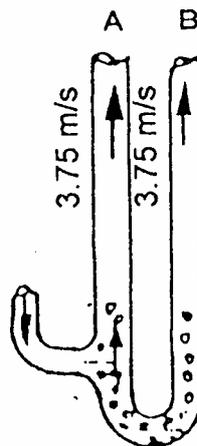


DOUBLE COLONNE MONTANTE D'ASPIRATION POUR SYSTEMES A VARIATION DE PUISSANCE

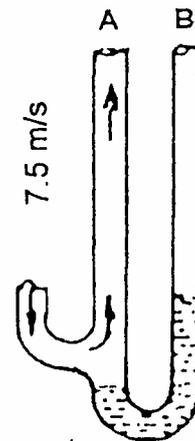
Variation obtenue par variation de
capacité du compresseur.



Pleine charge



Période intermédiaire

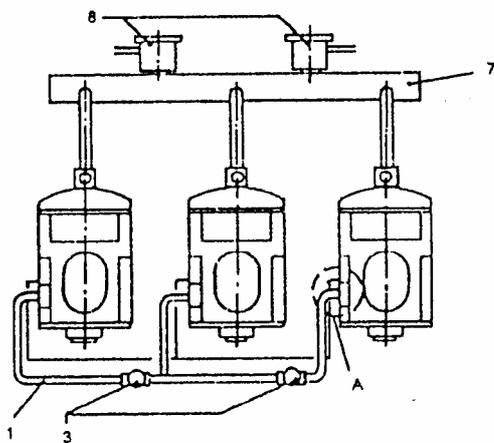
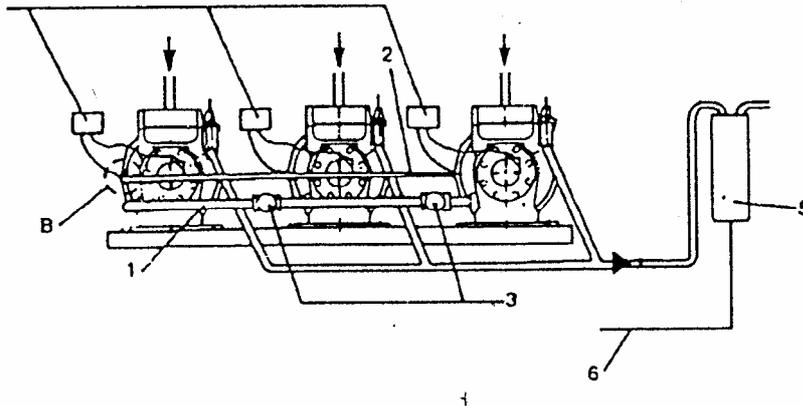


Charge réduite

1.3. Les accessoires de centrale frigorifique

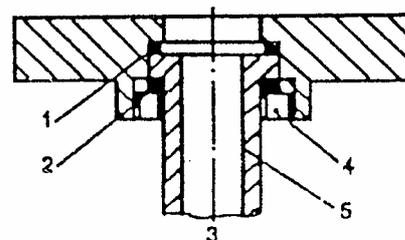
1.3.a. Egalisation de pression des carters.

Conduites d'équilibre huile/pression



1. Conduite d'égalisation combinée
2. Conduite d'égalisation pression
3. Voyant
4. Pressostat d'huile
5. Séparateur d'huile
6. Retour d'huile vers collecteur aspiration
7. Collecteur aspiration
8. Corps de filtre

Détail A : Raccordement de la conduite d'égalisation huile/gaz sur le compresseur



- 1 joint torique
- 2 joint
- 3 Diamètre de tube 18 x 1 mm
- 4 Bague filée
- 5 Raccord à brasser

Les carters de tous les compresseurs doivent être à la même pression qu'ils soient en marche ou à l'arrêt. Cette égalisation est obtenue en reliant tous les compresseurs par une même tuyauterie. Selon les constructeurs, on distingue deux types de réalisation pratique de l'égalisation de pression de carter :

- Une première méthode est

Une première méthode est celle utilisée par l'U.H. Les cloches des compresseurs série TAHP sont équipées d'un raccord qui permet le montage d'une tuyauterie reliée à un collecteur. Le collecteur en cuivre ou en acier doit être de forte section, d'autant plus importante que le nombre de compresseurs en parallèle soit élevé. On peut l'estimer à 3 cm de section par compresseur. Le collecteur d'égalisation est à niveau égal ou supérieur à la prise sur le compresseur. Ne pas disposer de vannes sur le circuit d'égalisation.

Une deuxième méthode consiste à utiliser un orifice situé à cheval sur le plan d'huile du carter. Sur les compresseurs C.C. et H.A. de COMEFCOPELAND cet orifice est le voyant de niveau d'huile, sur les compresseurs MANEUROP cette prise est spécifique. Sur ces compresseurs ne jamais utiliser l'orifice prévu pour le voyant pour faire l'égalisation..

Lorsque l'on utilise cet orifice (C.C.-H.A. et MANEUROP) pour l'équilibrage des pressions de carter celui-ci sert également pour l'égalisation des niveaux d'huile. Le collecteur doit être de grosse section, parfaitement horizontal, son axe horizontal au niveau médian du voyant d'huile. Il faut, dans le cas des C.C et H.A. disposer un ou plusieurs voyants sur ce collecteur pour contrôler le niveau d'huile. Si l'on place des vannes de barrage sur les piquages entre collecteur et compresseur ces vannes doivent être à passage intégral donc avec une perte de charge négligeable.

1.3.b Maintien des niveaux d'huile.

* Sur les compresseurs U.H. les niveaux d'huile sont maintenus à la même hauteur dans tous les compresseurs par une tuyauterie piquée sur les carters en dessous du niveau mini d'huile. Cette tuyauterie de faible section (1 /2) transforme tous les carters en vases communications.

* Sur les compresseurs C.C. –H.A. et MANEUROP si l'égalisation des pressions de carter est faite comme indiqué en 322 elle réalise l'égalisation des niveaux d'huile dans les compresseurs.

* Maintien du niveau d'huile dans les compresseurs C.C. et H.A. par un système à flotteur. Le fonctionnement de ce système est le suivant :

L'huile sortant du séparateur d'huile est dirigée vers un réservoir d'huile vertical équipé de voyants pour contrôler son contenu. Le réservoir est relié au collecteur d'aspiration par une tuyauterie de faible section (1 /2) équipée soit d'un clapet taré, soit d'une vanne de décharge. La fonction de cette liaison est de dégazer l'huile et de maintenir dans le réservoir une pression légèrement supérieure à celle dans le collecteur d'aspiration donc dans les carters. Cet écart est de l'ordre de 1 bar. Il doit être vérifié par un essai des flotteurs, la surpression de l'huile ne doit pas faire ouvrir le pointeau du flotteur quand le niveau correct est atteint dans le carter. Un mauvais réglage provoquerait un afflux d'huile dangereux dans le carter du compresseur.

Schéma de principe.

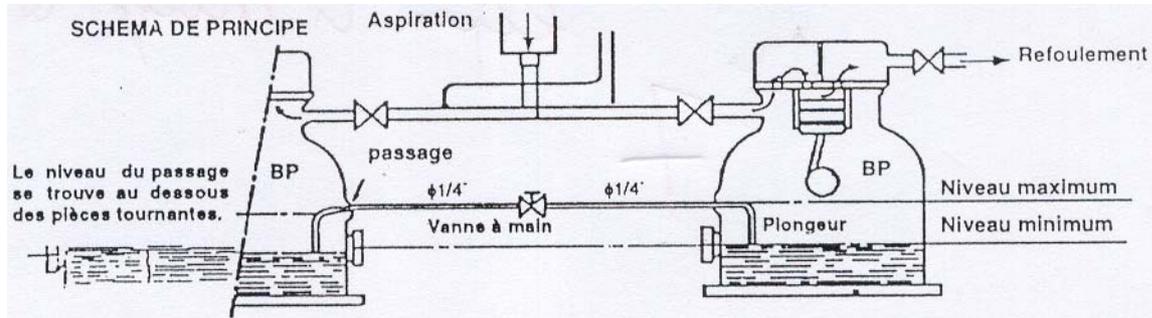
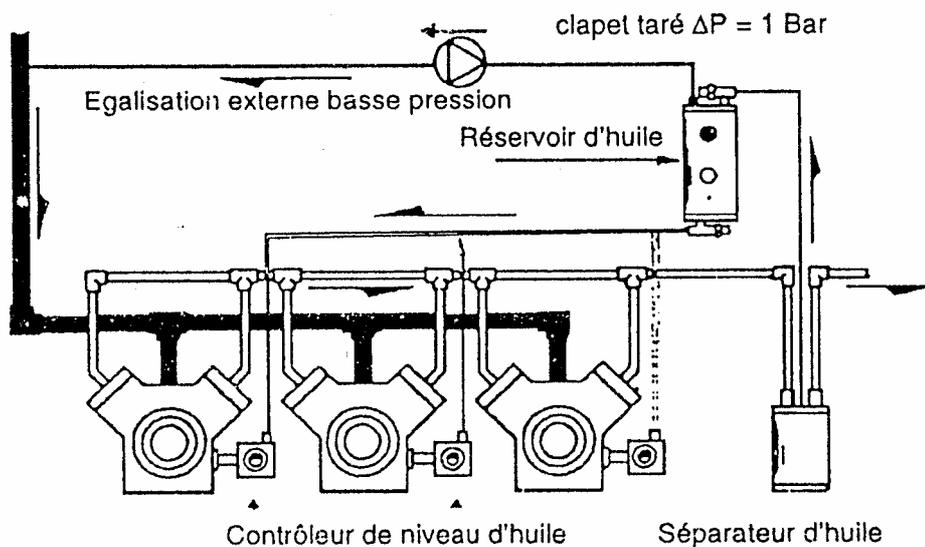


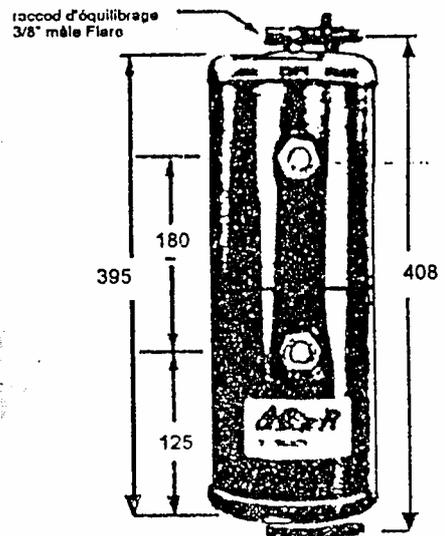
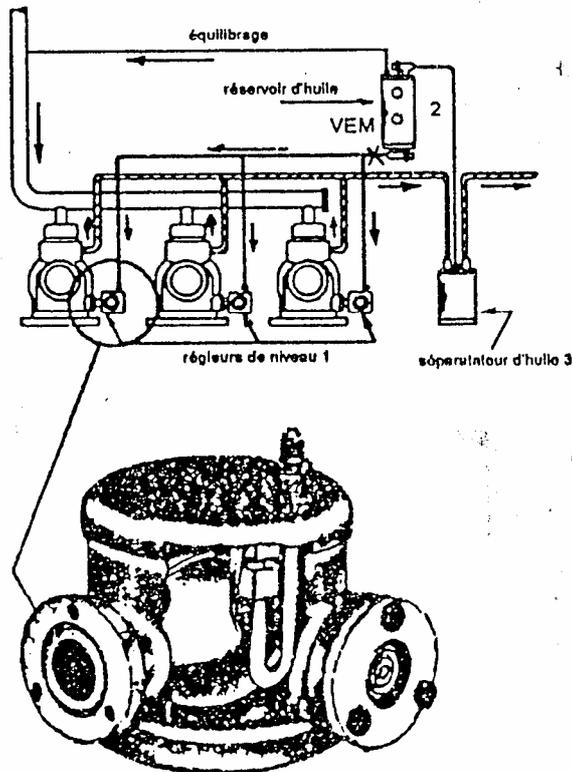
Schéma de principe



Un tel SYSTEME DE CONTROLE ET DE RETOUR D'HUILE a particulièrement été conçu pour les installations multiplex comportant plusieurs compresseurs avec collecteur de refoulement et d'aspiration commune. Chaque carter déclenche la propre alimentation en huile dont il a besoin in dépendamment des conditions de fonctionnement des autres compresseurs ou des variations de pressions dans les divers autres carters.

SYSTEME DE CONTROLE D'HUILE

REGLEUR DU NIVEAU D'HUILE



RESERVOIR FBC 02-0299



S 9104
3/8" Femelle x 3/8" Mâle Flare

FONCTIONNEMENT

Le système de contrôle de niveau d'huile AC & R utilise trois composants de base :

1 - régleur de niveau 2 - réservoir d'huile 3 - séparateur d'huile

Chaque compresseur est muni d'un régleur de niveau qui contrôle individuellement le niveau de l'huile dans le carter de chacun des compresseur. Le régleur de niveau est alimenté en huile par réservoir d'huile, lequel, à son tour, est alimenté par le séparateur d'huile.

Le régleur de niveau contrôle le niveau d'huile du compresseur avec flotteur et une valve à pointeau. L'huile, venue du réservoir, est admise dans le carter et fait monter le flotteur. Quand le niveau correct est atteint, le pointeau ferme l'ouverture d'admission. Le régleur de niveau se monte

Le voyant d'huile du compresseur est alors monté sur la bride disponible. Le montage du régleur doit se faire de telle manière que la visualisation du voyant soit facile. Un seul impératif : le raccord d'entrée d'huile 1/4" SAE mâle doit être à la partie supérieure.

Le SEPARATEUR D'HUILE « attrape » l'huile qui s'échappe du compresseur avec le réfrigérant gazeux refoulé, injecte cette huile dans un RESERVOIR qui à son tour la distribue en direction des CONTROLEURS DE NIVEAU qui en font la demande. Chaque CONTROLEUR DE NIVEAU, concerné.
Avec un tel SYSTEME, il n'est pas nécessaire que les divers compresseurs soient situés sur le même plan pour conserver un niveau d'huile rigoureusement identique.

1.3.c Les collecteurs.

1.3.c .1 Le collecteur d'aspiration.

Le collecteur d'aspiration doit avoir un diamètre suffisamment gros pour permettre une chute de vitesse importante des gaz et leur bonne répartition vers les compresseurs. Il doit pouvoir également jouer le rôle d'anti-coups de liquide. Comme ordre de grandeur on peut retenir que la section du collecteur (en cm²) doit être le double la section des vannes d'aspiration des compresseurs !

Il est bon que la tuyauterie d'aspiration qui arrive au collecteur soit de même section ou très proche pendant plusieurs mètres avant celui-ci et en légère pente vers la centrale.

1.3.c .2 Piquage sur collecteur.

Il existe deux écoles pour la fabrication des collecteurs d'aspiration qui donnent toutes les deux de bons résultats : Le piquage en dessous et le piquage au-dessus.

- Le piquage en dessous : Le collecteur est au-dessus des compresseurs. Les manchettes sont taillées en sifflet et sont percées à leur base à 2 mm au-dessus de la génératrice de 2 ou 3 trous de 2 mm de diamètre pour assurer le retour d'huile vers les compresseurs.

- Le piquage au-dessus : Le collecteur est au-dessus ou en dessous des compresseurs. Les manchettes de piquage sont taillées en sifflet et affleurent la génératrice basse du collecteur.

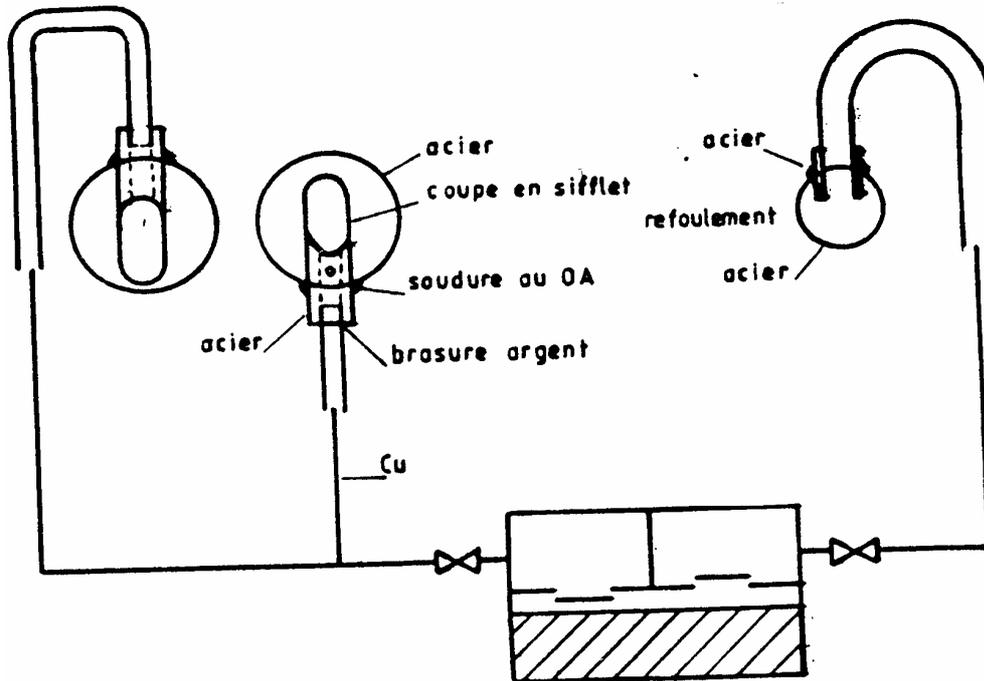
1.3c.3 Le collecteur de refoulement.

Il est toujours avec le piquage sur le dessus avec manchette non ou peu Pénétrable. Il est placé au-dessus ou en dessous des compresseurs.

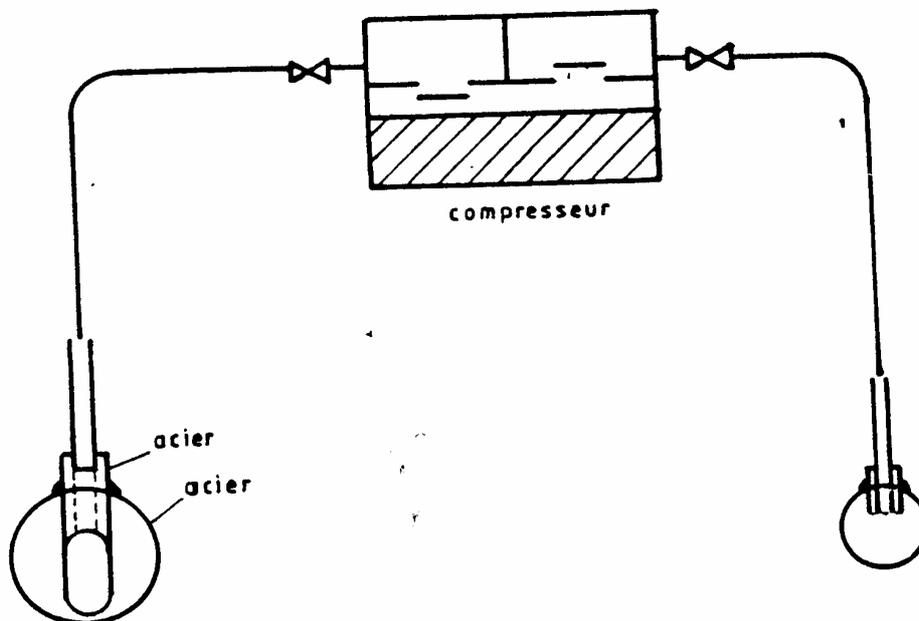
Il est nécessaire de monter sur chaque piquage un clapet de retenu qui interdit au fluide frigorigène HP d'aller se condenser dans les chambres de refoulement une fois la centrale est à arrêt (coup de liquide refoulement).

Montage des collecteurs

Position haute



Position basse



1.3. d Autres accessoires.

+ Le séparateur d'huile : Il est monté à l'extrémité de la centrale, raccordé au collecteur de refoulement. Son utilisation est obligatoire mais son montage peut être en dehors de la centrale. Il faut prévoir une vanne et un voyant à la sortie du déshuileur.

+ Le réservoir de liquide : Il peut être incorporé avec ces accessoires sous le châssis de la centrale ou constitué son châssis.

+ Le filtre à l'aspiration : La pose d'un ou plusieurs filtres à l'aspiration est une bonne précaution. Après plusieurs jours de fonctionnement changer les filtres à cartouches par des filtres à tamis afin de diminuer les pertes de charges.

+ Les amortisseurs de vibration : Les châssis des centrales C.C et H.A sont posés sur des amortisseurs calculés des caractéristiques de la centrale. S'il est possible de construire un socle anti-vibratile le châssis peut être scellé sur ce sol mais jamais dans d'autre cas.

1.4 Sécurité, contrôle et régulation.

1.4.a Sécurité.

Sur les centrales avec compresseur C.C. ou H.A. chaque compresseur doit être équipé d'un pressostat H.P. Prise de pression sur la culasse de refoulement, pas de vanne. Un autre pressostat P.H. sur le collecteur de refoulement. Sur les centrales avec compresseur hermétique même disposition lorsque cela est possible, sinon un pressostat H.P. sur le collecteur de refoulement. Chaque compresseur C.C. ou H.A. est équipé de son pressostat différentiel de pression d'huile.

Un pressostat B.P. est monté le collecteur d'aspiration.

1.4.b Sécurité des personnes.

La mise en place dans une salle des machines de la centrale et des accessoires de l'installation ainsi que des équipements électriques doit être faite en accord avec les normes :

- E 35.400 Installations frigorifiques. Règles de sécurité.

- C 1500 Installations électriques à basse tension.

Il est bien entendu que seul le frigoriste est responsable du respect de ces normes et qu'il appartient d'exiger du client que les locaux soient adaptés à l'utilisation prévue. Si possible prévoir un contrôle avant le début des travaux.

1.4.c Contrôle.

Un jeu de manomètres H.P, B.P. est monté sur la centrale, si possible avec amortisseur de pulsation. Lorsque les moyens le permettent prévoir un thermomètre en doigt de gant sur chaque collecteur à l'arrivée sur l'aspiration, au départ sur le refoulement. Des compteurs horaires et des voyants de marche et défaut pour chaque compresseur sur l'armoire électrique.

1.4.c Régulation.

Prévoir au niveau de l'armoire électrique un système de démarrage en cascade des compresseurs et un système anti-court cycle interdisant le démarrage d'un compresseur qui n'a pas au minimum 6 minutes d'arrêt. La commande de la mise en marche successive des compresseurs (système additif) ne peut se faire qu'en prenant comme référence la pression d'aspiration. Le calcul de la puissance de la centrale a donc été fait en prenant comme régime de fonctionnement la température (pression) d'évaporation du poste le plus froid. Pour des raisons d'économie cette pression doit être choisie le plus haut possible par aménagement ou la conception des postes. Si certains postes ne peuvent pas s'aligner sur la pression la plus basse, les équiper de la régulation nécessaire au maintien dans l'évaporateur de la pression requise.

Dans la technique la plus simple le démarrage des compresseurs est commandé par une série de pressostats B.P. réglés en enclenchement entre deux valeurs admissibles par exemple : entre - 14 et - 10. Ces réglages sont délicats car les pressostats actuels ne sont pas toujours conçus pour des réglages aussi fins.

Le réglage à priori doit être revu après quelques jours de fonctionnement avec présence obligatoire pendant de nombreuses heures d'un régleur expérimenté. Il n'est bien entendu pas possible, avec une centrale montée en système additif, de maintenir une pression d'aspiration constante. D'autres méthodes de régulation existent qui font appel à des méthodes et des appareils plus sophistiqués :

- * Pressostats à étages en step-controlleurs.
- * Pressostat à zone neutre avec système flottant.
- * Capteur de pression ou capteur de température.
- * Convertisseur analogique, relais à seuil ou programmable.

Toutes ces régulations ne peuvent pas faire l'objet d'un exposé concis dans le cadre de cette présentation.

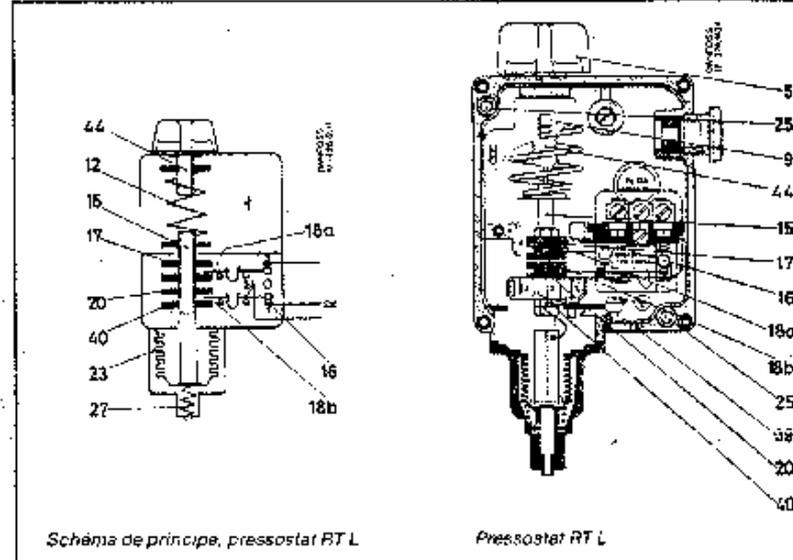
Catalogue

Pressostats avec zone neutre, type RT

Conception

Pressostat avec zone neutre, type RT L

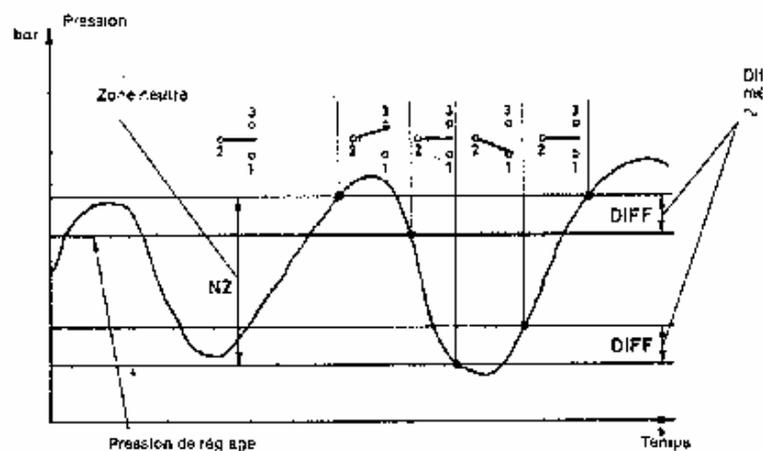
- 5. Bouton manuel
- 9. Echaule de plage
- 12. Ressort principal
- 15. Tige principale
- 16. Système de contact
- 17. Rouleau d'entraînement supérieur
- 18a, 18b. Bras de contact
- 20. Rouleau d'entraînement inférieur
- 23. Élément de bobine
- 25. Trou de montage
- 27. Tubulure de raccordement
- 39. Purge
- 40. Molette de réglage de zone neutre
- 44. Tige de réglage de pression



Fonctionnement

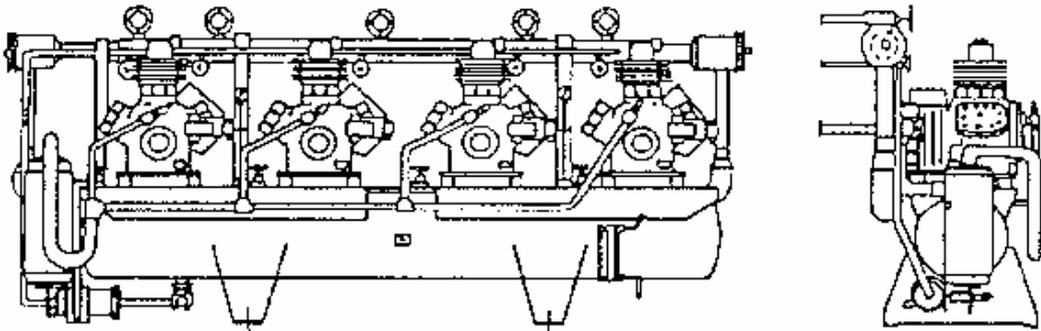
Les types RT L sont équipés du système de contact inverseur 17-4032 à zone neutre réglable. Ceci permet l'utilisation des appareils RT en régulation flottante. Les deux bras de contact (18a) et (18b) du système de contact à zone neutre sont manoeuvrés par les rouleaux d'entraînement (17) et (20) de la tige. Le rouleau d'entraînement

supérieur (17) est réglé de façon fixe, le rouleau d'entraînement inférieur (20) peut se déplacer vers le haut ou vers le bas grâce à la molette de réglage (40). Ainsi, la zone neutre peut être modifiée entre une valeur minimale pondant au différentiel mécanique de l' et une valeur maximale (dépendant du



II. Mise en service d'un centrale frigorifique.

CENTRALE FRIGORIFIQUE



II.1. Mise en pression et tirage au vide.

- a. Toutes les vannes étant fermées, contrôler la présence des tamis filtre Aspiration et les cartouches du déshydrateur.
- b. Brancher la bouteille d'azote sec sur la vanne de charge (repère 4 sur schéma de principe).
- c. Ouvrir toutes les vannes et porter la pression d'épreuve jusqu'à 12 bars.
- d. Effectuer des « chasses » afin d'éliminer toutes les impuretés du circuit (Par exemple : Desserrer les écrous aux détendeurs, chasser et desserrer.)
- e. Recherche méthodique des fuites.
- f. Laisser l'installation sous pression pendant 24 heures et vérifier son maintien (Le manomètre ne doit enregistrer aucune baisse de pression si la température n'a pas diminué)
- g. Décharger l'installation.
- h. Brancher la pompe à vide et un Vaccuomètre.
- i. Tirer au vide pendant au moins 15 heures et jusqu'à obtenir 6,5 mbar.
- j. Cette pression atteinte, introduire une charge d'azote sec jusqu'à la pression atmosphérique.
- k. Tirer au vide jusqu'à 6,5 mbar.
- l. Casser le vide avec de l'Azote déshydraté et tirer une dernière fois au vide. (Le circuit sera alors bien déshydraté).

II.2 Charge de l'installation.

- Vérifier le niveau d'huile. Au besoin, compléter jusqu'au 3/4 du voyant d'huile.
- Vérifier que les ventilateurs du condenseur tournent dans le bon sens et que le débit d'air est correct.
- Vérifier que toutes les VEM sont branchées et fonctionnent.
- Vérifier que toutes les vannes manuelles, régulateur HP et régulateurs de pression d'évaporation sont-ils complètement ouvertes.

CECI REALISE NOUS POUVONS PROCEDER A LA CHARGE DE L'INSTALLATION COMME SUITE :

- 1- La charge en liquide se fera à travers le déshydrateur de l'installation.
- 2- Fermer la vanne départ liquide (repère 3 sur le schéma de principe).
- 3- Brancher la bouteille de fluide frigorigène et tirer au vide les flexibles.
- 4- Pratiquer la charge en liquide de l'installation à l'arrêt. (L'installation étant Sous vide, le fluide se répandra dans la totalité du circuit)
- 5- Pour continuer à activer l'opération de charge, on fait démarrer l'un des compresseurs.
- 6- Laisser tourner quelques secondes pour voir si tout va bien.
- 7- Arrêter l'installation quelques instants et, si tout est normal, redémarrer. La charge se fait alors très rapidement.
- 8- Pour soulager le travail du moto-compresseur, on isole 2 à 3 circuits (environ 1 /3 de la puissance globale) par les vannes N° 5 et 6. Ces lignes seront progressivement réouvertes en fin d'opération de charge.

II.3. L'analyse d'huile.

II.3.a. Méthode d'intervention préventive.

Jusqu'à ce jour les systèmes de contrôle et d'alarme des installations frigorifiques ne prennent en compte que les défauts de température et pression qui ne permettent d'intervenir qu'en DEPANNAGE.

Avant que n'apparaissent des défauts significatifs d'une panne franche, l'analyse de l'huile d'un circuit frigorifique est un des moyens qui permet d'intervenir de manière PREVENTIVE.

Cette manière de procéder apporte les avantages suivants :

- réduction des coûts de dépannages (moto-compresseurs plus particulièrement).
- réduction des pertes d'exploitation consécutives à des arrêts prolongés des installations.

II.3 .b. Rôle de l'huile.

Dans une machine frigorifique l'huile assure plusieurs fonctions :

- Lubrifications des pièces mobiles- la qualité de la lubrification de la viscosité et de son onctuosité (résistance des filtres d'huile.)
- Etanchéité statique et dynamique, ou la viscosité joue en la matière un rôle fondamental.
- Refroidissement – elle contribue à l'évacuation de la chaleur hors des compresseurs, en particulier dans le cas des groupes hermétiques et semi-hermétiques.

Le problème de l'huile est plus complexe dans les machines frigorifiques que les fluides frigorigènes sont miscibles aux huiles et que l'huile se retrouve dans toutes les parties du circuit frigorifique.

II.3 .c. Les analyses d'huile.

Compte tenu de ce qui vient d'être évoqué, on devine tout l'intérêt des analyses d'huile comme moyen d'intervention à titre préventif.

- QU'ANALYSE – T – ON ?

- La viscosité.

Indispensable pour assurer une lubrification correcte, on détermine si sa valeur est dans une fourchette acceptable compte tenu :

- de la référence de l'huile.
- du type de moto-compresseur.

- L'acidité.

L'acidité de l'huile conduit à détruire les vernis des enroulements électriques des moto-compresseurs hermétiques et semi-hermétiques. La connaissance de cette valeur est indispensable.

- *La teneur en eau.*

La présence d'humidité dans l'huile risque de provoquer des dépôts de glace aux détendeurs ou dans le capillaire. De plus en présence de FLUORE (décomposition partielle des fluides halogénés) il aura action électrolytique qui conduit à une détérioration des parois des cylindres, des clapets et des pistons des compresseurs : Création d'acide fluorhydrique.

La présence d'humidité dans l'huile favorise également la formation d'une mousse abondante dans le carter.

« La valeur à ne pas dépasser est de l'ordre de 25 ppm »

- *La teneur en métaux.*

L'analyse de la teneur en métaux permettra de mettre en évidence l'état de la corrosion interne des circuits.

Il est détecté les éléments d' usure suivants :

** Le fer, le cuivre, le chrome, l'aluminium, le nickel, l'argent, le silicium et le calcium.*

II. 3.d. - Procédure de prélèvement.

Un prélèvement de 100 cm³ est effectué avec une pompe spéciale et l'échantillon d'huile est conditionné dans un flacon en polyéthylène.

Conjointement il est établi une feuille avec les informations suivantes :

- *Nom et adresse de la société.*
- *Nom et adresse du lieu de prélèvement.*
- *Code repère de l'installation.*
- *Nom de la personne effectuant le prélèvement.*
- *Date de prélèvement.*
- *Modèle de compresseur : (marque, type et n° de série)*
- *Périodicité de prélèvement.*
- *Nombre d'heures de marche.*
- *Nombre d'heures de présence d'huile dans l'installation.*
- *Régime de fonctionnement et type de fluide frigorigène.*
- *Mode de condensation : (à eau ou à air)*
- *Spécification de l'huile utilisée : (marque et type)*
- *Anomalies notées pendant la prise de l'échantillon.*

II.3.e. - Feuille de résultats.

Après chaque analyse il est envoyé une feuille de résultats comprenant les informations suivantes :

- Rappels des coordonnées du client et de l'installation.

- Résultats d'analyse :

* Propriétés physiques : Teneur en eau, viscosité et acidité.

* Spectre d'émission des éléments d'usure (fer, plomb...etc.)

* Spectre d'émission des additifs à l'huile : (bore, phosphore, zinc, silicium, baryum, magnésium, molybdène et calcium.)

- Recommandation et conclusion : c.à.d. une interprétation des résultats avec la comparaison par rapport à l'analyse précédente qui informe des travaux éventuels à effectuer.

Les analyses d'huile des installations font l'objet d'un contrat annuel renouvelé par tacite reconduction.

Par ailleurs, ce contrat d'analyse est totalement dissocié du contrat d'entretien des équipements frigorifiques, il lui est complémentaire.

III. Maintenance et entretien des centrales frigorifiques.

III.1. Diagnostics.

A partir de ces informations il est possible de déterminer la nature des interventions à effectuer pour prolonger la vie des circuits frigorifiques et plus particulièrement des moto-compresseurs.

De plus, pour un même circuit, le rapprochement des valeurs d'analyses à intervalles de temps régulier (3 mois, 6 mois ou 12 mois suivant les cas) permet de « suivre » l'installation et d'intervenir de manière préventive, si nécessaire.

QUELS TYPES DE MOTO-COMPRESSEUR ?

L'analyses d'huile est intéressante pour tous les types de compresseurs : hermétiques, semi-hermétiques, ouverts, ainsi que les centrales.

A PARTIR DE QUELLE PUISSANCE ?

Il y a lieu de comparer le coût d'un échange de moto-compresseur par rapport au coût du contrat d'analyse sur 7 ans.

En effet, une durée de 7 ans correspond à un temps de fonctionnement du moto-compresseur de 40.000 à 50.000 heures et à son temps d'amortissement.

On peut estimer que le contrat d'analyse est valable si son coût sur 7 ans est inférieur à 50 % du coût d'un échange de moto-compresseur.

Cette hypothèse conduit à dire que le contrat d'analyse d'huile est rentable pour des moto-compresseurs d'une puissance nominale supérieure ou égale à 4 CV.

D'autres facteurs peuvent modifier ce seuil de rentabilité, tels que :

- le régime de fonctionnement (donc le taux de compression)

- le fluide frigorigène utilisé.

- le mode de refroidissement du condenseur.

Qui affectent de manière significative l'usure des compresseurs !

RELEVÉ DE FONCTIONNEMENT

NATURE DE L'INSTALLATION

Responsable	ARC N°	DATE DE MISE EN ROUTE				
Compresseur marque N° compresseur Tension nominale.V. Tension aux bornes.V. Intensité nominale A. Intensité absorbée.A.	Réglages					
	pressostats	HP	BP			
	Enclenchement					
	Coupure					
	réarmement					
	FLOW SWITCH					
	Thermique ventila Thermique groupe					TEMPS
Pression refoulement =	Bar =	°C	condensation MANO RH			
T° sortie liquide	=	°C				
Sous refroidissement	=	°C				
T° refoulement =	°C					
T° entrée eau air condenseur.	=	°C				
T° sortie eau air condenseur	=	°C				
ΔT =	°C					
T° tuyauterie d'aspiration	=	°C				
pression d'aspiration = Bc°	=	°C				
= Surchauffe =	°C					
T° entrée eau air évaporateur	=	°C				
T° sortie eau air évaporateur	=	°C				
ΔT =	°C					
T° BULBE détenteur	=	°C				
T° D'ébullition où Evaporation	=	°C				
			ΔT = °C			

Symptomes	causes	remèdes

RAPPORT DE VISITE GROUPE DE FROID

SAISON 19--- - 19----

DATE VISITE : -----
AGENT : -----

NOM DE L'AFFAIRE :			N°									
COMPRESSEUR			REGLAGE									
Pression d'aspiration..... :	bar		PRESSOSTATS			HP		BP		combine		
Tempér. d'aspiration..... :	°C					1	2	1	2	HP / BP		
Pression de refoulement... :	bar		Enclenchement									
Tempér de refoulement... :	°C		Coupure									
Puissance (10 ³) ... :	fg/h		Réarmement									
MOTEUR						HUILE						
Tension nominale	V		Différentiel mini			1	2	3				
Tension aux bornes	V		Temporisation									
Puissance nominale	KW		VANNE A EAU			1	2	3				
Intensité absorbée	A		VANNE A EAU			1	2	3				
Vitesse.....	V/mn		Pression d'ouverture									
HUILE			Pression de fermeture									
Pression de lecture..... :	bar		REGULATION - CONDENSATION (bar)									
Pression différentielle..... :	bar		Débit eau/air			m/h						
EVAPORATEUR			entrée eau/air			°C						
			sortie eau/air			°C						
			humide entrée air			°C						
			entrée du liquide			°C						
			sortie évaporateur ... :			°C						
			Perte de charge eau			mCE						
			Puissance (10 ³)			fg/h						
			Intensité abs. moteur..... :			A						
			(pompe ou ventilateur)									
EVAPORATEUR			THERMOSTAT			FLOW SWITCH						
Débit eau/air			m/h				Antigel	Refroid.	Huile			
entrée eau/air			°C				enclench			NIVEAU D'HUILE		
sortie eau/air			°C				Arrêt					
entrée refoulement			°C			CONTROLES						
sortie liquide			°C			Température huile : _____						
Puissance (10 ³)			fg/h			Acidité huile : _____						
Perte de charge eau			mCE			Voyant humidité : _____						
Intensité absorbée			A			Remplacement cartouches dés humidification : _____						
moteur pompe						Contrôle préchauffage carte à l'arrêt : _____						
moteur ventilateur						Autres travaux : _____						
TEHRMIQUES (A)												
Groupe			Ventil. Cond :									
Ventil. évapo .. :			Pompe..... :									
DEPANNAGE / REMARQUES												
										Signature du Client :		

eau : Technicien

Spécialité : T.F.C.C et T.F.I

60

Module : Mise au point des centrales frigorifiques.

GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES

TP 1 : Étude des schémas de la centrale frigorifique.

I.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Identification de tous les appareils frigorifiques et électriques. Constituants la centrale frigorifique.*
- *Réalisation du schéma fluide en respectant les appareils Identifiés.*
- *Traçage des circuits de puissance et de commande suivant les appareils électriques identifiés.*

I.2. Durée du TP:

40 heures

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

Equipement :

- La centrale frigorifique.*
- Le manifold.*
- La clé à cliquer.*
- Le détecteur de fuite.*
- Le pince amper-métrique.*
- Le voltmètre.*
- La caisse à outils.*

Matière d'œuvre :

Fluide frigorigène.

I.4. Description du TP :

L'objectif du TP est la maîtrise du circuit frigorifique de la centrale et son principe de fonctionnement afin de déceler les anomalies éventuelles.

I.5. Déroulement du TP

Chaque groupe de stagiaire doit :

- Tracer le circuit fluide en suivant l'écoulement du réfrigérant à l'intérieur de la centrale.*
- Relever les caractéristiques de tous les appareils frigorifiques de leur plaque signalétique.*
- Faire une liste des appareils électriques utilisés dans le câblage de l'armoire électrique.*
- D'après l'inventaire, chaque stagiaire doit réalisé le schéma électrique de la centrale, et de le comparer avec le schéma de câblage d'armoire.*
- A la fin du TP les stagiaires doivent discuter leur constatation et Points de vue sur la réalisation de la centrale.*

TP 2 : intitulé du TP : Diagnostic de la centrale frigorifique.

II.1. Objectif(s) visé(s) :

- Mise en route de l'installation.
- Vérification des appareils de sécurité, de contrôle et de régulation.
- Relever des caractéristiques de fonctionnement de la centrale.

II.2. Durée du TP:

32 heures.

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

Équipement :

- Les manifolds.
- La clé à cliquer.
- Détecteur de fuites.
- La caisse à outil.
- Le thermomètre électronique.

Matière d'œuvre :

- Le fluide frigorigène adéquat (HCFC 22)

II.4. Description du TP

L'objectif de ce TP, est de doter les stagiaires par les compétences nécessaires pour pouvoir analyser le fonctionnement des centrales de production du froid, et d'apporter les réglages et les remèdes pour maintenir les centrales en bon état de service avec un minimum de consommation d'énergie.

II.5. Déroulement du TP

- 1° - Vérifier l'armoire électrique à vide, et s'assurer de son état de marche.
- 2° - Vérifier l'état de marche des appareils de sécurité.
- 3° - à la main faire tourner les axes des moto-ventilateurs et de tous les autres moteurs électriques, et s'assurer qu'ils tournent librement.
- 4° - Vérifier, si toutes les vannes sont ouvertes.
- 5° - Contrôler le niveau d'huile sur le verre d'épreuve des compresseurs.
- 6° - Procéder à la mise en route de la centrale.
- 7° - Vérifier le réglage des pressostats et régler les, si cela est nécessaire.
- 8° - Rechercher s'il y a des fuites de réfrigérant :(Réparer et compléter la charge en fluide frigorigène.)
- 9° - Relever les caractéristiques de fonctionnement de la centrale.
- 11° - Analyser le relevé des pressions et des températures, et réparer les pannes diagnostiquées.
- 12° - Faire les entretiens des appareils.
- 13° - Remplir la fiche technique de visite.

.....
.....

EVALUATION DE FIN DE MODULE

PARTIE 1.

Exploitation des résultats du TP.

- 1- Schéma fluide de la centrale / 15pts.
- 2- Schéma électrique de la centrale /15pts.
- 3- Inventaire du matériel frigorifique de la centrale..... /10pts.
- 4- Relevée des paramètres et le diagnostic /10pts.

PARTIE 2.

Questionnaire.

- 1- Définir une centrale de production du froid /5pts.
- 2- Citer le rôle de la lubrification /5pts.
- 3- Expliquer comment assure –t-on l'égalisation
Du niveau d'huile dans les carters des compresseurs /10pts.
- 4- Citer les avantages de l'utilisation des centrales /5pts.
- 5- Tracer le graphique de fonctionnement
Du pressostat à zone neutre avec explication /10pts.
- 6- Tracer le croquis du montage de collecteur
D'aspiration position bas /10pts.
- 7- Pourquoi on réalise la tuyauterie en double colonne /5pts.

Seuil de réussite est fixé à 70%

La durée de l'évaluation est de 4h dont le questionnaire est de 1,5 h

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

<i>Ouvrage</i>	<i>Auteur</i>	<i>Edition</i>
<i>Installations frigorifiques</i>	<i>P.J. RAPIN. P. JACQUARD.</i>	1996
<i>Manuel technique du froid.</i>	<i>W. MAAKE H.J. ECKERT. J.L. CAUCHPIN.</i>	1993
<i>Pratique des installations frigorifiques.</i>	<i>HUGO NOACK ROLF SEIDEL</i>	1990
<i>DES DOCUMENTS DES SOCIETES MANOEUROPE et UNITE HERMETIQUE. (France.)</i>		