

***BULLETIN OFFICIEL DES ARMEES***



**Edition Chronologique**

PARTIE PERMANENTE  
Administration Centrale

**CIRCULAIRE N° 503/DEF/EMM/OPL/STN**

relative à la conduite et à l'entretien des installations frigorifiques des bâtiments de surface utilisant des fluides frigorifiques.

*Du 20 décembre 1994*

ÉTAT-MAJOR DE LA MARINE : *division « opération-logistique » ; bureau « soutien des forces ».*

DIRECTION DES CONSTRUCTIONS NAVALES.

**CIRCULAIRE N° 503/DEF/EMM/OPL/STN relative à la conduite et à l'entretien des installations frigorifiques des bâtiments de surface utilisant des fluides frigorifiques.**

*Du 20 décembre 1994*

NOR D E F B 9 4 5 1 2 0 5 C

---

*Pièce(s) Jointe(s) :*

Instruction n° 81/ALFAN/ADG du 3 novembre 1994.

*Textes abrogés :*

Circulaire n° 137/STM du 21 janvier 1960 (BOT, p. 23 ; BMT 103/T).

Circulaire n° 14/EMM/MAT/EP du 13 mars 1972 (BOT, p. 305 ; BMT 103/T).

*Classement dans l'édition méthodique :* BOEM 503.1.5, 912-42.

*Référence de publication :* BOC, 1995, p. 1018 ; BOT, 1995, p. 95.

---

1. La présente circulaire notifie l'instruction n° 81/ALFAN/ADG du 3 novembre 1994, relative à la conduite et à l'entretien des installations frigorifiques des bâtiments de surface utilisant des fluides frigorigènes.

2. Cette circulaire abroge les circulaires n° 137/STM du 21 janvier 1960 et n° 14/EMM/MAT/EP du 13 mars 1972.

Pour le ministre d'État, ministre de la défense et par délégation :

*Le contre-amiral,  
sous-chef d'état-major « opérations-logistique »,*

François DE PENFENTENYO DE KERVEREGUIN.

INSTRUCTION N° 81/ALFAN/ADG DU 3 NOVEMBRE 1994.  
**CONDUITE ET ENTRETIEN COURANT DES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES DES  
BÂTIMENTS DE SURFACE UTILISANT DES FLUIDES FRIGORIGÈNES.**

MARINE NATIONALE.  
Force d'action navale.  
Division « matériel logistique ».

*Pièces jointes :*

Annexe I. Conduite et entretien des installations frigorifiques.  
Annexe II. Caractéristiques des frigorigènes.  
Annexe III. Description schématique et fonctionnement d'une usine frigorifique à compresseur alternatif.  
Annexe IV. Description schématique et fonctionnement d'un groupe frigorifique pour conditionnement d'air à compresseur centrifuge.  
Annexe V. Description schématique et fonctionnement d'une usine frigorifique pour conditionnement d'air à compresseur à vis.  
Annexe VI. Incidents de fonctionnement relatifs aux compresseurs alternatifs.  
Annexe VII. Incidents de fonctionnement relatifs aux compresseurs centrifuges.  
Annexe VIII. Incidents de fonctionnement relatifs aux compresseurs à vis.  
Annexe IX. Contrôles et visites périodiques de l'ensemble des installations frigorifiques.  
Annexe X. Précautions de mise en œuvre lors des transferts de charge : vidange et remplissage (rédaction réservée).

*Textes abrogés :*

- a) Circulaire n° 137/STM du 21 janvier 1960 (BOT, p. 23 ; BMT 103/T).
- b) Circulaire n° 14/EMM/MAT/EP du 13 mars 1972 (BOT, p. 305 ; BMT 103/T).

## 1. PRÉAMBULE.

Cette instruction rassemble les règles à suivre pour la conduite et l'entretien de l'ensemble des installations frigorifiques des bâtiments de surface utilisant les fluides frigorigènes R11, R12 et R22.

Les installations comprennent :

- les frigo-vivres ;
- les frigo-air ;
- les climatiseurs ;
- les réfrigérateurs ;
- les fontaines réfrigérantes ;
- les machines à glaçons.

## 2. GÉNÉRALITÉS SUR LES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES.

2.1. Les installations frigorifiques de conservation des vivres et certaines installations frigorifiques de conditionnement d'air sont équipées de compresseurs alternatifs et utilisent comme fluide frigorigène le dichlorodifluorométhane (C C12 F2) ou frigorigène R12 et pour les plus récentes le monochlorodifluorométhane (CHC1 F2) ou frigorigène R22 <sup>(1)</sup>.

Elles sont en général automatiques quelle qu'en soit la destination et sont conçues dans leur ensemble comme l'installation type décrite en annexe III.

2.2. Les installations frigorifiques de conditionnement d'air, équipées de compresseurs centrifuges, utilisent le trichlorofluorométhane (C C13 F) ou frigorigène R11 <sup>(1)</sup> ou le dichlorodifluorométhane (C C12 F2) ou frigorigène R12. Ces installations ont pour but de refroidir à une température voisine de 8 °C (6 °C pour les installations futures) l'eau destinée au conditionnement d'air des locaux et, l'intermédiaire d'un échangeur et d'un autre circuit d'eau, à la réfrigération des équipements électroniques (de température réglée à environ 20 °C) <sup>(2)</sup>.

Elles sont constituées essentiellement par des groupes compacts (puissance frigorifique 200000 à 1505000 fg/h) comprenant un compresseur centrifuge entraîné par un multiplicateur de vitesse à engrenages dont le primaire est attaqué par un moteur électrique et, d'autre part, le condenseur et l'évaporateur généralement contenus dans la même enveloppe ; elles sont conçues dans leur ensemble, comme l'installation décrite en annexe IV.

2.3. La présente instruction ne concerne pas les installations munies de compresseurs hermétiques. Pour l'entretien de ces derniers il sera fait appel aux spécialistes du service de réparation des ports ou aux représentants qualifiés des constructeurs.

2.4. Les principes généraux de l'organisation du stockage et des circuits de délivrance et de recyclage des fluides frigorigènes sont définis dans un texte séparé.

### 3. LIMITATIONS D'EMPLOI DES PRODUITS CHLOROFLUOROCARBONÉS.

Les décisions internationales prises dans le cadre du protocole de Montréal (1987), modifié à Londres (1990) puis à Copenhague (1992), ont conduit la communauté européenne par un règlement de mars 1991 (modifié le 30 décembre 1992) à adopter des dispositions contraignantes concernant la production, l'importation et la commercialisation des produits à base de chlore.

Ces dispositions se traduisent essentiellement par l'arrêt de la fabrication des chlorofluorocarbones (CFC) et à la mise en service à court terme et à moyen terme de fluides HCFC moins polluants ou de fluides HFC non polluants :

- le HCFC 123, puis le HFC 245ca (si non toxique), en remplacement du R11 ;
- le HCFC 22, puis le HFC 134a ou 404a, en remplacement du R12 ;
- le HFC 404a ou mélange de HFC 32, 125, 134a, en remplacement du R22.

*Le vice-amiral,  
commandant la force d'action navale,*

LECOINTRE.

---

(1) Les caractéristiques de ces fluides sont données en annexe II.

(2) Les constructeurs dénomment parfois le frigorigène « réfrigérant primaire » (ou « réfrigérant » tout court), et l'eau refroidie « réfrigérant secondaire ». Ces appellations que l'on rencontre dans les notices peuvent prêter à confusion avec les échangeurs de chaleur tels que réfrigérants d'huile, d'eau, ou autres ; elles ont été évitées dans la présente instruction. Le frigorigène est souvent appelé improprement « fréon » qui est une appellation commerciale.

ANNEXE I.  
**CONDUITE ET ENTRETIEN DES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES.**

**1. CONDUITE DE L'INSTALLATION.**

**1.1. Préparatifs de mise en marche (1).**

***1.1.1. Niveau d'huile.***

*a) Dispositions communes.*

Vérifier le niveau d'huile dans le carter du compresseur. En raison de la solubilité généralement élevée du frigorigène dans l'huile de graissage, le niveau observé après un arrêt prolongé est un niveau faux : plus la quantité de frigorigène absorbée par l'huile est grande, plus le niveau apparaît évidemment élevé. Il est nécessaire pour avoir une appréciation valable de la quantité d'huile en carter d'attendre que le compresseur ait atteint ses températures de fonctionnement normal. La proportion d'huile dissoute est alors ramenée à sa valeur normale (environ 3 à 4 p. cent d'huile en mouvement).

Le niveau d'huile doit être surveillé avec une attention plus grande encore à la suite d'une recharge complète du circuit et d'un changement d'huile.

En effet, d'une part le fluide frais s'incorpore en partie à l'huile du carter, d'autre part l'huile est entraînée dans le circuit frigorigène, et après un certain temps de fonctionnement, un équilibre s'établit à un niveau inférieur au niveau relevé au moment du remplissage. Il sera donc généralement nécessaire de procéder par la suite à une ou plusieurs additions d'huile en attendant entre chaque addition que l'équilibre s'établisse.

Les additions et vidanges partielles d'huile (voir § 3.1) ne doivent donc être effectuées qu'avec circonspection.

L'addition d'huile s'effectue au moyen d'une pompe portative dont on monte le refoulement sur un raccord prévu à cet effet (veiller alors à ne pas introduire d'air, desserrer le joint de refoulement jusqu'à ce que l'huile s'écoule franchement).

*b) Installation à compresseur centrifuge.*

Mettre en fonction la pompe à huile (dite pompe à huile auxiliaire dans certaines installations qui ont aussi des pompes à huile attelées). Vérifier le réchauffage de l'huile <sup>(2)</sup> et dans le cas des machines au R12 mettre en fonction le groupe de vide ; ce dernier appareil établit une différence de pression <sup>(3)</sup> entre le carter du multiplicateur et l'aspiration du compresseur. Pour ces mêmes machines au R12 effectuer au besoin une rectification de frigorigène.

***1.1.2. Disposer le circuit frigorigène suivant les indications du constructeur.***

*a) Installation à compresseur alternatif.*

Ouvrir en grand les vannes sur le circuit de refoulement.

Disposer le circuit de réfrigération du condenseur sur pompe indépendante ou collecteur d'incendie. Vérifier dans ce dernier cas le fonctionnement du pointeau détendeur généralement installé entre ce collecteur et le circuit de réfrigération.

Purger l'air des coquilles du condenseur.

Disposer le circuit électrique sur la marche automatique.

Avant la mise en marche, faire tourner à la main le volant du compresseur de façon à s'assurer de la libre rotation.

Démarrer le compresseur.

Après démarrage, ouvrir très progressivement la vanne d'isolement à l'aspiration du compresseur pour éviter tout afflux de frigorigène liquide au compresseur.

Vérifier le niveau d'huile.

S'assurer du bon fonctionnement mécanique du compresseur ; si les chambres sont chaudes le compresseur tournera longtemps sans arrêt ; surveiller la température du moteur électrique.

*b) Installation de conditionnement d'air à compresseur centrifuge.*

Disposer le circuit d'eau refroidie (ouvrir les vannes d'entrée et de sortie d'eau de l'évaporateur), démarrer la pompe, vérifier la pressurisation du circuit.

Disposer le circuit de réfrigération du condenseur comme précédemment (certaines installations récentes comportent un tuyautage de faible section pour circulation réduite au condenseur, lorsque l'on navigue en eaux tempérées).

S'assurer que les « aubages de prérotation » (prerotary) sont fermés (mettre l'interrupteur sur position manuelle).

Démarrer le compresseur (s'assurer suivant les types d'installations, que la réfrigération au frigorigène du moteur est bien efficace).

Ouvrir le « prerotary » à la main, par petites quantités à la fois, jusqu'à atteindre le régime de marche (températures relevées aux essais).

Faire fonctionner le groupe de purge autant qu'il est nécessaire pour débarrasser le circuit des gaz incondensables.

Passer en fonctionnement automatique.

Vérifier le niveau d'huile au séparateur.

## **1.2. Surveillance pendant la marche.**

### ***1.2.1. Généralités.***

*a) Dispositions communes.*

Le fonctionnement étant automatique, il suffit généralement de relever les indications des appareils de mesure et de les comparer aux critères de bon fonctionnement indiqués par les constructeurs ou mieux aux paramètres relevés au cours des essais de recette ou de bon fonctionnement (relevés dits « officiels ») pour lesquels on sait que l'installation fonctionnait correctement dans les mêmes conditions de production de froid et de température d'eau de circulation. Si des anomalies sont constatées il y a lieu de se reporter aux tableaux « incidents de fonctionnement » et de remédier dès que possible aux causes de mauvais fonctionnement (voir annexes VI, VII et VIII).

Si le circuit frigorigène a été mal purgé lors d'un chargement ou si le fluide employé n'est pas parfaitement pur, de l'air et des gaz non condensables peuvent être présents dans le circuit ; ils sont en général moins denses que les vapeurs de frigorigène. En émulsion dès que le compresseur est en route, ils se rassemblent à la partie haute du condenseur. Leur présence entraîne un accroissement de la pression de refoulement au condenseur. Il en résulte une baisse de rendement.

*b) Installation à compresseur alternatif.*

Les éléments suivants ne sont donnés qu'à titre indicatif.

Température de condensation (correspondant à la pression de refoulement au compresseur) : elle est en marche normale de 3 à 7 °C supérieure à la température de l'eau de circulation à la sortie du condenseur.

Température d'évaporation (déterminée par la pression à l'aspiration du compresseur) : au moment où le compresseur se met en route elle est approximativement égale à la température de la chambre froide ; elle s'abaisse ensuite rapidement de 10 à 15 °C au-dessous de celle-ci jusqu'à l'arrêt du compresseur.

Température à l'aspiration : le tuyautage d'aspiration est froid au toucher. En fait, sa température dépend de la température d'évaporation, de la température du local du compresseur, de la longueur des tuyautages depuis la sortie de la chambre froide.

Température au refoulement : le tuyautage de refoulement du compresseur est généralement brûlant et il est impossible de le tenir à la main.

c) Installation à compresseur centrifuge.

À titre indicatif voir les chiffres donnés en annexe IV, § 1 et 2.

L'attention doit porter sur les points suivants :

- niveau d'huile ;
- pressions et températures d'huile ;
- ouverture du « prérotary » ;
- fonctionnement du groupe de vide et pression au carter du multiplicateur dans le cas des machines au R12 ;
- comparaison entre la température de sortie d'eau de réfrigération du condenseur et celle correspondant à la pression régnant dans cette enceinte (manomètre de refoulement comportant une échelle graduée en température) : la différence doit être comprise entre 3 et 7 °C.

Sur certaines installations, on peut comparer la température de sortie du frigorigène liquide du condenseur avec celle que l'on lit sur le manomètre de refoulement portant une échelle graduée en température : si l'écart est supérieur à la normale il y a présence d'air et de gaz incondensables qu'il faut évacuer au moyen du groupe de purge.

S'assurer d'autre part, pour les compresseurs qui en comportent, que les réchauffeurs électriques du ou des réservoirs d'huile ne sont pas sous tension pendant le fonctionnement.

d) Installation de conditionnement d'air à compresseur à vis.

L'attention doit porter sur les points suivants :

- niveau d'huile ;
- pression et température d'huile ;
- pression de condensation (bon fonctionnement de la vanne de régulation eau de mer) ;
- comparaison entre la température de sortie d'eau de réfrigération du condenseur et celle correspondant à la pression régnant dans cette enceinte : la différence doit être comprise entre 3 et 7 °C.



### ***1.2.2. Présence d'air et de gaz dans le circuit frigorigène.***

#### ***a) Dispositions communes.***

Pour mettre en évidence la présence de ces gaz dans le condenseur (4) :

- fermer la vanne de sortie du réservoir régulateur ;
- stopper le compresseur ;
- fermer la vanne de refoulement ;
- maintenir la circulation d'eau au condenseur pendant quelques minutes pour liquéfier au maximum de fluide gazeux ;
- relever la température de condensation lorsque la pression dans le tuyautage de refoulement du compresseur a cessé de décroître et s'est stabilisée (thermomètre placé à proximité du réservoir régulateur) ;
- comparer cette température à la température correspondant à la pression de condensation (manomètre à deux échelles) ; si la différence entre les deux lectures dépasse 3 °C il y a des gaz qu'il faut purger.

Pour purger, le compresseur étant stoppé depuis environ un quart d'heure, ouvrir la purge très lentement et contrôler à la lampe haloïde la présence de frigorigène de manière à réduire les pertes. Il est préférable d'effectuer l'opération en plusieurs temps en répétant chaque fois la vérification précédente.

#### ***b) Installation à compresseur centrifuge.***

Un groupe de purge (petit compresseur alternatif, cf. annexe IV, § 4) permet d'assurer l'élimination des incondensables en service : on le dispose pour aspirer à la partie haute du condenseur et refouler à un système de séparation, contenant un ou plusieurs échangeurs, où le frigorigène se condense tandis que les gaz incondensables sont évacués à l'air libre au moyen d'une soupape tarée (5) ; le fluide condensé fait retour à l'évaporateur.

Ce groupe de purge permet d'effectuer, dans les installations au R12, les diverses opérations préalables ou consécutives au démontage de différents appareils du circuit ; il peut aussi, dans ces mêmes installations, remplacer le groupe de vide en cas d'indisponibilité de ce dernier.

### **1.3. Arrêt d'une installation (6).**

#### ***1.3.1. Dispositions communes à adopter dès le stoppage.***

S'assurer de la mise sous tension du réchauffeur d'huile du compresseur, quand ce dernier en comporte un, pour réduire l'absorption du frigorigène par l'huile.

Isoler le condenseur (eau de mer) et l'évaporateur pour les installations de conditionnement d'air (eau refroidie).

Ouvrir les coupe-circuits principaux du moteur de compresseur et des pompes, mais conserver l'alimentation électrique du réchauffeur d'huile du compresseur si celui-ci en comporte un (vérifier périodiquement qu'il est sous tension).

Lors d'un arrêt de longue durée, vérifier périodiquement l'étanchéité de l'installation (lampe détectrice de fuites, tenue des pressions, etc.), et virer le compresseur chaque jour pour éviter la détérioration des parties frottantes : soies des paliers, glaces des cylindres, segments des pistons, portage des presse-étoupes.

Attention : pour éviter les ruptures par suppression, ne jamais isoler entre deux sectionnements un appareil quelconque ni une partie importante de tuyautage contenant du frigorigène liquide, sans en avoir au préalable vidé une partie pour permettre la dilatation due au réchauffage éventuel pendant l'arrêt (il est bon de prévoir une marge de 25 p. cent pour ces dilatations).

### **1.3.2. Installation à compresseur alternatif.**

Le frigorigène en circuit doit être stocké dans le condenseur pour limiter les risques de fuite (7) :

- fermer la vanne d'isolement à la sortie du condenseur ou du réservoir régulateur ;
- ouvrir la soupape électromagnétique ;
- conserver le compresseur en fonction jusqu'à la coupure du pressostat BP. Pour les frigo-vivres on conservera une pression entre la sortie du condenseur et l'aspiration du compresseur comprise entre 0,05 et 0,1 bar ;
- couper l'alimentation électrique ;
- isoler le compresseur ;
- isoler le condenseur ;
- surveiller la pression résiduelle afin de détecter les fuites éventuelles.

### **1.3.3. Installation à compresseur centrifuge.**

Vérifier la fermeture des sectionnements entre le groupe de purge et le circuit principal.

### **1.3.4. Installation à compresseur à vis.**

Le frigorigène en circuit doit être stocké dans le condenseur pour limiter les risques de fuite. La procédure est identique au paragraphe 1.3.2.

## **2. INCIDENTS DE FONCTIONNEMENT.**

(Voir annexes VI, VII et VIII.)

## **3. ENTRETIEN COURANT.**

L'annexe IX énumère les principales visites à effectuer et fixe leur périodicité. Les calendriers d'entretien des bâtiments doivent s'inspirer de cette liste qu'il convient de compléter avec la documentation logistique utilisateur (DLU), pour tenir compte des particularités propres à chaque installation.

### **3.1. Lubrification de l'installation.**

#### **3.1.1. Dispositions communes.**

Les huiles utilisées dans les installations sont des huiles frigorifiques (8).

Le niveau du carter est à surveiller principalement à la mise en route après un arrêt de longue durée. La vérification fréquente du niveau est également nécessaire de manière à observer les changements de couleur de l'huile (9).

L'huile neuve est limpide, sa détérioration en service sera indiquée par un aspect boueux ou une couleur sombre. Elle devra dans ce cas être changée ; cependant, si le volume d'huile de l'installation est suffisamment

important pour justifier une analyse (30 litres minimum) et si son altération n'est pas évidente à l'examen visuel, adresser un prélèvement d'un litre au laboratoire de chimie analytique du port. Cette procédure ne sera cependant à retenir que lorsque les délais d'acheminement et d'analyse sont acceptables, compte tenu de l'urgence de la décision à prendre, concernant le maintien en service ou la vidange de la charge d'huile.

En règle générale toute visite de compresseur sera mise à profit pour procéder à un changement d'huile.

Les principales causes d'altération de la couleur de l'huile sont les suivantes :

a) Présence d'impuretés dans les tuyautages provenant généralement d'un manque de soin au montage (voir annexes VI, VII et VIII de la présente instruction).

b) Traces d'humidité dans le frigorigène : un taux d'humidité supérieur au taux maximal admissible (voir annexe II) favorise la formation d'acides corrosifs. Les produits de corrosion ferreux et cuivreux qui en résultent entraînent la détérioration de l'huile. Finalement, il se forme des dépôts boueux qui se déposent aux étranglements, soupapes de refoulement, vannes, détendeurs, etc.

Certaines installations récentes disposent d'indicateurs chimiques dits « hygrosopes » qui changent de coloration lorsque le taux d'humidité atteint une valeur préjudiciable au bon fonctionnement et à la conservation du matériel. On peut également apprécier la limpidité du frigorigène par les viseurs de ces hygrosopes.

Si de tels dépôts sont observés, changer le filtre déshydrateur et l'huile au besoin jusqu'à ce que toute trace d'humidité ait disparu. Si l'anomalie persiste, faire appel aux spécialistes.

Les opérations de remplacement ou d'addition d'huile doivent toujours être effectuées en évitant l'introduction d'humidité et d'air dans le carter.

L'addition d'huile est faite à l'aide d'une pompe à main spéciale, celle-ci doit être nettoyée, asséchée et purgée de l'air qu'elle peut contenir avant de refouler l'huile dans le carter.

La vidange d'huile s'effectue par un sectionnement. Le circuit frigorigène peut rester disposé en ordre de marche mais la manœuvre du sectionnement doit être progressive pour éviter les projections d'huile (carter sous pression).

Certaines installations possèdent un déshuileur qui assure la séparation du frigorigène et de l'huile et permet le retour de l'huile au compresseur.

*Tout appoint et vidange sont consignés sur le cahier de quart.*

### ***3.1.2. Installation à compresseur centrifuge.***

Dans les installations pour lesquelles le multiplicateur n'est pas incorporé au compresseur, la lubrification de l'accouplement élastique moteur-multiplicateur est à effectuer avec une huile cylindre à vapeur (CVS).

La vidange de l'huile s'effectue par gravité, par l'intermédiaire d'un sectionnement muni d'un raccord, piqué soit sur le carter du multiplicateur du compresseur centrifuge (installation au R11), soit sur le réfrigérant d'huile et la caisse à huile (installation au R12). Elle peut donc être effectuée sans qu'on ait besoin de transférer le gaz hors de l'installation.

### ***3.1.3. Installation équipée d'un dispositif de réintégration de l'huile entraînée dans l'évaporateur.***

Les installations récentes au R11 possèdent un dispositif de réintégration comprenant un éjecteur alimenté en gaz chaud et sous pression provenant du condenseur qui aspire, par l'intermédiaire d'un filtre déshydrateur, le frigorigène liquide riche en huile à l'évaporateur. Le mélange est refoulé vers l'enceinte du multiplicateur où la chaleur qui y règne fait évaporer le fluide qui retourne à l'aspiration du compresseur centrifuge par le tuyau

d'équilibrage (cf. schéma annexe IV) tandis que l'huile séparée se mélange avec l'huile du carter multiplicateur. Ce dispositif est mis en fonction à la demande, l'installation étant en marche, quand le niveau d'huile baisse (niveau correct au milieu du voyant supérieur). Le fonctionnement de ce dispositif sera amélioré par l'augmentation de pression de condensation (HP). Si le niveau est supérieur à la normale, une purge d'huile est nécessaire afin d'établir un niveau correct.

### **3.2. Circuit frigorigène.**

#### **3.2.1. Humidité.**

Toutes les précautions doivent être prises lors des visites pour éliminer toute trace d'humidité dans les différentes parties des circuits.

La déshydratation doit être pratiquée chaque fois que l'on fait un appoint ou une vidange de frigorigène en service courant.

Le remplacement de la matière active du déshydrateur doit être effectué selon les indications du constructeur. L'enveloppe de l'appareil doit être parfaitement isolée du circuit frigorigène pendant l'opération. Après remontage et avant serrage des joints, l'air doit être évacué par une chasse de fluide minimale.

Dans tous les types d'installations, l'humidité est normalement éliminée en cours de fonctionnement à l'occasion de l'extraction de l'air et des gaz incondensables.

#### **3.2.2. Propreté du circuit.**

Les filtres à frigorigène font généralement partie des déshydrateurs ; ils doivent être l'objet d'un entretien périodique très régulier (cf. annexe IX). Leur visite s'effectue avec les mêmes précautions que celle du déshydrateur.

#### **3.2.3. Charge de frigorigène.**

##### **3.2.3.1. Dispositions communes.**

###### **a) Addition de fluide.**

L'opération s'effectue compresseur en marche :

- placer la bouteille de réserve sur une balance ;
- nettoyer et assécher le flexible de jonction et ses raccords ;
- raccorder le flexible à la bouteille et au robinet de charge (ne pas serrer le raccord sur ce robinet) ;
- faire une chasse de fluide minimale pour expulser l'air du flexible, serrer le raccord sur le robinet de charge ;
- fermer la vanne de sortie du réservoir ;
- mettre le déshydrateur en circuit ;
- ouvrir sur la bouteille et le robinet de charge ;
- en fin d'opération fermer sur la bouteille ;
- purger au maximum le flexible ;

- fermer le robinet de charge.

Nota : éviter les additions exagérées ; opérer par appoints successifs de petites quantités et vérifier le fonctionnement de l'installation après chaque opération.

*b) Soutirage de fluide (10).*

Transvaser le frigorigène dans le condenseur ou le réservoir régulateur puis stopper le compresseur et fermer la vanne de refoulement.

Relier par flexible une bouteille vide, bien sèche, au robinet de charge de l'installation (11), placer cette bouteille sur une balance.

Soutirer la quantité voulue de fluide (10) en ayant soin de ne déverser dans chaque bouteille qu'une quantité inférieure à la capacité de la bouteille.

*3.2.3.2. Installation à compresseur centrifuge.*

*a) Intervention sur circuit frigorigène (12).*

Dans le cas du R11, étant donné que celui-ci bout à 23,5 °C, il n'est pas nécessaire de la vidanger si l'on intervient sur une partie supérieure du circuit pour une durée de quelques jours seulement (mettre alors la circulation d'eau de mer et celle d'eau refroidie en fonction) (13).

Les installations au R12 disposent généralement d'une bouteille accumulatrice dans laquelle le frigorigène se vidange par gravité et qui peut recevoir toute la charge pendant une intervention sur les circuits. On peut accélérer la vidange du fluide de ces dernières installations au moyen du groupe de purge que l'on fait aspirer à la partie haute de la bouteille accumulatrice et refouler à la partie haute de l'évaporateur.

*b) Rectification du frigorigène.*

La rectification concerne les installations au R12 et les installations anciennes au R11 des porte-avions. Elle a pour but de récupérer l'huile entraînée par le fluide et s'effectue de deux façons :

*Rectification continue en fonctionnement.*

Elle consiste en une récupération de l'huile du groupe de vide (installation au R12) entraînée par ce dernier, et aussi des faibles quantités d'huile entraînées avec les vapeurs de frigorigène en provenance du multiplicateur du compresseur centrifuge. Cette huile fait retour au carter du compresseur de vide. Elle peut également être renvoyée à la caisse à huile de l'installation.

*Rectification de la totalité de la charge de frigorigène.*

Cette opération est effectuée sur les installations au R12 lorsque le fluide est trop chargé en huile. Procéder alors de la façon suivante : à l'arrêt réintégrer tout le frigorigène liquide de l'évaporateur dans la bouteille accumulatrice (gravité ou autre moyen), mettre en route le groupe de purge ; par évaporation du fluide de la bouteille accumulatrice on obtient la séparation de l'huile qui est récupérée par vidange de la bouteille. On peut accélérer l'opération en mettant en fonction conjointement le groupe de vide.

Un autre procédé de rectification consiste à établir une circulation d'eau froide dans l'évaporateur en même temps que l'on met en communication la partie haute de la bouteille accumulatrice avec la partie haute de l'évaporateur.

Les installations anciennes au R11, étudiées à l'origine par le constructeur pour fonctionner à terre sans interruption, ont donné lieu à bord, du fait de leurs démarrages fréquents, à d'importants entraînements d'huile ; pour y remédier elles ont été équipées, après coup, d'un rectificateur.

Cet appareil est constitué par une bouteille, chauffée au moyen de résistances électriques sans toutefois dépasser 80 °C, située au niveau de l'évaporateur et pouvant être mise en communication par le haut et par le bas avec ce dernier. La rectification se pratique par cuvées en ouvrant puis refermant ces communications ; le frigorigène liquide chauffé s'évapore et chasse l'huile hors de la bouteille par un tube plongeur.

### **3.3. Circuit de réfrigération du condenseur.**

L'efficacité du condenseur peut-être appréciée en comparant :

- la température de condensation qui correspond à la pression dans le condenseur, le compresseur étant en route ;
- la température de sortie de l'eau de réfrigération.

L'écart entre ces deux températures, 3 à 7 °C variable avec la charge de l'installation, dépend de l'état de propreté du condenseur. Le nettoyage des surfaces d'échange est à entreprendre quand cet écart marque un accroissement de 3 à 6 °C, toutes choses égales par ailleurs (charge de l'installation, température de l'eau de mer).

## **4. RÉPARATIONS ET ESSAIS.**

En dehors des visites périodiques d'entretien (cf. annexe IX), la plupart des réparations et des mises au point des divers appareils et organes de réglage des installations frigorifiques à fonctionnement automatique relèvent de la compétence de spécialistes.

En règle générale les utilisateurs doivent s'abstenir de démonter ou modifier les réglages de ces matériels. En cas de force majeure (bâtiment éloigné de sa base), les démontages et réglages sont conduits conformément aux prescriptions des guides des constructeurs.

### **4.1. Tuyautages.**

4.1.1. Pour conserver l'ensemble du circuit à l'abri de l'humidité et de la pollution (poussières, déchets, résidus), effectuer chaque démontage avec tous les soins de propreté qui s'imposent.

4.1.2. Avant d'effectuer une visite sur une partie quelconque du circuit, l'isoler et la vidanger du frigorigène qu'elle contient (dans le condenseur ou le réservoir régulateur).

4.1.3. Au démontage, les extrémités des tronçons de tuyautages doivent être recouvertes pour protéger les raccords ou portages et éviter toute introduction d'impuretés.

Avant le remontage, ces extrémités sont soigneusement essuyées et asséchées.

Au remontage, une chasse de frigorigène minimale est effectuée avec purge à travers un raccord desserré momentanément.

4.1.4. L'étanchéité des jonctions de tuyautage est en général assurée par soudure ou brasure à l'argent.

Le nettoyage des surfaces à souder ou à braser s'effectue avec une brosse métallique fine à l'exclusion de tout abrasif ou de tout acide de décapage.

### **4.2. Épreuve d'étanchéité.**

4.2.1. Après tout remontage de tuyautage, il est nécessaire d'éprouver l'étanchéité des joints remis en état. Cette épreuve s'effectue à la pression de régime de l'installation. Lorsqu'il s'agit de l'étanchéité des raccords d'un ou de deux tronçons, l'épreuve se fait en remettant le frigorigène en circuit <sup>(14)</sup>.

Lors des épreuves d'étanchéité après grandes réparations ou visites complètes, effectuer l'essai à l'azote sous une pression de 1,5 Ps <sup>(15)</sup>, plutôt qu'au frigorigène, pour éviter tout rejet à l'atmosphère.

4.2.2. Une petite quantité de fluide est introduite au préalable dans le circuit pour servir d'indicateur si la détection des fuites se fait à l'aide d'une lampe haloïde. Ce chargement initial est conduit comme suit :

- ouvrir en grand les sectionnements et fermer les purges ;
- relier par flexible une bouteille de R22 au robinet de chargement ;
- ouvrir ce robinet, puis le robinet de la bouteille jusqu'à obtenir une pression de 0,5 bar environ dans le circuit ;
- fermer les robinets et déconnecter la bouteille ;
- pressuriser à 1,5 Ps à l'azote.

4.2.3. Deux procédés peuvent être utilisés pour localiser les fuites :

- utilisation de la mousse de savon ou de la bombe aérosol détectrice de fuites ;
- utilisation de la lampe haloïde.

Le deuxième procédé, qui met en œuvre une lampe à feu nu, ne doit en aucune façon être appliqué à une installation de réfrigération de soute à munitions.

La lampe haloïde qui fonctionne au gaz comporte un brûleur dont la flamme porte une plaque de cuivre à l'incandescence. Un flexible permet de prélever de l'air ambiant et de l'injecter dans la flamme. Quand cet air renferme du frigorigène, les halogénures de cuivre, formés par les vapeurs de ce gaz en contact de la plaque de cuivre colorent la flamme en vert lumineux.

Cette lampe est très sensible. Outre les fuites, elle détecte aussi bien les traces de fluide qui peuvent stagner aux abords de l'installation. Il peut aussi être quelquefois difficile de trouver avec la lampe une fuite importante si le local est mal ventilé ; le frigorigène se diffuse et les indications de la lampe sont brouillées.

Les fuites sont étanchées dès qu'elles sont détectées.

4.2.4. Après l'épreuve d'étanchéité, les gaz utilisés sont évacués par les purges et le local est ventilé énergiquement.

### **4.3. Déshydratation et mise sous vide du circuit frigorigène.**

4.3.1. Ces opérations ne sont guère entreprises qu'après une visite importante ayant entraîné des démontages étendus de l'installation. Elles ne peuvent être exécutées commodément que par des ateliers bien équipés car elles nécessitent un appareillage spécial que ne possèdent pas les bâtiments (pompes à vide, filtres, dessiccateurs, réchauffeurs).

4.3.2. Si toutefois, en cas d'urgence ou de nécessité absolue, un bâtiment est appelé à effectuer une mise sous vide et une déshydratation du circuit de son installation, le compresseur frigorifique alternatif lui seul peut être utilisé.

Dans ce cas, pour protéger ses organes internes (chemises, pistons, segments, clapets) contre les poussières et l'humidité, disposer sur le circuit d'aspiration un filtre fin neuf à cartouche de feutre. La mise sous vide s'effectue comme suit :

- isoler le circuit le plus près possible du compresseur en aval de celui-ci ;

- « casser » un joint sur le refoulement immédiat du compresseur (raccord de manomètre par exemple) ;
- mettre le compresseur en fonction et veiller à maintenir la température du compartiment la plus élevée possible pour faciliter la déshydratation du circuit.

Lorsque le vide atteint 70 à 72 cm de mercure :

- stopper le compresseur ;
- remonter le joint précédemment « cassé » sur le refoulement ;
- ouvrir tous les sectionnements placés sur le circuit.

Suivre les variations éventuelles du vide. Si au bout de douze heures celui-ci s'est maintenu à la valeur atteinte à l'arrêt du compresseur le circuit doit être considéré comme en état et peut être chargé.

## 5. TEXTES ABROGÉS.

Les circulaires n° 137/STM du 21 janvier 1960 et n° 14/EMM/MAT/EP du 13 mars 1972 sont abrogées.

---

(1) Cas d'une installation ayant subi un arrêt prolongé ou d'une installation remise en fonction après visite et chargement.

(2) Afin d'éliminer le frigorigène dissous à l'arrêt. À titre indicatif une teneur de 10 p. cent de frigorigène dans l'huile réduit la viscosité de celle-ci de moitié. Sur certains compresseurs (YORK) le réchauffage d'huile assure le maintien des paliers dans leur logement par dilatation.

(3) Voir documentation logistique utilisateur (DLU).

(4) En supposant :

- que les manomètres et thermomètres sont en parfait état de marche et convenablement réglés ;
- que la charge de frigorigène est suffisante pour que le niveau dans le réservoir soit au-dessus de l'orifice d'écoulement du fluide liquide ;
- que le fonctionnement de l'installation le permet.

(5) Certaines installations récentes comportent un démarrage automatique du compresseur du groupe de purge, par pressostat avec manœuvre conjuguée des soupapes d'aspiration et d'évacuation.

Un contrôle à la lampe haloïde permet de vérifier si la soupape tarée ne laisse pas passer de frigorigène.

(6) Le stoppage en service courant ne nécessite aucune disposition particulière.

(7) Sur certaines installations un réservoir régulateur est adjoint au condenseur (celui-ci sert alors pour le stockage).



(8) Cf. instruction n° 140/EMM/MAT/ST du 12 avril 1979 (BOT, p. 335 ; BMT 102/T) relative au choix et l'utilisation des huiles réglementaires pour compresseurs frigorifiques.

(9) Sur les compresseurs centrifuges YORK le niveau d'huile est à surveiller en marche et se situe au milieu du voyant supérieur.

(10) Le soutirage peut être accéléré en refroidissant la bouteille au préalable dans de l'eau très fraîche ou au congélateur.

(11) Expulser l'air du flexible comme prescrit lors de l'addition de frigorigène.

(12) L'annexe X prend en compte ces opérations ; en attendant, tout récipient utilisé à des fins temporaires de stockage d'une charge pour intervention sur une installation doit être dirigé vers le service des approvisionnements de la flotte (AF) pour traitement et nettoyage (attention : les frigorigènes ne sont pas miscibles entre eux).

(13) Au cours de cette manipulation, si la pression à l'évaporateur tombe en dessous de la pression atmosphérique, il est recommandé d'y admettre une légère pression d'azote pour équilibrer avec la pression atmosphérique. En fin d'opération extraire l'azote par le groupe de purge.

(14) Bien purger l'air des tronçons remontés par un raccord conservé momentanément desserré.

(15) Pression en service.

**ANNEXE II.  
CARACTÉRISTIQUES DES FRIGORIGÈNES.**

	R11	R12	R22
Appellation	Trichloromonofluorométhane	Dichlorodifluorométhane	Monochlorodifluorométhane
Formule chimique	C C13 F	C C12 F2	CHC1 F2
Poids moléculaire	137,38	120,9	86,5
Température d'ébullition (à 1013 mb)	23,77 °C	- 29,8 °C	- 40,6 °C
Température de congélation	- 111 °C	- 158 °C	- 160 °C
Chaleur de vaporisation (à 1013 mb)	180,3 kJ/kg	165 kJ/kg	233,5 kJ/kg
Pression critique	44,6 bar	41,3 bar	48,7 bar
Température critique	198 °C	112 °C	96 °C
Pression sous laquelle le fréon se liquéfie à la température ordinaire (env. 15 °C) ou tension de vapeur saturante	Environ 0,75 bar	Environ 5 bars	Environ 8 bars
Masse volumique du liquide	1476 kg/m <sup>3</sup>	1311 kg/m <sup>3</sup>	1194 kg/m <sup>3</sup>
Couleur	Incolore	Incolore	Incolore
Odeur	Odeur légèrement éthérée	Odeur très légèrement éthérée	Odeur très légèrement éthérée
Inflammabilité	Ni inflammable, ni explosif	Ni inflammable, ni explosif	Ni inflammable, ni explosif
Toxicité	Action légèrement anesthésiante en cas d'inhalation importante. Se décompose au contact d'une flamme (dépassant 600 °C) en produisant du phosgène, gaz très toxique. Interdire de fumer dans les locaux des machines frigorifiques. Proscrire l'emploi du chalumeau sur tuyautages et appareils contenant du frigorigène.	Action légèrement anesthésiante en cas d'inhalation importante. Se décompose au contact d'une flamme (dépassant 760 °C) en produisant du phosgène (cf. R11 ci-contre). Interdire de fumer dans les locaux des machines frigorifiques. Proscrire l'emploi du chalumeau sur tuyautages et appareils contenant du frigorigène.	Non toxique. Se décompose au contact d'une flamme (dépassant 425 °C) en produisant du phosgène (cf. R11 ci-contre). Interdire de fumer dans les locaux des machines frigorifiques. Proscrire l'emploi du chalumeau sur tuyautages et appareils contenant du frigorigène.
Miscibilité avec le lubrifiant	Liquide miscible avec l'huile. Gaz absorbé en grandes proportions par l'huile.	Liquide miscible avec l'huile. Gaz absorbé en grandes proportions par l'huile.	Liquide partiellement miscible avec l'huile. Gaz absorbé en grande proportion par l'huile.
Autres propriétés	Dissout le caoutchouc naturel. Très corrosif en présence d'eau (formation d'acide chlorhydrique).	Dissout le caoutchouc naturel. Très corrosif en présence d'eau (formation d'acide chlorhydrique).	Dissout le caoutchouc naturel. Très corrosif en présence d'eau (formation d'acide chlorhydrique).

ANNEXE III.  
**DESCRIPTION SCHÉMATIQUE ET FONCTIONNEMENT D'UNE USINE FRIGORIFIQUE À  
COMPRESSEUR ALTERNATIF (VOIR SCHÉMA).**

**1. COMPRESSEUR.**

Une usine frigorifique comporte selon sa destination, un ou plusieurs groupes compresseurs. Dans le cas d'une installation à plusieurs compresseurs il peut être prévu de faire fonctionner ceux-ci en parallèle ou seulement individuellement.

Certains modèles de compresseurs comportent un dispositif de réduction du couple au démarrage ; les soupapes d'aspiration restent ouvertes pendant les premiers tours du compresseur sous l'action de la pression du fluide frigorigène côté refoulement ou de la pression de l'huile de graissage, limitant la première ou permettant à la seconde de s'établir.

Les compresseurs sont graissés soit par barbotage pour les petits groupes, soit sous pression. Ils comportent dans ce cas une sécurité de chute de pression d'huile. Le refoulement des compresseurs est muni d'un manomètre et d'un thermomètre, d'une vanne d'isolement et d'un pressostat HP qui provoque l'arrêt de l'installation si la pression au refoulement est trop élevée, et réenclenche lorsque celle-ci redevient normale. Le réglage du déclenchement correspond à une pression inférieure à la pression de fonctionnement de la soupape de sûreté et est en fonction du fluide frigorigène considéré.

**2. CONDENSEUR.**

Son refroidissement est généralement assuré par une circulation d'eau mais un ventilateur peut être utilisé pour les petites installations.

Un réglage automatique du débit d'eau est souvent prévu. Il doit maintenir une pression de condensation du frigorigène approximativement constante correspondant pour des conditions ambiantes normales à une température de condensation de 35 °C.

Cette pression variera suivant la température de l'eau de circulation.

La pression du frigorigène à la sortie du compresseur est généralement le facteur pris en considération pour entraîner les variations de débit d'eau de circulation.

Les condenseurs sont munis d'un manomètre et de thermomètres d'entrée et de sortie d'eau et parfois d'une sécurité de chute de pression d'eau.

Parfois une purge permet l'évacuation de l'air ou des gaz non condensables qui seraient présents dans le circuit frigorigène.

Le frigorigène liquide subit dans le condenseur un sous-refroidissement : sa température est abaissée au-dessous de la température de condensation correspondant à la pression au refoulement du compresseur. Cet effet qui est parfois accentué par l'adjonction d'un échangeur de chaleur spécial accroît l'efficacité de l'installation. Il réduit également les possibilités de vaporisation du fluide qui pourrait être provoquée par les pertes de charge dans les tuyautages avant passage dans le détendeur.

**3. RÉSERVOIR RÉGULATEUR (INSTALLATIONS FRIGO-VIVRES) (1).**

À la sortie du condenseur, le frigorigène liquide s'écoule dans un réservoir muni de vannes d'isolement et parfois d'une soupape de sûreté.

Le réservoir joue le rôle d'un volant et régularise le débit du frigorigène.

Il permet également de recueillir le fluide lorsqu'il est procédé à la vidange des circuits. Enfin, il empêche toute entrée de frigorigène gazeux dans le circuit du fluide liquide.

#### 4. DÉSHYDRATEUR.

Un déshydrateur est monté à la sortie du réservoir régulateur ou du condenseur. Mais le circuit du frigorigène peut s'effectuer par un tuyautage qui bypass le déshydrateur.

#### 5. VANNE D'ISOLEMENT AUTOMATIQUE.

Certaines installations sont munies d'une vanne d'isolement automatique montée à la sortie du voyant liquide. La fermeture de cette vanne s'effectue lorsque le compresseur s'arrête.

Le rôle de cette vanne est de prévenir un écoulement excessif de frigorigène dans les serpentins et le tuyautage de retour pendant l'arrêt, ce qui pourrait provoquer un afflux de fluide liquide au compresseur lors de la remise en route.

#### 6. FILTRE.

Le frigorigène passe ensuite dans un filtre contenant une matière poreuse (sur les installations récentes, le filtre et le déshydrateur sont communs).

#### 7. VANNE ÉLECTROMAGNÉTIQUE (INSTALLATIONS FRIGO-VIVRES).

Cette vanne s'ouvre ou se ferme sous l'action d'un thermostat dont l'élément sensible détecte la température moyenne de la chambre à refroidir. Sa fermeture s'effectue lorsque la température minimale admissible dans la chambre est atteinte. Elle a le même rôle que la vanne d'isolement automatique.

#### 8. DÉTENDEUR.

Le frigorigène est distribué aux évaporateurs par un pointeau détendeur dont le débit est commandé par un élément sensible qui détecte la température en un point choisi des serpentins. La structure des détendeurs varie suivant les constructeurs et le type d'installation. Lorsque la perte de charge dans les serpentins est importante, le détendeur est muni d'un dispositif correctif (tuyau d'équilibrage).

#### 9. ÉVAPORATEUR.

Le fluide se vaporise dans l'évaporateur et emprunte de la chaleur au milieu extérieur qui peut être soit une installation de conditionnement d'air, soit une installation de frigo-vivres, etc.

#### 10. CIRCUIT DE RETOUR AU COMPRESSEUR.

Les vapeurs du frigorigène se réchauffent progressivement dans l'évaporateur et retournent au compresseur. Le tuyautage d'aspiration du compresseur est muni d'un filtre et d'une vanne d'isolement. Un manomètre à double échelle <sup>(2)</sup> et parfois un thermomètre sont installés entre la vanne d'isolement et le compresseur.

En marche normale, le thermomètre indique une température supérieure à la température correspondant à la pression à l'aspiration indiquée par le manomètre. En effet, un certain degré de surchauffe se produit dans l'évaporateur et le tuyautage de retour au compresseur. Cette surchauffe est favorable à la marche de l'installation car elle assure la vaporisation complète du fluide évitant le retour de liquide au compresseur. Les installations sont généralement conçues et le détendeur réglé pour fonctionner avec une surchauffe de 3 à 15 °C suivant les applications.

Pour les frigo-vivres :

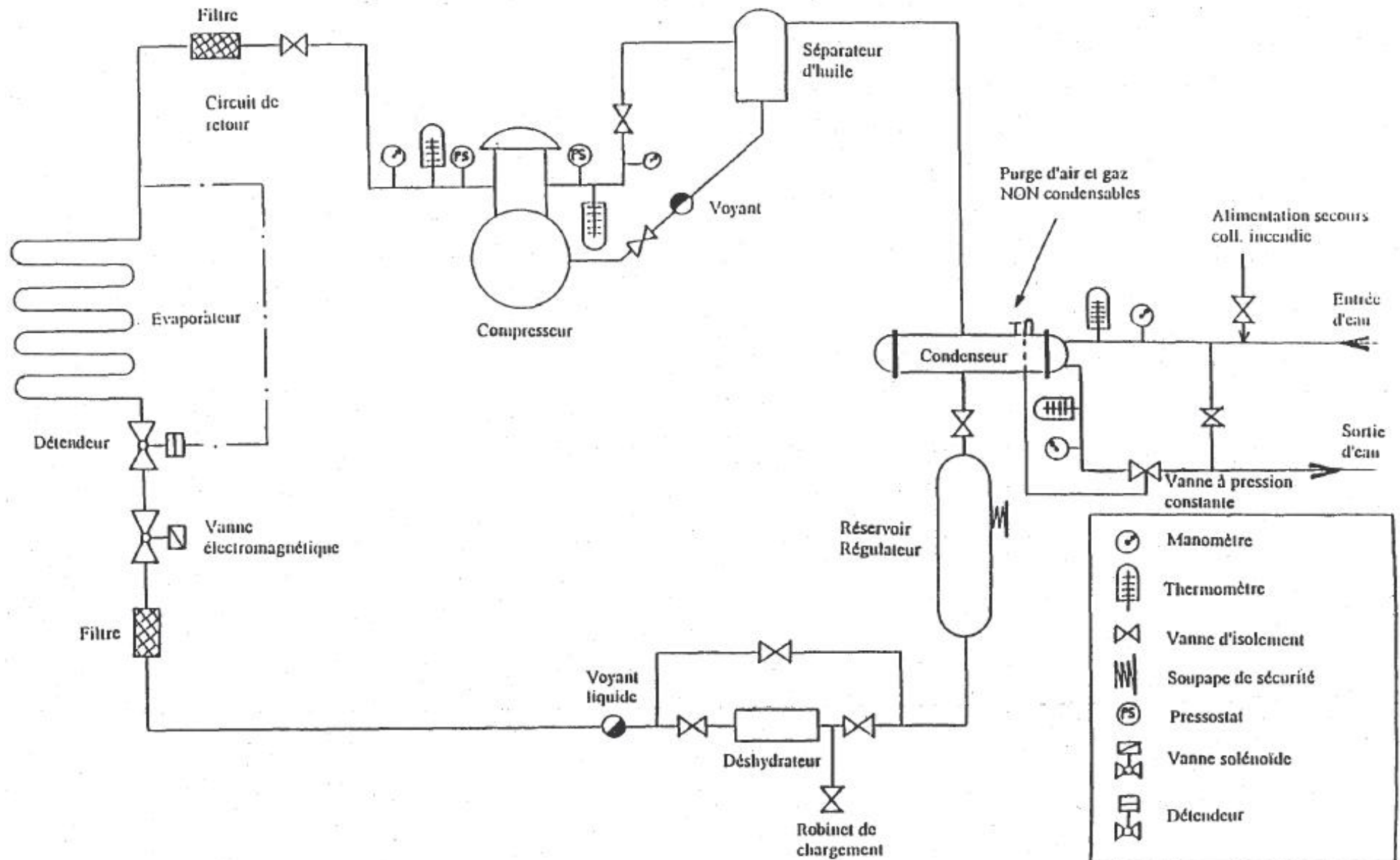
Un pressostat BP monté à l'aspiration commande l'arrêt et le démarrage automatique du compresseur. Lorsque la température de la chambre est atteinte, la soupape électromagnétique se ferme. La pression baisse à l'aspiration jusqu'à une valeur telle que le pressostat BP intervient et stoppe le compresseur. Lorsque la température de la chambre s'élève à nouveau, la soupape électromagnétique s'ouvre, le liquide s'écoule du réservoir dans l'évaporateur, la pression à l'aspiration s'accroît, entraînant le réenclenchement du pressostat et le démarrage du compresseur.

Le réglage du pressostat BP dépend du type de l'installation.

Le déclenchement est réglé pour une pression correspondant à une température inférieure à la température la plus basse que puisse prendre le frigorigène en service courant.

L'enclenchement s'effectue à une pression à l'aspiration correspondant à une température de vaporisation du frigorigène inférieure de quelques degrés à la température à maintenir dans la chambre la plus froide, par exemple pour le R12 une pression de 0,5 à 0,55 bar (pression effective) pour une température de - 17 °C.

# SCHÉMA DE PRINCIPE.



---

(1) Appelé couramment réservoir liquide.

(2) Manomètre indiquant les pressions et températures correspondant à la courbe de saturation.

## ANNEXE IV.

### **DESCRIPTION SCHÉMATIQUE ET FONCTIONNEMENT D'UN GROUPE FRIGORIFIQUE POUR CONDITIONNEMENT D'AIR À COMPRESSEUR CENTRIFUGE (VOIR SCHÉMA).**

#### **1. COMPRESSEUR.**

Le compresseur, dont la vitesse de rotation est de 9000 à 20000 tr/mn environ suivant les machines et le type de frigorigène employé, est entraîné par un moteur électrique par l'intermédiaire d'un multiplicateur de vitesse, incorporé ou non au carter du compresseur.

##### **1.1. Installation au R11.**

La pression d'aspiration est de l'ordre de - 0,55 bar effectif.

a) Le multiplicateur est séparé du compresseur, la sortie d'arbre comporte une garniture d'étanchéité dite « mécanique » lubrifiée (bague de carbone en contact avec une surface métallique glacée).

b) Le multiplicateur est incorporé au compresseur et soumis à la pression d'aspiration de ce dernier, la garniture d'étanchéité est reportée à la sortie d'arbre PV du multiplicateur [cette dernière solution est plus avantageuse, la garniture « mécanique » étant sur l'arbre petite vitesse (PV) et non grande vitesse (GV)].

##### **1.2. Installation au R12.**

La pression d'aspiration du compresseur est de l'ordre de 2,5 bars effectifs. Le multiplicateur est incorporé au compresseur, avec interposition d'un joint à labyrinthe entre ces deux appareils, et un groupe de vide (petit compresseur alternatif indépendant) qui amène le multiplicateur à une pression voisine de la pression atmosphérique, la sortie de l'arbre de ce dernier comportant une garniture étanche « mécanique » lubrifiée.

#### **2. CONDENSEUR ET ÉVAPORATEUR.**

Ces deux appareils sont installés généralement dans la même enveloppe. Le compresseur refoule directement au condenseur qui est réfrigéré par une circulation d'eau de mer.

Le fluide liquide pénètre dans l'évaporateur par l'intermédiaire d'un organe de détente à flotteur, appelé parfois « float valve » ; la température d'évaporation est de l'ordre de 2 °C, ce qui correspond à une pression d'environ 0,45 bar absolu pour le R11 et 3,5 bars absolus pour le R12. Le frigorigène, en s'évaporant, assure la réfrigération, aux environs de 8 °C (6 °C pour les installations futures), de l'eau destinée au conditionnement d'air, qui circule généralement dans le faisceau tubulaire de l'évaporateur. Le fluide est ensuite aspiré à nouveau par le compresseur centrifuge.

#### **3. RÉGULATION DE LA PUISSANCE FRIGORIFIQUE.**

Elle est obtenue au moyen d'une couronne d'aubages radiaux mobiles, disposés à l'aspiration du compresseur centrifuge ; leur orientation est telle qu'ils commencent à faire tourner le gaz dans le sens de rotation du compresseur, on les appelle « aubages de prérotation » et leur ensemble porte généralement le nom de « prérotary ».

L'ouverture plus ou moins grande de ces aubages, qui règle le débit de gaz, est sous la dépendance de la température d'eau réfrigérée, mesurée au moyen d'une sonde thermo-électrique placée à la sortie d'eau de l'évaporateur, agissant sur le servomoteur de commande du « prérotary ».

Il est prévu, d'autre part, un bipasse, muni d'un sectionnement, reliant le condenseur à l'évaporateur. Lorsque l'installation fonctionne au-dessous du quart de sa puissance nominale, et en vue de maintenir une régulation stable, ce bipasse doit être ouvert en dépit de la perte de rendement occasionnée.

#### **4. GROUPE DE PURGE, DÉSHYDRATEUR.**



L'air qui peut pénétrer dans le circuit frigorigène perturbe le fonctionnement de l'installation en se rassemblant dans le condenseur (la surface d'échange diminue, la pression et la température de refoulement du compresseur augmentent) et véhicule de l'humidité qui provoque des corrosions en présence de ce gaz. Pour l'évacuer, chaque installation est équipée d'un groupe de purge qui est un petit compresseur alternatif, mis en route chaque fois que le besoin s'en fait sentir (cf. annexe I, conduite § 1.2.2). Il est toujours prévu, d'autre part, un déshydrateur et un filtre.

Les installations au R12 sont en outre équipées d'un groupe de vide (voir § 1.2).

## 5. GRAISSAGE.

Le graissage des différents organes du compresseur et du multiplicateur (paliers, garniture « mécanique » de sortie d'arbre) est assuré par un circuit d'huile généralement assez complexe, et variable suivant les installations, mais comprenant toujours un réservoir, une ou plusieurs pompes attelées (une pompe GV et une pompe PV), ou indépendantes ou les deux types de pompes, un filtre, un réfrigérant (réfrigération par eau ou par le frigorigène).

L'huile dissout du fluide en quantité importante lorsqu'elle est froide ; cette situation peut conduire à un dégazage du frigorigène par ébullition et à des avaries de graissage ; en outre le fluide dissous dans l'huile du carter de certaines installations (dont le carter est soumis à la pression d'aspiration du compresseur) entraîne, en se dégazant brutalement à chaque démarrage, de l'huile qui se rassemble progressivement dans la phase liquide de l'évaporateur ; pour remédier à ces inconvénients, divers dispositifs sont prévus :

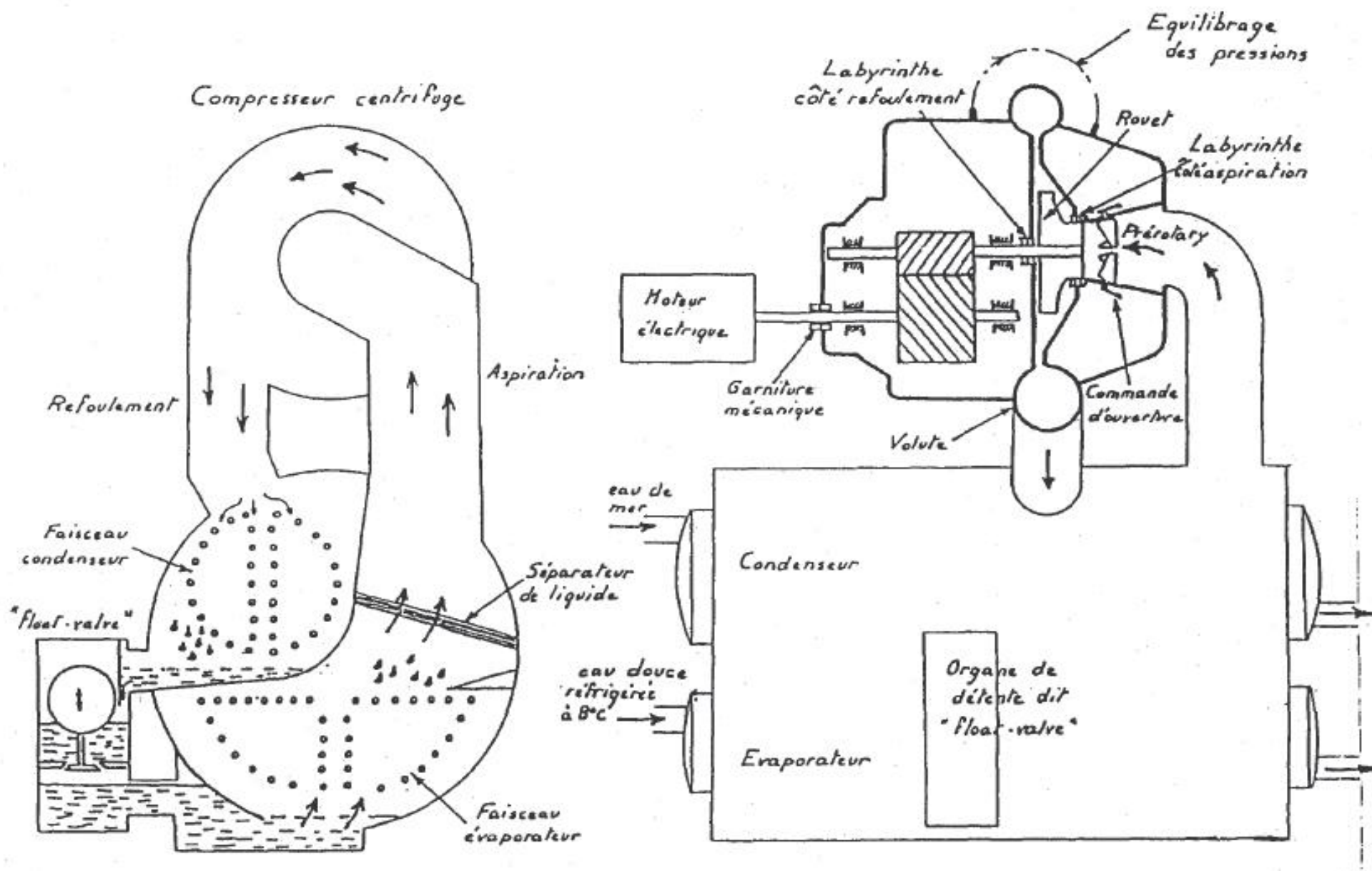
- rectification continue ou suivant besoin du frigorigène par un réchauffeur ;
- réchauffage permanent du réservoir d'huile du carter du compresseur lorsque l'installation est stoppée ;
- réchauffage de l'huile au démarrage ;
- dispositif de réintégration continue de l'huile par un éjecteur avec filtre déshydrateur, etc.

## 6. ORGANES DE SÉCURITÉ ET D'AUTOMATICITÉ.

En dehors de la régulation automatique de puissance frigorifique citée au paragraphe 3 ci-dessus, il existe :

- un pressostat de refoulement, stoppant le compresseur en cas de surpression ;
- un pressostat d'aspiration, le stoppant en cas de baisse de pression anormale ;
- un pressostat et un thermostat de graissage ;
- un contrôleur de circulation d'eau ;
- un thermostat dit « antigel » intervenant lorsque la température d'eau réfrigérée s'abaisse exagérément ;
- pour les installations au R12, un pressostat différentiel entre aspiration de compresseur et carter du multiplicateur le stoppant en cas de différence de pression trop faible ;
- un pressostat au refoulement du groupe de purge, et un autre au refoulement du groupe de vide quand celui-ci existe ;
- pour les installations au R 11, un pressostat de pression d'huile au démarrage (pompe à huile auxiliaire).

# SCHÉMA DE PRINCIPE.



ANNEXE V.  
**DESCRIPTION SCHÉMATIQUE ET FONCTIONNEMENT D'UN GROUPE FRIGORIFIQUE  
POUR CONDITIONNEMENT D'AIR À COMPRESSEUR À VIS.**

### 1. COMPRESSEUR.

Les compresseurs appartiennent à la classe des machines volumétriques du type rotatif comme les compresseurs à piston tournant et palette simple ou multiple.

Les compresseurs hélicoïdes se divisent en deux sous-groupes :

- es monorotors ;
- les birotors.

Chacun de ces sous-groupes, utilisant le même principe de compression, ont des technologies très différentes.

Ils utilisent comme fluide frigorigène les hydrochlorofluorocarbones ou HCFC (R22). Le graissage est en général assuré au démarrage par une pompe à huile, ensuite l'injection d'huile résulte de la pression différentielle engendrée par le compresseur lui-même. À ce moment, la pompe à huile est automatiquement arrêtée. (Certains compresseurs ne possèdent pas de pompe à huile et utilisent une lubrification par injection d'huile obtenue par la différence de pression entre le refoulement et les organes à lubrifier.)

Le refoulement des compresseurs est muni d'un manomètre, d'un thermomètre, d'une vanne d'isolement, d'un pressostat haute pression (HP) et d'un thermocouple qui provoquent l'arrêt de l'installation si la pression ou la température sont trop élevées.

### 2. SÉPARATEUR D'HUILE.

La quantité d'huile en circulation dans un compresseur à vis est très importante.

Le débit d'huile injecté dans le compresseur doit absolument être séparé du fluide frigorigène pour être réintégré vers le compresseur.

En fonction de leur conception, les séparateurs d'huile peuvent également servir de réservoir d'huile. Un élément chauffant permet à l'huile, lors du démarrage, d'avoir la viscosité souhaitée et d'éliminer le frigorigène qui s'est ajouté au cours de l'arrêt. (Certaines machines ne comprennent pas de séparateur d'huile. L'huile est séparée du fluide frigorigène par centrifugation. Ce système très efficace permet de limiter la quantité d'huile contenue dans la machine.)

### 3. RÉGLAGE DE LA PUISSANCE FRIGORIFIQUE.

La plupart des compresseurs à vis possèdent un système de régulation de puissance continu de 10 à 100 p. 100. Ce système de régulation est incorporé au compresseur.

### 4. RÉGULATEUR « GAZ CHAUD ».

Un régulateur « gaz chaud » est monté entre le séparateur d'huile et le condenseur et admet jusqu'à l'évaporateur, du frigorigène sous pression de refoulement lorsque la charge du compresseur est inférieure à 20 p. 100.

Cette injection de « gaz chaud » a pour but d'éviter des à-coups dans l'installation (va-et-vient).

### 5. CONDENSEUR.

Le compresseur refoule le frigorigène au condenseur, par l'intermédiaire du séparateur d'huile.

Son refroidissement est assuré par une circulation d'eau de mer régulée afin de maintenir une pression de condensation du frigorigène approximativement constante et pour le R22 voisine de 15 bars.

Les condenseurs sont souvent munis d'une sécurité de chute de pression d'eau, d'un thermomètre d'entrée et de sortie d'eau et d'une soupape de sécurité.

Une purge permet l'évacuation de l'air ou des gaz non condensables, qui seraient présents dans le circuit frigorigène.

## 6. FILTRE DÉSHYDRATEUR.

Un filtre déshydrateur est monté à la sortie du condenseur. Il a pour but de recueillir les particules d'eau et autres impuretés en suspension dans le frigorigène.

Cet organe est toujours en service.

## 7. ÉVAPORATEUR.

Le frigorigène pénètre dans l'évaporateur par l'intermédiaire:

- d'une électrovanne dont l'ouverture est fonction de la température de l'eau à réfrigérer ;
- d'un groupe de détente thermostatique dont l'élément sensible monté en aval de l'évaporateur assure la régulation d'ouverture.

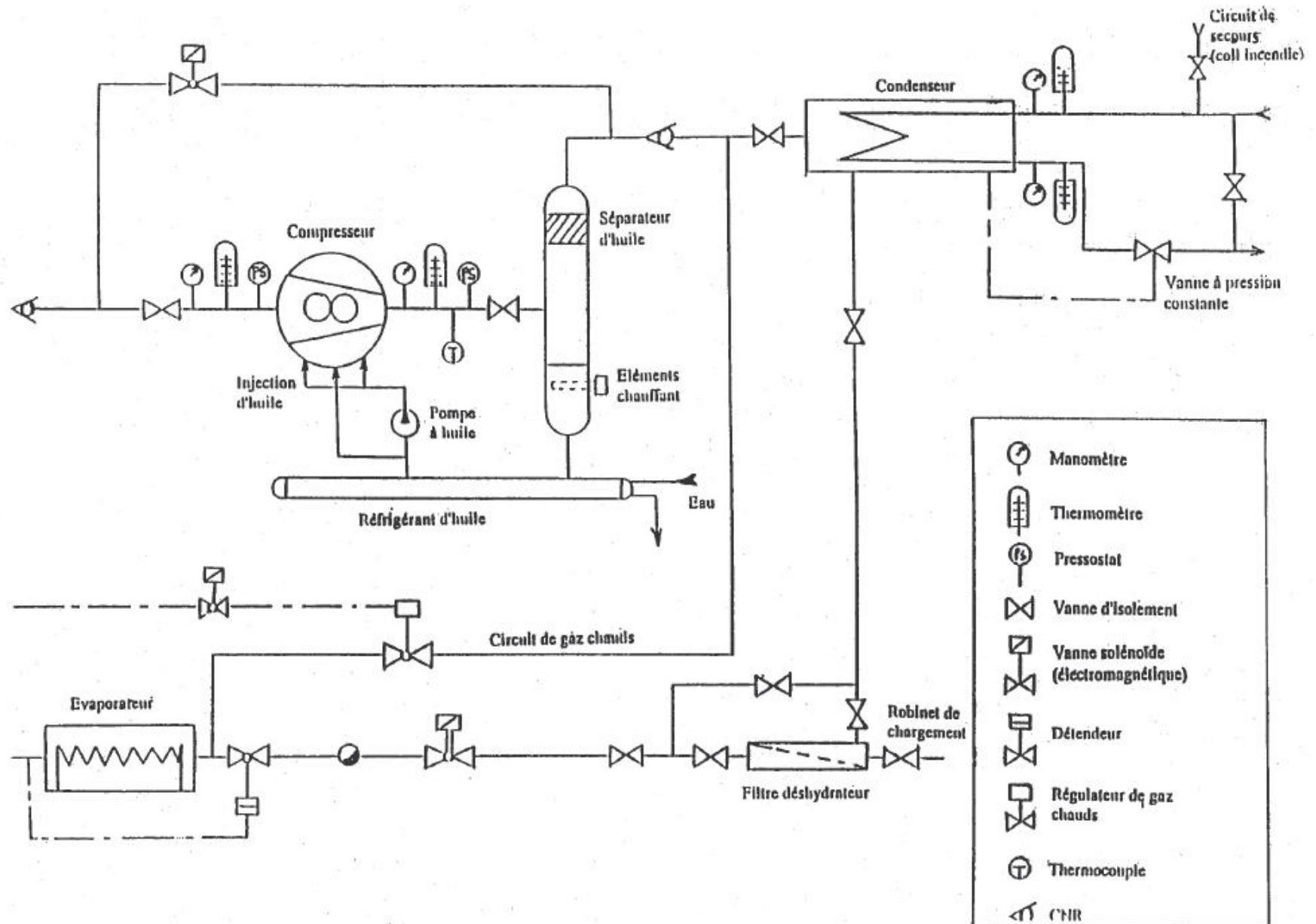
Le frigorigène, en s'évaporant, assure la réfrigération, aux environs de 8 °C (6 °C pour les installations futures), de l'eau destinée au conditionnement d'air, qui circule dans le faisceau tubulaire de l'évaporateur.

## 8. CIRCUIT DE RETOUR AU COMPRESSEUR.

Le frigorigène se réchauffe progressivement dans l'évaporateur et retourne au compresseur. Le tuyautage d'aspiration du compresseur est muni d'une vanne d'isolement. Un manomètre et un thermomètre sont installés entre la vanne d'isolement et le compresseur.

Une électrovanne montée en dérivation du circuit frigorigène, entre l'aspiration du compresseur et le refoulement du séparateur d'huile, s'ouvre dès que le compresseur est arrêté et permet ainsi de réaliser une liaison directe entre les côtés refoulement et aspiration du compresseur. La pression différentielle sur le compresseur est annulée et évite que celui-ci tourne en arrière et ne soit entièrement rempli d'huile.

# SCHÉMA DE PRINCIPE.



ANNEXE VI.  
INCIDENTS DE FONCTIONNEMENT RELATIFS AUX COMPRESSEURS ALTERNATIFS.

A. DÉRÉGLAGE DES PRESSIONS SUR LE CIRCUIT D'ASPIRATION DU FRIGORIGÈNE.

A.1. Pression trop élevée.

Causes probables.	Observations.
Retour de frigorigène liquide au compresseur.	Vérifier le fonctionnement du détendeur. Vérifier la fixation du bulbe thermostatique de commande du détendeur (voir guide du constructeur).
Clapets d'aspiration ou segments de piston non étanches.	Vérifier toutes les autres causes possibles de mauvais fonctionnement avant d'entreprendre un démontage sur le compresseur.
Mécanisme de décharge du compresseur déréglé.	Reprendre le réglage.
Disque de sécurité crevé (R11).	Remplacer le disque. Vérifier le fonctionnement du pressostat HP.
Excès de frigorigène en circuit.	Décharger le circuit (voir annexe I, chap. III : entretien, de l'instruction).
Filtre à frigorigène à l'aspiration bouché.	Nettoyer le filtre (voir annexe I, chap. III : entretien, de l'instruction).
Fuite au séparateur d'huile et passage de gaz au carter du compresseur.	Vérifier le fonctionnement du séparateur.

A.2. Pression trop basse.

Causes probables.	Observations.
Évaporateur mal alimenté (en air ou en eau).	Procéder au nettoyage et vérifier les réglages (voir guide du constructeur).
Tuyauterie d'aspiration de frigorigène obstruée. Vanne sur l'aspiration étranglée : filtre à frigorigène liquide encrassé. Organes automatiques mal réglés, etc.	Rechercher les fuites. Recharger le circuit (voir annexe I, chap. III : entretien, de l'instruction).
Charge de frigorigène insuffisante.	Un manque de frigorigène se manifeste de la manière suivante : - tuyautage de refoulement compresseur : très chaud ; - tuyautage à l'aspiration du compresseur : chaud ; - pression à l'aspiration du compresseur : basse ; - pression au refoulement du compresseur : basse ; - refroidissement inégal des serpentins ; - carter et cylindre du compresseur chauds ; - voyant de frigorigène : apparition de bulles ; - le compresseur tourne sans interruption ; - sifflement constant ou intermittent au détendeur qui doit, avec une certaine expérience, être distingué du bruit habituel.
Mécanisme de décharge du compresseur déréglé.	Voir chapitre A.1.
Détendeur mal réglé ou obstrué par un bouchon de glace.	Voir annexe I, chapitre III : entretien, de l'instruction.
Excès d'huile de graissage dans le circuit frigorigène.	Voir annexe I, chapitre I : conduite de l'installation.

## B. DÉRÉGLAGE DES PRESSIONS SUR LE CIRCUIT DE REFOULEMENT DU FRIGORIGÈNE.

### B.1. Pression trop élevée.

Causes probables.	Observations.
Air ou gaz non condensables dans le circuit frigorigène.	Voir annexe I, chapitre I : conduite de l'installation.
Mauvais échange de chaleur ou débit d'eau insuffisant : - vanne étranglée ; - condenseur ou filtre sale ; - pression de refoulement de la pompe insuffisante.	Pour la vérification de l'état de propreté du condenseur. Voir annexe I, chapitre III : entretien, de l'instruction.
Excès de frigorigène en circuit.	Voir chapitre A.1.
Ailettes (condenseur refroidi à l'air) obstruées ou sales.	Nettoyer les ailettes. Vérifier qu'il n'y a pas d'obstacle à l'accès de l'air au condenseur.

### B.2. Pression trop basse.

Causes probables.	Observations.
Eau de réfrigération trop froide, débit trop grand.	Régler la vanne d'alimentation du condenseur (voir guide du constructeur).
Clapets d'aspiration ou segments de piston non étanches.	Voir chapitre A.1.
Mécanisme de décharge du compresseur déréglé.	Voir chapitre A.1.
Charge de frigorigène insuffisante.	Voir chapitre A.2.
Retour de frigorigène liquide de l'évaporateur.	Vérifier le fonctionnement du détendeur. Vérifier la fixation du bulbe thermostatique de commande du détendeur.

## C. MISES EN ROUTE ET ARRÊTS FRÉQUENTS DU COMPRESSEUR.

### C.1. Action du pressostat HP.

Causes probables.	Observations.
Mauvais échange de chaleur ou débit d'eau insuffisant.	Voir chapitre B.1.
Déréglage du pressostat HP.	Reprendre le réglage conformément aux instructions du constructeur.
Excès de frigorigène en circuit, tubes du condenseur engorgé.	Voir chapitres A.1 et B.1.

### C.2. Action du pressostat BP.

Causes probables.	Observations.
Pressostat BP réglé à une pression trop élevée ou fonctionnant mal.	Reprendre le réglage conformément aux instructions du constructeur.
Filtres à frigorigène liquide sur l'aspiration encrassés ou détendeur partiellement obstrué.	Voir chapitre A.1.
Les clapets de refoulement fuient légèrement.	Vérifier leur étanchéité. Vérifier toutes les autres causes possibles de mauvais fonctionnement avant d'entreprendre un démontage sur le compresseur.
La soupape de sûreté fuit légèrement.	Vérifier son étanchéité.
Évaporateur mal alimenté (en air ou en eau suivant l'installation) ou stoppé.	Vérifier l'alimentation de l'évaporateur. Dégivrer.
Serpentins givrés ou sales.	Nettoyer les serpentins.
Le bulbe de commande du détendeur fuit et a perdu sa charge.	Effectuer un essai de bon fonctionnement en chauffant le bulbe à la main.
Mécanisme de décharge du compresseur réglé pour une pression trop basse.	Reprendre le réglage suivant les instructions du constructeur.

## D. DIFFICULTÉ DE DÉMARRAGE ET DE STOPPAGE AUTOMATIQUE.

### D.1. Le compresseur ne démarre pas.

Causes probables.	Observations.
Tension électrique trop faible, disjoncteur déclenché, fusible sauté.	Vérifier l'arrivée de tension. Rechercher les causes de surcharge.
Thermostat HP non alimenté.	Le réenclencher.
Sécurité de chute de pression d'huile déclenchée.	Chercher les raisons du déclenchement. Rechercher la cause du déclenchement avant remise en route.
Soupape électromagnétique reste fermée et maintient le stoppage par l'intermédiaire du pressostat BP.	Vérifier l'isolement de l'enroulement.
Charge de frigorigène insuffisante entraînant une pression à l'aspiration trop basse et l'intervention du pressostat BP.	Voir chapitre A.2, B.2.

### D.2. Le compresseur ne stoppe pas.

Causes probables.	Observations.
Charge de frigorigène insuffisante.	Voir chapitre A.2, B.2, D.1.
Les clapets de refoulement fuient beaucoup.	Voir chapitre C.2.
La soupape électromagnétique ne se ferme pas complètement.	Examiner les portages de la soupape ou la remplacer.

## E. INCIDENTS MÉCANIQUES.



### E.1. Mauvais fonctionnement du mécanisme de décharge des cylindres (réduction du couple au démarrage).

Causes probables.	Observations.
Le mécanisme de décharge par les cylindres.	Étudier la constitution du mécanisme et rechercher les faiblesses de construction éventuelles.
Le compresseur fonctionne à pleine charge.	Reprendre le réglage ou réparer.
Le mécanisme ne réenclenche pas.	Voir chapitres A.1, A.2, B.2, C.2.
Le compresseur continue à tourner à vide.	Mêmes observations.

### E.2. Bruits anormaux au compresseur.

Causes probables.	Observations.
Boulonnerie desserrée.	Voir annexe IX : entretien périodique.
Vibrations de tuyautage qui se répercutent au compresseur.	Supporter convenablement les tuyautages. Vérifier la tenue des colliers. La vanne de refoulement peut vibrer si elle est mal ouverte. La manœuvrer plusieurs fois.
Mauvais lignage du compresseur. Entraînement en mauvais état.	Soigner le montage.
Freinage du mouvement du compresseur dû au retour de frigorigène liquide ; ceci peut entraîner également des suintements au carter.	Vérifier que le détendeur à main est bien fermé. Vérifier le réglage du détendeur automatique. Vérifier la fixation du bulbe thermostatique. Voir chapitres A.1, A.2, B.2.
Usure des organes mobiles du compresseur.	Demander la réparation à un service spécialisé.
Jeu insuffisant entre piston et support des clapets entraînant un bruit métallique analogue à un martèlement (fonctionnement du mécanisme de décharge).	Demander la réparation à un service spécialisé.

## F. INCIDENTS DE GRAISSAGE.

### F.1. Diminution du niveau d'huile dans le carter du compresseur.

Causes probables	Observations
Retour trop important de fluide frigorigène au compresseur entraînant un givrage du carter.	Reprendre le réglage du détendeur qui doit assurer un certain degré de surchauffe. Voir annexe III, § 10 et instructions du constructeur.

Segments ou chemises usés provoquant des remontées d'huile.	Le tableau des heures de marche doit permettre de juger si cette cause de mauvais fonctionnement est plausible.
Pression de condensation trop faible.	Reprendre le réglage du débit d'eau au condenseur (annexe III, § 2).
Fuite externe.	Vérifier le circuit ; reprendre étanchéité.

## F.2. Chute de pression d'huile.

Causes probables.	Observations.
Filtre à huile bouché.	Voir annexe IX : entretien périodique.
Avarie de pompe à huile ou de soupape de sûreté.	Voir chapitres A.1, B.2, E.3.
Retour abondant de frigorigène liquide au carter du compresseur.	Vérifier le fonctionnement et le réglage du détendeur.
Usure des coussinets.	Demander la réparation à un organisme spécialisé.

## G. SIFFLEMENT AU PASSAGE DE GAZ DANS LES ORGANES DE RÉGLAGE.

Causes probables.	Observations.
Ouverture du détendeur trop faible ou charge de frigorigène insuffisante.	Voir chapitres A.2, B.2, D.1, E.2.
Les vannes mal ouvertes les filtres partiellement bouchés sur circuit de frigorigène peuvent provoquer une détente.	Vérifier l'ouverture des vannes. Voir l'annexe IX : entretien périodique pour le nettoyage des filtres.

## H. CONDITIONS ANORMALES DE PRODUCTION DE FROID.

### H.1. Température trop élevée des chambres froides.

Causes probables.	Observations.
La commande automatique ne fonctionne pas.	Vérifier que la commande est alimentée (interrupteurs ouverts, fusibles sautés, etc.). Vérifier l'état des enroulements des soupapes automatiques. Vérifier le réglage de l'interrupteur de commande (voir instructions du constructeur).
Le détendeur ne s'ouvre pas assez ou est partiellement bouché.	Voir articles A.2, B.2, D.1, E.2, H. Voir annexe I, chapitre III : entretien de l'instruction et annexe III.
Serpentins givrés.	Si le circuit frigorigène nécessite un nettoyage complet, demander le concours d'un service spécialisé.
Circulation d'air insuffisante dans les chambres.	Voir annexe IX : entretien périodique. Vérifier les ventilateurs.
Introduction d'air chaud.	Rechercher les obstructions éventuelles (ranger les denrées pour faciliter la circulation de l'air). Fixer les heures d'ouverture des chambres. Vérifier et réparer, si nécessaire, les joints des portes et des tapes.
Emmagasinage de produits chauds et/ou	Laisser refroidir les produits jusqu'à la température

humides.	ambiante avant leur introduction dans les chambres. Mettre un second compresseur en route si l'installation le permet.
----------	---

## H.2. Température des chambres trop basse.

Causes probables.	Observations.
La commande automatique ne fonctionne pas.	Voir observation ci-dessus.
La vanne électromagnétique fuit.	Vérifier sa fermeture. Vérifier le portage.

## H.3. Variation périodique du degré de surchauffe du frigorigène au droit du bulbe de détendeur et pompage de ce dernier.

Causes probables.	Observations.
Une trop grande quantité d'huile circule dans les tuyautages.	Vérifier le niveau au carter. Voir annexe I : conduite de l'installation.
Mauvais contact du bulbe sur le serpentín dû à un mauvais montage ou à la présence d'humidité ou de glace.	Vérifier le contact. Reprendre l'isolement après séchage.
Bulbe placé dans un courant de convection ou à un endroit tel qu'il est affecté par la marche des ventilateurs.	Vérification du ressort d'un atelier spécialisé ou de constructeur.
Détendeur en mauvais état.	Remplacer le détendeur.
Humidité dans le détendeur entraînant une paresse des éléments mobiles.	Chauffer lentement le corps du détendeur en prenant soin de ne pas détériorer le soufflet et les joints. Si le chauffage libère le mouvement des éléments mobiles et que le fonctionnement automatique se rétablisse momentanément, démonter le détendeur et le nettoyer. Mettre le déshydrateur en fonction. Changer le déshydrateur.

## H.4. Un grand pourcentage du frigorigène liquide dépasse le bulbe sans s'être vaporisé. Le degré de surchauffe du fluide frigorigène est faible au droit du bulbe.

Causes probables.	Observations.
Détendeur trop ouvert.	Reprendre le réglage.
Mauvais contact du bulbe sur le serpentín.	Voir observations précédentes.
Bulbe mal placé ou mal isolé.	Voir observations précédentes.
Détendeur non étanche en position fermée.	Lorsque le compresseur stoppe, chercher à détecter un sifflement au détendeur. Démonter, nettoyer, vérifier le portage du pointeau.

## H.5. Le degré de surchauffe est très important au droit du bulbe.

Causes probables.	Observations.
Humidité dans le détendeur et paresse des éléments mobiles.	Voir observations précédentes.
Filtre à frigorigène liquide encrassé.	Voir annexe IX : entretien périodique.
Détendeur mal réglé ou en mauvais état.	Reprendre le réglage. Voir instruction du constructeur.
Bulbe mal placé ou mal isolé.	Voir observations précédentes.
Charge de frigorigène insuffisante.	Voir chapitre précédent.
Trop de fluide à l'état de vapeur dans le tronçon du circuit où il doit être liquide.	Il se produit une détente dans ce tronçon de circuit. Rechercher les causes d'obturation partielle : vannes mal ouvertes par exemple.
Perte de charge importante dans les serpentins.	Rechercher les causes d'obstruction partielle, poches d'huile par exemple. Purger si nécessaire.

**ANNEXE VII.**  
**INCIDENTS DE FONCTIONNEMENT RELATIFS AUX COMPRESSEURS CENTRIFUGES.**

Constatations.	Causes possibles.	Remèdes.
<b>1. Pression de refoulement anormalement élevée.</b>		
Différence de température entre sortie du frigorigène liquide (1) et la température saturante du condenseur plus élevée que la normale.	Air dans le condenseur.	Évacuer l'air du condenseur.
Différence de température entre sortie du frigorigène liquide et la température de sortie d'eau du condenseur plus élevée que la normale.	Tubes du condenseur sales ou entartés.	Nettoyer les tubes du condenseur. Observer l'état de l'eau de mer en circulation.
Pression de refoulement élevée.	Température de l'eau de mer de circulation du condenseur trop élevée.	Augmenter le débit d'eau de mer si possible.
Différence de température entre l'entrée et la sortie d'eau du condenseur plus élevée que la normale, mais avec pression normale du condenseur.	Alimentation en eau de mer de réfrigération insuffisante. Tubes de condenseur sales.	Augmenter le débit d'eau de mer. Nettoyer les tubes de condenseur.
Différence de température entre l'entrée et la sortie d'eau au condenseur plus basse que la normale, avec basse pression d'aspiration.	Alimentation en eau de mer trop forte. La soupape à flotteur (float-valve) ne s'ouvre pas suffisamment.	Diminuer le débit d'eau de mer. Ouvrir manuellement la « float-valve », rechercher la cause de son mauvais fonctionnement, la visiter au besoin.
<b>2. Pression d'aspiration anormalement.</b>		
Différence de température plus élevée que la normale entre l'eau réfrigérée qui quitte l'évaporateur(1) et le frigorigène de l'évaporateur, avec une température de refoulement élevée.	Charge de frigorigène insuffisante.	Rechercher les fuites éventuelles et ajouter du frigorigène.
Différence de température plus élevée que la normale entre l'eau réfrigérée qui quitte l'évaporateur(1) et le frigorigène de l'évaporateur, avec une température de refoulement normale.	Les tubes de l'évaporateur sont sales ou obstrués.	Nettoyer les tubes de l'évaporateur.
Température d'eau réfrigérée trop basse avec faible ampérage au moteur.	Demande de froid insuffisante pour la puissance de l'installation.	Vérifier le fonctionnement du « prérotary ». Ouvrir le by-pass (cf. annexe IV, § 3).
Basse température de refoulement.	Entraînement de liquide. Installation surchargée en frigorigène.	Vérifier la charge ; évacuer du frigorigène si nécessaire (voir annexe I, § 3.2.3).

Température élevée de l'eau réfrigérée.	Défaut d'ouverture du « prérotary ».	Vérifier le circuit de positionnement du « prérotary ».
	Installation surchargée en puissance frigorifique.	1. Contrôler que l'installation fonctionne en pleine puissance. 2. Lancer une autre installation.

---

(1) Température relevée sur le manomètre gradué en températures et pressions.  
(Les valeurs indiquées sont celles de la vapeur saturante.)

**ANNEXE VIII.**  
**INCIDENTS DE FONCTIONNEMENT RELATIFS AUX COMPRESSEURS À VIS.**

Constatations.	Causes possibles.	Remèdes.
<b>1. Pression et température de refoulement.</b>		
1.1. Pression de refoulement de frigorigène trop élevée.	La vanne de refoulement du compresseur n'est que partiellement ouverte.	Ouvrir complètement la vanne de refoulement.
	Manque de débit d'eau de réfrigération vers le condenseur : - fonctionnement défectueux de la pompe ; - mauvaise disposition du circuit d'eau de mer ; - fonctionnement défectueux de la vanne trois voies (régulation de la pression de condensation).	S'assurer du bon fonctionnement : - de la pompe ; - de la vanne trois voies. Vérifier la bonne disposition du circuit de réfrigération.
	Tubes de condenseurs sales ou entartrés.	Nettoyer les tubes du condenseur. Observer l'état de l'eau de mer en circulation.
	Excès de frigorigène en circuit.	Contrôler le niveau au condenseur.
	Présence d'air dans les circuits de frigorigène.	Voir annexe I, § 1.2.2 de la présente instruction.
1.2. Pression de refoulement de frigorigène trop basse.	La vanne d'aspiration du compresseur n'est que partiellement ouverte ou totalement fermée.	Vérifier la disposition de la vanne d'aspiration.
	Manque de frigorigène dans le circuit.	Contrôler le niveau au condenseur. Rechercher la fuite et y remédier. Compléter la charge de frigorigène.
	Pression d'aspiration trop basse.	Voir § 2.2 ci-dessous.
	Réfrigération du condenseur trop importante.	Contrôler la vanne trois voies.
1.3. Température de refoulement du frigorigène trop élevée.	Manque d'huile vers le compresseur.	Contrôler le niveau d'huile sur l'indicateur. Vérifier la disposition du circuit.
	Température d'huile trop élevée	Voir § 3.2 ci-dessous.
	Surchauffe trop importante à l'aspiration.	Contrôler la température à l'aspiration.
<b>2. Pression d'aspiration.</b>		
2.1. Pression d'aspiration du frigorigène trop élevée.	Température de l'eau réfrigérée est supérieure à 13 °C.	
	Le détendeur laisse passer trop de frigorigène.	Contrôler la fixation et le contact du bulbe avec le tube.
	Le réglage se trouve en position « manuel ».	Placer le réglage sur « auto ».
2.2. Pression d'aspiration du frigorigène trop basse.	La vanne d'aspiration au compresseur est insuffisamment ouverte.	Vérifier son ouverture.
	La vanne électromagnétique d'alimentation ne fonctionne pas.	Vérifier l'alimentation électrique et le fonctionnement.
	Manque de frigorigène dans le circuit.	Contrôler le niveau au condenseur, rechercher la fuite et y remédier, compléter la charge de frigorigène.
	Fonctionnement défectueux du détendeur (laisse passer peu ou pas de fluide.	Le bulbe ou le capillaire est défectueux : le remplacer, contrôler la surchauffe.
	Pression de condensation trop basse.	Contrôler le fonctionnement et le réglage de la vanne trois voies d'eau de mer.
	Déshydrateur colmaté.	Remplacer les cartouches.

	Le réglage se trouve en position « manuel ».	Placer le réglage en position « auto ».
<b>3. Graissage du compresseur.</b>		
3.1. Absence ou pression trop basse d'huile de graissage.	Manque d'huile dans le déshuileur.	Détecter une éventuelle fuite d'huile. Réparer. Compléter le niveau. Voir DLU.
	Filtre à huile colmaté.	Remplacer l'élément filtrant.
3.2. Température trop élevée de l'huile de graissage.	Manque d'efficacité du réfrigérant d'huile.	
<b>4. Divers.</b>		
4.1. Température trop basse de l'eau réfrigérée.	Thermostat.	Contrôle du fonctionnement. Vérification du réglage.
	Le réglage de puissance ne fonctionne pas.	Régler suivant DLU.
4.2. Le compresseur ne démarre pas.	Interrupteur d'alimentation défectueux ou sur position erronée.	Vérifier les sécurités et l'alimentation électrique, contrôler les voyants à l'aide du bouton d'essais.



**ANNEXE IX.**  
**CONTRÔLES ET VISITES PÉRIODIQUES.**

Périodicité.	Organes à examiner.	Détail des opérations à effectuer.	Observations.
Toutes les deux heures et à chaque mise en service.	Appareils de mesures.	Relever les indications des appareils de mesure.	
	Compresseur.	Pressions et températures à l'aspiration et au refoulement. Pression et niveau d'huile. Température approximative du carter au toucher. (Rechercher les bruits anormaux et les suintements d'huile.)	D'une manière générale le personnel chargé des machines frigorifiques s'accoutumera à évaluer des températures supportables à la main. Ceci lui permettra de détecter rapidement les modifications du comportement de l'installation. Ex. : en marche normale la canalisation d'aspiration est froide au toucher et givrée.
	Condenseur.	Pression et température à l'entrée. Température à la sortie.	
	Circuit de frigorigène.	Températures diverses. Conditions d'écoulement au voyant.	
	Chambres froides.	Températures.	
Tous les jours.	Sécurités et alarmes.	Vérifier l'alimentation des sécurités et alarmes.	Ainsi qu'à chaque mise en route de l'installation.
	Pompes (1).	Vérifier la tenue des garnitures d'étanchéité et le graissage des paliers.	
	Circuit d'huile.	Tourner la poignée du filtre auto-clean de plusieurs tours.	
	Compresseur centrifuge et multiplicateur.	Le groupe étant en régime stable vérifier la pression d'huile des paliers : une baisse de 20 p. 100 par rapport aux pressions d'essai indique que le filtre est encrassé. Le changer.	
	Groupe de purge.	Vérifier le niveau d'huile de son compresseur.	Le mettre en fonction, si l'on constate la présence d'air et de gaz incondensables (cf. conduite).
	Condenseur.	Observer l'écart de température entre sortie d'eau et sortie de frigorigène liquide.	Prévoir le nettoyage du condenseur si cet écart excède la normale.
	Compteurs horaires des compresseurs frigo-vivres.	Relever les heures de fonctionnement à heure fixe.	Une installation en bon état dans les conditions d'exploitation normales aura un temps de fonctionnement journalier régulier. Tout écart est signe d'un mauvais fonctionnement.
	Indicateur d'humidité.	Vérifier la couleur de la pastille : si besoin est changer la cartouche du filtre déshydrateur.	Pour les installations qui en sont munies.
Toutes les semaines.	Compresseurs(2) et groupes de purge et de vide.	Vérifier la tension des courroies.	Fouettage en fonctionnement.
	Circuit frigorigène.	Vérifier la charge de fluide. Ronde d'étanchéité. Rechercher les fuites sur les tuyautages, les sectionnements et soupapes diverses,	Cf. annexe I, § 3.2.3 et annexes VI, VII et VIII. Recherche des fuites de frigorigène à la lampe haloïde.

		compresseur, le condenseur, à tous les joints. Vérifier la mise en place des chapeaux d'étanchéité.	Voir annexe I, chapitre 4 : réparations et essais de l'instruction.
	Circuits d'eau.	Vérifier leur étanchéité.	
	Condenseur.	Purger l'air des coquilles.	
	Serpentin (frigo-vivres).	Effectuer un dégivrage. Pour les installations automatisées. Vérifier le fonctionnement.	L'épaisseur maximum de givre ne devra pas dépasser 4 à 5 mm pour une chambre froide destinée à maintenir une température de - 12 °C.
	Soupapes électromagnétiques (frigo-vivres).	Vérifier leur bon fonctionnement.	
	Circuit de réchauffage.	Vérification de bon fonctionnement.	
Tous les mois.	Sécurités et alarmes.	Vérifier leur bon fonctionnement.	
	Filtres à eau de mer.	Visite et nettoyage.	
	Condenseur.	Examen et nettoyage des zincs. Nettoyage des condenseurs à air.	Les remplacer lorsqu'ils ont perdu 1/3 de leur poids. Dépoussiérage externe des ailettes.
	Chambres froides.	Examiner et réparer si nécessaire les joints des portes.	
Tous les 3 mois.	Moteurs électriques (2).	Mesure d'isolement des moteurs électriques.	Avant de relancer une installation après arrêt prolongé (3). Pour le graissage suivre les indications du constructeur.
	Boulonnerie.	Ronde de la boulonnerie : vérifier le serrage de toute la boulonnerie des compresseurs, des pompes, la tenue des colliers de crampage des tuyautages, les raccords, la fixation des organes électriques divers.	
	Condenseur et évaporateur.	Contrôle et nettoyage du faisceau tubulaire.	Cette opération peut être annuelle sur certaines installations (se reporter à la DLU).
	Filtres déshydrateurs.	Si l'indicateur d'humidité change de couleur : changer la cartouche.	Pour les installations qui en sont munies.
	Circuit d'huile.	Nettoyer le filtre ou changer la cartouche.	Opération à effectuer uniquement si la pression d'huile accuse une baisse progressive.
	Circuit frigorigène.	Nettoyer les filtres montés sur l'aspiration et le refoulement du compresseur.	Opération à effectuer uniquement en cas d'anomalie constatée.
Tous les 6 mois.	Moteurs électriques (3).	Expertise simple : - contrôle de l'état électrique : examen des parties visibles, relevé de l'isolement, vérification des boîtes à bornes et des liaisons de masse ; - contrôle de l'état mécanique des roulements par relevés de vibrations (mesures globales).	
Tous les ans.	Circuit d'huile (4).	Vidanger l'huile des installations à petit volume d'huile (inférieure à 30 litres).	Suivant le résultat de l'analyse annuelle ; pour les autres, ou suivant les indications du constructeur (5).
	Minuteries et tous	Vérifier leur bon fonctionnement.	

	appareils d'automatisme et de sécurité.		
	Accouplement compresseur.	Contrôle du lignage.	En cas de détonation du niveau vibratoire.
Autres échéances.	Installation.	Se reporter à la DLU de l'installation concernée.	
Après réparation.	Circuit frigorigène.	Visite des filtres : les filtres doivent être nettoyés au bout de quelques heures de fonctionnement après réparation de l'installation pour éliminer la calamine décollée des parois par l'action décapante du frigorigène.	Cette opération est à reprendre tant que la propreté des circuits n'est pas satisfaisante.
<p>Nota : le sens de rotation du moteur électrique du compresseur est très important, il ne peut être inversé car le compresseur (à vis et centrifuge) subirait de graves détériorations.</p> <p>Il faut toujours contrôler le sens de rotation après avoir effectué des travaux sur l'alimentation électrique (ce contrôle s'effectue moteur désaccouplé).</p>			

---

(1) Entretien des électropompes à eau de mer : voir circulaire n° 1-3-0-175/CN/R du 3 avril 1991 notifiant l'instruction n° 34/CN/R (BT, p. 1051 ; BMT 103/T).

(2) Utilisation des moteurs électriques après visite complète ou arrêt de longue durée : voir circulaire n° 27/EMM/MAT/EP du 14 mars 1974 (BOT, p. 183 ; BMT 103/T).

(3) Entretien des machines tournantes : voir instruction n° 104/EMM/MAT/EP du 15 septembre 1987 (BT, p. 793 ; BMT 103/T).

(4) Choix et utilisation des huiles réglementaires pour compresseurs frigorifiques : voir instruction n° 140/EMM/MAT/ST du 12 avril 1979 (BOT, p. 335 ; BMT 102/T).

(5) À défaut d'indications précises du constructeur, demander les contrôles suivants : acidité forte (limite : 0) ; acidité totale (limite : 0,5) ; indice de précipitation (limite : 0,1 ml) et teneur en eau (elle doit être nulle).

ANNEXE X.  
**PRÉCAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE LORS DES TRANSFERTS DE CHARGE : VIDANGE ET  
REMPLISSAGE.**

Rédaction réservée.