

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DAKAR

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

CENTRE DE THIES



G.M. 00-19

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE
CONCEPTION

TITRE : CONCEPTION D'UNE UNITE MOBILE DE FABRIQUE DE
GLACES EN BARRES

AUTEUR : **Abdou Bouna MBAYE**

DIRECTEUR : **Youssef MANDIANG** chef dn département

CO-DIRECTEUR : **Souleymane DEME** vacataire à L'ESP

JUILLET 2005

SOMMAIRE :

Le but de ce travail était de concevoir une unité mobile de production de glaces en barres.

Après avoir fixé un objectif de production dépendant du prix unitaire de la barre et défini un système de production de froid, nous avons abouti à l'évaluation de la charge thermique qui nous a permis de dimensionner notre installation et de choisir les spécifications de ses différents composants.

Il ressort de cette étude que notre unité de production avec une autonomie énergétique aura une capacité de production de 2.5 tonnes par cycle.

Par ailleurs, l'utilisation d'une installation avec saumure à l'avantage d'être simple et permet d'avoir un volant de froid à l'arrêt des machines.

Néanmoins, une étude économique préalable est nécessaire en vue de la réalisation de l'unité de production.

REMERCIEMENT :

J'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce projet, en particuliers Messieurs :

- Youssouf MANDIANG chef du département Génie Mécanique
- Souleymane DEME ingénieur, prof d'hydraulique à l'ESP

Pour leur encadrement.

Je n'oublie pas Monsieur Banda NDOYÉ professeur de froid et climatisation à l'ESP pour ces conseils.

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES :

TABLEAUX :

N°	Page
1. classification des condenseurs.....	10
2. classification des évaporateurs.....	12
3. Conductivité des matériaux utilisés en isolation.....	43
4. Entrées de chaleur journalière en fonction de l'épaisseur d'isolation.....	44
5. exposant polytropique (n) du R22.....	52
6. propriétés du fluide R22 saturé.....	47'
7. puissance admissible du condenseur.....	70
8. Facteurs de correction de puissance pour conduites fluide liquide R22....	70
9. puissance pour conduite liquide R22.....	71
10. dimensions des tubes en cuivre.....	72
11. Longueurs équivalentes pour robinets et accessoires.....	72
12. facteurs de correction de puissance pour conduites d'aspiration R22.....	73
13. puissances pour conduite de gaz d'aspiration R22.....	74
14. facteurs de correction des vitesses d'aspiration du fluide gazeux R22.....	73
15. Facteurs de correction de puissance pour conduites de refoulement R22...	75
16. Puissances pour conduites de gaz chaud de refoulement R22.....	76
17. Facteurs de correction des vitesses de refoulement du fluide gazeux R22..	
VI.1 pertes de charge des tuyauteries de R22.....	62
VI.2 vitesse d'écoulement admissible du fluide frigorigène.....	63

FIGURES :

N°	Pages
3.1 : compresseurs.....	21
3.2 : condenseurs.....	23
3.3 : évaporateurs.....	24
3.4 : détendeurs.....	25
3.5.1 : séparateur d'huile.....	26
3.5.1.1 : séparateur d'huile démontable.....	26
3.5.2 : silencieux de refoulement.....	26
3.5.3 : réservoirs de liquide.....	27
3.5.4 : filtres à impuretés.....	27
3.5.5 : échangeur de chaleur.....	27
3.5.6 : bouteille anticoups de liquide.....	28
3.5.7 : pompe à fluide frigorigène.....	28
3.5.8 : amortisseur d vibrations.....	28
3.5.9 : clapet de retenu.....	29
3.5.10 : clapets tarés.....	29
1 : Dimension d'un moule.....	34
2 : agencement des moules.....	35
3 : Vu de coté.....	36
4 : système de transport.....	37
5 : vue en coupe du système de transport.....	38
6 : schéma de l'installation.....	48
7 : diagramme (h, logp) du R22.....	48

DIAGRAMMES :

02 : vitesse d'aspiration du fluide gazeux R22.....	73
03 : vitesse de refoulement du fluide gazeux R22.....	75

SYMBOLES ET ABREVIATIONS :

\dot{Q}_o :	puissance de l'évaporateur
\dot{Q}_{con} :	puissance du condenseur
\dot{Q}_{det} :	puissance du détendeur
\dot{Q}_{23} :	équivalent de puissance du refroidi entre 2 et 3
\dot{Q}_{hp} :	puissance du compresseur haute pression
\dot{Q}_{bp} :	puissance du compresseur basse pression
m_{fr} :	débit massique de fluide frigorigène à l'évaporateur
m_o :	débit massique de fluide frigorigène(entrée transmetteur)
m_{us} :	débit massique de la saumure
M_{sel} :	masse de sel
c :	taux de compression
k_t :	facteur de correction dépendant de la température entrée détendeur
K_{Ap} :	facteur de correction dépendant de la pression entrée détendeur
h_i :	enthalpie massique au point i du diagramme (h, logp)
P_{el} :	puissance électrique du circulateur
P_{ch} :	puissance électrique du chariot
PDC :	Perte De Charge
Cfc :	Coefficient de correction
M_{fa} :	masse du fluide frigorigène à l'aspiration
M_{fr} :	masse du fluide frigorigène au refoulement
M_{fl} :	masse du fluide frigorigène liquide
K :	conductivité thermique (W/mK)
Q_c :	quantité de chaleur à évacuer pour la congélation de l'eau
Q_p :	quantité de chaleur due aux apports externes
Q_t :	quantité de chaleur totale
C_s :	capacité thermique massique de la saumure (kJ/kg/K)

TABLE DES MATIERES :

Sommaire	I
Remerciements.....	II
Liste des tableaux.....	III
Liste des figures.....	IV
INTRODUCTION.....	1
I) Généralités.....	3
I.1) la glace.....	3
I.2) Moyens de production de la glace.....	4
I.2.1) Congélation par contact avec une surface refroidissante.....	4
I.2.2) Tunnel de congélation.....	4
I.2.3) Congélation par immersion dans un bain de saumure.....	4
I.3) principaux éléments d'une chaîne de froid et leur rôle.....	6
I.3.1) le compresseur.....	6
I.3.2) le condenseur.....	9
I.3.3) L'évaporateur.....	11
I.3.4) Le détendeur.....	15
I.3.5) les appareils annexes.....	16
II) Définition des objectifs.....	30
II.1) Zones ciblées.....	30
II.2) Capacité de production	30
II.3) Choix du procédé de fabrication de glace.....	31
III) dimensionnement du système de production.....	32
III.1) Description du bac à saumure.....	32
III.2) Le bilan thermique.....	39

III.2.1) Evaluation de la charge interne Q_c	40
III.2.2) Evaluation de la charge externe Q_p	42
III.3) Le fluide frigorigène	46
III.4) Le schéma de l'installation.....	48
III.5) L'évaporateur.....	50
III.6) Le compresseur.....	51
III.7) Le condenseur.....	55
III.8) Le détendeur.....	56
III.9) Moteur d'entraînement.....	57
IV) Bilan des forces motrices.....	58
V) Détermination de la charge de réfrigérant.....	60
VI) Tuyauterie.....	62
VII) Evaluation de coût de l'installation.....	77
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	79
BIBLIOGRAPHIE.....	80
ANNEXE 1 : spécifications de l'évaporateur.....	81
ANNEXE 2 : spécifications du compresseur.....	82
ANNEXE 3 : spécifications du condenseur.....	83
ANNEXE 4 : spécifications du détendeur.....	84

INTRODUCTION :

Le SENEGAL dispose de côtes riches en poisson. Par ailleurs, les produits saisonniers tels que fruits, légumes, ... dont l'abondance alternant vite avec la disette, sont très développés dans certaines localités du pays. Malgré cette richesse en denrées alimentaire, la consommation de ces dernières, demeure un luxe dans certains endroits. En effet, ces denrées alimentaires sont de nature périssable et nécessitent donc d'être conservé. Néanmoins, on note d'une part, que l'électricité n'est pas partout présente dans le pays et d'autre part un manque de moyen pour disposer de chambre froide. Ainsi, la conservation de ces denrées périssables en vue de leur consommation ou de leur écoulement pose un véritable problème.

Pour remédier à cette situation, il faut un système de conservation accessible à tout le monde et qui serait indépendant du réseau de distribution de l'énergie électrique. Le froid reste l'une des techniques éprouvées parmi les moyens de conservation pour réduire ces dysfonctionnements. Cependant, avec la question des moyens disponibles qui se pose, la glace peut d'une part stopper au sein des aliments un certain nombre de processus bactériologiques ou enzymatiques fâcheux et d'autre part, elle peut être utilisée pour la préparation de boissons désaltérantes dans un pays au climat tropical et demeure ainsi d'un recours certain.

Ce rapport porte sur la conception d'une unité de production mobile de glaces en barres ; laquelle unité sera indépendante du réseau de distribution de l'énergie électrique.

Ainsi, après une présentation générale des principaux éléments d'une chaîne de froid et les différents éléments s'y attachant ainsi que les moyens de production de froid, nous allons choisir un procédé de production du froid, nous fixer un objectif de production et dimensionner notre installation en conséquence.

1 GENERALITES :

1.1) La glace :

Dans un pays au climat tropical, où les aliments, sont par nature, de production saisonnière et l'abondance alternant vite avec la disette, la glace peut être un produit nécessaire et très apprécié. En effet, elle est utilisée pour la préparation de boissons désaltérantes mais aussi et surtout pour la conservation et le transport de denrées périssables, réalisant ainsi, d'abord une sorte d'assurance anti famine, puis une garantie de variété alimentaire au long des diverses saisons. Ainsi, elle est utilisée dans diverses applications :

- * L'industrie de la pêche
- * L'agro-alimentaire
- * Les industries chimiques
- * Hôtels, restaurants, hôpitaux...

Elle existe en différentes formes :

- * Glaçon
- * Grain
- * Ecailles
- * Mouleaux

I.2) Moyens de production de la glace :

On peut retenir trois techniques de congélation à savoir :

- La congélation par contact avec une surface refroidissante
- Tunnel de congélation
- La congélation par immersion dans un bain de saumure

I.2.1) congélation par contact avec une surface refroidissante :

Dans ce procédé, les mouleaux sont en contact avec des surfaces qui sont soit des plaques horizontales ou verticales.

I.2.2) Tunnel de congélation :

ce procédé consiste à soumettre aux mouleaux à un courant d'air de température inférieure à (0°C) et à une vitesse d'environ 3 à 5 m/s

I.2.3) Congélation par immersion dans un bain de saumure :

Dans le système classique de fabrication de la glace, la congélation de l'eau se fait en plaque mais surtout en mouleaux, récipients de tôle, en forme de pyramide tronquée, à section carrée ou rectangulaire dont on extrait des blocs de glaces de poids défini, généralement (12.5 ; 25 ; 40 ou 50 kg).

Le bac à glace, généralement en tôle est constitué par une cuve à base rectangulaire, de faible hauteur, comportant deux compartiments juxtaposés, rempli de saumure jusqu'à un certain niveau.

Dans l'un des compartiments, l'évaporateur est complètement immergé dans la saumure alors que dans l'autre compartiment, le plus important en volume, les mouleaux ne sont que partiellement immergés.

La saumure, mise en mouvement par un circulateur de fluide (hélice ou pompe) vient au contact de l'eau, s'y refroidit, puis, circulant autour des mouleaux absorbe la chaleur que lui cède l'eau qui doit être congelée. Cette même saumure, réchauffée dans le compartiment des mouleaux, passe à nouveau dans celui de l'évaporateur et le circuit se répète pendant le temps de marche de l'installation.

Les mouleaux sont suspendus dans le compartiment du bac qui leur est affecté, en rangées parallèles, perpendiculaires à l'axe du bac ; chaque rangée est supportée par un châssis qui rend les mouleaux solidaires les uns des autres, de façon à extraire du bac, en même temps, tous les mouleaux d'une même rangée. Avec cette disposition, les mouleaux d'une rangée sont immergés dans la saumure d'une même profondeur, ce qui donne une grande uniformité en temps de formation, à condition toutefois que la répartition du flux de saumure soit régulière sur toute la section du bac.

Cependant, dans d'autres cas, le bac peut être conçu en un seul compartiment où sont immergés ensemble dans la saumure, les mouleaux et l'évaporateur.

I.3) Principaux éléments d'une chaîne de froid et leur rôle :

1.3.1) Le compresseur : (fig. 3.1)

Le compresseur a pour rôle d'aspirer les vapeurs produites par les vapeurs de fluide frigorigène dans l'évaporateur à une pression faible correspondant aux conditionnements, et de refouler à haute pression ces vapeurs comprimées dans le condenseur afin de permettre leur condensation par refroidissement.

Il existe une variété de compresseurs qu'on peut classer selon :

- Le principe de fonctionnement
- La construction
- La destination

a) Selon le principe de fonctionnement :

Selon ce principe on distingue deux principaux groupes :

- Les compresseurs volumétriques
- Les compresseurs centrifuges

a.1) compresseurs volumétriques :

Le fluide frigorigène emprisonné entre la partie fixe (corps du compresseur) et l'organe mobile est forcé de sortir sous l'effet de la pression exercée par ce dernier sur le fluide.

Parmi les compresseurs volumétriques on distingue :

- Les compresseurs rotatifs :
 - A palettes mobiles entraînées par le rotor
 - A rotor à excentrique
 - A vis, etc.

➤ Les compresseurs alternatifs :

- A piston jusqu'à 500 kW comprenant beaucoup de types selon le mécanisme utilisé :

- ✓ A bielle et manivelle
- ✓ A bielle et excentrique
- ✓ A coulisseau et crosse

En version

- horizontale à double effet
- verticale à simple effet
- mono ou bi étage

- à membrane

On peut augmenter la puissance de compression en montant en parallèles plusieurs compresseurs de petite puissance identique.

a.2) compresseurs centrifuges :

Les compresseurs centrifuges utilisent le principe de la force centrifuge.

En effet, le fluide amené en rotation par la roue du compresseur a tendance à s'éloigner du centre de ce dernier et à en sortir s'il existe un orifice. L'énergie cinétique acquise par le fluide va chuter au passage dans un diffuseur où l'on obtiendra, en contrepartie de cette de vitesse, une augmentation de pression.

b) Selon la construction :

On distingue les compresseurs :

b.1) ouverts :

- moteur extérieur au compresseur
- pas de fonction hydraulique entre les deux éléments.

b.2) hermétiques jusqu'à 15 kW :

- moteur et compresseur sont montés dans le même corps incorporé dans une enveloppe monobloc soudée ou brasée
- pas de partie mécanique mobile à l'extérieur de l'enveloppe.
- Les enroulements du moteur sont refroidis par le fluide frigorigène lui-même.

b.3) hermétiques accessibles :

cette construction a l'avantage de garder les avantages des compresseurs ouverts et hermétiques sans en retrouver les inconvénients

c) Selon la destination :

Selon cette classification on peut noter les compresseurs :

- Ménagers 50 à 125 W
- commerciaux 150 W à 6 kW
- industriels au-delà de 6 kW

1.3.2) Le condenseur :(fig. 3.2)

Le condenseur est un échangeur thermique où les vapeurs comprimées, à température élevée en provenance du compresseur sont admises pour être désurchauffées jusqu'à une température correspondant à la tension de vapeur saturante puis, condensées à température constante.

La chaleur de désurchauffe et la chaleur latente de condensation sont enlevées par le médium de refroidissement (air ou eau). Si la température du milieu de condensation est suffisamment basse, nous aboutissons à un sous refroidissement du fluide caloporteur.

On peut ainsi, attribuer au condenseur, trois fonctions internes que sont :

- ❖ Désurchauffer les vapeurs comprimées de la température d'entrée à la température de condensation du fluide.
- ❖ Condenser ces vapeurs à température constante (température de condensation)
- ❖ Eventuellement sous refroidir le liquide condensé

L'absorption du flux thermique dû à la désurchauffe, à la condensation et au sous refroidissement est réalisée par le médium de condensation :

- ❖ Par élévation de sa température (absorption de chaleur sensible)
- ❖ Par changement partiel d'état physique (chaleur latente de vaporisation)

Nous pouvons ainsi, classifier les condenseurs ces deux types d'absorption de la chaleur par le tableau synoptique suivant :

Tableau 1 : classification des condenseurs

Condenseurs à chaleur sensible	à air	à circulation d'air naturelle
		à circulation d'air forcée
	à eau	à immersion
		à double tube et contre-courant
Condenseurs à chaleur latente	atmosphérique	à ruissellement
	à évaporation forcée	Condenseurs évaporatifs
		à calandre (multitubulaires horizontaux)

Rappelons que le sous refroidissement joue un rôle important par l'élimination des gaz susceptibles d'être admis au détendeur, ce qui, baisserai la puissance de l'installation. Il contribue à l'amélioration des performances du système grâce à l'accroissement de l'effet frigorigène du fluide sous refroidi.

1.3.3) L'évaporateur :(fig. 3.3)

L'évaporateur est un échangeur thermique dont le rôle consiste à assurer le passage du flux calorifique en provenance du médium à refroidir au fluide frigorigène, celui-ci absorbe le flux thermique par libération de sa chaleur latente de vaporisation. Cette absorption de chaleur dépend :

❖ Du coefficient global de transmission thermique de l'évaporateur :

Ce coefficient indique la puissance en watt que peut absorber un évaporateur au mètre carré de surface, et par degré d'écart entre le fluide en ébullition et la température du milieu à refroidir. Il varie selon le type d'évaporateur et sera une des grandeurs caractéristiques qui nous permettront de calculer la surface à donner à un évaporateur déterminé pour évacuer la puissance frigorifique désirée

❖ De la surface d'évaporation

❖ De la différence de température de l'évaporateur et celle du milieu à refroidir

1.3.3.1) Classification :

selon le but qui leur est assigné on distingue :

- les évaporateurs refroidisseurs de liquide
- les évaporateurs refroidisseurs de gaz
- les évaporateurs fabricants de glace

Ils peuvent aussi être classés en deux principales catégories :

- les évaporateurs noyés

Ils sont conçus pour conserver un niveau de fluide frigorigène constant.

celui-ci est maintenu par régulateur à flotteur ou par tout autre dispositif approprié.

- les évaporateurs à régime interne sec ou à détente directe

Ils sont conçus pour ne contenir que la quantité de fluide liquide nécessaire à la charge du système. L'alimentation en fluide liquide est faite dans ce cas, par un détendeur de sorte que le fluide qui entre soit vaporisé.

Tableau 2 : classification des évaporateurs

Refroidisseurs de liquides	A immersion	A serpentin
		A grilles
	Coaxiaux	
	A ruissellement	
	Multitubulaires à calandre	Horizontaux
		verticaux
	spéciaux	A enveloppe
		A tambours
Refroidisseurs de gaz	A circulation naturelle	
	A circulation forcée	
Fabrique de glace		
Accumulateurs de froid	Accumulation externe	
	Accumulation interne	

1.3.3.2) Givrage :

La performance des évaporateurs est affectée par la formation du givre.

En effet, le mélange gazeux que constitue l'air atmosphérique contient de la vapeur d'eau en suspension. Cette vapeur d'eau tend à venir se déposer sur les surfaces réfrigérantes dont la température est inférieure à celle de la chambre et dans la majorité des cas inférieure à (0°) . Ce dépôt ne fait que fluctuer à cause du fait que, d'une part, les parois et les portes des chambres froides ne sont pas parfaitement étanches à la vapeur d'eau et d'autre part, les ouvertures de celles-ci pour les besoins de service occasionnent l'entrée d'air chaud et humide en plus de l'apport en humidité des denrées entreposées.

Ce givre, formé de cristaux de glaces enchevêtrés, emprisonne de l'air et constitue ainsi un bon isolant.

Cet effet isolant a pour conséquence :

- d'abaisser la température du fluide frigorigène en ébullition diminuant ainsi la production frigorifique de la machine et augmente en conséquence le temps de marche de l'installation.

- d'élever la valeur du degré hygrométrique moyen de la chambre, l'écart de température de température entre la chambre froide et la couche extérieure de givre diminuant au fur et à mesure de l'augmentation de l'épaisseur du givre modifiant ainsi défavorablement les conditions de conservation des denrées entreposées.

Néanmoins, des procédés ont été élaborés pour remédier à ce phénomène et qui peuvent être classés en deux grands groupes :

- ❖ Procédés externes : dans ce procédé, la fusion du givre est obtenue à partir de la couche périphérique, la fusion devant être totale. On peut citer :
- Dégivrage manuel (grattage, brossage)
 - Dégivrage par arrêt de la machine et réchauffage naturel des évaporateurs.
 - Dégivrage par arrêt de la machine et circulation d'air forcée sur l'évaporateur.
 - Dégivrage par aspersion et pulvérisation d'eau.
 - Dégivrage par chauffage électrique de l'air circulant sur l'évaporateur, à l'arrêt de la machine.
- ❖ Procédés internes : ce procédé est plus rapide ; la fusion du givre est obtenue à partir de la couche en contact avec les tubes de l'évaporateur et qui ne nécessite pas une fusion totale. En effet, le givre se rompt faute de support sur les tubes.
- Dégivrage par chauffage électrique de l'évaporateur
 - Dégivrage par gaz chaud
 - Dégivrage par inversion de cycle.

1.3.4) Le détendeur : (fig. 3.4)

Le détendeur a pour rôle d'injecter dans l'évaporateur la quantité de fluide frigorigène juste nécessaire pour absorber l'apport thermique en provenance du milieu à refroidir.

Il constitue la séparation entre la partie haute pression et la partie basse pression du circuit frigorifique.

Ainsi, le fluide frigorigène en provenance du condenseur entre dans le détendeur à l'état liquide et sous la pression de condensation (aux pertes de charge près). Il subira une chute de pression lors de son passage à travers l'orifice calibré du détendeur, se vaporisera partiellement en se refroidissant et sera admis sous forme de mélange liquide - vapeur dans l'évaporateur.

On peut dire que, en plus de calibrer la quantité de fluide juste nécessaire, le fonctionnement du détendeur est tel que le fluide commence à s'évaporer à l'entrée de l'évaporateur, laquelle évaporation est complète avant de quitter l'évaporateur.

Un tel régulateur est un impératif pour le bon fonctionnement d'un système frigorifique car, notons que, trop de fluide admis à l'évaporateur se retrouve dans la conduite d'aspiration du compresseur pouvant ainsi causer des avaries graves. En revanche, peu de fluide admis s'évapore très vite et extrait une quantité faible de chaleur.

1.3.5) Appareils annexes :

Les quatre principaux appareils décrits précédemment ne suffisent pas seuls, raccordés entre eux, pour assurer un bon fonctionnement d'un système frigorifique déterminé.

En effet, un système frigorifique est soumis à des ennemis tels que :

- l'humidité qui constitue une cause de corrosion, de formation d'oxydes favorables à des réactions chimiques attaquant l'installation, d'hydrates qui se congèlent dans les parties à basse température et dans les vannes de détente...

- les acides qui peuvent se former en présence d'huiles dans les composés fluorés.

- les poussières

- les boues etc.

En outre, le besoin de stabilité du système, la nécessité d'isoler certaines parties de l'installation pour des fins de maintenance, de modifier momentanément le débit du fluide, dans un souci de rendre l'installation apte à assurer le service désiré, il est ainsi indispensable de mettre en place des appareils annexes entre ces quatre principaux appareils. Les appareils annexes sont constitués des appareils d'automatique, de la robinetterie et une troisième catégorie qu'on peut répartir entre la partie haute pression et la partie basse pression de la façon suivante :

❖ Circuit haute pression :

○ Séparateur d'huile : (fig. 3.5.1)

Le séparateur d'huile est installé dès la sortie des vapeurs comprimées.

En effet, l'huile servant à lubrifier les organes du compresseur est entraînée vers les autres parties de l'installation et s'accumule de préférence aux points les plus froids du circuit (condenseur et surtout évaporateur) et diminue ainsi leur efficacité.

Nous avons ainsi intérêt à adjoindre un séparateur d'huile pour :

- maintenir un niveau d'huile convenable dans le compresseur
- éviter une occupation d'une partie du volume de l'évaporateur réservée au fluide frigorigène et par conséquent, une partie de la surface utile de l'évaporateur sera inopérante.

○ **Silencieux de refoulement : (fig. 3.5.2)**

La conduite de refoulement d'un compresseur peut être le siège de pulsations dues au mouvement alternatif des pistons, lesquelles pulsations sont génératrices de bruit. Ainsi, le montage d'un silencieux de refoulement est nécessaire pour réduire les bruits provoqués par les pulsations du gaz dans la conduite de refoulement.

○ **Réservoir de liquide : (fig. 3.5.3)**

Il est monté entre le condenseur et l'évaporateur et est destiné à alimenter l'évaporateur. En effet, ce dernier est alimenté par le détendeur dont les conditions de marche sont assujetties à des facteurs imprévisibles (variation de la charge thermique dans l'évaporateur) entraînant ainsi une variation du débit du liquide dans l'évaporateur. Ainsi, une telle réserve de liquide est nécessaire entre le condenseur et l'évaporateur.

○ **Désaérateur :**

La présence d'air, des éléments gazeux libérés par les huiles ou par les fluides frigorigènes dans les installations augmentent inutilement la pression de refoulement, affaiblit les échanges thermiques : d'où la nécessité de les évacuer.

○ **Déshydrateur :**

La présence d'humidité dans les installations peut causer comme avarie :

- le blocage à court terme de l'appareil de détente
 - une hydrolyse du fluide frigorigène
 - la libération d'acides fluorés par le fluide frigorigène, en présence d'eau.
- Etc.

- **Les filtres : (fig. 3.5.4)**

Les filtres protègent les installations des corps étrangers en provenance de l'usinage, des travaux de montage et des dépôts d'impuretés en cours de fonctionnement. Parmi ceux-ci on peut citer : les filtres d'impuretés, les filtres d'aspiration, les filtres à huile...

- **Echangeur de chaleur : (fig. 3.5.5)**

L'échangeur de chaleur permet d'améliorer le rendement d'une installation frigorifique, en sous-refroidissant le liquide admis au détendeur. Il permet l'échange de chaleur entre la conduite liquide (fluide chaud) et la conduite d'aspiration (fluide froid). En effet, le sous-refroidissement élimine les gaz susceptibles d'être admis au détendeur et contribue en conséquence à l'accroissement de l'effet frigorifique du fluide. Cependant, la surchauffe des vapeurs aspirées par le compresseur est néfaste.

- **Dispositif antipulsatoire :**

Il permet d'absorber les surpressions engendrées par les coups de bélier. Ceux-ci sont généralement créés par des variations instantanées de la vitesse du fluide (fermeture d'une électrovanne, d'un détendeur électrique à pulsations...) et ont pour conséquences des risques de fissuration au niveau des appareillages.

- ❖ **Circuit basse pression :**

- **Filtres :**

De la façon qu'ils sont utilisés dans le circuit haute pression, les filtres sont aussi utilisés dans le circuit basse pression.

- **Séparateur de liquide :**

Les séparateurs de liquide ou bouteille de surchauffe sont utilisés pour des évaporateurs alimentés en régime noyé.

En effet, on constate à la sortie de ces évaporateurs la présence d'un mélange de liquide et de vapeur. La présence de liquide dans le mélange pouvant causer des avaries au compresseur, on dispose ainsi sur la tuyauterie d'aspiration une capacité où, par pertes de vitesse et par changement de direction, le liquide entraîné sera séparé du mélange de telle sorte que seules les vapeurs seront aspirées par le compresseur.

- **Bouteille d'aspiration : (fig. 3.5.6)**

La bouteille d'aspiration, appelée aussi bouteille anti-coups de liquide protège les installations commerciales dont les évaporateurs sont alimentés par injection directe, contre l'aspiration accidentelle de fluide frigorigène liquide au compresseur.

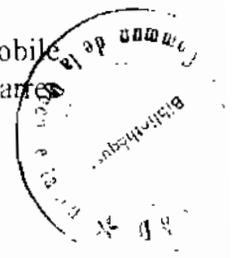
- **Pompes à liquide frigorigène : (fig. 3.5.7)**

Elles servent à refouler le fluide détendu à la température de vaporisation vers l'évaporateur et sont souvent utilisées dans les installations importantes, les entrepôts, surtout si les évaporateurs sont éloignés de la salle des machines.

- ❖ **Circuit haute ou basse pression :**

- **Eliminateurs de vibrations : (fig. 3.5.8)**

Ils permettent de réduire la transmission des vibrations aux conduites du circuit, d'amortir les bruits et d'absorber les tensions internes dues aux dilatations et contractions des conduites. Ainsi, les risques de rupture de tuyauterie due aux efforts importants surtout lors des démarrages et des arrêts des compresseurs sont éliminés, la fatigue mécanique des pièces de raccordement limitée.



- **Clapet de retenue (antiretour): (fig. 3.5.9)**

Les clapets de retenue sont utilisés dans les installations à plusieurs postes de froid à températures différentes. En effet, ils permettent d'empêcher, à l'arrêt du compresseur, le passage des gaz venant des évaporateurs les plus chauds vers les évaporateurs les plus froids dans lesquels ils se condenseraient, risquant à la mise en route de provoquer des coups de liquide.

Ils sont installés également dans les installations à dégivrage par gaz chauds.

- **Clapet taré : (fig. 3.5.10)**

Ce sont des clapets qui permettent la circulation du fluide dans un seul sens avec une différence de pression voulue. Ainsi, ils créent une différence de pression entre les éléments raccordés en amont et en aval du clapet.

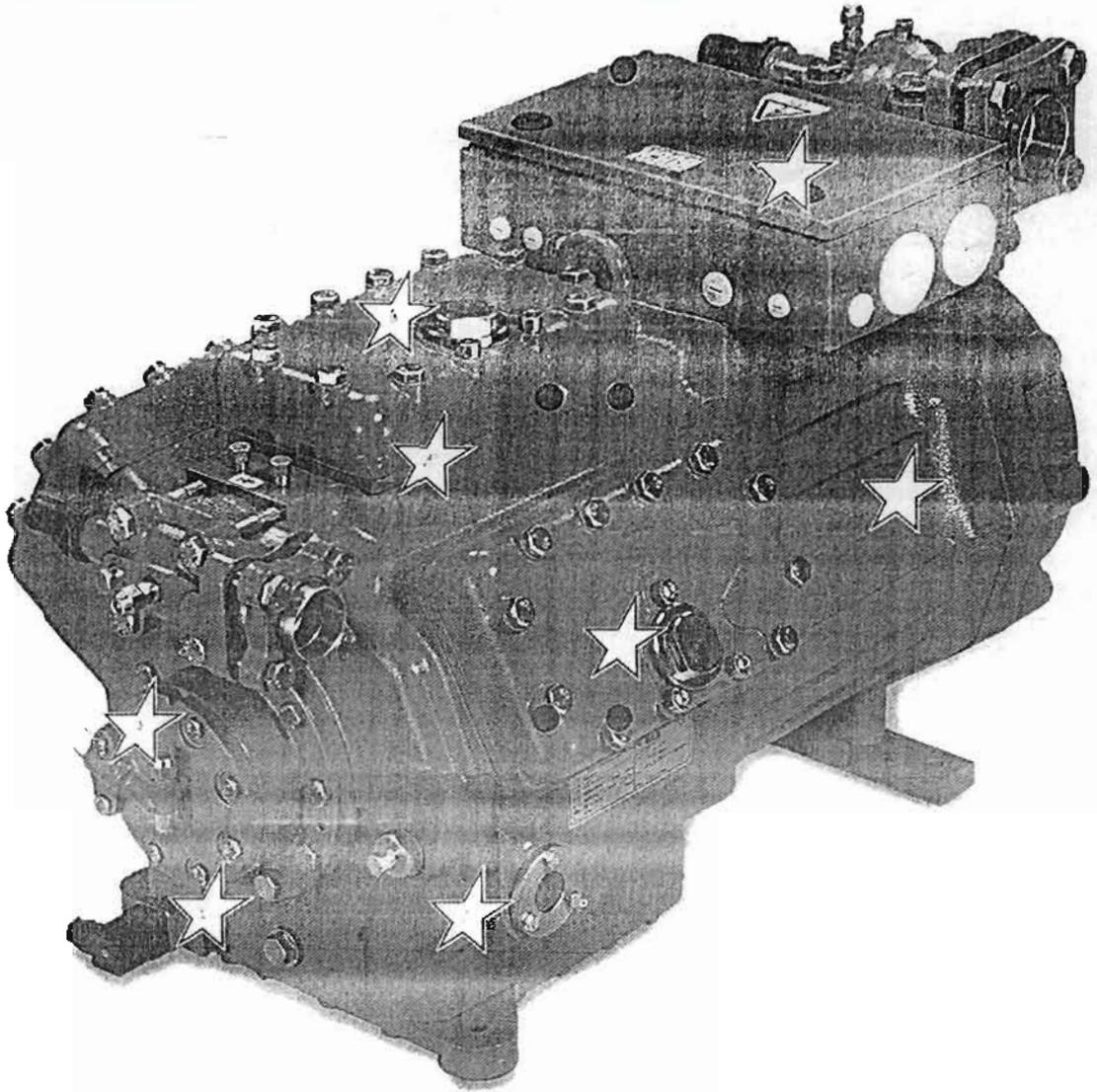


Fig. 3.1 - Vue d'ensemble d'un compresseur semi-hermétique

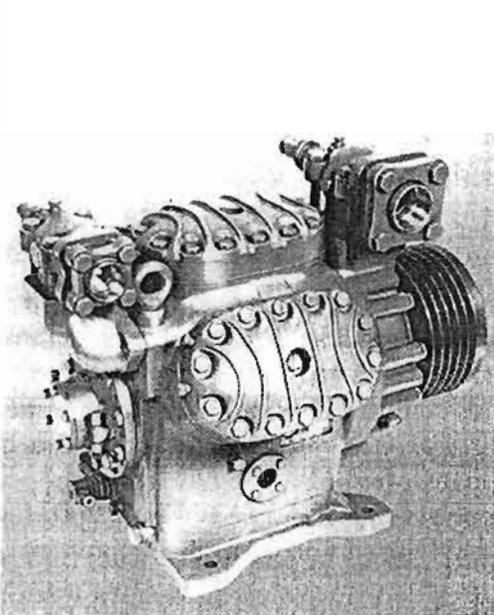


Fig. 3.2 - Compresseur de type ouvert.

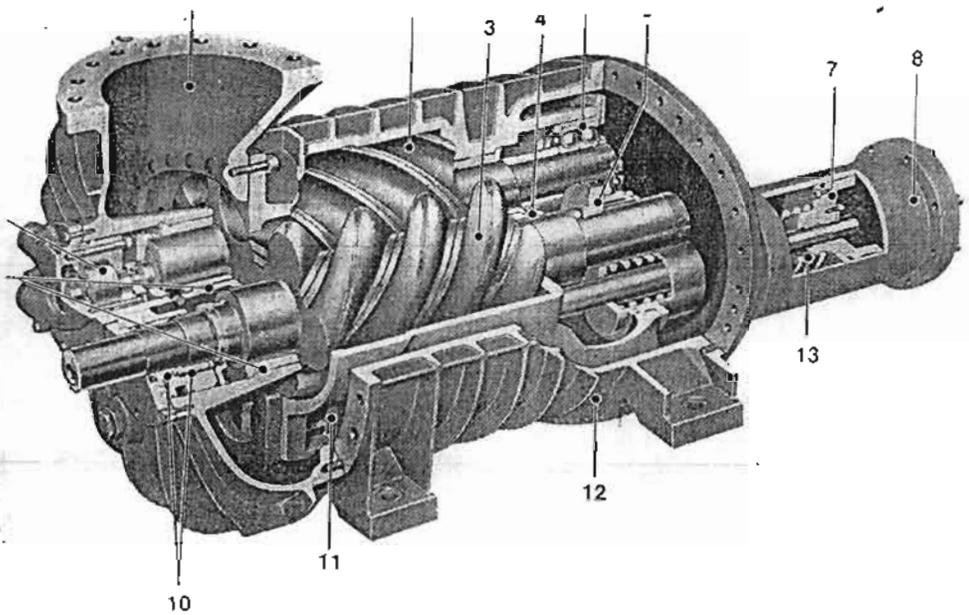
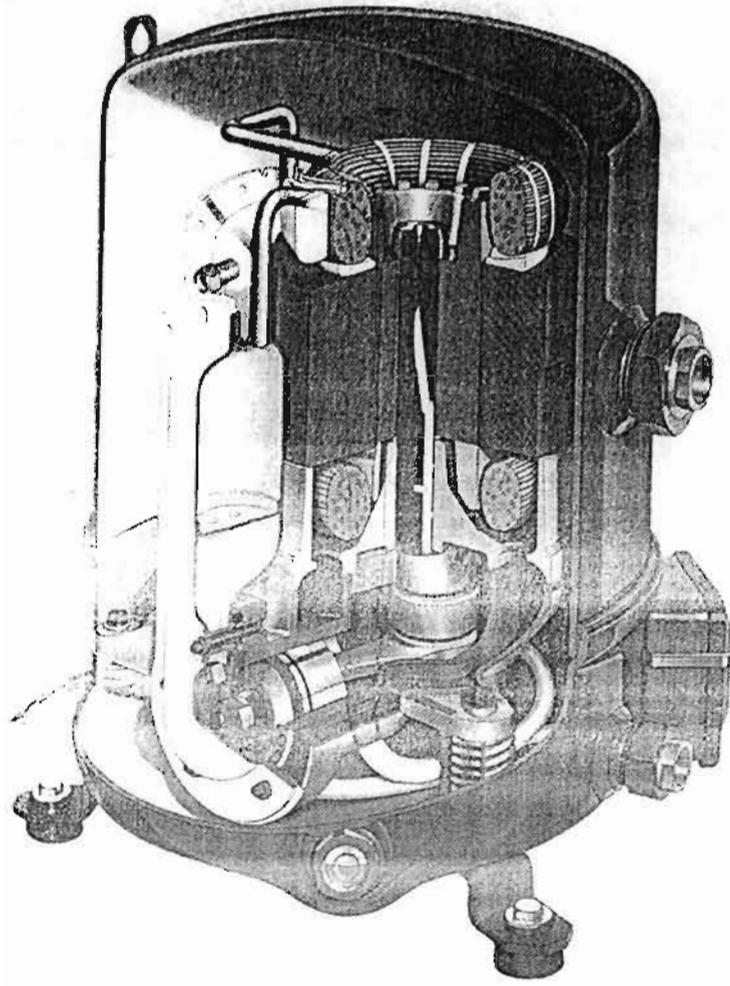
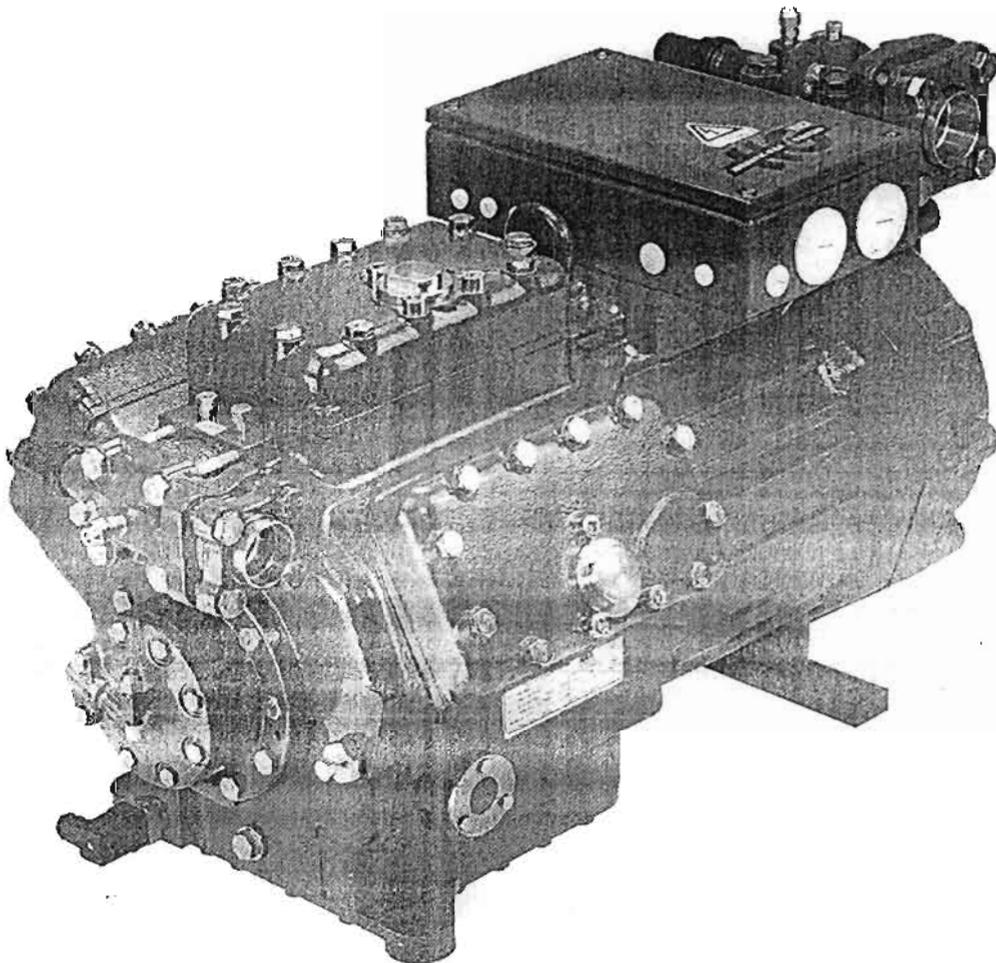


Fig. 3.3 - Compresseur à vis ouvert.

Fig: 3.1



- Motocompresseur hermétique.



- Motocompresseur hermétique accessible.



Fig. 7.27 - Condenseur à eau vertical.

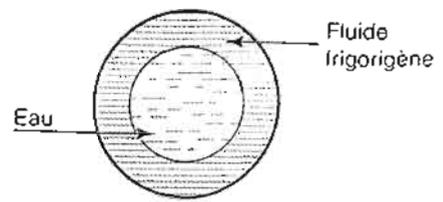


Figure 7.28 - Tubes concentriques.

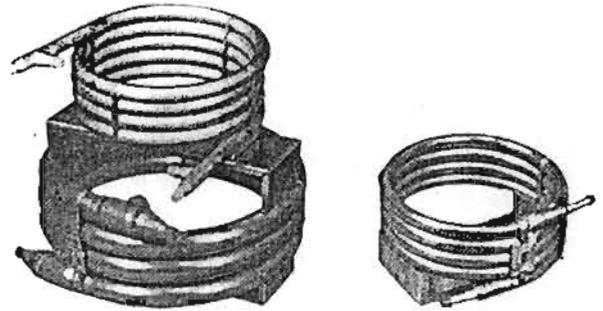


Fig. 7.29 - Condenseurs coaxiaux.

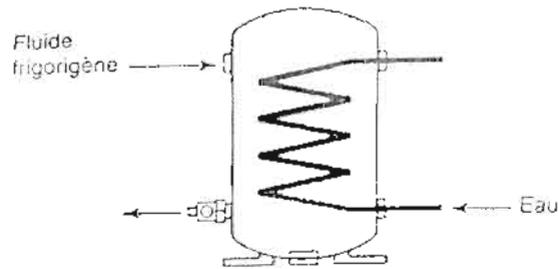


Fig. 7.30 - Schéma d'un condenseur à immersion vertical.

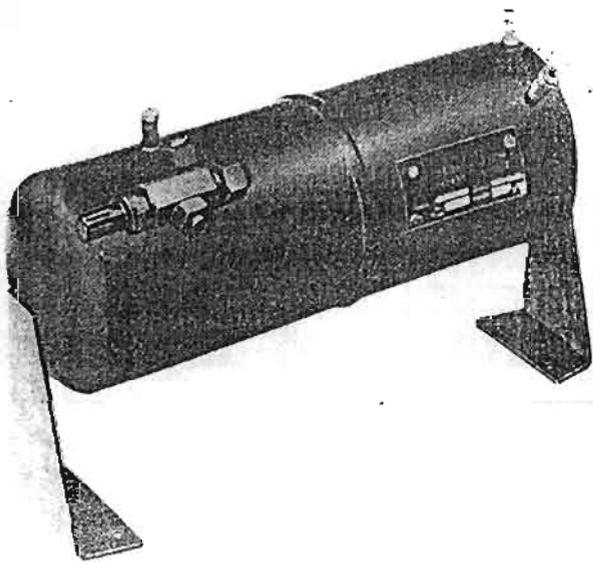


Fig. 7.31 - Condenseur à serpentín horizontal.

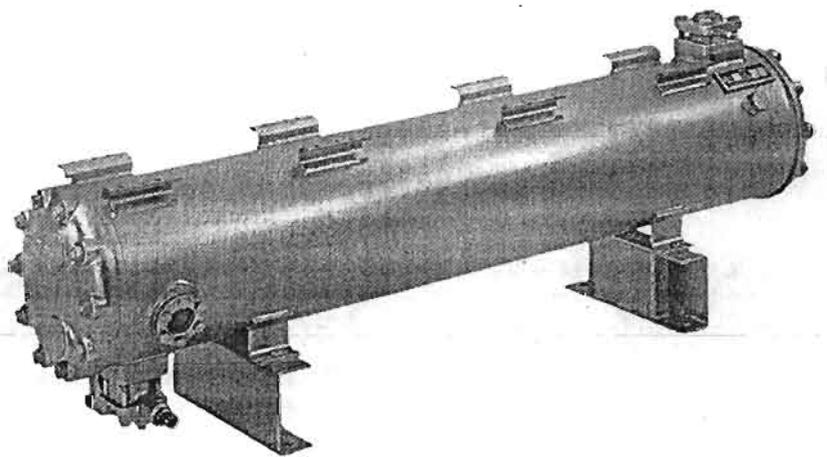
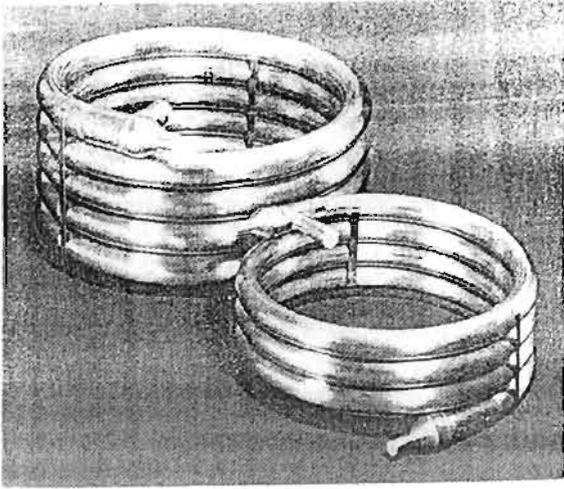
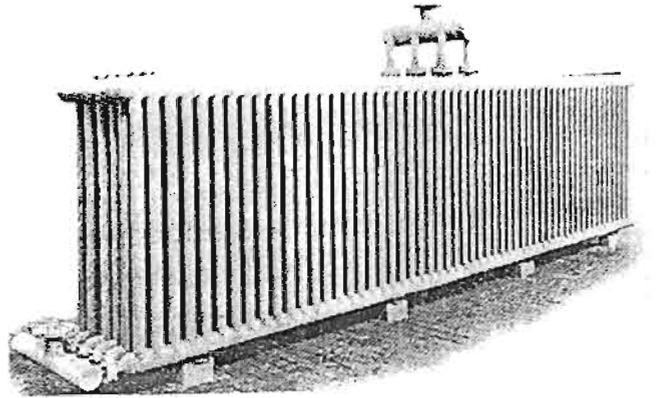


Fig. 7.32 - Condenseur multitubulaire horizontal.

Fig: 3.2



- Évaporateurs coaxiaux.



- Évaporateur de type grille.

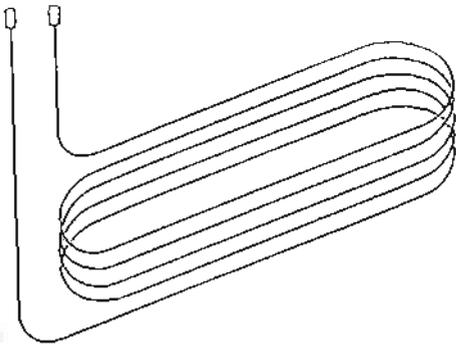


Figure 8.7 - Évaporateur en épingle.

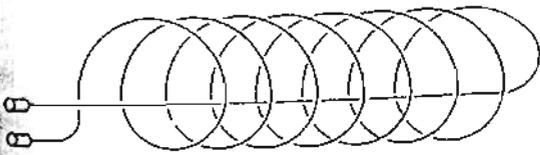
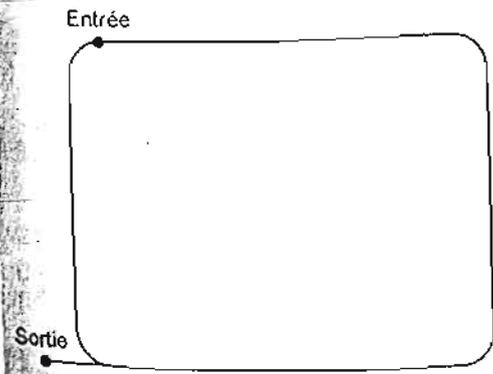
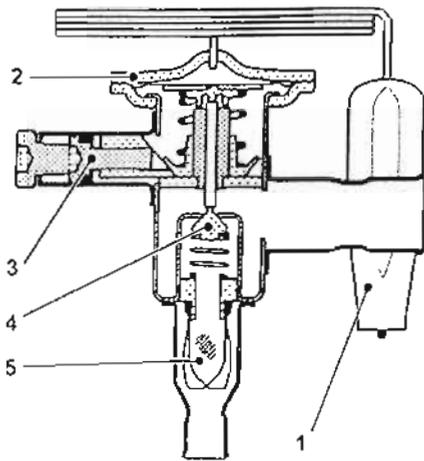


Fig - Évaporateur en spirale.

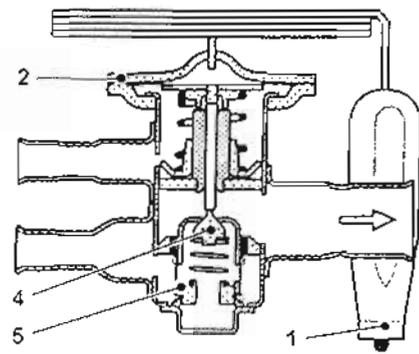


- Évaporateur rectangulaire.

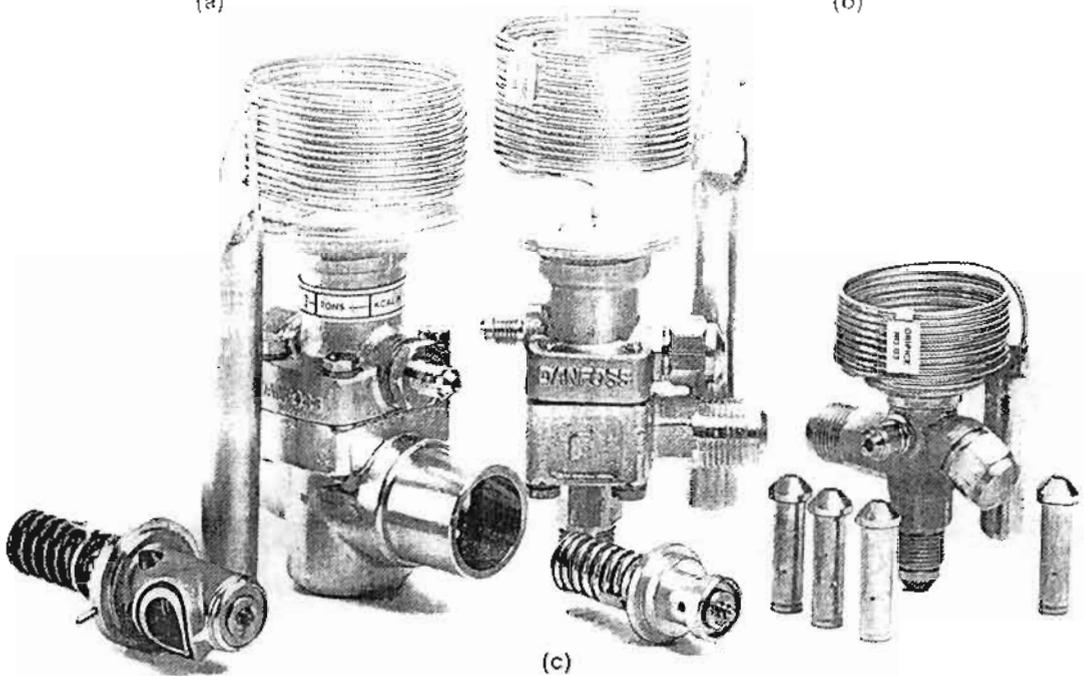
Fig: 3.3.



Passage équerre
(a)



Passage droit
(b)



(c)

Figure 3.4 - Différents types de détendeur thermostatique : (a) à orifice fixe et à surchauffe réglable ; (b) à orifice fixe, à surchauffe fixe et à égalisation externe de pression ; (c) à orifice interchangeable.

1 : bulbe avec capillaire. 2 : élément thermostatique avec membrane. 3 : tige pour régler la surchauffe statique. 4 : orifice fixe. 5 : filtre.

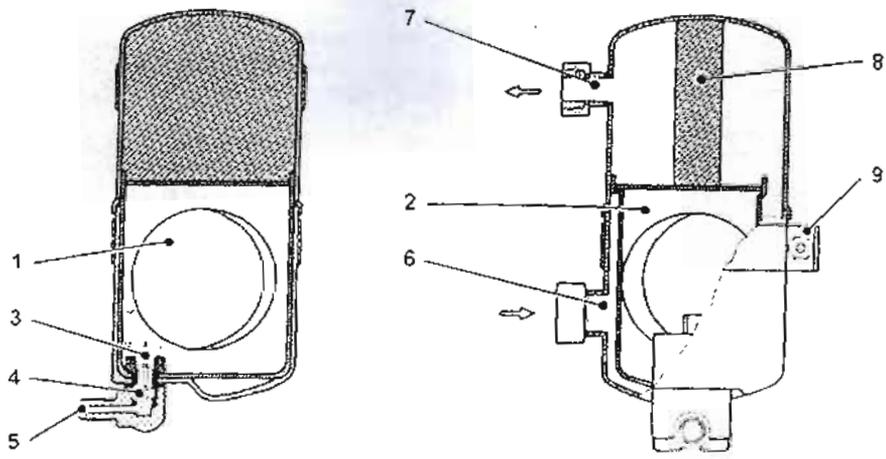


Figure 3.51) Séparateur d'huile pour installations commerciales.

1 : flotteur. 2 : réservoir d'huile. 3 : pointeau de flotteur. 4 : orifice. 5 : raccord de retour d'huile. 6 : raccord d'entrée pour vapeurs de réfrigérant. 7 : raccords de sortie pour vapeurs de réfrigérant. 8 : concentrateur d'huile 9 : collier de fixation

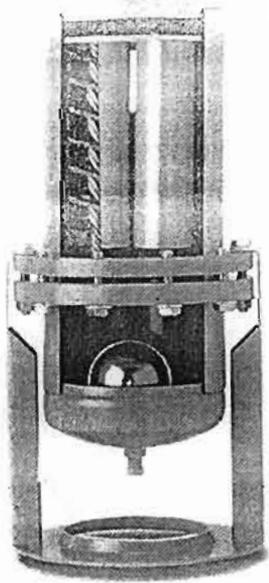


Figure 3.54 Séparateur d'huile démontable.



Figure 3.52- Silencieux de refoulement.

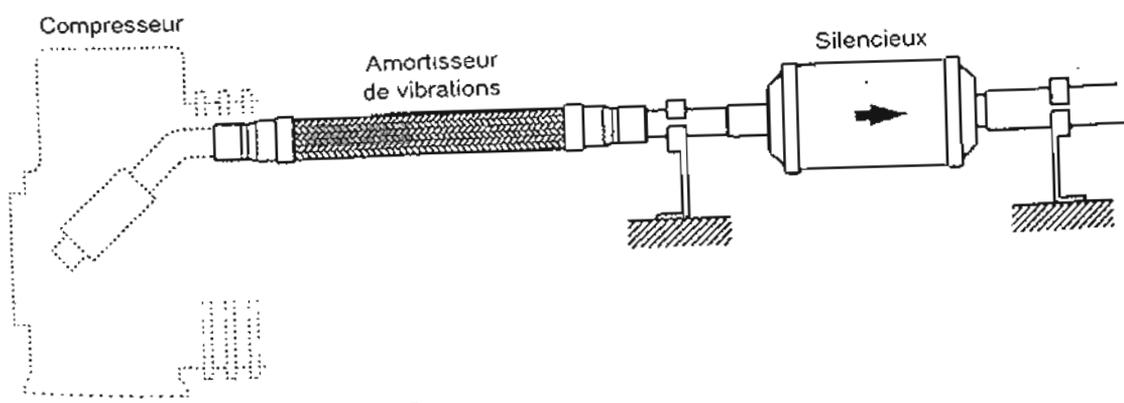


Figure 3.53- Silencieux de refoulement.

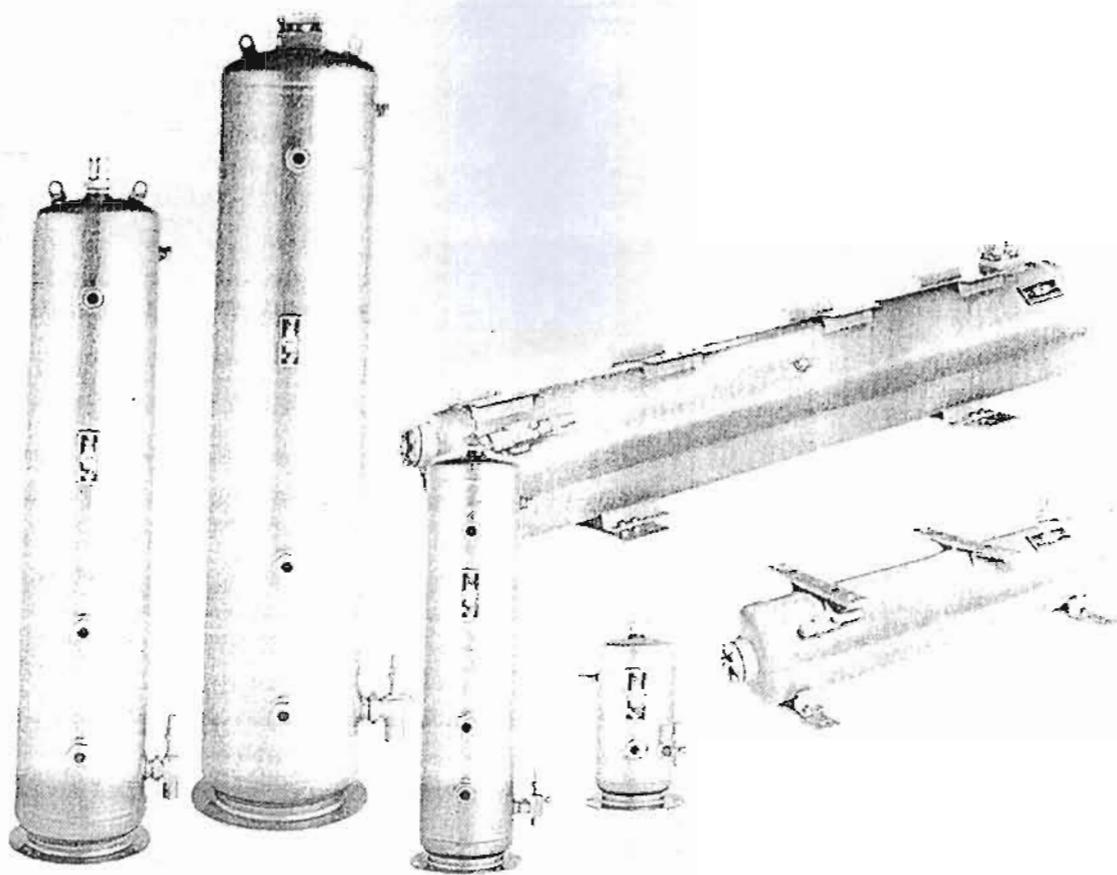


Figure 3.5.3- Réservoirs de liquide.

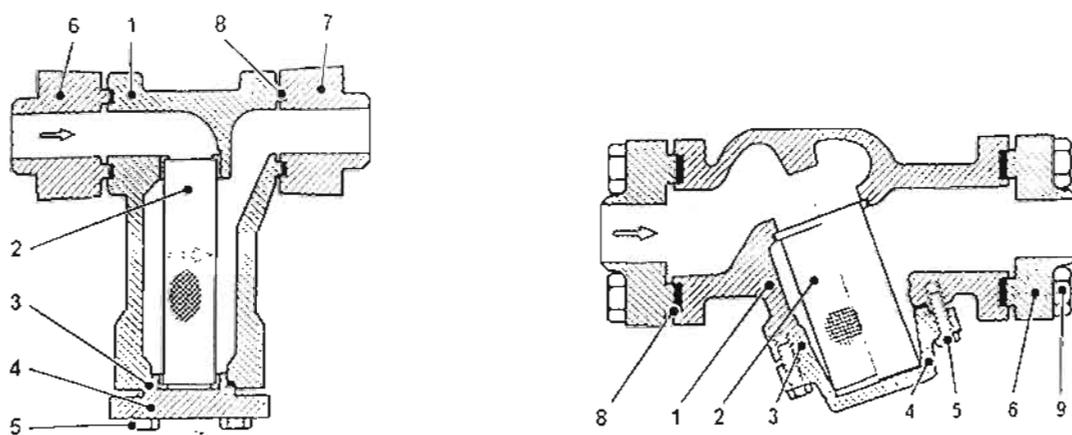


Figure 3.5.4- Filtres à impuretés.

1: boîtier de filtre. 2: cartouche de filtre 3: joint 4: couvercle. 5: vis. 6: bride. 7: bride. 8: joint de bride. 9: vis de bride

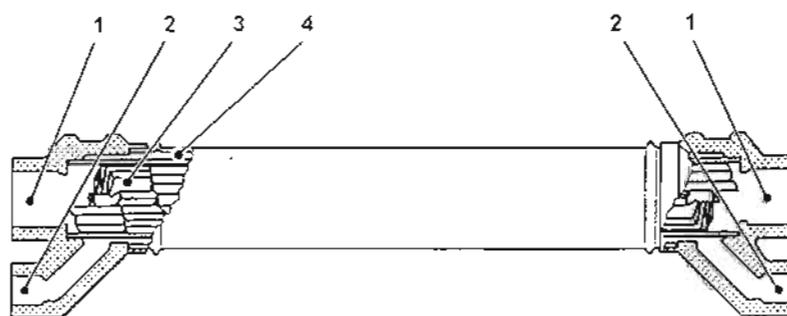


Figure 3.5.5- Échangeur de chaleur.

1: raccord pour conduite d'aspiration. 2: raccord pour conduite de liquide. 3: chambre interne. 4: chambre externe.

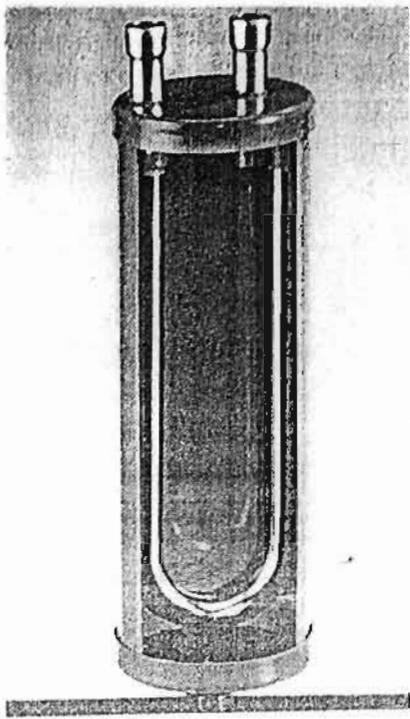


Figure 3.5.6 - Bouteille anticoups de liquide.

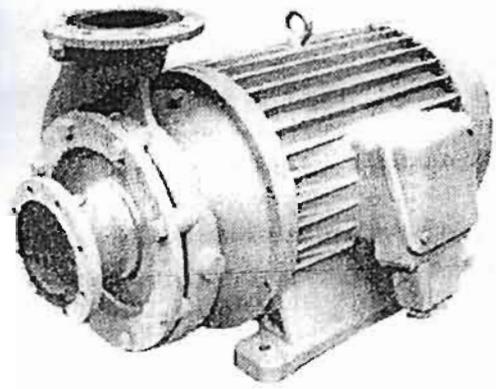
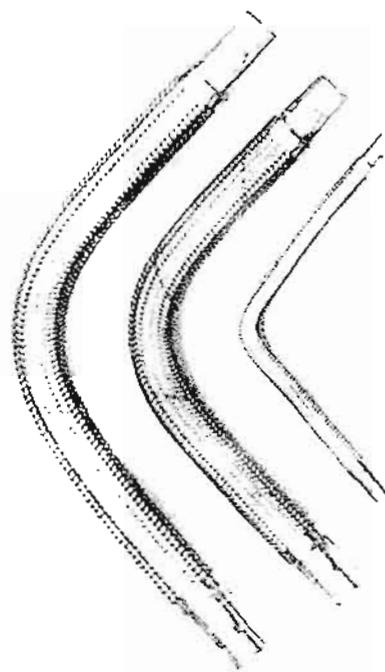
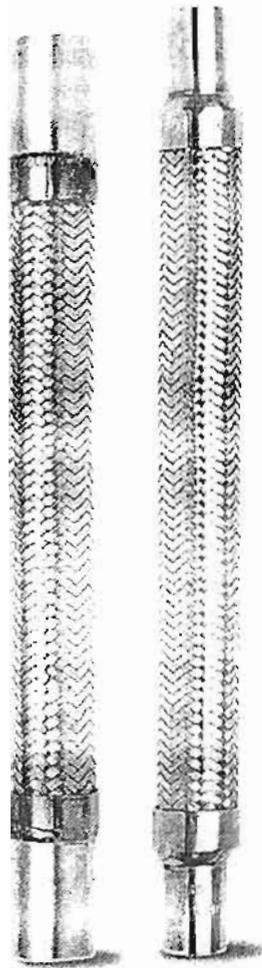
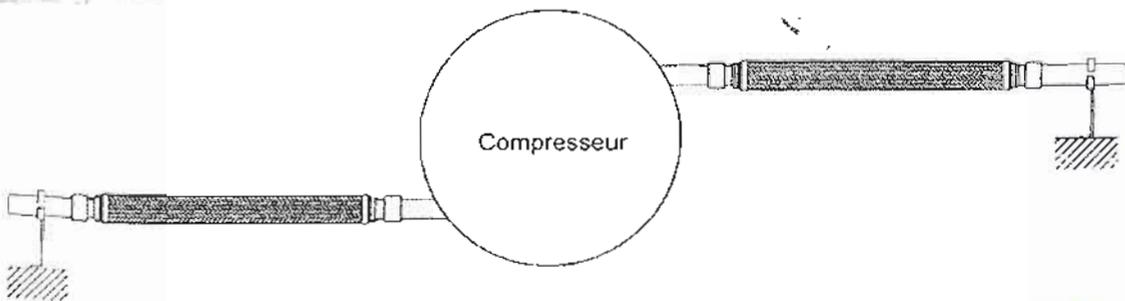


Figure 3.5.7 - Pompe à fluide frigorigène horizontale type « hermétique accessible ».



- Amortisseur de vibrations double effet.

Figure 3.5.8 Différents types d'amortisseurs de vibrations.



- Montage des amortisseurs de vibrations.

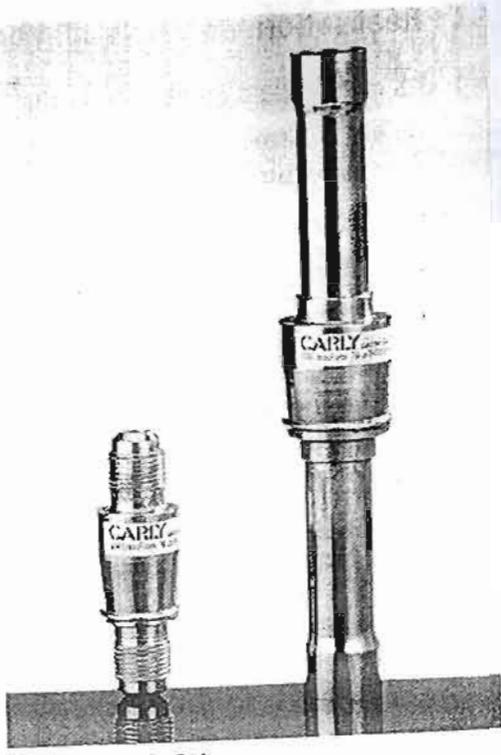
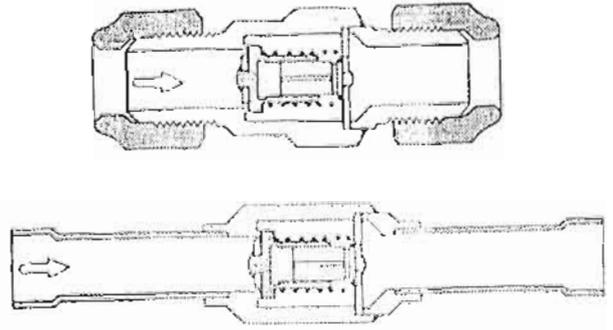
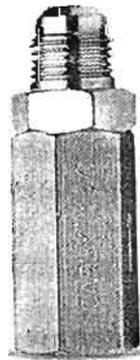


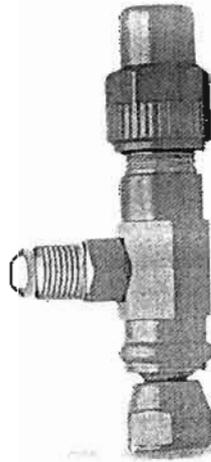
Figure 3.5.9 Clapets de retenue.



- Clapet de retenue.



(a)



(b)

Figure 3.5.10 - Clapets tarés : (a) fixe ; (b) réglable.

II. Définition des objectifs :

Le SENEGAL regorge d'endroits propices à la production de produits périssables tels que : fruits, légumes, poissons, viandes... Ainsi, sans une chaîne de froid continue et sûre, on ne peut assurer la qualité de ces produits sur les marchés. La conservation des ces derniers bute sur un facteur qui est l'absence d'unité de conservation en ces endroits, absence qui est justifiée le plus souvent par la non présence même de l'énergie électrique en ces zones.

Ainsi, un appui au niveau de la production de la glace peut contribuer de façon importante au développement de certaines activités et de certaines régions du pays.

En effet, la glace assurerait un écoulement plus sûr de la production.

II.1. Zones ciblées :

La glace est utilisée pour la préparation de boissons désaltérantes mais aussi et surtout pour la conservation et le transport des denrées périssables. Ainsi, on peut repérer comme zones propices à l'écoulement d'un tel produit :

- ❖ Zones rassemblant un public important (TOUBA, TIVAOUNE... à l'occasion des magal et gamou)
- ❖ Zones de pêche
- ❖ Zones de culture maraîchère...

II.2. Capacité de production :

L'unité de production devant être mobile, se voit sa capacité de production limitée.

La quantité de moules de glace à produire est fonction du prix unitaire de la barre. Ce dernier oscille entre 800 et 900 frs. Ainsi, en se fixant un revenu de 80000 frs par cycle, on aura à introduire dans le bain de saumure un nombre de moule égale à cent (100 moules).

II.3. Choix du procédé de fabrication de glace :

L'immersion des moules dans un bain de saumure présente l'avantage d'avoir toutes les surfaces de chaque moule en contact avec le fluide frigopporteur.

Ce type d'installation est moins coûteux et a l'avantage de garder un volant de froid avec la saumure en cas d'arrêt de la machine frigorifique.

III. Dimensionnement du système de production :

Le dimensionnement d'une unité de production de glace consiste à déterminer la puissance des principaux éléments du circuit frigorifique tels que : évaporateur, condenseur, compresseur.... La puissance de ces appareils est fonction de la charge thermique à évacuer. Ainsi, après une description du bac à saumure, nous allons établir le bilan thermique qui permettra l'évaluation d'une telle charge.

III.1) Description du bac à saumure :

Le bac à saumure est d'une forme parallélépipédique dont ses parois intérieures sont faites en acier inoxydable d'épaisseur 1mm. En effet, le choix d'un tel matériau se justifie par la nature corrosive de la saumure en chlorure de sodium. Pour amoindrir les déperditions frigorifiques éventuelles, il sera recouvert par un isolant. L'efficacité de ce dernier est fonction de son coefficient de transfert thermique qui sera le plus faible possible.

La paroi extérieure quant à elle sera faite en acier ordinaire

Les dimensions du bac seront déterminées en fonction du nombre de barre de glace à produire. Autrement dit, elles dépendent du volume qui sera occupé par les moules.

Ainsi, avec un objectif de cent moules par démoulage, on adoptera pour la disposition de ces dernières, en dix rangées de dix moules. Les moules de chaque rangée seront maintenues solidaires entre elles.

Afin d'assurer une circulation du fluide frigorigène entre les moules, une distance sera maintenue entre elles.

L'ensemble sera contenu dans un container divisé en deux parties :

L'une destinée à l'installation des machines

L'autre abritera le bac à saumure.

Caractéristiques d'une moule :

- longueur L_m : 0.3 m
- Largeur l_m : 0.13 m
- Hauteur H_m : 0.7 m
- Epaisseur E_m : 1.5 mm
- Matière : acier inoxydable
- Masse volumique : $\rho_{ac} = 7900 \text{ kg/m}^3$
- Capacité thermique $C_{pac} = 0.51 \text{ kJ/kg.K}$

Dimension du bac :

Le volume occupé par les cent moules est : $V = 100 \times 0.7 \times 0.13 \times 0.3 = 2.73 \text{ m}^3$

Soit en prenant une distance minimale entre les moules, de (4 cm) on aboutit ainsi aux dimensions intérieures suivantes du bac :

- Hauteur H_b : 1 m
- Largeur l_b : $l_b = 0.13 \times 10 + 11 \times 0.04 = 1.74 \text{ m}$
- Longueur L_b : $L_b = 0.3 \times 10 + 11 \times 0.04 = 3.44 \text{ m}$

En considérant le bac rempli jusqu'à 0.7m, on peut déterminer le volume de la solution V_s : $V_s = 3.44 \times 1.74 \times 0.7 - 2.73 = 1.5 \text{ m}^3 = 1500 \text{ L}$

La quantité de sel à utiliser :

En utilisant une solution eutectique à $-26 \text{ }^\circ\text{C}$, on a les proportions de sel(chlorure de sodium) et d'eau suivante pour un litre de solution : [3]

Sel \rightarrow 0.205 kg

Eau \rightarrow 0.833 kg

Ainsi, la quantité de sel serait: $M_{sel} = 0.205 \times 1500 = 307.5 \text{ kg}$

$$M_{sel} = 307.5 \text{ kg}$$

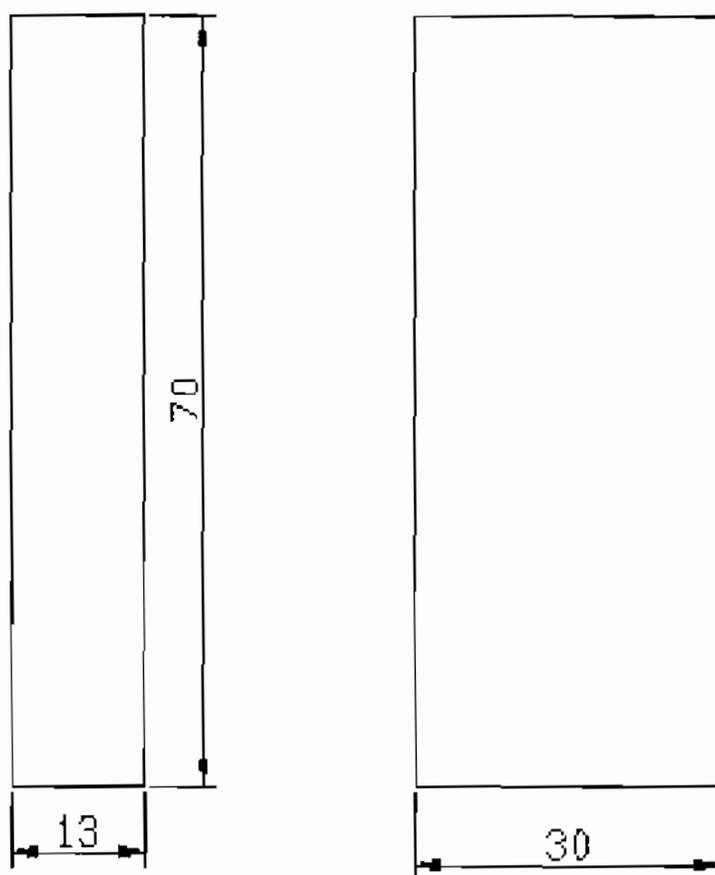


Fig1 : Dimension d'un moule

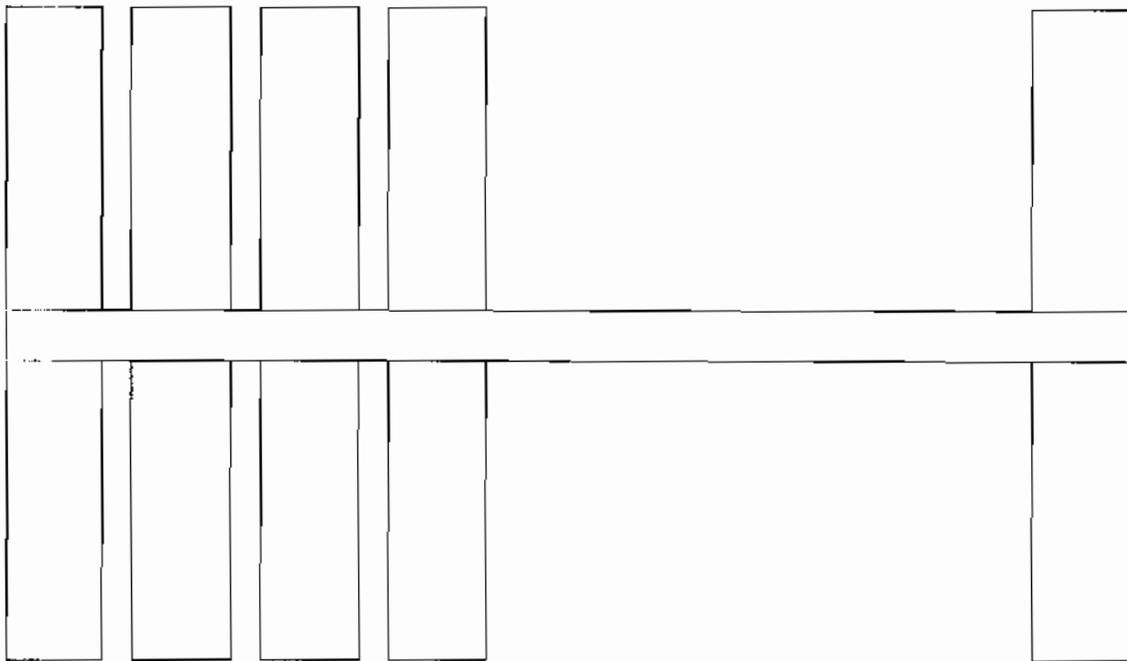


fig2 : Agencement des dix moules

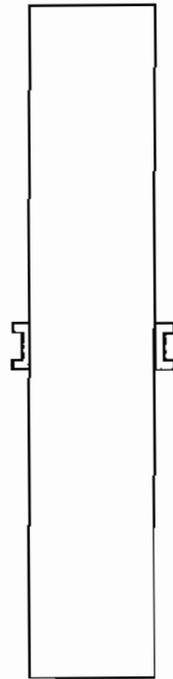
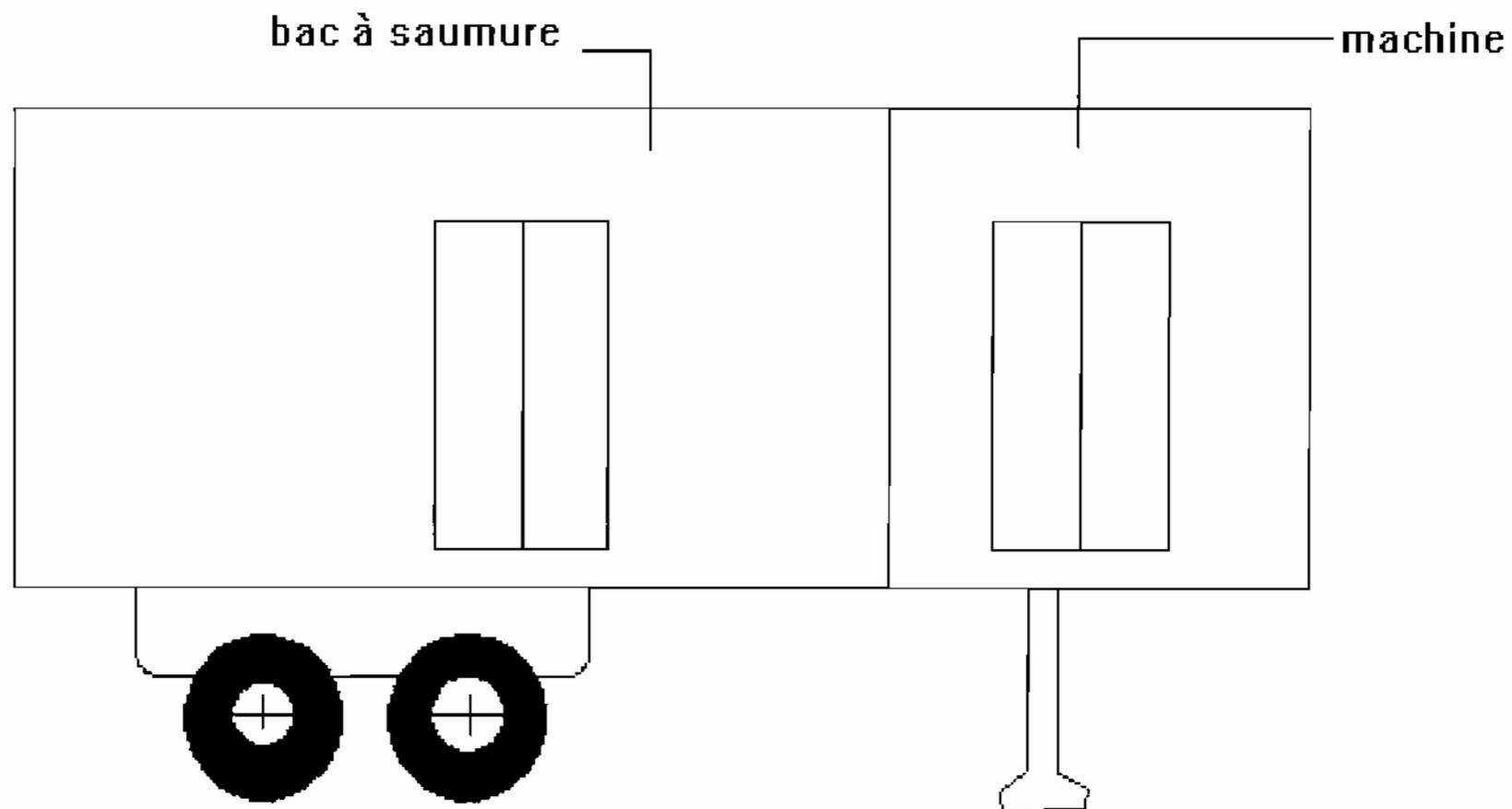
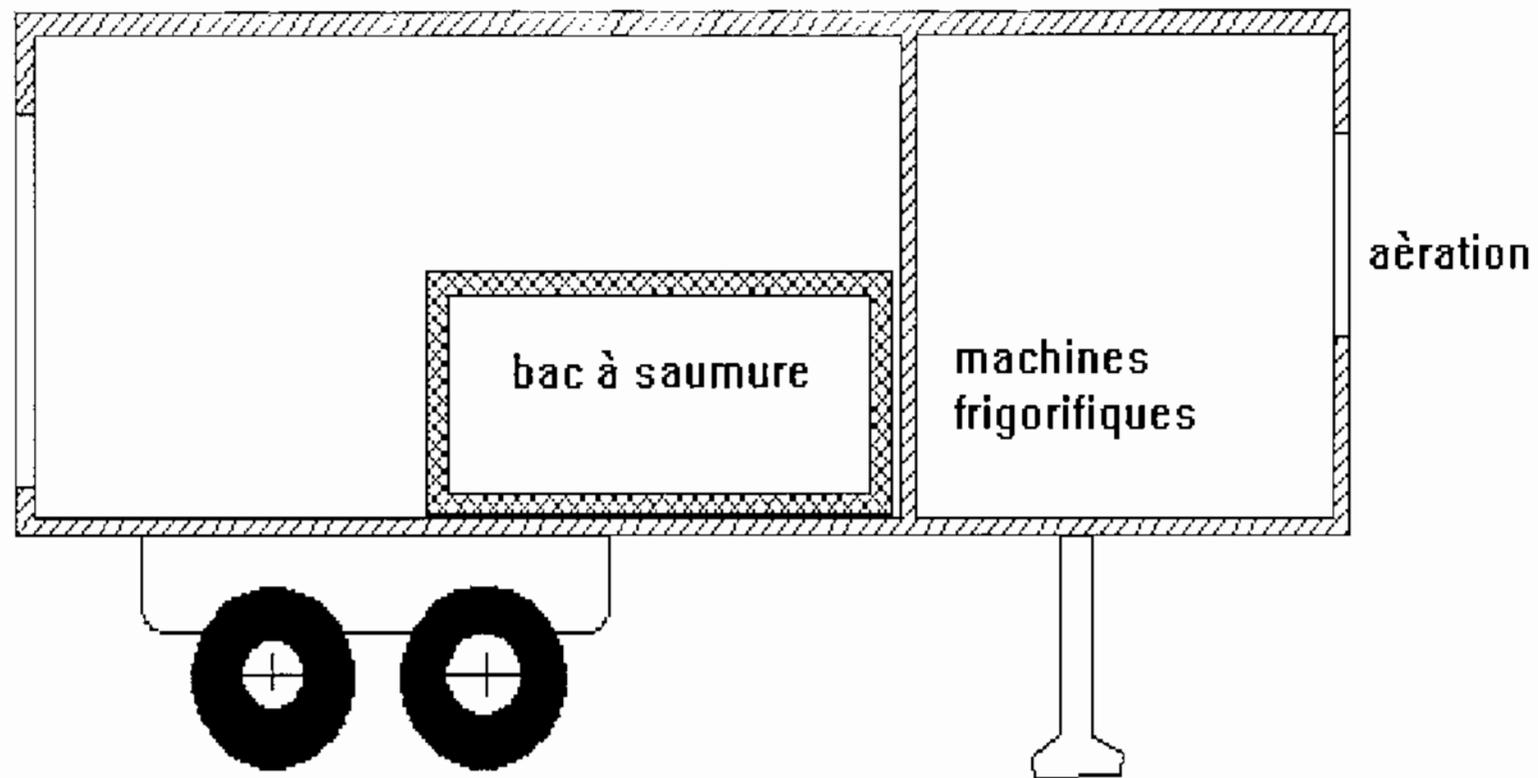


fig3 : vue de coté





III.2) le bilan thermique :

Le bilan thermique est à la base des calculs à effectuer dans le but de déterminer les caractéristiques des différentes composantes du système de production. En effet, son établissement a pour objectif de déterminer la puissance frigorifique du (ou des) évaporateurs et du (ou des) compresseurs nécessaires pour assurer un bon fonctionnement de l'installation en conformité avec la capacité de production fixée.

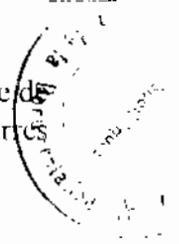
Les autres éléments constitutifs de l'installation sont ensuite calculés en fonction de la puissance frigorifique et des conditions de fonctionnement de l'installation.

Le bilan thermique a donc pour but de calculer la quantité de chaleur totale (Q_t) à évacuer pour maintenir dans le bac à saumure le niveau de température requis.

Cette quantité de chaleur peut être scinder en deux parties :

- * une quantité de chaleur (Q_c) correspondant à la chaleur à évacuer nécessaire à la congélation de l'eau (réfrigération du bain liquide)
- * une quantité de chaleur (Q_p) correspondant à l'ensemble des apports thermiques externes, apports qui aussi, doivent être compensés par la machine frigorifique

Ainsi, nous aurons une charge thermique totale $Q_t = Q_p + Q_c$



III.2.1) Evaluation de Q_c :

Pour l'évaluation de Q_c nous aurons à considérer deux types d'apports

- l'apport thermique de la masse d'eau à congeler

Ainsi, la quantité de froid nécessaire à la congélation peut être en trois parties :

- Refroidissement de l'eau à la température (θ_e) à (θ_c) où θ_c est la température de congélation de l'eau : soit Q_{c1}
 - Congélation de l'eau : Q_{c2} (passage de l'état liquide à l'état solide de l'eau)
 - Refroidissement de la denrée congelée de θ_c à θ_f (θ_f est la température de fin de réfrigération) Q_{c3}
- L'apport thermique nécessaire au refroidissement de l'emballage : soit Q_{em}

Données :

Température d'entrée de l'eau : $\theta_c = 25^\circ\text{C}$

Température après refroidissement : $\theta_f = -20^\circ\text{C}$

Température ambiante extérieure : $\theta_{ex} = 40^\circ\text{C}$

Capacité thermique de l'eau à $P = 1 \text{ atm}$: $C_{peau} = 4.1945 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$

Capacité thermique de la glace : $C_{p\text{glace}} = 2.11 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$

Chaleur latente de l'eau $L_{eau} = 335 \text{ kJ/kg}$

La masse d'eau à congeler : M_e

On a la masse volumique de l'eau $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ kg/L}$.

La masse se conserve, on a ainsi : $M_e = M_{\text{glace}} = 25 \text{ kg/moule}$

On a alors la masse d'eau à congeler $M_e = 25 \times 100 = 2500 \text{ kg}$

Calcul de Qc1 :

$$\text{On a : } Q_{c1} = M_e \times C_{p\text{eau}} \times (\theta_e - \theta_c)$$

$$\text{AN : } Q_{c1} = 2500 \times 4.1945 \times (25-0) = 262156.25 \text{ kJ}$$

$$\mathbf{Q_{c1} = 262156.25 \text{ kJ}}$$

Calcul de Qc2:

$$Q_{c2} = M_e \times L_{\text{eau}}$$

$$\text{AN : } Q_{c2} = 2500 \times 335 = 837500 \text{ kJ}$$

$$\mathbf{Q_{c2} = 837500 \text{ kJ}}$$

Calcul de Qc3 :

$$Q_{c3} = M_e \times C_{p\text{glace}} \times (\theta_c - \theta_f)$$

$$\text{AN : } Q_{c3} = 2500 \times 2.11 \times (0 - (-4)) = 21100 \text{ kJ}$$

$$\mathbf{Q_{c3} = 21100 \text{ kJ}}$$

Calcul de Qem :

$$Q_{em} = M_m \times C_{p\text{ac}} \times (\theta_e - \theta_f)$$

Avec M_m = masse totale des moules ; soit M_{m1} la masse d'une moule :

$$\text{on a : } M_{m1} = (2 \times (L_m + l_m)) \times H_m \times E_m \times \rho_{\text{ac}}$$

$$\text{AN : } M_{m1} = (2 \times (0.3 + 0.13)) \times 0.7 \times 0.0015 \times 7900 = 7.13 \text{ kg}$$

Avec un nombre de moules égal à cent (100 moules) on aura :

$$M_m = 100 \times M_{m1}$$

$$\text{AN : } M_m = 100 \times 7.13 = 713 \text{ kg}$$

Nous pouvons alors calculer la valeur de Q_{em} :

$$\text{AN : } Q_{em} = 713 \times 0.51 \times (40 - (-20)) = 21817.8 \text{ kJ}$$

$$\mathbf{Q_{em} = 21817.8 \text{ kJ}}$$

III.2.2) Evaluation de Q_p :

L'évaluation de l'apport thermique extérieur est la sommation de :

- L'apport thermique par les parois extérieures Q_{p1}
- L'apport de chaleur dû au service Q_{p2}

En effet, pour ce dernier cas, on peut noter trois types de services :

✓ Service fort :

Ouverture fréquente des portes : ajouter 25% à la quantité de chaleur Q_p pénétrant par les parois [1]

✓ Service normal :

Ouverture à certaines heures de la journée : ajouter 15% à la quantité de chaleur Q_p pénétrant par les parois [1]

✓ Service faible :

Ouverture des portes faible : ajouter 10% à la quantité de chaleur Q_p pénétrant par les parois. [1]

L'isolation du bac à saumure à une importance capitale sur le fonctionnement de l'installation. Trop faible, elle facilite l'entréc de chaleur par les parois et par conséquent augmente le temps de marche du compresseur.

Il existe une variété d'isolant avec des coefficients de conductibilité différents.

La quantité de chaleur pénétrant par les parois en 24h peut être évaluée par la formule suivante : $Q_p = K \times A \times \Delta \Theta \times (24 \times 3600)$

Néanmoins, en négligeant les revêtements intérieur et extérieur, on peut évaluer cette quantité de chaleur pénétrant par les parois en fonction de la nature de l'isolant et de l'écart de température entre l'extérieur et l'intérieur

Tableau 3: conductivité de matériaux utilisés en isolation dans l'industrie frigorifique [1]

matériaux	Conductibilité thermique (W/mK)
Liège	0.044
Fibre de verre	0.035
Polystyrène expansé	0.029
Styrofoam	0.032
Mousses de polyuréthane	0.025
Caoutchouc mousses	0.030
Laine de roche	0.093
klégecell	0.031
foamglass	0.054

Calcul de Q_{p1} :

Q_{p1} est évaluée à partir du tableau(4) qui donne les entrées de chaleurs journalières rapportées au m^2 de surface de panneau en fonction de l'épaisseur de l'âme isolante en polyuréthane qui possède une faible conductibilité thermique et de l'écart de température entre l'ambiance extérieure et la chambre froide.

Tableau 4 : entrée de chaleur journalière en fonction de l'épaisseur
d'isolation [1]

$\Delta\theta$ en °C	Épaisseur de l'âme isolante en polyuréthane (Pu) en mm					
	60	90	105	130	150	180
10	311	224	183			
15	467	336	274			
20	622	448	365			
25	778	560	456			
30	933	672	547	446	386	324
35	1089	783	638	520	451	378
40	----	896	729	594	515	432
45	----	1007	820	669	579	486
50	----	1120	912	743	644	540
55	----	1231	1003	817	708	594
60	----	1344	1094	892	772	648
K	0.360	0.259	0.211	0.172	0.149	0.125

La différence de température $\Delta\theta = 35 - (-20) = 55^\circ\text{C}$

Calculons la surface intérieure du bac : S_{ib}

$$\text{On a: } S_{ib} = 2 \times [(L_b \times l_b) + (L_b \times H_b) + (H_b \times l_b)]$$

$$S_{ib} = 2 \times [(3.44 \times 1.74) + (3.44 \times 1) + (1 \times 1.74)] = 22.3\text{m}^2$$

$$S_{ib} = 22.3\text{m}^2$$

Avec un $\Delta\theta$ de 55°C l'épaisseur de polyuréthane de 180mm donne la plus faible entrée de chaleur par les parois correspondant à $Q_{p'1} = 594 \text{ kJ/m}^2$.

K, le coefficient de transmission du panneau est dans ce cas : $K = 0.125 \text{ W/m}^2\text{K}$

On a : $Q_{p1} = Q_{p'1} \times S_{ib}$

AN: $Q_{p1} = 594 \times 22.3 = 13246.2 \text{ kJ}$

$$Q_{p1} = 13246.2 \text{ kJ}$$

Calcul de Q_{p2} :

La quantité de chaleur Q_{p2} due au service (démoulage, ouverture du bac, éclairage...) peut être considérée comme étant très faible pour notre cas. En effet, après remplissage et immersion des moules dans le bac on aura presque pas besoin d'ouvrir le bac jusqu'à l'heure d'obtention de la glace prévue.

Ainsi, nous pouvons prendre Q_{p2} comme étant égale à 10% de Q_{p1} (service faible).

$$Q_{p2} = 10\% \times Q_{p1}$$

AN: $Q_{p2} = 0.1 \times 13246.2 = 1324.62 \text{ kJ}$

$$Q_{p2} = 1324.62 \text{ kJ}$$

Nous pouvons ainsi calculer la quantité de chaleur Q_t à évacuer, qui sera la somme des Q_{ci} et des Q_{pi} déjà calculées.

On a : $Q_t = Q_{c1} + Q_{c2} + Q_{c3} + Q_{em} + Q_{p1} + Q_{p2}$

AN : $Q_t = 262156.25 + 837500 + 21100 + 21817.8 + 13246.2 + 1324.62$

$$= 1\ 157\ 144.87 \text{ kJ}$$

Pour tenir compte des apports inchiffrables, on ajoute à Q_t un pourcentage variant de 5 à 10%. Soit à ajouter 7.4% : [2]

$$Q_t = 1\ 242\ 773.59 \text{ kJ}$$

III.3) le fluide frigorigène:

La charge thermique Q_t est soustraite par un fluide frigorigène qui se meut dans la machine frigorifique en circuit fermé et change d'état d'un point à l'autre de l'installation. En effet, il se vaporise en puisant de l'énergie thermique dans le médium à refroidir et se liquéfie en cédant la chaleur emmagasinée à un autre environnement.

Pour remplir efficacement cette tâche, le fluide frigorigène devrait présenter les qualités suivantes :

- Chaleur latente de vaporisation très élevée ;
- Point d'ébullition, sous la pression atmosphérique, suffisamment bas compte tenu des conditions de fonctionnement désirées (température d'évaporation) ;
- faible rapport de compression
- Faible volume massique de la vapeur saturée, rendant possible l'utilisation d'un compresseur et de tuyauteries de dimensions réduites ;
- Température critique très élevée ;
- Pas d'action sur le lubrifiant employé conjointement avec le fluide ;
- Composition chimique stable dans les conditions de fonctionnement de la machine frigorifique ;
- Pas d'action sur les métaux composant le circuit, ni sur les joints ;
- Non inflammable et non explosif en mélange avec l'air ;
- Sans effet sur la santé du personnel ;
- Sans action sur les denrées à conserver ;
- Sans odeur ou n'ayant qu'une faible odeur non désagréable ;
- Fuites faciles à détecter et à localiser par méthode visuelle ;
- Pas d'affinité pour les constituants de l'atmosphère ;
- Etre d'un coût peu élevé et d'un approvisionnement facile.

- Pas d'action sur la couche d'ozone
- Pas d'action sur le réchauffement terrestre

Cependant, aucun des fluides frigorigènes employés ne possède l'ensemble de ces qualités.

Le fluide frigorigène : le R22, présente un certains nombres de caractéristiques qui sont conformes à nos besoins :

- Odeur : légèrement éthérée
- Température critique : 96°C
- Pression critique : 49.8 bar
- Température d'ébullition à P=1 bar : - 40.8°C
- Très stable

Informations toxicologiques :

- Non nocif par inhalation
- Décomposition thermique à haute température en produits toxiques et corrosifs
- Gelures possibles par projection du gaz liquéfié

Domaines d'application :

- Conditionnement d'air résidentiel, commercial et industriel
- refroidisseur de liquide
- installations à température négative

informations réglementaires :

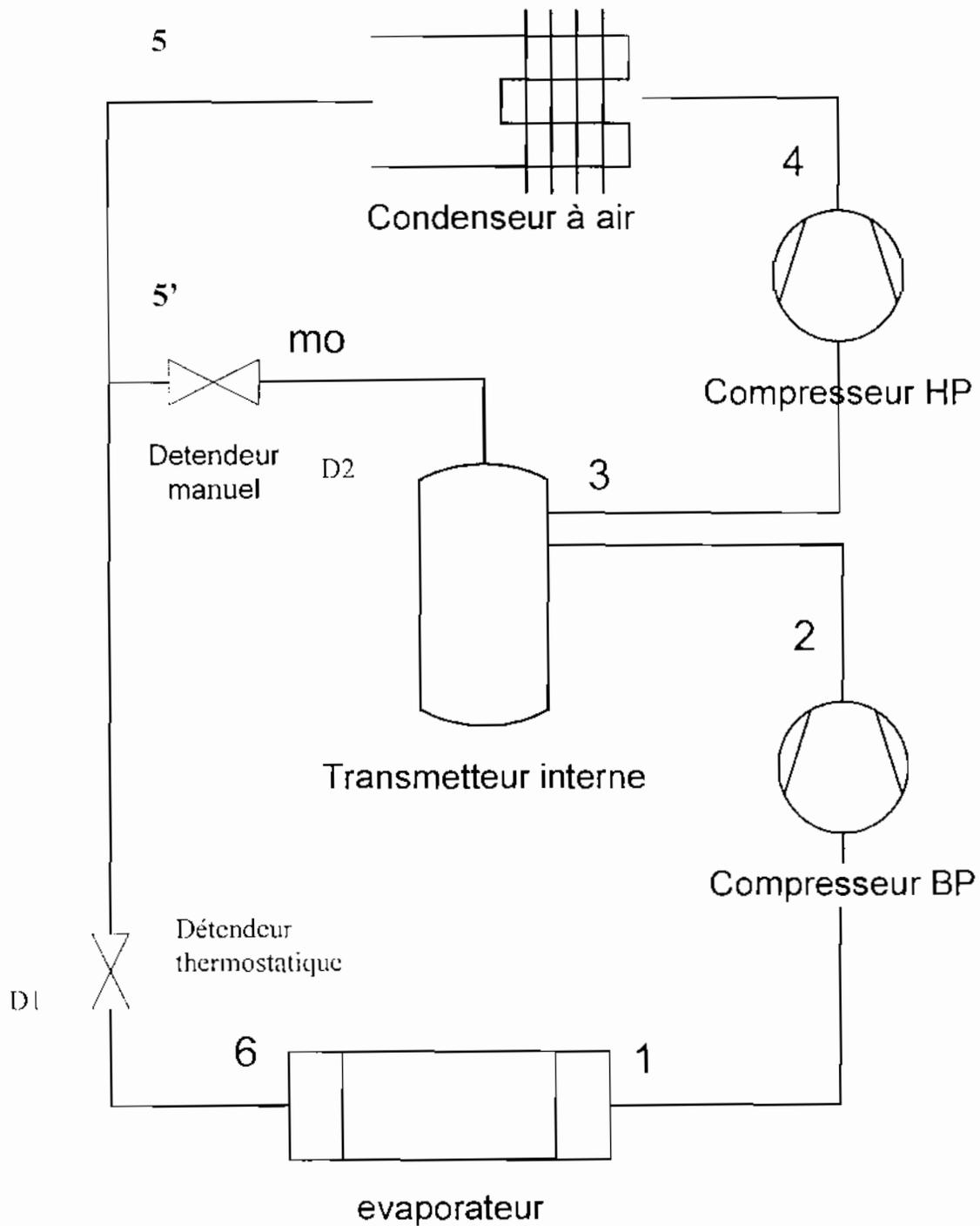
- substance classée non dangereuse
- fluide non inflammable et non toxique

TABLE 6 - PROPRIETES DU FLUIDE R-22 SATURE

TEMP DEG. °C	PRESSION kPa	MASSE VOLUMIQUE kg × 10 ³ /m ³			ENTHALPIE kJ/kg			TEM DEG. °C
		AB5	LIQ	GAZ	LIQ.	LATENTE	TOT. GAZ.	
COL. 1	COL. 2	COL. 3	COL. 4	COL. 5	COL. 6	COL. 7	COL. 8	
-52	58.04	1.44311	0.00280	142.899	240.068	387.967	52	
-50	64.39	1.44231	0.00308	144.959	239.957	383.921	50	
-48	71.28	1.44206	0.00339	147.029	237.840	384.869	48	
-46	78.75	1.44298	0.00372	149.109	236.704	385.813	46	
-44	86.82	1.44125	0.00407	151.200	235.551	386.751	44	
-42	95.55	1.41551	0.00445	153.301	234.381	387.593	42	
-40	104.95	1.40972	0.00486	155.414	233.195	388.609	40	
-38	115.07	1.40390	0.00530	157.537	231.992	389.529	38	
-36	125.94	1.39804	0.00576	159.671	230.771	390.442	36	
-34	137.51	1.39214	0.00626	161.816	229.532	391.348	34	
-32	150.11	1.38620	0.00679	163.972	228.274	392.247	32	
-30	163.48	1.38022	0.00736	166.140	226.998	393.138	30	
-28	177.70	1.37420	0.00796	168.318	225.703	394.021	28	
-26	192.90	1.36814	0.00860	170.507	224.388	394.896	26	
-24	209.27	1.36203	0.00928	172.708	223.054	395.762	24	
-22	226.48	1.35588	0.01001	174.919	221.700	396.619	22	
-20	244.83	1.34968	0.01077	177.142	220.325	397.467	20	
-18	264.29	1.34344	0.01158	179.376	218.929	398.305	18	
-16	284.93	1.33714	0.01244	181.622	217.512	399.133	16	
-14	306.74	1.33079	0.01334	183.878	216.073	399.951	14	
-12	329.85	1.32439	0.01430	186.147	214.612	400.759	12	
-10	354.20	1.31794	0.01530	188.426	213.129	401.555	10	
-8	380.05	1.31143	0.01637	190.718	211.623	402.341	8	
-6	407.23	1.30486	0.01749	193.021	210.094	403.114	6	
-4	435.84	1.29823	0.01867	195.355	208.540	403.876	4	
-2	465.94	1.29154	0.01991	197.652	206.963	404.625	2	
0	497.57	1.28479	0.02122	200.000	205.361	405.361	0	
2	530.83	1.27797	0.02259	202.351	203.733	406.094	2	
4	565.71	1.27108	0.02403	204.713	202.080	406.793	4	
6	602.28	1.26412	0.02555	207.089	200.400	407.489	6	
8	640.59	1.25708	0.02714	209.477	198.693	408.169	8	
10	680.70	1.24997	0.02881	211.877	196.958	408.835	10	
12	722.65	1.24277	0.03056	214.291	195.194	409.485	12	
14	766.50	1.23550	0.03240	216.719	193.400	410.119	14	
16	812.29	1.22813	0.03432	219.160	191.577	410.736	16	
18	860.08	1.22068	0.03634	221.615	189.721	411.336	18	
20	909.83	1.21313	0.03846	224.084	187.834	411.918	20	
22	961.60	1.20543	0.04067	226.568	185.913	412.481	22	
24	1016.0	1.19773	0.04300	229.068	183.957	413.025	24	
26	1072.3	1.18987	0.04543	231.583	181.965	413.548	26	
28	1130.9	1.18190	0.04799	234.115	179.935	414.050	28	
30	1191.9 ✓	1.17381	0.05065	236.664	177.867	414.530	30	
32	1255.2	1.16559	0.05345	239.230	175.758	414.987	32	
34	1321.0	1.15724	0.05639	241.814	173.606	415.420	34	
36	1389.2	1.14875	0.05946	244.418	171.410	415.828	36	
38	1460.1	1.14012	0.06269	247.041	169.167	416.208	38	
40	1533.5	1.13133	0.06607	249.686	166.875	416.561	40	
42	1609.6	1.12237	0.06962	252.352	164.531	416.883	42	
44	1688.5	1.11324	0.07336	255.042	162.133	417.174	44	
46	1770.2	1.10392	0.07726	257.768	159.676	417.432	46	
48	1854.8	1.09441	0.08137	260.497	157.158	417.655	48	
50	1942.3	1.08468	0.08570	263.264	154.575	417.839	50	
52	2032.8	1.07472	0.09025	266.062	151.921	417.983	52	
54	2126.5	1.06452	0.09504	268.891	149.192	418.083	54	
56	2223.2	1.05405	0.10010	271.754	146.383	418.137	56	
58	2323.2	1.04330	0.10545	274.654	143.486	418.141	58	
60	2426.6	1.03223	0.11110	277.594	140.495	418.089	60	
62	2533.3	1.02082	0.11709	280.577	137.401	417.978	62	
64	2643.5	1.00904	0.12345	283.607	134.194	417.802	64	
66	2757.3	0.99684	0.13022	286.690	130.863	417.553	66	

III.4) Schéma de l'installation :

Le schéma ci dessous représente les différents composants de la machine frigorifique d'où le fluide frigorigène subit ses différents changements d'état.



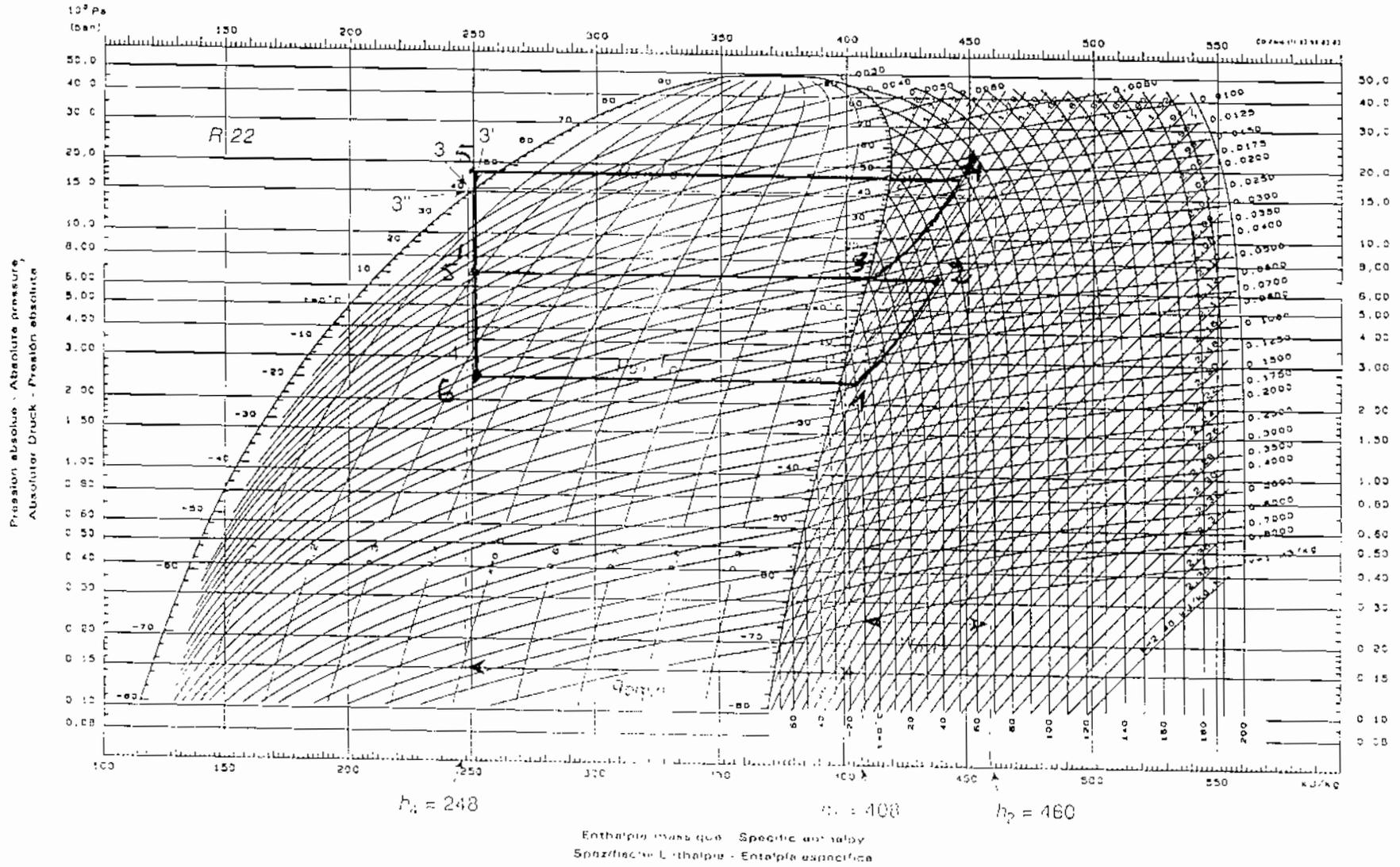


Fig. 67. Représentation dans un diagramme $h, lg p$ du R 22 du cycle de l'exemple de machine frigorifique.

fig6: schéma de l'installation

Conditions déterminantes :

Les conditions déterminantes sont :

- La température d'évaporation : $T_o = -20^{\circ}\text{C}$
- Pression d'évaporation : $P_o = 2.45 \text{ bar}$
- La température de condensation : $T_c = 47^{\circ}\text{C}$
- Pression de condensation : $P_c = 18.1 \text{ bar}$
- La surchauffe dans l'évaporateur : $SC = 5^{\circ}\text{C}$
- Le sous refroidissement dans le condenseur : $SR = 5^{\circ}\text{C}$
- Température ambiante : $T_a = 35^{\circ}\text{C}$

III.5) l'évaporateur :

La puissance frigorifique de la machine est calculée sur un temps moyen de fonctionnement compris entre 14h et 20h. [2]

Ainsi, la puissance frigorifique nécessaire à l'évaporateur sera dans ces conditions, en prenant un temps de fonctionnement ($t= 14h$)

$$\phi_o = \frac{Qt}{t}$$

$$\text{AN : } \phi_o = (1\,242\,773.59 / (14 \times 3600)) = 24.66 \text{ kW}$$

$$\phi_o = 24.66 \text{ kW}$$

On a $T_o = -20^\circ\text{C}$

$$P_o = 2.45 \text{ bar}$$

Pour obtenir la production frigorifique nette souhaitée, la machine frigorifique doit pouvoir assurer la circulation d'un certain débit masse (m_{ff}) de fluide frigorigène.

Calcul de m_{ff} :

$$\text{On a : } m_{ff} = \frac{\phi_o}{(h_1 - h_6)} \quad \text{avec } h_1 \text{ et } h_6 \text{ correspondant respectivement à}$$

l'enthalpie massique à la température d'aspiration et de fin de détente du fluide.

$$m_{ff} = (24.66 / (402 - 250)) = 0.1622 \text{ kg/s}$$

$$m_{ff} = 0.1622 \text{ kg/s}$$

Choix de l'évaporateur : voir annexe 1

Modèle : DEC 100-9

Puissance : 30.3 kW

Il est de type à détente sèche ; le fluide frigorigère étant maintenu à une vitesse de 1 à 2 m/s par un circulateur.

Calcul du débit de saumure : m_{ms}

La capacité thermique massique de la saumure étant $C_s=3.80\text{kJ/kg/K}$

$$\text{On a: } \dot{Q}_0 = C_s \times q_{ms} \times \Delta\theta_s \rightarrow m_{ms} = [\dot{Q}_0 / (C_s \times \Delta\theta_s)]$$

$$\text{AN: } m_{ms} = [24.66 / (3.8 \times 55)] = 0.118\text{kg/s}$$

III.6) le compresseur :

Le compresseur consomme de la puissance électrique. Cette puissance consommée est déterminée à partir du diagramme (h, lgp) du R22.

Le taux de compression $\tau = (P_c/P_o) = (18.1/2.45)=7.4$.

Avec ce taux de compression, la température de fin de compression devient supérieure à la température critique du R22.

Afin d'éviter cet inconvénient, on pratique la compression à deux étages, avec un refroidissement intermédiaire entre les deux étages. Ce refroidissement des vapeurs comprimées par le compresseur basse pression est obtenu par injection partielle du fluide frigorigène liquide en provenance du condenseur dans une capacité fermée et placée entre les deux étages de compression. En effet, l'ébullition du liquide dans cette capacité désurchauffe les vapeurs comprimées par le compresseur basse pression.

❖ **Calcul de la puissance du compresseur basse pression : \dot{Q}_{bp}**

Calcul de la pression intermédiaire (P_i) :

$$P_i = \sqrt{(P_c \times P_o)} \quad [4]$$

$$\text{AN : } P_i = (18.1 \times 2.45)^{(1/2)} = 6.66 \text{ bar}$$

Calcul de la température de refoulement (T_2) :

Avec une compression polytropique, la température de fin de compression T_2

$$\text{est donnée par la formule suivante : } T_2 = T_1 \times \left(\frac{P_c}{P_o} \right)^{\frac{n-1}{n}} \quad [4]$$

$$T_2 = T_1 \times \left(\frac{P_i}{P_o} \right)^{\frac{n-1}{n}} \text{ avec } T_1 = -15^\circ\text{C}$$

Avec (n) exposant polytropique du R22 donné en fonction du taux de compression (P_c / P_o).

Tableau 5 : exposant polytropique n du R22

R22	Pc/Po								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	1.325	1.258	1.240	1.234	1.232	1.230	1.228	1.226	1.225

$$(P_i/P_o) = (6.66/2.45) = 2.7 \text{ le tableau } \rightarrow n = 1.278$$

$$T_2 = (273.15 - 15) \times 2.7^{(0.278/1.278)} = 320.41\text{K} = 47.26^\circ\text{C}$$

$$\begin{cases} T_1 = -15^\circ\text{C} \\ T_2 = 47.26^\circ\text{C} \end{cases} \quad \begin{cases} h_1 = 402 \text{ kJ/kg} \\ h_2 = 436.5 \text{ kJ/kg} \end{cases}$$

La puissance du compresseur est: $\phi_{bp} = m_f (h_2 - h_1)$

$$\text{AN : } \phi_{bp} = 0.1622 \times (436.5 - 402) = 5.59 \text{ kW}$$

$$\phi_{bp} = 5.59 \text{ kW.}$$

❖ Calcul de la puissance du compresseur haute pression : ϕ_{hp}

la température d'aspiration est : $T_3 = 10^\circ\text{C}$ et la pression $P_3 = P_2 = 6.66 \text{ bar}$

le taux de compression $\tau = (P_c/P_3) = (18.1/6.66) = 2.7 \rightarrow n = 1.278$

la température de fin de compression est :

$$T_4 = T_3 \times \left(\frac{p_4}{p_3} \right)^{\frac{n-1}{n}}$$

$$\text{AN : } T_4 = (273.15 + 10) \times 2.7^{(0.278/1.278)} \\ = 351.44 \text{ K} = 78.3^\circ\text{C}$$

$$\begin{cases} T_4 = 78.3^\circ\text{C} \\ T_3 = 10^\circ\text{C} \end{cases} \quad \begin{cases} h_4 = 448 \text{ kJ/kg} \\ h_3 = 410 \text{ kJ/kg} \end{cases}$$

Dans l'étage haute pression, le débit de fluide à l'aspiration est la somme du débit au refoulement de l'étage basse pression et la proportion de fluide admis dans le réservoir par le détendeur pour obtenir le refroidissement.

Soit m_o cette proportion de fluide :

$$\text{On a : } m_o \times h_6 + m_{ff} \times h_2 = (m_o + m_{ff}) \times h_3$$

$$m_o = \frac{h_3 - h_2}{h_6 - h_3} \times m_{ff}$$

$$\text{AN : } m_o = 0.1622 \times (410 - 436.5) / (250 - 410) = 0.0269 \text{ kg/s}$$

La puissance du compresseur HP est:

$$\phi_{hp} = (m_{ff} + m_o) \times (h_4 - h_3)$$

$$\text{AN : } \phi_{hp} = (0.1622 + 0.0269) \times (448 - 410) = 7.19 \text{ kW}$$

$$\phi_{hp} = 7.19 \text{ kW}$$

Choix des compresseurs: voir annexe 2

Basse pression :

Type de compresseur : 4FC-3.2

Puissance frigorifique : $\dot{Q}_{bp} = 6.01 \text{ kW}$

Puissance du moteur : $P_m = 2.96 \text{ kW}$

Haute pression :

Type de compresseur : 2GC-2.2

Puissance frigorifique : $\dot{Q}_{hp} = 8.06 \text{ kW}$

Puissance du moteur : $P_m = 1.75 \text{ kW}$

III.7) le condenseur:

Le condenseur utilisé dans l'installation est du type à air. Pour ce type de condenseur, la température de condensation est de 12 à 15°C, supérieure à la température ambiante.[1]

Pour que la fonction de la machine frigorifique soit la plus rentable possible, il est nécessaire que sa température d'évaporation soit la plus élevée possible et sa température de condensation la plus faible possible. Ainsi, retenons-nous la valeur de 12°C comme écart de température avec la température ambiante

La puissance du condenseur \dot{Q}_{con} est égale à la puissance développée à l'évaporateur additionnée à l'équivalent thermique du travail de compression.

$$\dot{\phi}_{con} = \dot{\phi}_o + \dot{\phi}_{bp} + \dot{\phi}_{hp} - \dot{\phi}_{23}$$

où, \dot{Q}_{23} est l'équivalent de puissance du fluide refroidi entre 2 et 3.

$$\dot{Q}_{23} = \dot{m}_R \times (h_2 - h_3) = 0.1622 \times (436.5 - 410) = 4.3 \text{ kW}$$

$$AN : \dot{Q}_{con} = 24.66 + 6.01 + 8.06 - 4.3 = 34.43 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{con} = 34.43 \text{ kW}$$

Choix du condenseur : voir annexe 3

On a $t_d = 12^\circ\text{C}$ et $t_{dn} = 15^\circ\text{C}$ → la puissance corrigée du condenseur est :

$$\dot{Q}_{con} = (34.43 \times 15) / 12 = 43.04 \text{ kW}$$

Choix du condenseur à air GVH065 A/2S – 700 tr/min avec deux moteurs de 1.1kW chacun.

III.8) le détendeur:

Le processus de détente s'effectue à enthalpie constante, l'énergie interne du fluide ne varie pas.

Elle s'effectue de la pression et température de condensation à la pression et température d'évaporation.

Ainsi, la puissance du détendeur est : $\dot{Q}_{det} = \dot{Q}_o \times k_1 \times k_{\Delta p}$

Cette puissance est la puissance frigorifique corrigée où :

- k_1 est le facteur de correction dépendant de la température à l'entrée du détendeur.
- $K_{\Delta p}$ est le facteur de correction dépendant de la variation de pression entre l'entrée et la sortie du détendeur.

Dans notre cas, la température du liquide avant le détendeur est de 42°C.

Détendeur D1 :

Pour le détendeur D1 la différence de pression entre l'entrée et la sortie est :

$$\Delta p = 18.1 - 2.45 = 15.65 \text{ kPa}$$

$$K_{t1} = 0.75$$

$$K_{\Delta p1} = 1.48$$

$$AN : \dot{Q}_{det1} = 24.66 \times 0.75 \times 1.48 = 27.37 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{det1} = 27.37 \text{ kW}$$

D'où le choix du détendeur thermostatique **TCLE 750HW** (voir annexe 4)

Détendeur D2 :

Le détendeur D2 sera de type manuel dont les caractéristiques sont les suivantes : pression d'entrée = 18.1 bar

Pression de sortie = 6.66 bar

Pour un débit de fluide = mo

III.9) Moteur d'entraînement:

La puissance des moteurs d'entraînement est directement donnée dans le choix des compresseurs d'où on a :

Compresseur haute pression :

$$P_m = 1.75 \text{ kW}$$

Compresseur basse pression :

$$P_m = 2.96 \text{ kW}$$

IV. Bilan des forces motrices :

Le bilan des forces motrices est la sommation des puissances électrique consommées par les différents appareils afin de déterminer la puissance du groupe électrogène à mettre en place.

Pour la puissance du circulateur, on peut considérer que la hauteur du tube connecté à la sortie de l'évaporateur coté saumure est légèrement supérieure à celle du bac soit $H = 1.2\text{m}$.

Les longueurs de tubes connectés à l'évaporateur pour faire circuler la saumure étant faible : les pertes de charge linéaires seront négligées.

La perte de charge due à l'évaporateur est donnée et est : $H_e = 2.9\text{m}$

La perte de charge totale est : $H_t = 1.2 + 2.9 = 4.1\text{m}$

Ainsi, la puissance de notre circulateur : $P_{\text{cir}} = g \times q_{\text{ms}} \times H_t$

$P_{\text{cir}} = 9.81 \times 0.118 \times 4.1 = 4.7 \text{ W}$ qui est une puissance hydraulique

En se fixant un rendement de 85%, la puissance électrique est :

$$P_{\text{el}} = (4.7 / 0.85) = 5.5 \text{ W}$$

La récolte de la glace se fera par un palan. La masse des 10 barres plus leur emballage est :

$$M = 25 \times 10 + 7.13 \times 10 = 321.3 \text{ kg}$$

En se fixant une vitesse linéaire de $V = 0.2\text{m/s}$, on a la puissance du chariot qui est : $P_{\text{ch}} = M \times g \times V$

$$\text{AN : } P_{\text{ch}} = 321.3 \times 9.81 \times 0.2 = 0.63 \text{ kW}$$

Fixons une marge de sécurité de 30%:

$$P_{\text{ch}} = 0.63 \times 1.3 = 0.8 \text{ kW}$$

Appareils :	puissance (kW)
Compresseur HP.....	1.75
Compresseur BP.....	2.96
Condenseur.....	2.2
Circulateur.....	0.0055
3 lampes de 18 W.....	0.054
résistance dc démoulage.....	12
extension 30%.....	5.69
Total	24.65

$\cos\phi = 0.8$ donne la puissance du groupe à installer : $S = 30.81 \text{ kVA}$

d'où l'installation d'un groupe de 30 kVA



V. Détermination de la charge de réfrigérant : [6]

➤ masse de fluide dans les tuyauteries (de diamètre d et de longueur L)

▪ D'aspiration :

$$\text{BP} : d = 22\text{mm}; L = 3\text{m} \rightarrow \text{masse fluide (Mfa)} = (0.23 \times 3)/30 = 0.023\text{kg}$$

$$\text{HP} : d = 16\text{mm}; L = 3\text{m} \rightarrow \text{Mfa} = (0.14 \times 3)/30 = 0.014\text{kg}$$

▪ De refoulement:

$$\text{BP} : d = 13\text{mm}; L = 3.5\text{m} \rightarrow \text{Mfr} = (0.12 \times 3.5)/30 = 0.014\text{kg}$$

$$\text{HP} : d = 16\text{mm}; L = 4\text{m} \rightarrow \text{Mfr} = (0.26 \times 4)/30 = 0.035\text{kg}$$

▪ De liquide :

$$\text{HP} : d = 13\text{mm}; L = 3.05\text{m} \rightarrow \text{Mfl} = (3.3 \times 3.05)/30 = 0.34\text{kg}$$

$$\text{BP} : d = 10\text{mm}; L = 5.5\text{m} \rightarrow \text{Mfl} = (3.3 \times 5.5) / 30 = 0.61\text{kg}$$

➤ Capacité du condenseur: $V = 0.026\text{m}^3 = 26\text{dm}^3$

$$\text{La masse de fluide } M_{fc} = \rho \times V = 1.0991 \times 26 = 28.58 \text{ kg}$$

➤ Evaporateur : volume du circuit $V = 2\text{dm}^3$

$M_{fe} = \rho \times V = \rho$ étant à -20°C et est :

$$\begin{aligned} \rho(-20^\circ) &= X_6 \times \rho_v + (1 - X_6) \times \rho_L = 0.33 \times 10.01 + (1 - 0.33) \times 1349.68 \\ &= 907.84 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{fe} = 907.84 \times 0.002 = 1.82 \text{ kg}$$

X_6 étant le titre de vapeur au point 6 à -20°C

ρ_L = masse volumique liquide à -20°C

ρ_v = masse volumique vapeur à -20°C

➤ Capacité du transmetteur :

$$M_{ft} = M_{\text{refoulement BP}} + M_{\text{liquide-cond}}$$

La proportion de fluide en provenance du condenseur vers le détendeur est égale à : $(m_o / (m_o + m_{ff}))$

$$\text{On a: } M_{\text{liquide-cond}} = \rho(10^\circ\text{C}) \times V_{\text{cond}} \times (m_o / (m_o + m_{ff}))$$

$$\rho(10^\circ\text{C}) = X_5 \times \rho_v + (1 - X_5) \times \rho_L = 0.2 \times 28.81 + (1 - 0.2) \times 1249.97$$

$$= 1005.74 \text{ kg/m}^3$$

$$M_{\text{liquide-cond}} = 1005.74 \times 0.026 \times (0.1622 / (0.1622 + 0.0269))$$

$$= 3.72 \text{ kg}$$

$$M_{ft} = 0.014 + 3.72 = 3.73 \text{ kg}$$

D'où la charge de réfrigérant est : $M_{\text{tot}} = M_{fa} + M_{fr} + M_{fl} + M_{fe} + M_{fe} + M_{ft}$

$$M_{\text{tot}} = 0.023 + 0.014 + 0.014 + 0.035 + 0.34 + 0.61 + 28.58 + 1.82 + 3.73$$

$$\mathbf{M_{\text{tot}} = 35.17 \text{ kg}}$$

VI. Tuyauterie :

Les différents appareils précédemment dimensionnés seront reliés entre eux par un réseau de tuyauterie en cuivre. Ce réseau est le siège de perte de charge qui influence défavorablement la puissance frigorifique de l'installation car celle-ci diminue lorsque la différence de pression augmente. Ainsi, les trois éléments à prendre en compte dans le dimensionnement de ce dernier sont :

- la perte de charge
- la vitesse d'écoulement
- le retour de l'huile

la tuyauterie peut être scindée en trois parties principales :

- les tuyauteries d'aspiration
- les tuyauteries de refoulement
- les tuyauteries de liquide

Les tuyauteries d'aspiration doivent présenter les pertes de charge les plus faibles. Ces valeurs sont variables avec les conditions de fonctionnement.

Tableau VI.1 : pertes de charge des tuyauteries de R22 [2]

Température d'évaporation (°C)	Pertes de charge (bar)
-10 à +10	0.2
-20 à -10	0.13
-40 à -20	0.05 à 0.10

En ce qui concerne les tuyauteries de refoulement, les pertes de charge ne doivent pas dépasser 0.15 bar, sauf si des vitesses de gaz élevées doivent être utilisées pour entraîner l'huile dans les conduites et éviter sa décantation (c'est le cas des conduites de refoulement verticales).

Afin d'assurer un entraînement de l'huile, la vitesse des gaz dans les conduites de refoulement doit être de 10 m/s environ.

Pour les tuyauteries de liquide, les pertes de charge ne doivent généralement pas dépasser 0.35 bar au total.

Tableau VI.2 : vitesse d'écoulement admissible du fluide frigorigène dans les différentes tuyauteries d'une installation frigorifique. [5]

Désignation de la tuyauterie	Vitesse recommandée en m/s
Tuyauterie d'aspiration	6 à 12
Tuyauterie de refoulement	6 à 15
Tuyauterie de liquide	0.3 à 1.2

La détermination des caractéristiques des différents tuyaux se fait à partir des tableaux qui donnent en fonction de la puissance à véhiculer et de la longueur équivalente de tuyauterie le diamètre de cette dernière et la perte de charge associée.

Néanmoins, ces tableaux sont donnés à des températures de condensation et d'évaporation bien déterminées qui ne correspondent nécessairement pas à nos conditions de fonctionnement. Ainsi, des coefficients de correction sont proposés pour adapter nos conditions à celles des tableaux.

❖ **Conduites d'aspiration :****Basse pression : tronçon KL**

La puissance à l'aspiration est de : 6.01 kW

La température d'aspiration $T_{asp} = -15\text{ °C}$

La température de condensation $T_c = 47\text{ °C}$

La table 16 donne un coefficient de correction $C_{fc} = 1.63$

La puissance corrigée devient : $6.01 \times 1.63 = 9.79\text{ kW}$

En estimant la longueur équivalente de la tuyauterie égale à : 10m ; la table 17 donne pour une puissance de 9.79 kW ou la valeur immédiatement supérieure une tuyauterie de 22mm de diamètre admettant une puissance de 12.63 kW avec une perte de charge (PDC) de 10 kPa.

Longueur équivalente des divers raccords (tableau 15)

2 coudes à grand rayon..... $3 \times 1.6 = 4.8\text{m}$

Longueur de la conduite..... $= 2\text{m}$
6.8m

Ainsi, pour une conduite d'aspiration de diamètre 22mm avec une longueur équivalente de 6.8m et admettant une puissance de 9.79 kW, la PDC approximative est 3.54 kPa

Vérification de la vitesse des gaz :

Les vitesses du diagramme (2) sont données à $T_c = 40\text{ °C}$ et $T_{asp} = 4\text{ °C}$. avec la table 18 on trouve un coefficient de correction $C_{fc} = 2.14$

Donc la puissance corrigée est : $6.01 \times 2.14 = 12.86\text{ kW}$

Le diagramme (2) $\rightarrow V = 10\text{ m/s}$ (admissible)

Haute pression : tronçon CD

La puissance à l'aspiration est : 8.01 kW

La température $T_{asp} = 10\text{ °C}$

Le facteur de correction $C_{fc} = 0.98$

Puissance corrigée : $8.06 \times 0.98 = 7.90\text{ kW}$

Soit une longueur équivalente de 10m ; la table (17) implique qu'une tuyauterie de 16mm admettra une puissance de 8.76 kW avec une perte de charge 30 kPa.

Longueur équivalente réelle :

4 coudes à grand rayon..... $3 \times 1.2 = 3.6\text{m}$

Longueur réelle de la conduite..... $= 3\text{m}$

6.6m

La perte de charge est ainsi égale à 21 kPa

Vérification de la vitesse des gaz :

Facteur de correction $C_{fc} = 0.83$

Puissance corrigée : $8.06 \times 0.83 = 6.69\text{ kW}$

Le diagramme (2) $\rightarrow V = 12\text{m/s}$

❖ **Conduite de refoulement :****Basse pression : tronçon AB**Température d'aspiration $T_{asp} = -15^{\circ}\text{C}$ Température de condensation : $T_c = 47^{\circ}\text{C}$ Coefficient de correction $C_{fc} = 1.023$ Puissance corrigée : $6.01 \times 1.023 = 6.15 \text{ kW}$

Soit une longueur équivalente de la conduite de 15m

La table (20) implique qu'une conduite de (13mm) admettra une puissance de 6.23 kW avec une PDC de 35 kPa.

Longueur équivalente réelle :

3 coudes à grand rayon..... $4 \times 1.0 = 4.0\text{m}$ 2 coudes à rayon court..... $2 \times 1.4 = 2.8\text{m}$ longueur de la conduite..... $= 3.5\text{m}$ 10.3m

D'après la table (20) la PDC à l'intérieur d'une conduite de refoulement de (13 mm), ayant une longueur équivalente de 10.3 m transportant un volume de gaz équivalent à 6.15 kW, est d'environ 25 kPa

Vérification de la vitesse des gaz :

Le coefficient de correction $C_{fc} = 1.08$ Puissance corrigée : $6.01 \times 1.08 = 6.50 \text{ kW}$ Diagramme (3) $\rightarrow V = 8.5 \text{ m/s}$

Haute pression: tronçon EFTempérature d'aspiration $T_{asp} = 10^{\circ}\text{C}$ Température de condensation : $T_c = 47^{\circ}\text{C}$ Coefficient de correction $C_{fc} = 0.96$ Puissance corrigée : $8.06 \times 0.96 = 6.90 \text{ kW}$

Soit une longueur équivalente de la conduite de 15m.

La table (20) implique qu'une conduite de (16 mm) admettra une puissance de 8.15 kW avec une PDC de 20 kPa.

Longueur équivalente réelle :

3 coudes à grand rayon..... $3 \times 1.2 = 3.6\text{m}$ 2 coudes à rayon court..... $2 \times 1.7 = 3.4\text{m}$ longueur de la conduite..... $= 4 \text{ m}$ 11m

D'après la table (20) la PDC à l'intérieur d'une conduite de refoulement de (16 mm), ayant une longueur équivalente de 11 m transportant un volume de gaz équivalent à 6.90 kW, est d'environ 15.15 kPa

Vérification de la vitesse des gaz :

Le coefficient de correction $C_{fc} = 0.89$ Puissance corrigée : $8.06 \times 0.89 = 7.17 \text{ kW}$ Diagramme (3) $\rightarrow V = 6 \text{ m/s}$

❖ **Conduite liquide :****Haute pression : Tronçon GH**Température d'aspiration $T_{asp} = 10^{\circ}\text{C}$ Température de condensation : $T_c = 47^{\circ}\text{C}$ Coefficient de correction $C_{fe} = 1.05$ (table 7)Puissance corrigée : $8.06 \times 1.05 = 8.46 \text{ kW}$

Soit une longueur équivalente de la conduite de 15m ; la table (13) implique qu'une conduite de 13mm admettra une puissance de 8.79 kW avec une perte de charge de 7.5 kPa.

Longueur équivalente réelle :

3 coudes à grand rayon.....	3 x 1=3m
2 robinets d'arrêt.....	2 x 7.3=14.6m
3 coudes à rayon court.....	3 x 1.4=4.2m
1 voyant liquide.....	1 x 0.7=0.7m
longueur de la conduite.....	<u>3.05m</u>
	25.6m

Pour une longueur équivalente de 22.5m, une puissance de 8.46 kW, la table (13) donne une perte de charge approximative de 10 kPa.

Enfin, la PDC due au filtre déshydrateur doit être prise en compte et est égale à : 14 kPa pour un filtre propre.

Donc, la perte de charge totale est de : $14+10= 24 \text{ kPa}$

Basse pression : Tronçon HJ

Température d'aspiration $T_{asp} = -15^{\circ}\text{C}$

Température de condensation : $T_c = 47^{\circ}\text{C}$

Coefficient de correction $C_{fc} = 1.13$

Puissance corrigée : $6.01 \times 1.13 = 6.79 \text{ kW}$

Soit une longueur équivalente de la conduite de 15m ; la table (13) implique qu'une conduite de 10mm admettra une puissance de 8.15 kW avec une perte de charge de 20 kPa.

Longueur équivalente réelle :

2 coudes à grand rayon..... $3 \times 1 = 3\text{m}$

1 Té de dérivation..... $1 \times 2 = 2\text{m}$

longueur de la conduite..... 5.5m

10.5m

Pour une longueur équivalente de 10.5m, une puissance de 6.62 kW, la table (14) donne une perte de charge approximative de 11.64 kPa.

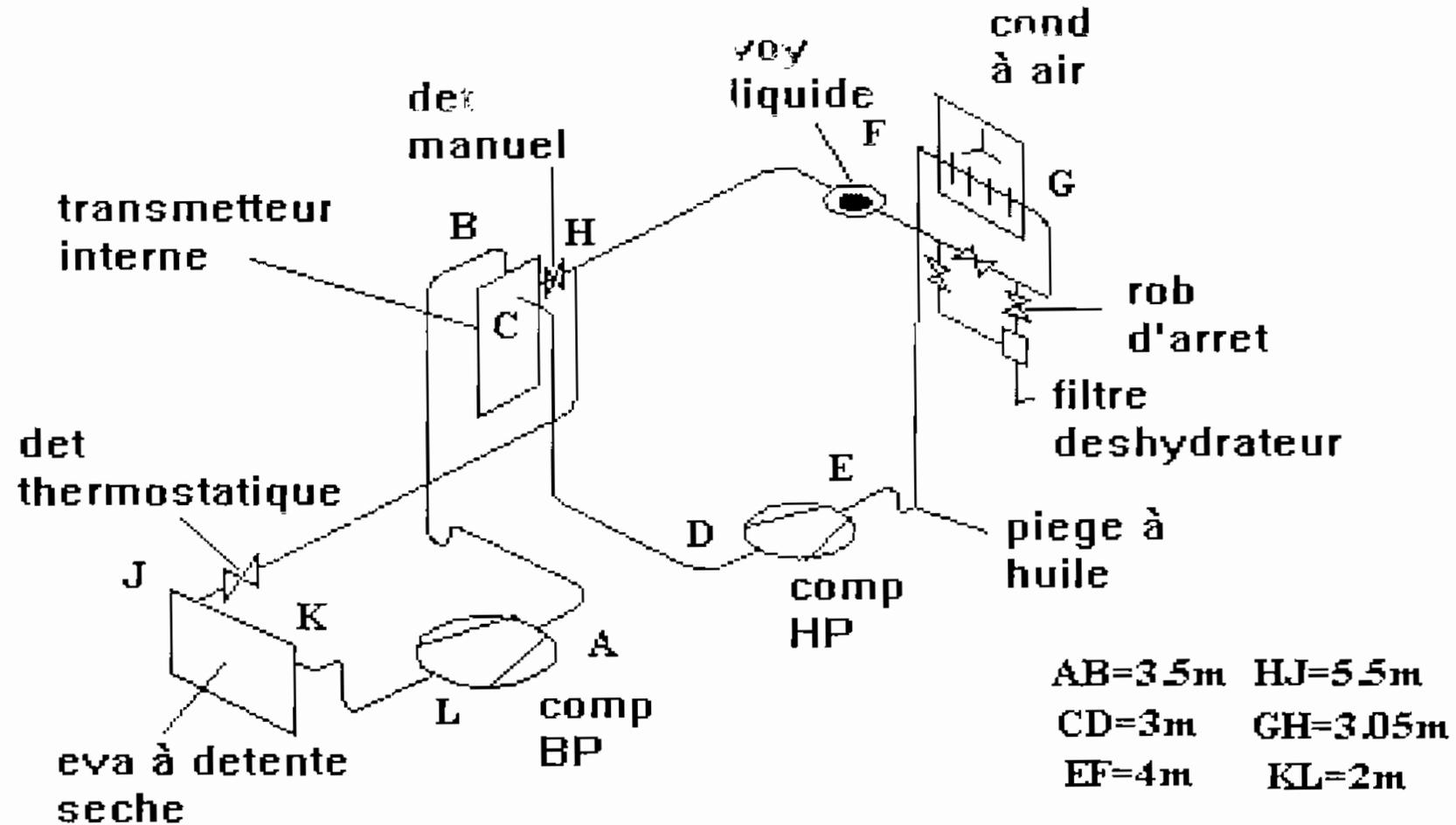


TABLE 7 - PUISSANCE ADMISSIBLE DU CONDENSEUR (SANS SOUS REFOUILLISSEMENT)
AU RESERVOIR DE LIQUIDE - AVEC REFRIGERANT 22

LONGUEUR EQUIVALENTE EN m	DIAMETRE DU TUBE DE CUIVRE EN mm ET POUCES																							
	13 mm (1/2")		16 mm (5/8")		19 mm (3/4")		22 mm (7/8")		29 mm (1 1/8")		35 mm (1 3/8")		41 mm (1 5/8")		54 mm (2 1/8")		67 mm (2 5/8")		79 mm (3 1/8")		92 mm (3 5/8")		105 mm (4 1/8")	
	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm	kW	HT mm
15	7,79	355	12,83	330	21,99	305	34,23	295	61,53	250	102,13	230	155,35	215	294,50	180	467	150	718	125	1985	100	320	100
20									58,06	295	95,40	275	150,52	260	282,50	215	454,75	190	695	175	1024	155	1332	155
30									52,52	370	87,16	350	132,66	310	254,47	255	413,75	240	625	210	947	200	1243	205
45									48,02	470	79,06	440	122,12	400	222,52	340	384,45	315	592	285	890	255	1145	265
60															315	390	350,49	355	543	325	827	315	1085	320
75																			512	365	768	345	1000	345
90																							810	370

kW = kW POUR 40°C SATURÉ (TEMPERATURE DE CONDENSATION) ET 4°C SATURÉ (TEMP D'EVAPORATION) POUR AUTRES CONDITIONS UTILISER TABLE 16-2
HT = HAUTEUR MINIMUM (EN mm) NECESSAIRE ENTRE LA SORTIE DU CONDENSEUR ET L'ENTREE DU RESERVOIR POUR ECOULEMENT PAR GRAVITE

TABLE 8 - FACTEURS DE CORRECTION DE PUISSANCE POUR CONDUITES DE FLUIDE LIQUIDE, R-22
Applicables à la Table 7

TEMP COND. °C	TEMPERATURE D'ASPIRATION °C																
	-35	-32	-29	-25	-23	-21	-18	-15	-12	-9	7	-4	-1	+2	+4	+7	+10
29	1,01	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90
32	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,92	0,92
35	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94
38	1,09	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00	1,00	0,99	0,98	0,98	0,97	0,96
41	1,13	1,12	1,11	1,09	1,08	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98
43	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01
46	1,20	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03
49	1,24	1,22	1,21	1,20	1,19	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06
52	1,28	1,27	1,25	1,24	1,23	1,22	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10
54	1,33	1,31	1,30	1,28	1,27	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13
57	1,38	1,36	1,35	1,33	1,32	1,30	1,29	1,28	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,20	1,19	1,18	1,17
60	1,43	1,42	1,40	1,38	1,37	1,35	1,34	1,32	1,31	1,30	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22
63	1,50	1,48	1,46	1,44	1,43	1,41	1,39	1,38	1,36	1,35	1,33	1,32	1,31	1,30	1,28	1,27	1,26

TABLE 9 - PUISSANCES POUR CONDUITE LIQUIDE (REFRIGERANT 22) ALLANT DU CONDENSEUR A L'EVAPORATEUR

En kW. Pour 40°C saturé de température de condensation et 4°C saturé de température d'évaporation
 Pour d'autres conditions utiliser le facteur de correction de la Table 8.

CONDENSEUR EQUIVALENT EN -	PRESSION TOTALE EN MPa	DIAMETRE DU TUBE EN MILLIMETRES												
		10	12	16	18	20	25	28	32	35	38	42	48	
2.5	4.15	0.9	2.08	3.47	4.75	6.03	7.32	8.61	9.90	11.19	12.48	13.77	15.06	
3.0	5.96	1.30	3.04	5.03	6.71	8.40	10.08	11.77	13.46	15.15	16.84	18.53	20.22	
3.5	10.38	2.36	4.01	6.39	8.77	11.15	13.53	15.91	18.29	20.67	23.05	25.43	27.81	
4.0	14.81	3.42	5.73	9.01	12.29	15.57	18.85	22.13	25.41	28.69	31.97	35.25	38.53	
4.5	19.24	4.48	7.49	11.77	16.05	20.33	24.61	28.89	33.17	37.45	41.73	46.01	50.29	
5.0	23.67	5.54	9.41	14.69	19.97	25.25	30.53	35.81	41.09	46.37	51.65	56.93	62.21	
5.5	28.10	6.60	11.28	17.57	23.85	30.13	36.41	42.69	48.97	55.25	61.53	67.81	74.09	
6.0	32.53	7.66	13.15	20.45	27.73	34.01	40.29	46.57	52.85	59.13	65.41	71.69	77.97	
6.5	36.96	8.72	15.02	23.33	30.61	37.49	43.77	50.05	56.33	62.61	68.89	75.17	81.45	
7.0	41.39	9.78	16.89	26.21	33.49	40.37	46.65	52.93	59.21	65.49	71.77	78.05	84.33	
7.5	45.82	10.84	18.76	29.09	36.37	43.25	49.53	55.81	62.09	68.37	74.65	80.93	87.21	
8.0	50.25	11.90	20.63	31.97	39.25	46.13	52.41	58.69	64.97	71.25	77.53	83.81	90.09	
8.5	54.68	12.96	22.50	34.85	42.13	49.01	55.29	61.57	67.85	74.13	80.41	86.69	92.97	
9.0	59.11	14.02	24.37	37.73	45.01	51.89	58.17	64.45	70.73	77.01	83.29	89.57	95.85	
9.5	63.54	15.08	26.24	40.61	47.89	54.77	60.65	66.93	73.21	79.49	85.77	92.05	98.33	
10.0	67.97	16.14	28.11	43.49	50.77	57.65	63.53	69.81	76.09	82.37	88.65	94.93	101.21	
10.5	72.40	17.20	29.98	46.37	53.65	60.53	66.41	72.69	78.97	85.25	91.53	97.81	104.09	
11.0	76.83	18.26	31.85	49.25	56.53	63.41	69.29	75.57	81.85	88.13	94.41	100.69	106.97	
11.5	81.26	19.32	33.72	52.13	59.41	66.29	72.17	78.45	84.73	91.01	97.29	103.57	109.85	
12.0	85.69	20.38	35.59	55.01	62.29	69.17	75.05	81.33	87.61	93.89	100.17	106.45	112.73	
12.5	90.12	21.44	37.46	57.89	65.17	72.05	77.93	84.21	90.49	96.77	103.05	109.33	115.61	
13.0	94.55	22.50	39.33	60.77	68.05	74.93	81.21	87.49	93.77	100.05	106.33	112.61	118.49	
13.5	98.98	23.56	41.20	63.65	70.93	77.81	84.09	90.37	96.65	102.93	109.21	115.49	121.37	
14.0	103.41	24.62	43.07	66.53	73.81	80.69	86.97	93.25	99.53	105.81	112.09	118.37	124.25	
14.5	107.84	25.68	44.94	69.41	76.69	83.57	89.85	96.13	102.41	108.69	114.97	121.25	127.13	
15.0	112.27	26.74	46.81	72.29	79.57	86.45	92.73	99.01	105.29	111.57	117.85	124.13	130.01	
15.5	116.70	27.80	48.68	75.17	82.45	89.33	95.61	101.89	108.17	114.45	120.73	126.91	132.89	
16.0	121.13	28.86	50.55	78.05	85.33	92.21	98.49	104.77	111.05	117.33	123.61	129.79	135.77	
16.5	125.56	29.92	52.42	80.93	88.21	95.09	101.37	107.65	113.93	120.21	126.49	132.67	138.65	
17.0	130.00	30.98	54.29	83.81	91.09	97.97	104.05	110.53	116.91	123.19	129.37	135.55	141.53	
17.5	134.43	32.04	56.16	86.69	93.97	100.85	107.13	113.71	120.09	126.07	132.35	138.41	144.41	
18.0	138.86	33.10	58.03	89.57	96.85	103.73	109.91	116.49	123.05	129.13	135.41	141.29	147.29	
18.5	143.29	34.16	59.90	92.45	99.73	106.61	112.79	119.27	125.91	132.01	138.29	144.17	150.17	
19.0	147.72	35.22	61.77	95.33	102.61	109.49	115.97	122.05	128.73	134.93	141.17	147.05	153.05	
19.5	152.15	36.28	63.64	98.21	105.49	112.37	118.65	124.19	131.51	137.83	144.17	150.01	155.93	
20.0	156.58	37.34	65.51	101.09	108.37	115.25	121.33	126.45	133.63	140.17	146.93	152.89	158.81	
20.5	161.01	38.40	67.38	103.97	111.25	118.13	124.01	129.51	136.51	143.01	149.73	155.77	161.69	
21.0	165.44	39.46	69.25	106.85	114.13	121.01	126.65	132.51	139.41	145.93	152.61	158.65	164.57	
21.5	169.87	40.52	71.12	109.73	117.01	123.91	129.79	135.41	142.31	148.81	155.41	161.53	167.45	
22.0	174.30	41.58	72.99	112.61	119.89	126.81	132.91	138.31	145.21	151.31	157.21	163.41	169.33	
22.5	178.73	42.64	74.86	115.49	122.77	129.71	135.31	141.21	147.11	153.11	158.91	165.21	171.21	
23.0	183.16	43.70	76.73	118.37	125.65	132.61	138.31	144.11	150.01	155.81	161.61	167.01	173.01	
23.5	187.59	44.76	78.60	121.25	128.53	135.51	141.31	147.01	152.91	158.61	164.41	169.71	174.81	
24.0	192.02	45.82	80.47	124.13	131.41	138.41	144.51	150.01	155.81	161.51	166.91	171.61	176.61	
24.5	196.45	46.88	82.34	127.01	134.29	141.51	147.71	152.91	158.61	164.41	169.71	174.81	179.51	
25.0	200.88	47.94	84.21	129.89	137.17	144.61	150.61	155.81	161.51	166.91	172.01	177.21	181.91	
25.5	205.31	49.00	86.08	132.77	140.05	147.71	153.71	159.01	164.81	170.31	175.51	180.51	184.71	
26.0	209.74	50.06	87.95	135.65	142.93	150.81	156.81	162.31	167.61	172.81	177.91	182.91	187.11	
26.5	214.17	51.12	89.82	138.53	145.81	153.91	159.91	165.31	170.61	175.71	180.71	185.71	189.91	
27.0	218.60	52.18	91.69	141.41	148.69	157.01	163.01	168.31	173.51	178.61	183.61	188.61	192.81	
27.5	223.03	53.24	93.56	144.29	151.57	160.11	166.11	171.41	176.61	181.71	186.71	191.71	195.91	
28.0	227.46	54.30	95.43	147.17	154.45	163.21	169.21	174.51	179.61	184.71	189.71	194.71	198.91	
28.5	231.89	55.36	97.30	150.05	157.33	166.31	172.11	177.41	182.51	187.61	192.61	197.61	201.81	
29.0	236.32	56.42	99.17	152.93	160.21	169.41	174.91	180.21	185.31	190.41	195.41	200.41	204.61	
29.5	240.75	57.48	101.04	155.81	163.09	172.51	177.71	183.01	188.11	193.21	198.21	203.21	207.41	
30.0	245.18	58.54	102.91	158.69	165.97	175.61	180.61	185.91	191.01	196.11	201.11	206.11	210.61	
30.5	249.61	59.60	104.78	161.57	168.85	178.71	183.21	188.51	193.61	198.71	203.71	208.71	213.11	
31.0	254.04	60.66	106.65	164.45	171.73	181.81	186.31	191.61	196.71	201.81	206.81	211.81	216.41	
31.5	258.47	61.72	108.52	167.33	174.61	184.91	189.41	194.71	199.81	204.91	209.91	214.91	219.41	
32.0	262.90	62.78	110.39	170.21	177.49	188.01	192.91	198.21	203.31	208.41	213.41	218.41	223.01	
32.5	267.33	63.84	112.26	173.09	180.37	191.11	196.01	201.31	206.41	211.51	216.51	221.51	225.61	
33.0	271.76	64.90	114.13	175.97	183.25	194.21	198.91	204.41	209.51	214.61	219.61	224.61	229.01	
33.5	276.19	65.96	116.00	178.85	186.13	197.31	201.81	207.51	212.61	217.71	222.71	227.71	232.01	
34.0	280.62	67.02	117.87	181.73	189.01	200.41	204.71	210.61	215.71	220.81	225.81	230.81	235.01	
34.5	285.05	68.08	119.74	184.61	191.89	203.51	207.81	213.61	218.71	223.81	228.81	233.81	238.01	
35.0	289.48	69.14	121.61	187.49	194.77	206.61	210.91	216.51	221.61	226.71	231.81	236.81	241.01	
35.5	293.91	70.20	123.48	190.37	197.65	209.71	213.91	219.41	224.51	229.61	234.71	239.71	244.01	
36.0	298.34	71.26	125.35	193.25	200.53	212.81	217.01	222.41	227.51	232.61	237.61	242.61	246.01	
36.5	302.77	72.32	127.22	196.13	203.41	215.91	220.11	225.51	230.61	235.71	240.71	245.71	249.01	
37.0	307.20	73.38	129.09	199.01	206.29	219.01	222.91	228.41	233.61	238.71	243.81	248.81	252.01	
37.5	311.63	74.44	130.96	201.89	209.17	222.11	225.31	231.31	236.61	241.71	246.81	251.81	255.01	
38.0	316.06	75.50	132.83	204.77	212.05	225.21	228.21	234.21	239.51	244.61	249.71	254.71	258.01	
38														

TABLE 10 - DIMENSIONS DES TUBES CUIVRE

DIAMETRES		EPAISSEUR DE PAROI mm	POIDS PAR METRE kg	SECTION DE L'ALEPAGE mm ²	SURFACE DU TUBE PAR METRE	
EXTERIEUR mm	INTERIEUR mm				EXTERIEUR METRES ²	INTERIEUR METRES ²
13(1-2)	11	1	0.1	76	0.04	0.03
16(5-8)	14	1	0.2	154	0.06	0.04
19(3-4)	17	1	0.3	227	0.06	0.05
22(7-8)	20	1	0.4	314	0.07	0.06
29(1-1.8)	26	1.5	1.0	531	0.09	0.09
35(1-3.8)	32	1.5	1.3	804	0.11	0.11
41(1-5.8)	38	1.5	1.7	1134	0.13	0.12
54(2-1.8)	50	2	2.6	1963	0.17	0.16
67(2-5.8)	63	2	3.7	3117	0.21	0.20
79(3-1.8)	75	2	4.9	4418	0.24	0.24
92(3-5.8)	87	2.5	6.4	5945	0.29	0.27
105(4-1.8)	99	3	8.0	7698	0.33	0.31
130(5-1.8)	124	3	11.3	12076	0.41	0.39
156(6-1.8)	148	4	15.2	17203	0.49	0.47

TABLE 11 - LONGUEURS EQUIVALENTES POUR ROBINETS ET ACCESSOIRES

Sur la base de conduites en tube cuivre avec raccordements à brides, avisés ou soudés

DIAM EXT TUBE mm	ROBINET A SOUPE ET ROBINET SOLENOIDE	ROBINET D'EQUERRE	COUDE A RAYON COURT	COUDE A GRAND RAYON	TE A PASSAGE DIRECT ET VOYANT	TE DE DER.
13(1-2)	21	7.3	1.4	1.0	0.5	2.0
16(5-8)	22	7.6	1.7	1.2	0.7	2.5
19(3-4)	23	7.6	2.0	1.4	0.9	3.0
22(7-8)	24	8.5	2.4	1.6	1.1	3.7
29(1-1.8)	27	8.8	2.8	1.8	0.8	2.4
35(1-3.8)	31	10.1	3.5	2.7	0.8	3.1
41(1-5.8)	35	10.4	4.2	3.3	0.9	3.1
54(2-1.8)	43	11.9	5.0	4.0	1.2	4.3
67(2-5.8)	48	13.4	6.0	4.8	1.4	5.1
79(3-1.8)	56	16.2	7.4	5.6	1.6	7.3
92(3-5.8)	66	20.1	9.0	6.9	2.0	9
105(4-1.8)	76	23.1	10.8	8.2	2.2	10.7
130(5-1.8)	89	29.3	13.2	9.9	2.4	12.5
156(6-1.8)	105	36.3	16.2	12.0	2.8	15.1

REPRODUIT AVEC L'AUTORISATION DE "THE AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE"

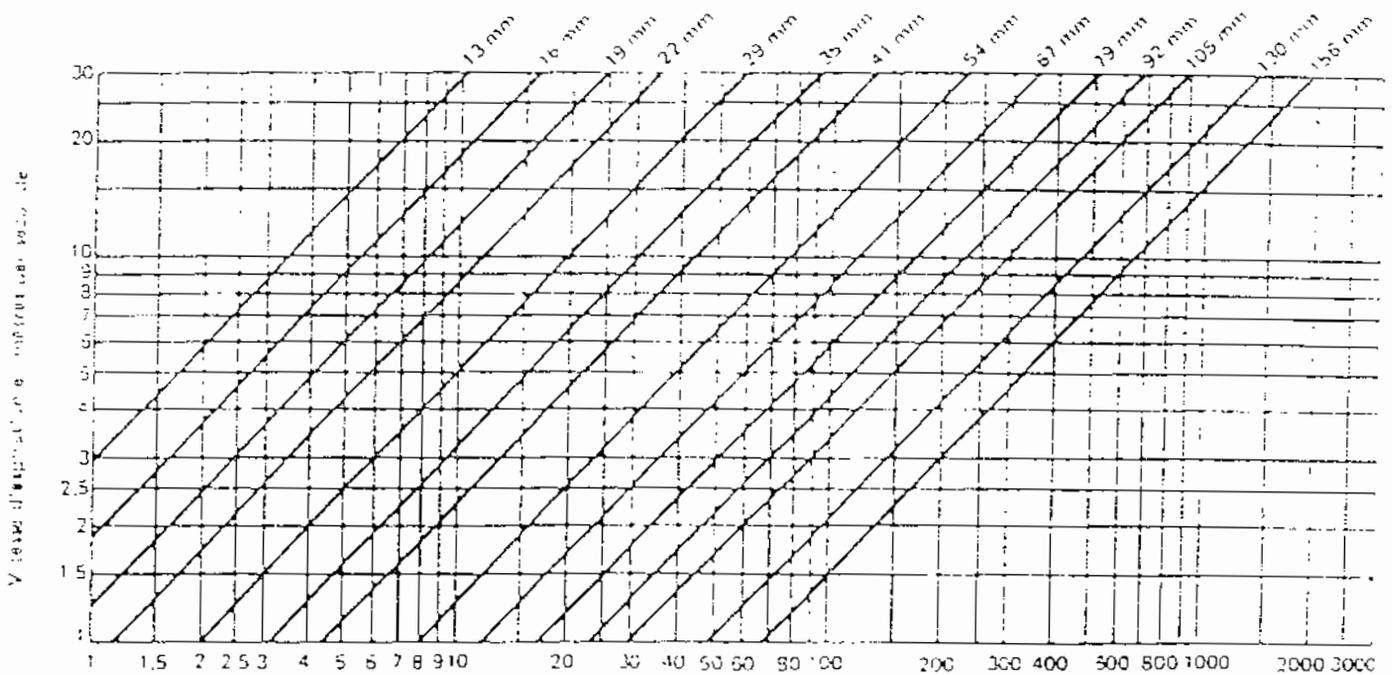
TABLE 12 FACTEURS DE CORRECTION DE PUISSANCE POUR CONDUITES D'ASPIRATION, R-22

Applicables à la Table 13

TEMP. COND. °C	TEMPERATURE D'ASPIRATION °C																
	35	32	-29	26	-23	20	-18	-15	-12	9	-7	-4	-1	+2	+4	+7	+10
29	2,13	2,00	1,87	1,75	1,65	1,56	1,45	1,37	1,28	1,20	1,13	1,07	1,02	0,96	0,91	0,87	0,84
32	2,19	2,05	1,92	1,80	1,69	1,60	1,49	1,41	1,31	1,23	1,15	1,09	1,04	0,99	0,93	0,89	0,86
35	2,25	2,11	1,97	1,84	1,73	1,64	1,53	1,44	1,35	1,26	1,19	1,12	1,06	1,01	0,95	0,91	0,88
38	2,31	2,17	2,02	1,89	1,78	1,68	1,56	1,48	1,38	1,30	1,22	1,15	1,09	1,04	0,98	0,94	0,90
41	2,38	2,22	2,08	1,94	1,83	1,73	1,61	1,52	1,42	1,33	1,25	1,18	1,12	1,06	1,00	0,96	0,92
43	2,45	2,29	2,14	2,00	1,88	1,78	1,65	1,56	1,46	1,37	1,29	1,21	1,15	1,09	1,03	0,98	0,94
46	2,52	2,35	2,21	2,06	1,94	1,83	1,70	1,61	1,50	1,41	1,32	1,25	1,18	1,12	1,06	1,01	0,97
49	2,59	2,41	2,27	2,13	2,00	1,88	1,75	1,66	1,55	1,45	1,36	1,28	1,22	1,15	1,09	1,04	1,00
52	2,70	2,53	2,36	2,20	2,07	1,95	1,81	1,71	1,60	1,50	1,41	1,33	1,26	1,19	1,12	1,07	1,03
54	2,79	2,61	2,44	2,28	2,14	2,01	1,87	1,77	1,65	1,54	1,45	1,37	1,29	1,23	1,15	1,11	1,06
57	2,91	2,72	2,54	2,37	2,22	2,09	1,94	1,83	1,71	1,60	1,50	1,41	1,34	1,27	1,19	1,15	1,09
60	3,02	2,83	2,63	2,46	2,31	2,17	2,02	1,90	1,77	1,66	1,56	1,46	1,39	1,31	1,24	1,18	1,13
63	3,16	2,95	2,75	2,56	2,40	2,26	2,10	1,98	1,84	1,73	1,62	1,52	1,44	1,37	1,28	1,23	1,17

DIAGRAMME 13 VITESSES D'ASPIRATION DU FLUIDE GAZEUX R-22

Diamètre extérieur Tube cuivre (mm)



Puissance en kW, pour une température d'aspiration de 4°C et une température de condensation de 40°C

Pour d'autres conditions de température, appliquer les facteurs de correction de la Table 14

TABLE 14 FACTEURS DE CORRECTION DES VITESSES D'ASPIRATION DU FLUIDE GAZEUX, R-22

Applicables au Diagramme 13

TEMP. COND. °C	TEMPERATURE D'ASPIRATION °C																
	-35	-32	-29	-26	-23	-20	-18	-15	-12	9	-7	-4	-1	+2	+4	+7	+10
29	3,99	3,53	3,14	2,80	2,50	2,25	2,01	1,81	1,63	1,47	1,33	1,21	1,10	1,00	0,91	0,83	0,76
32	4,10	3,63	3,22	2,87	2,57	2,30	2,06	1,86	1,67	1,51	1,37	1,24	1,12	1,02	0,93	0,85	0,78
35	4,21	3,72	3,51	2,95	2,64	2,36	2,12	1,91	1,71	1,55	1,40	1,27	1,15	1,05	0,95	0,87	0,79
38	4,32	3,83	3,40	3,03	2,71	2,42	2,17	1,96	1,76	1,59	1,43	1,30	1,18	1,07	0,98	0,89	0,81
41	4,45	3,93	3,49	3,11	2,78	2,49	2,23	2,01	1,80	1,63	1,47	1,33	1,21	1,10	1,00	0,91	0,83
43	4,58	4,05	3,60	3,20	2,86	2,56	2,29	2,06	1,85	1,67	1,51	1,37	1,24	1,13	1,03	0,94	0,85
46	4,72	4,18	3,71	3,30	2,95	2,63	2,36	2,12	1,91	1,72	1,55	1,41	1,28	1,16	1,06	0,96	0,88
49	4,88	4,31	3,82	3,41	3,04	2,72	2,43	2,19	1,97	1,77	1,60	1,45	1,31	1,19	1,09	0,99	0,90
52	5,06	4,47	3,97	3,53	3,15	2,81	2,52	2,26	2,04	1,83	1,66	1,50	1,36	1,23	1,12	1,02	0,93
54	5,23	4,62	4,10	3,64	3,25	2,90	2,60	2,34	2,10	1,89	1,71	1,54	1,40	1,27	1,15	1,05	0,96
57	5,45	4,80	4,26	3,79	3,37	3,01	2,70	2,42	2,17	1,96	1,77	1,60	1,45	1,31	1,19	1,09	0,99
60	5,66	4,99	4,42	3,93	3,50	3,13	2,80	2,51	2,25	2,03	1,83	1,66	1,50	1,36	1,24	1,13	1,03
63	5,92	5,22	4,62	4,10	3,65	3,26	2,91	2,62	2,35	2,11	1,90	1,72	1,56	1,41	1,28	1,17	1,07

TABLE 13 PUISSANCES POUR CONDUITE DE GAZ D'ASPIRATION (REFRIGERANT R22)
ALLANT DE L'EVAPORATEUR AU COMPRESSEUR

En kW Pour 40°C saturé de température de condensation et 4°C saturé de température d'évaporation
Pour d'autres conditions utiliser le facteur de correction de la Table 12

LONGUEUR EQUIVALENTE EN M	PRESSION TOTALE EN MPa	DIAMETRE DU TUBE EN — ET POULES													
		1/2	5/8	3/4	7/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 3/8	3 1/8	3 3/8	4 1/8	5 1/8	
230	2.50	2.61	4.79	4.27	12.61	5.69	44.25	10.93	147.52	281.58	411.25	513.57	661.6	870.23	
	5	3.82	7.91	7.11	18.49	11.62	85.87	182.86	279.38	382.25	502.25	658.22	861.47	1124.23	
	10	5.59	10.27	17.72	27.07	35.07	98.14	182.04	318.21	569.67	881.74	1215.22	1844.91	2376.67	
	30	8.19	15.02	25.96	39.63	60.67	140.78	222.80	462.96	819.40	1290.96	1925.60	2704.03	4643.70	
5	2.50	10.24	18.73	32.46	49.53	100.77	175.93	278.21	578.82	1024.11	1613.48	2406.66	3379.57	4729.81	
	5	1.78	3.27	5.65	8.63	17.55	30.64	48.45	100.75	178.22	280.95	419.68	588.50	815.94	
	10	2.61	4.79	8.27	12.61	25.69	44.85	70.33	147.52	261.06	411.25	613.57	861.61	1191.27	
	30	5.59	10.27	17.72	27.07	55.07	98.14	152.04	318.21	569.67	881.74	1215.22	1844.91	2576.67	
10	2.50	1.78	3.27	5.65	8.63	17.55	30.64	48.45	100.75	178.22	280.95	419.68	588.50	815.94	
	5	2.61	4.79	8.27	12.61	25.69	44.85	70.33	147.52	261.06	411.25	613.57	861.61	1191.27	
	10	3.82	7.91	12.11	18.49	37.67	66.67	103.85	215.38	382.25	602.25	898.22	1261.47	1736.67	
	30	5.59	10.27	17.72	27.07	55.07	98.14	152.04	318.21	569.67	881.74	1215.22	1844.91	2576.67	
17.5	2.50	1.78	3.27	5.65	8.63	17.55	30.64	48.45	100.75	178.22	280.95	419.68	588.50	815.94	
	5	2.61	4.79	8.27	12.61	25.69	44.85	70.33	147.52	261.06	411.25	613.57	861.61	1191.27	
	10	3.82	7.91	12.11	18.49	37.67	66.67	103.85	215.38	382.25	602.25	898.22	1261.47	1736.67	
	30	5.59	10.27	17.72	27.07	55.07	98.14	152.04	318.21	569.67	881.74	1215.22	1844.91	2576.67	
15	2.50	1.78	3.27	5.65	8.63	17.55	30.64	48.45	100.75	178.22	280.95	419.68	588.50	815.94	
	5	2.61	4.79	8.27	12.61	25.69	44.85	70.33	147.52	261.06	411.25	613.57	861.61	1191.27	
	10	3.82	7.91	12.11	18.49	37.67	66.67	103.85	215.38	382.25	602.25	898.22	1261.47	1736.67	
	30	5.59	10.27	17.72	27.07	55.07	98.14	152.04	318.21	569.67	881.74	1215.22	1844.91	2576.67	
20	2.50	1.78	3.27	5.65	8.63	17.55	30.64	48.45	100.75	178.22	280.95	419.68	588.50	815.94	
	5	2.61	4.79	8.27	12.61	25.69	44.85	70.33	147.52	261.06	411.25	613.57	861.61	1191.27	
	10	3.82	7.91	12.11	18.49	37.67	66.67	103.85	215.38	382.25	602.25	898.22	1261.47	1736.67	
	30	5.59	10.27	17.72	27.07	55.07	98.14	152.04	318.21	569.67	881.74	1215.22	1844.91	2576.67	
30	2.50	1.78	3.27	5.65	8.63	17.55	30.64	48.45	100.75	178.22	280.95	419.68	588.50	815.94	
	5	2.61	4.79	8.27	12.61	25.69	44.85	70.33	147.52	261.06	411.25	613.57	861.61	1191.27	
	10	3.82	7.91	12.11	18.49	37.67	66.67	103.85	215.38	382.25	602.25	898.22	1261.47	1736.67	
	30	5.59	10.27	17.72	27.07	55.07	98.14	152.04	318.21	569.67	881.74	1215.22	1844.91	2576.67	

NOTE : LES VALEURS INDIQUEES DANS LES ZONES OMBREES SONT SEULEMENT POUR INFORMATION ET NE DOIVENT PAS ETRE UTILISEES

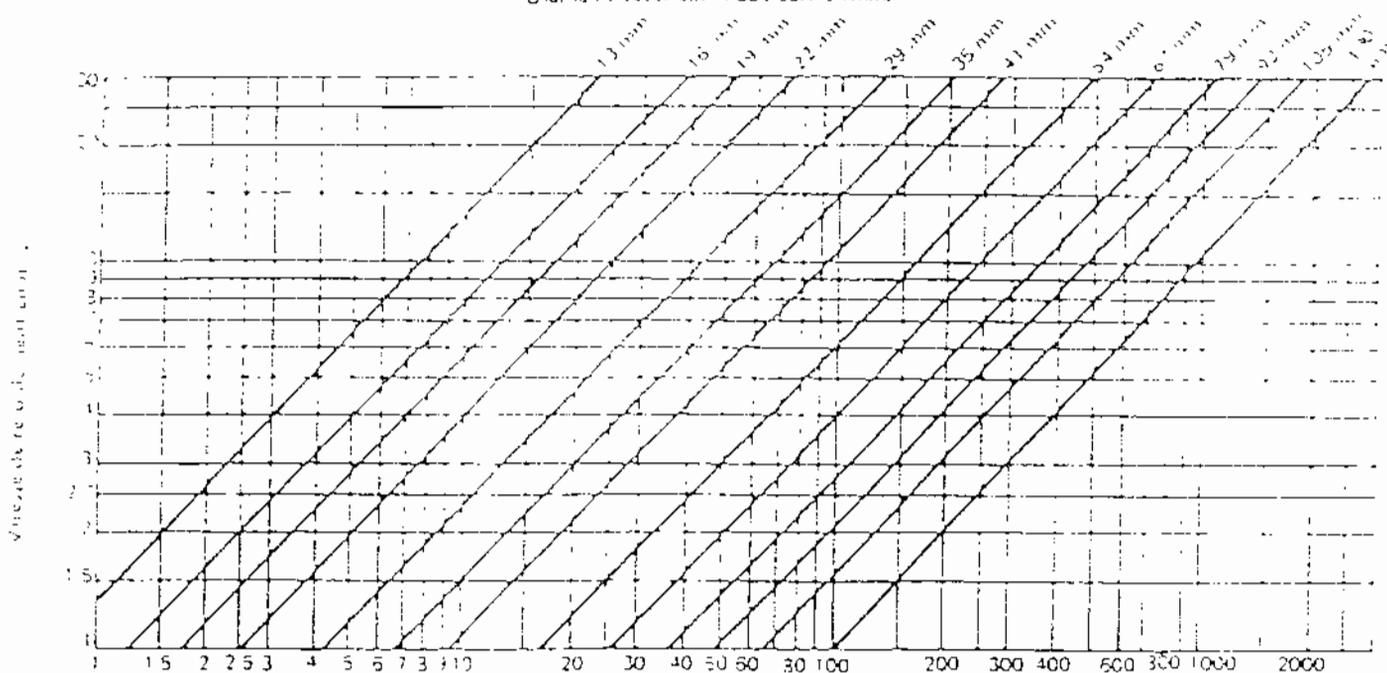
TABLE 15 - FACTEURS DE CORRECTION DE PUISSANCE POUR CONDUITES DE REFOULEMENT R-22

Applicables à la Table 16

TEMP COND °C	TEMPERATURE D'EVAPORATION SATUREE °C																
	34	32	29	26	23	21	18	15	12	10	7	4	1	-2	-4	-7	-10
29	1.21	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05
32	1.18	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02
35	1.16	1.15	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00
38	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98
41	1.13	1.12	1.11	1.09	1.08	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98
43	1.12	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97
46	1.11	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95
49	1.10	1.09	1.08	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
52	1.10	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
54	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93
57	1.10	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93
60	1.10	1.09	1.08	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93
63	1.12	1.10	1.09	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93

DIAGRAMME 3 - VITESSES DE REFOULEMENT DU FLUIDE GAZEUX R-22

Diamètre extérieur Tube cuivre (mm)



Puissance en kW, pour une température d'aspiration de 4°C et une température de condensation de 40°C
 Pour d'autres conditions de température, appliquer les facteurs de correction de la Table 16.

TABLE 16 - FACTEURS DE CORRECTION DES VITESSES DE REFOULEMENT DU FLUIDE GAZEUX R-22

Applicables au Diagramme 3

TEMP COND °C	TEMPERATURE D'ASPIRATION SATUREE °C																	
	34	32	29	26	23	21	18	15	12	9	7	4	-1	+2	+4	+7	+10	
29	1.70	1.64	1.59	1.54	1.49	1.46	1.42	1.38	1.35	1.31	1.28	1.26	1.23	1.21	1.18	1.17	1.15	
32	1.63	1.58	1.52	1.48	1.44	1.40	1.36	1.32	1.29	1.26	1.23	1.20	1.18	1.15	1.13	1.12	1.10	
35	1.57	1.51	1.47	1.42	1.38	1.34	1.30	1.27	1.24	1.21	1.18	1.15	1.13	1.10	1.08	1.07	1.05	
38	1.52	1.46	1.42	1.37	1.33	1.29	1.25	1.22	1.19	1.16	1.13	1.11	1.08	1.06	1.04	1.02	1.01	
41	1.47	1.42	1.37	1.33	1.29	1.25	1.21	1.18	1.15	1.12	1.09	1.07	1.04	1.02	1.00	0.98	0.97	
43		1.37	1.33	1.29	1.25	1.21	1.17	1.14	1.11	1.08	1.05	1.03	1.01	0.98	0.96	0.95	0.93	
46			1.29	1.25	1.21	1.17	1.14	1.10	1.08	1.05	1.02	0.99	0.97	0.95	0.93	0.91	0.90	
49				1.26	1.22	1.18	1.14	1.11	1.07	1.05	1.02	0.99	0.97	0.94	0.92	0.90	0.87	
52					1.24	1.19	1.16	1.12	1.08	1.05	1.02	0.99	0.97	0.94	0.92	0.90	0.86	0.85
54						1.17	1.13	1.09	1.05	1.02	0.99	0.97	0.94	0.91	0.89	0.87	0.85	0.82
57							1.15	1.11	1.07	1.04	1.01	0.97	0.95	0.92	0.90	0.87	0.83	0.81
60								1.09	1.05	1.01	0.98	0.95	0.92	0.90	0.87	0.85	0.83	0.79
63									1.04	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.86	0.83	0.79	0.77

TABLE 16 - PUISSANCES POUR CONDUITE DE GAZ CHAUD OL REFOULEMENT L'EFFRIGERANT 221 ALLANT DU COMPRESSEUR AU CONDENSEUR

En kW Pour 40°C saturé de température de condensation et 4°C saturé de température d'évaporation.
 Pour d'autres conditions utiliser le facteur de correction de la Table 10 a 15.

VITESSE DE ROTATION (RPM)	PRESSION CHARGÉ (kg/cm ²)	DIAMÈTRE DU TUBE EN MILLIMÈTRES											
		12	15	19	22	28	35	41	54	61	76	105	135
5	1.0	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
10	1.0	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
20	1.0	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
30	1.0	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
40	1.0	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
50	1.0	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
60	1.0	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
70	1.0	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
80	1.0	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
90	1.0	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34
100	1.0	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
120	1.0	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
140	1.0	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64
160	1.0	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16
180	1.0	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68
200	1.0	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20
220	1.0	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72
240	1.0	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24
260	1.0	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76
280	1.0	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28
300	1.0	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80
320	1.0	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32
340	1.0	8.84	8.84	8.84	8.84	8.84	8.84	8.84	8.84	8.84	8.84	8.84	8.84
360	1.0	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36	9.36
380	1.0	9.88	9.88	9.88	9.88	9.88	9.88	9.88	9.88	9.88	9.88	9.88	9.88
400	1.0	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40
420	1.0	10.92	10.92	10.92	10.92	10.92	10.92	10.92	10.92	10.92	10.92	10.92	10.92
440	1.0	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44	11.44
460	1.0	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96	11.96
480	1.0	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48
500	1.0	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
520	1.0	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52	13.52
540	1.0	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04
560	1.0	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56
580	1.0	15.08	15.08	15.08	15.08	15.08	15.08	15.08	15.08	15.08	15.08	15.08	15.08
600	1.0	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60
620	1.0	16.12	16.12	16.12	16.12	16.12	16.12	16.12	16.12	16.12	16.12	16.12	16.12
640	1.0	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64	16.64
660	1.0	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16	17.16
680	1.0	17.68	17.68	17.68	17.68	17.68	17.68	17.68	17.68	17.68	17.68	17.68	17.68
700	1.0	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20
720	1.0	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72	18.72
740	1.0	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24	19.24
760	1.0	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76	19.76
780	1.0	20.28	20.28	20.28	20.28	20.28	20.28	20.28	20.28	20.28	20.28	20.28	20.28
800	1.0	20.80	20.80	20.80	20.80	20.80	20.80	20.80	20.80	20.80	20.80	20.80	20.80
820	1.0	21.32	21.32	21.32	21.32	21.32	21.32	21.32	21.32	21.32	21.32	21.32	21.32
840	1.0	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84	21.84
860	1.0	22.36	22.36	22.36	22.36	22.36	22.36	22.36	22.36	22.36	22.36	22.36	22.36
880	1.0	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88	22.88
900	1.0	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40	23.40
920	1.0	23.92	23.92	23.92	23.92	23.92	23.92	23.92	23.92	23.92	23.92	23.92	23.92
940	1.0	24.44	24.44	24.44	24.44	24.44	24.44	24.44	24.44	24.44	24.44	24.44	24.44
960	1.0	24.96	24.96	24.96	24.96	24.96	24.96	24.96	24.96	24.96	24.96	24.96	24.96
980	1.0	25.48	25.48	25.48	25.48	25.48	25.48	25.48	25.48	25.48	25.48	25.48	25.48
1000	1.0	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00

NOTE: LES VALEURS INDICÉES DANS LES ZONES OMBRÉES SONT SEULEMENT POUR INFORMATION ET NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉES.

VII) Evaluation du coût de l'installation :**Tuyauterie et robinetterie :**

D(mm)	tubes			coudes			Tés		
	PU	L(m)	Prix total	PU	nbre	Prix total	PU	nbre	Prix total
10	1000	5.5	5500	700	2	1400	2000	1	2000
13	1500	6.55	9825	850	11	9350			
16	2150	7	15050	1000	9	9000			
22	3500	2	7000	1400	2	2800			
total			37375				22550	2000	

D(mm)	voyant		Robinet d'arrêt		détendeur		Filtre deshydrateur	
	Nbre	Prix tot	nbre	Prix tot	nbre	Prix tot	nbre	Prix tot
10					1			
13	1	15850	3	69000	1	55300	1	17500
16								
22								
total		15850		69000		55300		17500

Ce qui fait un total de : 219575 frs

	Quantité	Prix unitaire	Prix total
Compresseur HP	1	495051	495051
Compresseur BP	1	663912	663912
Evaporateur	1	2311273	2311273
Condenseur	1	652762	652762
Plomberie		219575	219575
Réfrigérant	35.17 kg	2200	77374
Saumure (kg)	307.5	240	73800
Mousse polyuréthane	25.5m ²		
Groupe électrogène	30.81 kVA	4760000	4760000
Tôle en inox 1mm	22m ²	55905/2m ²	614955
Tôle en inox 1.5mm	74m ²	71750/2m ²	2654750
Tôle en acier usage général	28m ²	9500/m ²	133000
total			12656452

En tenant compte des prix non disponibles, majorons cette valeur trouvée de 10%.

Ainsi, le coût de l'installation sera de :

$$\text{Coût} = 12656452 \times 1.1 = 13\,922\,097 \text{ frs}$$

Conclusion et recommandations :

Avec l'utilisation qui est prévue pour la glace et les zones d'utilisation dispersées, une étude de marché préalable s'avère nécessaire pour déterminer les localités où l'écoulement du produit serait rapide et maximal.

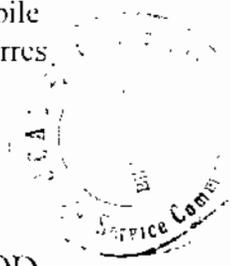
Par ailleurs, l'évaluation du coût du projet, combinée à l'étude de marché mérite d'être effectuée. En effet, elle nous aidera à prendre la décision d'augmenter ou non notre objectif de production et de redimensionner notre installation le cas échéant.

En vue d'une bonne marche de l'installation, un certain nombre de recommandation mérite d'être faite.

En effet, l'unité étant mobile et la qualité de l'eau varie d'une localité à l'autre.

Ainsi, il serait utile de :

- Ne pas utiliser de l'eau saumâtre
- Prévoir une réserve d'eau (eau SDE) dans le container
- Commencer la production de préférence aux heures de température basse.



BIBLIOGRAPHIE :

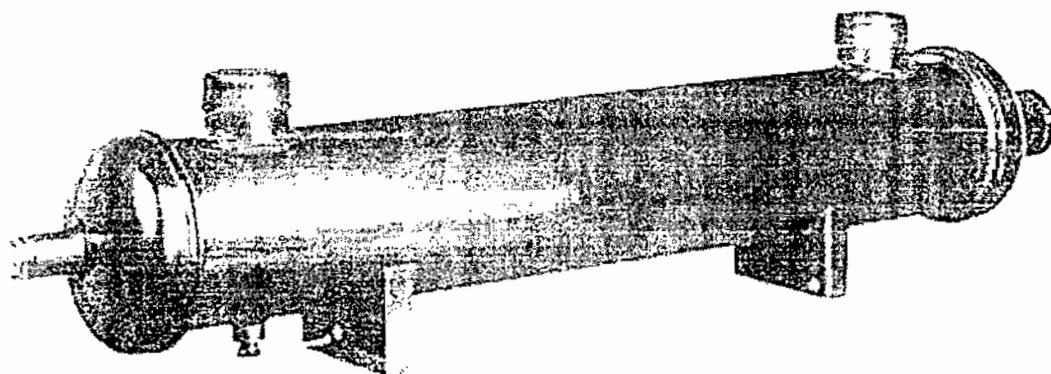
- [1] JACQUARD, Pierre et RAPIN, Pierre, « Formulaire du froid » DUNOD, Paris, 2001 (11^e édition)
- [2] JACQUARD, Pierre et RAPIN, Pierre. « Technologie des installations frigorifiques » DUNOD, Paris, 2004 (8^e édition)
- [3] COLLIN, Daniel « Applications frigorifiques » PYC EDITION, Paris, 1975
- [4] SIBY, Khalifa « Notes de cours THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE » ESP, 2004
- [5] BREIDERT, H- J « Calcul des chambres froides » PYC EDITION, Paris, 1998
- [6] FALL, Mbaye « PFE, Conception d'une unité de production de glace » ESP, 1992

ANNEXE 1

ECHANGEURS MULTITUBULAIRES COMPACTS

COMPACT SHELL
AND TUBE HEAT EXCHANGERS

20 → 120 KW



Une large gamme
de produits chaudronnés

We offer a wide range
of pressure vessels

Quelles que soient
vos contraintes
techniques
et normatives

Whatever
your technical
or standard requirements
may be

(CE, ASME, UDT, Ghost...)

(CE, ASME, UDT, Ghost...)

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES / TECHNICAL DATA

Modèles Models	Puissance nominale Rated capacity kW	Débit d'eau Water flow m ³ /h	AP eau m CL Pressure drop m WH
DEC 100 - 7	23,3	3,6	2,3
DEC 100 - 9	30,3	4,1	2,9
DEC 100 - 11	36,3	5,1	3,8
DEC 100 - 13	42,5	6,6	6,3
DEC 125 - 7	43,1	6,7	2,4
DEC 125 - 9	54,6	8,6	2,3
DEC 125 - 11	63,1	10,0	2,9
DEC 125 - 13	73,1	11,5	3,8
DEC 175 - 7	77,5	12,1	4,6
DEC 175 - 9	94,8	14,8	4,3
DEC 175 - 11	109,0	17,0	4,1
DEC 175 - 13	120,7	18,8	4,0

ARI Standard 480 B0 / According to ARI Standard 480 B0

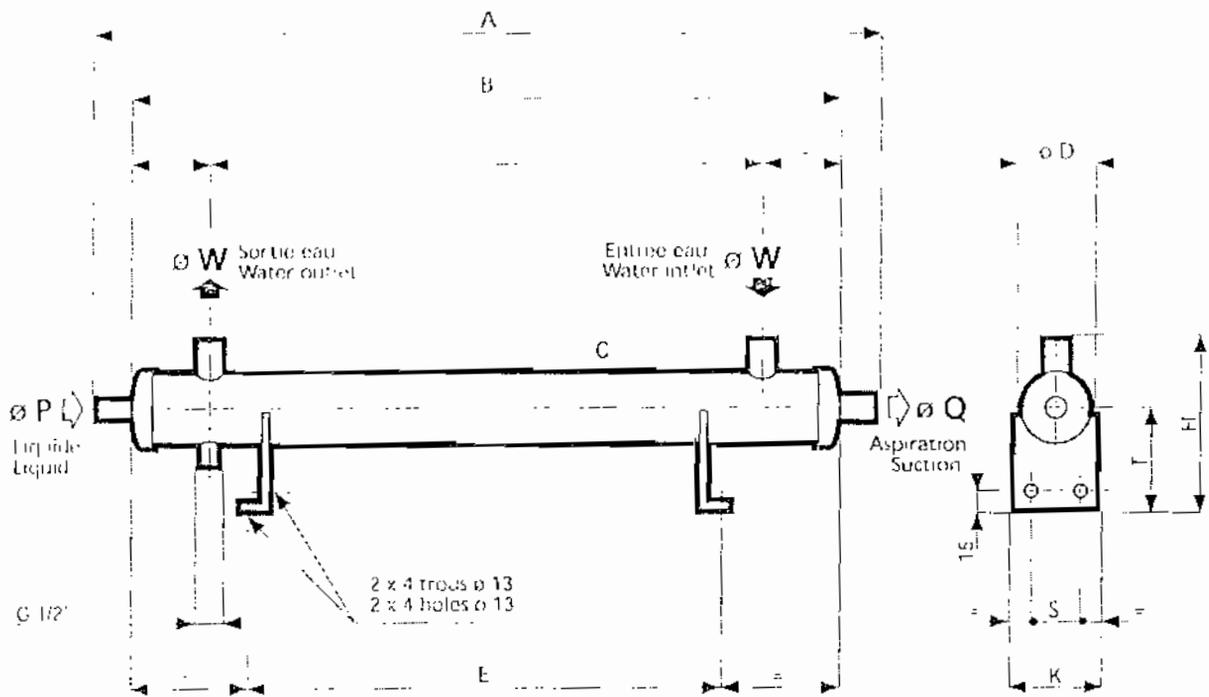
R 22 Température d'évaporation / R 22 evaporation temperature +1,7°C Facteur d'encrassement / Fouling factor (m ² /KW) 0,0	R 22 Température entrée d'eau / R 22 Water inlet temp +12,2°C Température sortie d'eau / Water outlet temp -6,7°C
--	--

Modèles Models	Volume circuit dm	Contenance en d'eau Water capacity m ³ /h	Poids vide Empty weight
DEC 100 - 7	1,1	2,3	16,8
DEC 100 - 9	2,0	3,0	21,2
DEC 100 - 11	2,2	3,7	25,6
DEC 100 - 13	2,4	4,3	30,0
DEC 125 - 7	3,3	4,1	29,5
DEC 125 - 9	3,7	5,5	37,4
DEC 125 - 11	4,3	6,7	45,3
DEC 125 - 13	4,6	7,9	53,2
DEC 175 - 7	6,7	9,2	58,0
DEC 175 - 9	7,4	11,9	68,0
DEC 175 - 11	8,2	14,6	80,0
DEC 175 - 13	8,9	17,4	91,0

- **ATTENTION** : température d'évaporation voisine ou inférieure à 0°C, utiliser de l'eau avec antigel
- **CAUTION**: for near 0°C or negative evaporating temperature, the use of glycol water is recommended



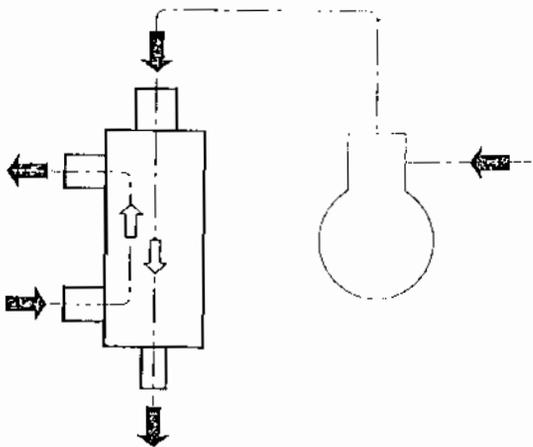
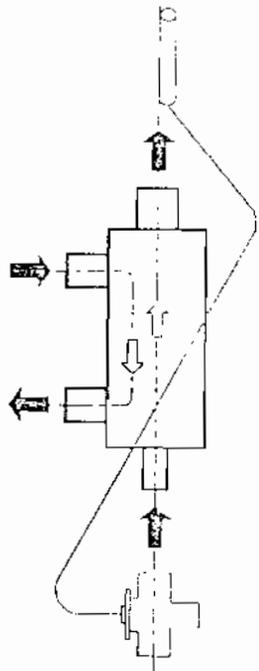
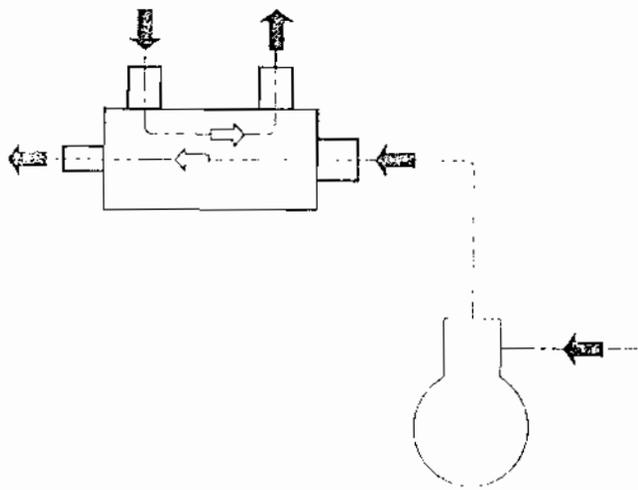
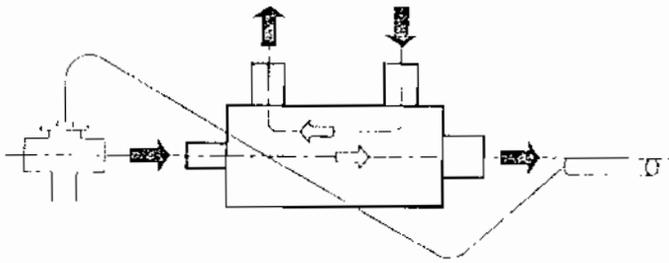
DIMENSIONS / DIMENTIONAL DATA



Modèles Models	A mm	B mm	C mm	Ø D mm	E mm	H mm	K mm	S mm	T mm	Ø P mm	Ø Q mm	Ø W mm
DEC 100 - 7	943	783	535	101,6	350	221	115	75	110	5/8"	1 3/8"	1"
DEC 100 - 9	1143	983	725	101,6	600	221	115	75	110	7/8"	1 5/8"	1"
DEC 100 - 11	1343	1183	930	101,6	600	221	115	75	110	7/8"	1 5/8"	2"
DEC 100 - 13	1528	1383	1120	139,7	950	221	115	75	110	7/8"	2 1/8"	2"
DEC 125 - 7	943	798	535	139,7	350	260	115	75	130	7/8"	2 1/8"	2"
DEC 125 - 9	1153	998	725	139,7	600	260	115	75	130	1 1/8"	2 1/8"	2"
DEC 125 - 11	1378	1198	930	139,7	600	260	115	75	130	1 1/8"	2 5/8"	2"
DEC 125 - 13	1578	1398	1120	139,7	950	260	115	75	130	1 1/8"	2 5/8"	2"
DEC 175 - 7	1022	842	458	193,7	350	315	175	130	155	1 1/8"	2 5/8"	2"
DEC 175 - 9	1212	1042	658	193,7	600	315	175	130	155	1 3/8"	2 5/8"	3"
DEC 175 - 11	1412	1242	858	193,7	600	315	175	130	155	1 3/8"	3 1/8"	3"
DEC 175 - 13	1612	1442	1058	193,7	950	315	175	130	155	1 5/8"	3 1/8"	3"

CONDITIONS D'INSTALLATION / INSTALLATION CONDITIONS

Etiquette IN = Entrée eau application évaporateur - Sortie eau application condenseur
 Label IN = Water inlet as evaporator - Water outlet as condenser

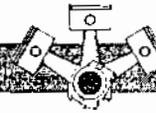


ANNEXE 2

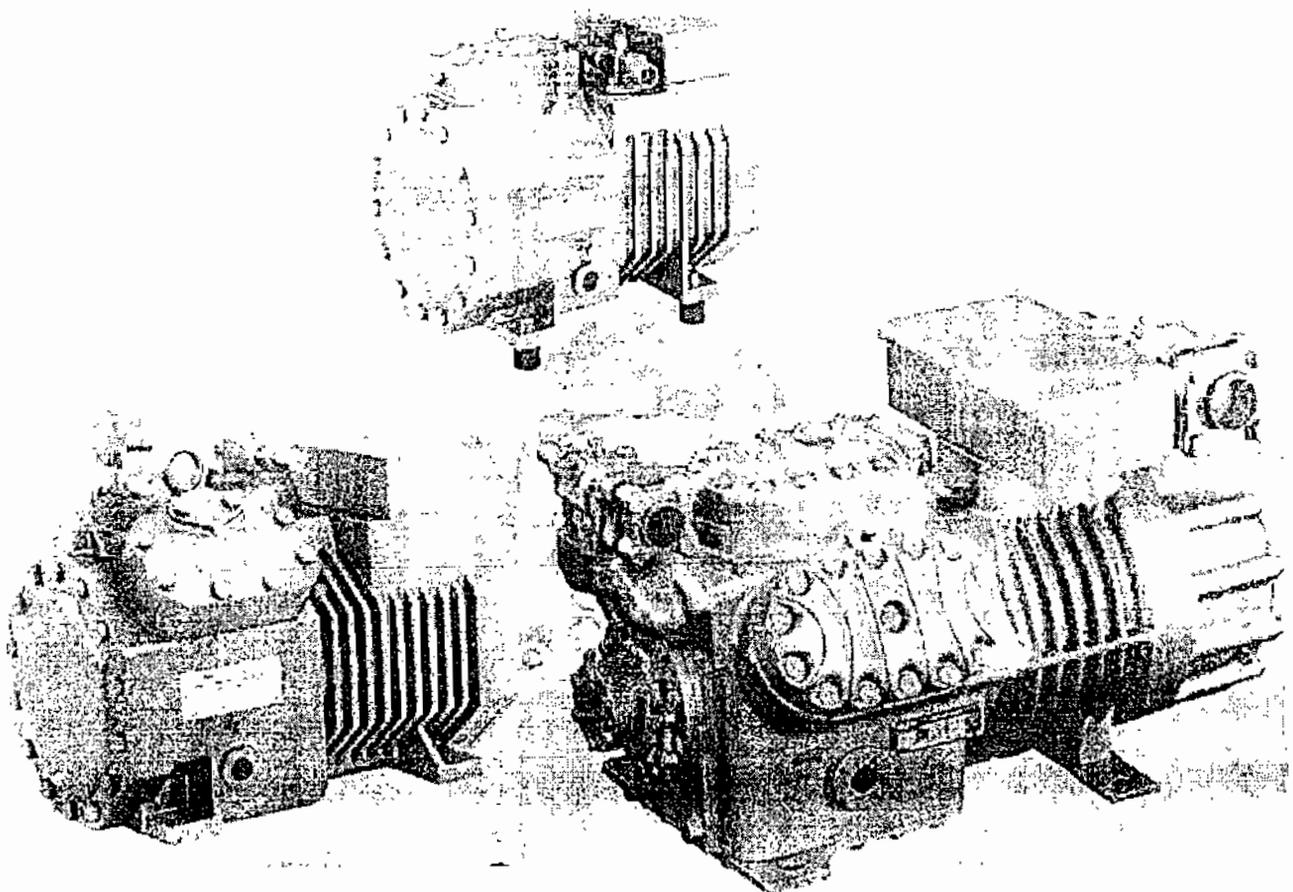
Semi-hermetic
Reciprocating
Compressors

Poluhermetički
klipni kompresori

Yarı-Hermetik
Pistonlu
Kompresörler



KP-100-4HR TR



R134a ■ R404A ■ R507A ■ R407C ■ R22

Version 50 Hz



Performance data 50 Hz
relating to 25° (20)°C suction gas
temperature, without liquid subcooling

Podaci o učinu 50 Hz
Temperatura usisnog para 25°C (20°C)
bez pothlađenja kapljevine, bez otklona
elektromotora - 1450 min⁻¹ (50) Hz

Performans verileri 50 Hz
25° (20)°C emme gazı sıcaklığına,
likit aşırı soğutmasız

Compressor type Tip kompresora Kompresör tipi	Cond temp. Temp. kond. Yoğuşma sic. °C	Q ₀ [Watt]	Cooling capacity Rashladni učin Soğutma kapasitesi										Power consumption Angažirana snaga Enerji tüketimi	P _e [kW]					
			Evaporating temperature °C					Temperatura isparavanja °C							Buharlaşma sıcaklığı °C				
			12.5	10	7.5	5	0	5	-10	-15	20	25			-30	-35	40		
2KC-05.2 ^①	30	Q	5550	5070	4610	4190	3420	2760	2180	1680	1460	1120	835	600	410				
		P	0.78	0.79	0.80	0.80	0.80	0.78	0.75	0.70	0.63	0.56	0.48	0.39	0.31				
	40	Q	4860	4430	4020	3640	2960	2370	1850	1400	1270	955	700	490	315				
2JC-07.2 ^①	30	Q	6780	6210	5670	5170	4280	3500	2820	2230	1900	1460	1100	795	550				
		P	0.94	0.95	0.96	0.96	0.95	0.93	0.90	0.85	0.81	0.73	0.64	0.55	0.46				
	40	Q	5950	5450	4970	4530	3730	3030	2420	1900	1650	1250	920	645	425				
2HC-1.2 ^①	30	Q	1.22	1.20	1.18	1.15	1.08	1.00	0.91	0.81	0.78	0.65	0.54	0.40	0.31				
		P	1.01	1.01	1.00	0.99	0.95	0.90	0.85	0.76	0.71	0.61	0.50	0.40	0.31				
	40	Q	1.22	1.20	1.18	1.15	1.08	1.00	0.91	0.81	0.78	0.65	0.54	0.40	0.31				
2HC-2.2 ^①	30	Q	8600	7880	7210	6590	5470	4490	3640	2910	2290	1750	1300	960	660				
		P	1.21	1.22	1.22	1.22	1.20	1.17	1.12	1.06	0.98	0.88	0.76	0.62	0.50				
	40	Q	7530	6900	6310	5760	4770	3910	3160	2510	1950	1470	1070	760	530				
2GC-2.2 ^①	30	Q	10020	9190	8420	7690	6390	5290	4280	3430	2960	2320	1790	1340	960				
		P	1.32	1.33	1.35	1.36	1.37	1.36	1.33	1.29	1.24	1.14	1.03	0.89	0.75				
	40	Q	8790	8060	7380	6750	5600	4600	3730	2980	2600	2010	1510	1100	760				
2FC-2.2 ^①	30	Q	11990	11010	10100	9240	7700	6370	5270	4270	3340	2670	1990	1440	1000				
		P	1.68	1.69	1.70	1.71	1.69	1.66	1.61	1.53	1.43	1.31	1.16	0.97	0.80				
	40	Q	10620	9750	8930	8170	6790	5700	4540	3640	2870	2200	1640	1220	880				
2EC-2.2 ^①	30	Q	14380	13200	12090	11060	9210	7600	6200	4990	4340	3430	2650	1990	1440				
		P	1.76	1.87	1.95	2.00	2.05	2.02	1.94	1.82	1.67	1.52	1.37	1.16	0.97				
	40	Q	12840	11760	10760	9830	8130	6650	5370	4270	3810	2950	2250	1640	1140				
2DC-2.2 ^①	30	Q	17280	15860	14530	13290	11060	9120	7440	5990	4740	3670	2770	2060	1490				
		P	2.01	2.14	2.24	2.31	2.36	2.33	2.24	2.09	1.92	1.74	1.58	1.37	1.16				
	40	Q	15400	14110	12910	11780	9750	7980	6450	5120	3970	3000	2160	1600	1140				
2CC-3.2 ^①	30	Q	21400	19650	18020	16490	13750	11360	9290	7510	5970	4660	3550	2660	1960				
		P	2.48	2.63	2.74	2.83	2.91	2.80	2.70	2.61	2.40	2.17	1.93	1.70	1.49				
	40	Q	18960	17380	15910	14540	12050	9890	8020	6390	5000	3800	2780	2060	1490				
4FC-3.2 ^①	30	Q	27600	25380	23360	21540	17850	14760	12080	9810	7700	6060	4660	3550	2660				
		P	3.25	3.40	3.50	3.59	3.67	3.57	3.47	3.33	3.01	2.72	2.47	2.19	1.90				
	40	Q	24700	22700	20900	19300	15900	13100	10700	8700	7100	5500	4200	3100	2200				



Performance data 50 Hz
relating to 25° (20)°C suction gas
temperature, without liquid subcooling

Podaci o učiniu 50 Hz
temperatura usisnog plina 25°C (20°C)
bez podlađenja kapljovine, broj okretaja
elektromotora = 1450 min⁻¹ (50 Hz)

Performans verileri 50 Hz
25° (20)°C emme gazı sıcaklığı ile,
likit aşırı-soğumasız

Compressor type Tip kompresora Kompresör tipi	Cond. temp Temp kond Yoğuşma sic °C	Cooling capacity Rashladni učin Soğutma kapasitesi						Power consumption Angažirana snaga Enerji tüketimi						
		Q_0 [Watt]						P_e [kW]						
		Evaporating temperature °C						Temperatura isparavanja °C						
		12.5	10	7.5	5	0	-5	-10	-15	-20	25	-30	-35	-40
4FC-5.2 ^①	30	Q	24400	22350	20500	18720	15540	12780	10390	8320	6550	5030	3740	
		P	2.84	2.97	3.06	3.13	3.17	3.17	2.99	2.80	2.57	2.32	2.07	
	40	Q	21800	19960	18750	16650	13750	11230	9040	7150	5530	4130	2950	
4EC-4.2 ^①	30	Q	4.00	4.02	4.02	3.99	3.86	3.66	3.40	3.11	2.80	2.49	2.21	
		P	19180	17530	15980	14530	11920	9640	7660	5950	4480	3220		
	40	Q	5.00	4.93	4.84	4.72	4.45	4.12	3.76	3.39	3.02	2.67		
4EC-6.2 ^①	30	Q	29950	27500	25200	23050	19160	15800	12880	10360	8200	6350	4780	
		P	3.43	3.64	3.79	3.90	3.98	3.91	3.73	3.47	3.17	2.86	2.58	
	40	Q	26750	24500	22400	20450	16930	13860	11190	8890	6910	5210	3770	
4DC-5.2 ^①	30	Q	4.97	5.03	5.03	5.00	4.83	4.56	4.22	3.84	3.46	3.12	2.84	
		P	23450	21450	19570	17810	14630	11850	9440	7350	5560	4020		
	40	Q	6.31	6.22	6.09	5.94	5.56	5.12	4.65	4.19	3.77	3.43		
4DC-7.2 ^①	30	Q	19140	17600	16250	15000	12540	10300	8110	6260	4690	3380		
		P	4.77	4.51	4.42	4.31	4.15	3.93	3.62	3.27	2.91	2.55		
	40	Q	16830	15590	14400	13300	10800	8830	6880	5220	3820	2650		
4CC-6.2 ^{①②}	30	Q	5.56	5.14	4.70	4.35	3.92	3.49	3.05	2.62				
		P	14480	11550	9020	7280	5570	4120	2920					
	40	Q	6.23	5.66	5.09	4.67	4.23	3.82	3.39					
4Z-5.2	30	Q	38400	33400	30600	28000	23250	19160	15610	12540	9910	7670	5760	
		P	4.21	4.37	4.49	4.57	4.63	4.56	4.40	4.15	3.85	3.51	3.15	
	40	Q	32500	29750	27200	24850	20550	16830	13600	10800	8400	6340	4590	
4Z-8.2	30	Q	5.83	5.86	5.86	5.82	5.66	5.40	5.06	4.67	4.24	3.60	3.36	
		P	28500	26100	23800	21700	17810	14480	11560	9030	6850	4970		
	40	Q	7.28	7.19	7.07	6.93	6.57	6.14	5.65	5.13	4.61	4.09		
4V-6.2	30	Q	22950	18740	15120	12000	9340	7070						
		P	5.76	5.48	5.16	4.80	4.39	3.91						
	40	Q	20250	16410	13090	10230	7780	5700						
4V-10.2	30	Q	6.62	6.18	5.72	5.22	4.63	4.09						
		P	17510	14010	10990	8390	6150							
	40	Q	7.50	6.81	6.30	5.67	5.00							
4T-8.2	30	Q	20050	16270	13030	10260	7980	5920	4260	2890				
		P	4.97	4.83	4.58	4.24	3.82	3.28	2.75	2.20				
	40	Q	17880	14420	11440	8910	6740	4920	3410	2170				
4P-10.2	30	Q	5.69	5.37	4.97	4.51	3.94	3.34	2.72	2.11				
		P	15700	12540	9830	7520	5610	4030	2730	1670				
	40	Q	6.47	5.95	5.39	4.71	4.03	3.36	2.69	2.07				
4T-12.2	30	Q	20050	16270	13030	10260	7920	5950						
		P	4.43	4.61	4.75	4.85	4.95	4.93	4.79	4.55	4.22	3.87	3.35	
	40	Q	34750	31000	29100	26500	21900	17860	14420	11440	8910	6760	4950	
4T-12.2	30	Q	5.94	5.97	5.97	5.94	5.82	5.61	5.31	4.93	4.48	3.97	3.40	
		P	31100	28400	25900	23550	19350	15700	12540	9830	7530	5560		
	40	Q	7.79	7.59	7.40	7.20	6.78	6.34	5.85	5.32	4.74	4.09		
4T-12.2	30	Q	23600	19140	15330	12000	9320	7060	5140	3540				
		P	5.85	5.68	5.38	4.97	4.47	3.92	3.32	2.70				
	40	Q	21050	16960	13460	10480	8050	5970	4230	2790				
4T-12.2	30	Q	6.71	6.33	5.86	5.30	4.69	4.05	3.38	2.71				
		P	18460	14750	11570	8980	6820	5010	3490	2240				
	40	Q	7.67	7.04	6.35	5.62	4.90	4.17	3.45	2.71				
4T-12.2	30	Q	45200	41450	37900	34650	28700	23600	19140	15330	12000	9320	7000	
		P	5.14	5.34	5.51	5.63	5.75	5.72	5.56	5.28	4.89	4.47	3.88	
	40	Q	40900	37450	34200	31200	25750	21050	16960	13460	10480	7950	5830	
4T-12.2	30	Q	6.91	6.94	6.94	6.91	6.76	6.51	6.16	5.72	5.19	4.59	3.93	
		P	36600	33450	30500	27700	22750	18460	14750	11570	8860	6570		
	40	Q	9.05	8.83	8.60	8.37	7.89	7.37	6.80	6.18	5.50	4.74		
4T-12.2	30	Q	28300	23050	18530	14640	11330	8700	6330	4330				
		P	6.86	6.70	6.37	5.89	5.31	4.70	3.98	3.20				
	40	Q	25550	20700	16490	12870	9890	7330	5160	3340				
4T-12.2	30	Q	7.94	7.51	6.97	6.32	5.56	4.80	4.01	3.20				
		P	22450	17980	14170	10960	8300	6050	4160	2580				
	40	Q	8.96	8.21	7.42	6.56	5.71	4.87	4.03	3.21				
4T-12.2	30	Q	53700	49300	45150	41300	34350	28300	23050	18530	14640	11330	8520	
		P	6.04	6.28	6.47	6.62	6.78	6.78	6.61	6.30	5.86	5.29	4.60	
	40	Q	49150	45050	41200	37650	31200	25550	20700	16490	12870	9790	7180	
4T-12.2	30	Q	8.28	8.33	8.35	8.32	8.17	7.87	7.45	6.91	6.26	5.51	4.67	
		P	44100	40350	36800	33550	27600	22450	17900	14140	10840	8050		
	40	Q	11.05	10.77	10.48	10.18	9.55	8.86	8.12	7.33	6.48	5.56		
4T-12.2	30	Q	33400	27300	22000	17450	13590	10300	7520	5190				
		P	8.41	8.02	7.45	6.72	5.90	5.17	4.45	3.80				
	40	Q	30000	24350	19470	15300	11760	8730	6180	4050				
4T-12.2	30	Q	9.69	8.96	8.10	7.14	6.21	5.35	4.55	3.80				
		P	26650	21450	17040	13280	10080	7360	5090	3200				
	40	Q	11.07	9.99	8.84	7.64	6.56	5.57	4.65	3.80				

①, ② and ⑤ refer to page 25

①, ② i ⑤ se odnosi na stranu 25

① ve ⑤: sayfa 25 e bakınız

⑥ Application limits for direct suction "SL(B)" upon request

⑥ Granice primjene kod direktnog usisa "SL(B)" su dostupne na zahtjev

⑥ Direktil emme için uygulama aralıkları "SL(B)" isteğe bağlı olarak verilecektir

Performance data 50 Hz
relating to 25° (20)°C suction gas
temperature, without liquid subcooling

Podaci o učinu 50 Hz
Temperatura usisnog plina 25°C (20°C)
bez pothlađenja kapljevine, broj okretaja
elektromotora – 1450 min⁻¹ (50 Hz)

Performans verileri 50 Hz
25° (20)°C emme gazı sıcaklığı ile,
likit aşırı soğutmasız

Compressor type Tip kompresora Kompresör tipi	Cond. temp. Temp. kond. Yoğuşma sic. °C	↓	Cooling capacity Rashladni učin Soğutma kapasitesi					[kWh]	Power consumption Angažirana snaga Enerji tüketimi							
			Evaporating temperature °C						Temperatura isparavanja °C			Buharlaşma sıcaklığı °C				
			12.5	10	7.5	5	0		5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
6G-40.2	30	Q	171200	157200	144100	131900	109900	90800	74300	60000	47800	37350	28550			
		P	24.80	24.40	24.00	23.60	22.60	21.40	20.10	18.61	17.02	15.31	13.51			
	40	Q	154900	142200	130300	119100	99100	81600	66500	53500	42300	32000	24800			
		P	29.60	29.20	28.70	28.10	26.70	25.20	23.40	21.40	19.28	16.97	14.52			
	50	Q	139100	127600	116800	106800	88600	72800	59100	47250	37150	28550				
		P	35.00	34.20	33.40	32.50	30.60	28.50	26.30	24.00	21.70	19.34				
6F-40.2	30	Q						107100	87700	71000	56700	44550	34100	25250	17750	
		P						27.30	25.40	23.30	21.10	18.67	17.05	14.97	12.99	
	40	Q						96500	78800	63600	50500	38900	29200	21000	14050	
		P						32.00	29.60	27.10	24.30	21.50	18.62	15.77	13.00	
	50	Q						86300	70300	56500	44100	33700	24800	17370	11130	
		P						36.30	33.40	30.30	27.10	23.70	20.20	16.64	13.00	
6F-50.2	30	Q	201100	184700	169500	155200	129400	107100	87700	71000	56700	44550	34250			
		P	32.00	31.40	30.80	30.10	28.70	27.00	25.20	23.20	21.00	18.74	16.34			
	40	Q	182100	167200	153300	140300	116900	96500	78800	63600	50500	38900	30050			
		P	37.60	36.80	36.10	35.20	33.40	31.40	29.20	26.70	24.10	21.40	18.39			
	50	Q	163900	150400	137800	126000	104800	86300	70300	56500	44700	34650				
		P	42.90	42.10	41.10	40.10	37.90	35.40	32.70	29.80	26.70	23.50				
8GC-60.2	30	Q	247500	228100	209900	192900	162200	135700	111600	90800	72500					
		P	33.26	33.82	34.20	34.39	34.29	33.56	32.28	30.49	28.27					
	40	Q	223300	205700	189300	173900	145800	121000	99000	79500	61900					
		P	42.86	42.78	42.50	42.04	40.65	38.72	36.38	33.74	30.92					
	50	Q	198300	182800	168200	154400	129000	106300	85700	66700	49000					
		P	51.68	50.91	49.95	48.83	46.25	43.42	40.62	38.09	35.08					
8FC-70.2	30	Q	287900	265000	243500	223400	187100	155400	127800	103700	82800					
		P	41.56	42.30	42.77	42.99	42.75	41.70	39.98	37.71	35.04					
	40	Q	259300	238400	218900	200700	167500	138500	113000	90800	71200					
		P	53.74	53.53	53.12	52.50	50.72	48.27	45.24	41.74	37.84					
	50	Q	230200	211500	194000	177500	147600	121200	97900	77300	59100					
		P	64.45	63.44	62.24	60.87	57.66	53.91	49.73	45.22	40.48					

Performance data of the tandem compressors
see KP-110

Podaci za tandem izvedbe (vidi KP-110)

Tandem kompresorlerin performans verileri
için KP-110 a bakınız.

- ① Data for Octagon® compressors are based on EN 12900 – see also page 6
- ② Data upon request
- ④ Additional cooling & max. suction superheat 20 K
- ⑤ Continuous operation with these conditions is not recommended
- Additional cooling or limited suction gas temperature
- VARICCOOL-System
Additional fan & position of service valve changed "SL(B)"; see page 5
Additional fan + system; see page 5

- ① Podaci za OCTAGON® kompresore su bazirani na budućem standardu (EN 12900 - vidi str. 6)
- ② Podaci na zahtjev
- ④ Dodatno hlađenje + max. pregrijanje plina usisnog za 20 K
- ⑤ Konstantan rad u ovim podacima nije preporuča
- Dodatno hlađenje ili ograničenje temperature u usisnomvodu
- VARICCOOL sistem
Dodatni ventilator + promjena položaja ventila u "SL(B)", vidi str. 5
Dodatni ventilator + sistem vidi str. 5

- ① Octagon® kompresörler için veriler EN 12900'e göre belirlenmiştir – sayfa 6 ya bakınız
- ② Veriler istenir halinde olarak verilecektir
- ④ İlave soğutma & maks. emme kızgınlığı 20 K
- ⑤ Bu şartlar altında sürekli çalıştırma önerilmemektedir
- İlave soğutma ya da sınırlanmış emme gazı sıcaklığı
- VARICCOOL – sistem
İlave fan & servis valli pozisyonun değiştirildi "SL(B)", sayfa 5 e bakınız
İlave fan + sistem sayfa 5 e bakınız



Technical data

Teknik veriler

Teknik veriler

Compressor type	Motor version	Displacement with 1450 mm ³	Number of cylinders	Oil charge	Weight	Pipe connections				CR - Steps	Electrical supply	Electrical Data				
						Discharge	Suction	Discharge	Suction			Max working current	Max power consumption	Starting current (locked rotor)		
Tip kompresör	Motor versiyonu	Donanma hacmi 1450 mm ³	Biyç silindere	Kilolu yağ	Masa	Çıkış (mm)	Emiş (mm)	Çıkış (inç)	Emiş (inç)	Adım	Elektrik besleme	Elektrik çalışma akımı	Elektrik enerji tüketimi	Start akımı (hareketsiz rotor)		
Kompresör tipi	Motor versiyonu	Supürme hacmi 1450 d/d	Silindere sayısı	Yağ hacmi	Ağırlık	DL Basma hattı	SL Emme hattı	mm	inç	mm	inç	%	Volt	Amp	kW	Amp
2KC-05.2(Y)	1 + 2	4,06	2	7,0	43	12	1/2	16	5/8	-		4,6/2,7	1,5	20,8/12		
2JC-07.2(Y)	1 + 2	5,21	2	1,0	43	12	1/2	16	5/8			6,0/3,5	1,9	25,6/14,8		
2HC-1.2(Y)	2	6,51	2	1,0	44	12	1/2	16	5/8	-		6,1/3,5	2,0	28,9/15,7		
2HC-2.2(Y)	1	6,51	2	1,0	45	12	1/2	16	5/8	-		7,4/4,3	2,4	39/22,5		
2GC-2.2(Y)	1 + 2	7,58	2	1,0	45	12	1/2	16	5/8	-		8,1/4,7	2,7	39/22,5		
2FC-2.2(Y)	2	9,54	2	1,0	45	12	1/2	16	5/8			8,5/4,9	2,0	39/22,5		
2FC-3.2(Y)	1	9,54	2	1,0	47	12	1/2	16	5/8			10,0/5,8	3,4	44,2/25,5		
2EC-2.2(Y)	2	11,36	2	1,5	67,5	16	5/8	22	3/8	-	Δ/Y	9,9/5,7	3,3	45/26		
2EC-3.2(Y)	1	11,36	2	1,5	70,5	16	5/8	22	3/8	-		12,0/6,9	4,0	60,6/37		
2DC-2.2(Y)	2	13,42	2	1,5	67,5	16	5/8	22	3/8	-	220 240 V	11,9/5,9	3,9	53,7/30,7		
2DC-3.2(Y)	1	13,42	2	1,5	70,5	16	5/8	22	3/8	-	380 420Y/3/50	13,5/7,8	4,5	64/37		
2CC-3.2(Y)	2	16,24	2	1,5	70	16	5/8	22	3/8	-	265 290 Δ	14,8/8,5	5,0	64/37		
2CC-4.2(Y)	1	16,24	2	1,5	70	16	5/8	22	3/8	-	440 480Y/3/60	16,4/9,4	5,6	76,6/44,2		
4FC-3.2(Y)	2	10,05	4	2,0	87	16	5/8	27	3/8			15,9/9,2	5,4	75,6/44,2		
4FC-5.2(Y)	1	10,05	4	2,0	86	16	5/8	27	3/8			18,7/10,8	6,2	107,7/62,2		
4EC-4.2(Y)	2	22,77	4	2,0	84	16	5/8	28	1 1/8	50		18,5/10,7	6,4	92,7/53,2		
4EC-6.2(Y)	1	22,77	4	2,0	85	16	5/8	28	1 1/8			22,0/13,2	7,9	107,7/62,2		
4DC-5.2(Y)	2	25,84	4	2,0	85,5	22	3/4	28	1 1/8			23,4/13,5	8,0	107,7/62,2		
4DC-7.2(Y)	1	25,84	4	2,0	88,5	22	3/4	28	1 1/8			27,5/15,9	9,0	142,0/82,4		
4CC-6.2(Y)	2	32,48	4	2,0	90,5	22	3/8	28	1 1/8			27,5/15,9	9,0	107,7/62,2		
4Z-5.2(Y)	2	20,11	4	3,0	135	22	3/8	28	1 1/8			14	6,9	39/60		
4Z-8.2(Y)	1	20,11	4	3,0	140	22	3/8	28	1 1/8			17	9,7	49/31		
4V-6.2(Y)	2	33,07	4	3,0	135	22	3/8	26	1 1/8			14	8,1	39/60		
4V-10.2(Y)	1	33,07	4	3,0	142	22	3/8	26	1 1/8			21	11,3	59/99		
4T-8.2(Y)	2	39,35	4	3,0	138	28	1 1/8	35	1 3/8			17	9,4	49/31		
4T-12.2(Y)	1	39,35	4	3,0	146	28	1 1/8	35	1 3/8		PW	24	13,8	60/113		
4P-10.2(Y)	2	47,14	4	3,0	145	28	1 1/8	35	1 3/8	50		21	11,7	59/99		
4P-15.2(Y)	1	47,14	4	3,0	152	28	1 1/8	35	1 3/8			31	16,3	81/132		
4N-12.2(Y)	2	56,1	4	3,0	147	28	1 1/8	42	1 5/8		380 420Y/3/50	24	14,1	69/113		
4N-20.2(Y)	1	56,1	4	3,0	155	28	1 1/8	42	1 5/8		440 480Y/3/60	37	19,5	97/158		
4J-13.2(Y)	2	63,5	4	4,0	179	28	1 1/8	42	1 5/8			27	15,7	81/132		
4J-22.2(Y)	1	63,5	4	4,0	190	28	1 1/8	42	1 5/8			39	21,5	97/158		
4H-15.2(Y)	2	73,6	4	4,0	183	28	1 1/8	42	1 5/8			31	18,1	81/132		
4H-25.2(Y)	1	73,6	4	4,5	203	28	1 1/8	54	2 1/8			45	24,0	116/193		
4G-20.2(Y)	2	84,5	4	4,5	192	28	1 1/8	54	2 1/8			37	21,5	97/158		
4G-30.2(Y)	1	84,5	4	4,5	206	28	1 1/8	54	2 1/8			53	30,1	135/220		



Technical data

Tehnički podaci

Teknik veriler

Compressor type	Motor version	Displacement with 1450 mm	Number of cylinders	Oil charge	Weight	Pipe connections				CR Steps	Electrical supply	Electrical Data		
						Di. Discharge line	Di. Suction line	Di. Discharge line	Di. Suction line			Max. working current	Max. power consumption	Starting current (locked rotor)
Tip kompresora	Motor verzija	Displazman sa 1450 mm	Broj cilindara	Količina ulja	Masa	Di. Izlazna cijev	Di. Uzlazna cijev	Di. Izlazna cijev	Di. Uzlazna cijev	Broj koraka	Električna napajanja	Maks. radna struja	Maks. snaga	Stupni pokretni tok
Kompresor tipa	Motor verzijona	Sustavni kapacitet	Silindri	Ulje	Agirlik	Di. Izlazna cijev	Di. Uzlazna cijev	Di. Izlazna cijev	Di. Uzlazna cijev	CR korak	Besteme napajanja	Maks. radna struja	Maks. snaga	Kalkulirani tok
6J-22.2(Y)	1	93.3	6	4.75	213	30	1 1/8	54	2 1/8		380..420VY/3/50	39	23.5	116/193
6J-33.2(Y)	1	135.3	6	4.75	231	30	1 1/8	54	2 1/8		440..480VYY/3/60	60	32.2	147/262
6H-25.2(Y)	2	110.5	6	4.75	224	35	1 3/8	54	2 1/8	66	PW ^④	45	27.2	116/193
6H-35.2(Y)	1	110.5	6	4.75	235	35	1 3/8	54	2 1/8	altern		61	37.4	147/262
6G-30.2(Y)	2	125.8	6	4.75	228	35	1 3/8	54	2 1/8	33		53	31.9	135/270
6G-40.2(Y)	1	125.8	6	4.75	238	35	1 3/8	54	2 1/8			78	45.1	180/373
6F-40.2(Y)	2	151.6	6	4.75	239	42	1 5/8	54	2 1/8			78	38.6	180/373
6F-50.2(Y)	1	151.6	6	4.75	241	42	1 5/8	54	2 1/8		380..400VY/3/50 440..480VYY/3/60	92	53.2	226/404
8GC-50.2(Y)	2	163	8	5.0	342	47	1 7/8	76	3 1/8	75	PW ^④	92	50.5	285/426
8GC-60.2(Y)	1	163	8	5.0	350	47	1 7/8	76	3 1/8	altern		113	62.5	340/500
8FC-60.2(Y)	2	211	8	5.0	361	54	2 1/8	76	3 1/8	50	380..420ΔV/3/50 440..480ΔV/3/60	113	62.5	340/500
8FC-70.2(Y)	1	211	8	5.0	374	54	2 1/8	76	3 1/8			139	77.8	380/570

Crankcase heater

- 230V
 - 2KC-0.5.2(Y) .. 2FC-3.2(Y) 0 .. 60 W samo-regulirajući PTC grijač
 - 2EC-2.2(Y) .. 4CC-6.2(Y) 0 .. 120 W samo-regulirajući PTC grijač
 - 4Z-5.2(Y) .. 4N-20.2(Y) 100 W
 - 4J-13.2(Y) .. 8FC-70.2(Y) 140 W
- mandatory for
 - outdoor installation of the compressor
 - long shut off periods
 - high refrigerant charge
 - danger of refrigerant condensation into the compressor

Grijač kartera

- 230 V
 - 2KC-0.5.2(Y) .. 2FC-3.2(Y) 0 .. 60 W samo-regulirajući PTC grijač
 - 2EC-2.2(Y) .. 4CC-6.2(Y) 0 .. 120 W samo-regulirajući PTC grijač
 - 4Z-5.2(Y) .. 4N-20.2(Y) 100 W
 - 4J-13.2(Y) .. 8FC-70.2(Y) 140 W
- obavezno za
 - vanjsku instalaciju kompresora
 - duga periodi karteje kompresor van pogona
 - visoki rashod ulazne ulazne
 - opasnost kondenzacije mase ulazni kompresoru

Karter isitici

- 230V
 - 2KC 0.5.2(Y) .. 2FC 3.2(Y) 0 .. 60 W otomatik ayarlı PTC ısıtıcı
 - 2EC-2.2(Y) .. 4CC-6.2(Y) 0 .. 120 W otomatik ayarlı PTC ısıtıcı
 - 4Z-5.2(Y) .. 4N-20.2(Y) 100 W
 - 4J-13.2(Y) .. 8FC-70.2(Y) 140 W
- Kullanılması zorunlu olduğu şartlar
 - kompresor, dış mahale montaj yapıldığında
 - uzun süreli duruşlarda
 - soğutucu akışkanın fazla şarjında
 - soğutucu akışkanın, kompresör içinde yoğunlaşma tehlikesi olduğunda

Explanations

- CR Capacity control (accessory) 220 .. 240 V/1/50/60 Hz
- Tolerance (± 10%) based on mean value of voltage range. Other voltages and electrical supplies upon request.
- For the selection of contactors, cables and fuses the max. working current / max. power consumption must be considered. See also ④ Contactors: operational category AC3
- Motors for Part-Winding start
 - 4Z-5.2(Y) .. 6F-50.2(Y) YYY winding partition 50%/50%
 - 8GC-50.2(Y) .. 8FC-70.2(Y) Δ/ΔΔ winding partition 60%/40%
 - Design for Y/A upon request
- Data for compressors with voltage 380 .. 420 V (220 .. 240 V) are based on an average voltage of 400 V (230 V) Conversion factors: 380 V (220 V) 0.95, 420 V (240 V) 1.05

Objašnjenja

- CR regulacija rashladnog učina (dodatni) 220 .. 240 V/1/50/60 Hz
- Tolerancija (± 10%) utemeljena na srednjoj vrijednosti naponskog raspona. Drugi naponi i električna napajanja na zahtjev
- Kod odabira sklopki, kablova i osigurača treba uzeti u obzir max. radnu struju / max. angažiranu snagu ④ Sklopki: radna kategorija AC3
- Motori za pokretanje Part-Winding metodom
 - 4Z-5.2(Y) .. 6F-50.2(Y) YYY podjela namotaja 50% / 50%
 - 8GC-50.2(Y) .. 8FC-70.2(Y) Δ/ΔΔ podjela namotaja 60% / 40%
 - izvedba za pokretanje Y / A na zahtjev
- Podaci za kompresore za napajanje 380 .. 420 V (220 .. 240 V) temeljeni su na srednjoj vrijednosti napajanja od 400 V (230 V) koeficijenti faktora: 380 V (220 V) 0.95, 420 V (240 V) 1.05

Açıklamalar

- CR Kapasite kontrolü (aksesuar) 220 .. 240 V/1/50/60 Hz
- Tolerans (± 10%) ortalama voltaj aralığı esas alınarak belirlenmiştir. Diğer voltaj ve besleme gerilimi isteğe bağlı olarak verilecektir.
- Kontaktor, kablo ve sigorta seçimlerinde maks. çalışma akımı / maks. enerji tüketimi gözönünde tutulmalıdır. ④ bakınız Kontaktor, çalışma kategorisi AC 3
- Kısımlı-sargılı kalkışlı motorlar
 - 4Z-5.2(Y) .. 6F-50.2(Y) YYY sargı bölüşümü %50 / %50
 - 8GC-50.2(Y) .. 8FC-70.2(Y) Δ/ΔΔ sargı bölüşümü %60 / %40
 - Y/A tasarımı, isteğe bağlı olarak verilecektir
- 380 .. 420 V (220 .. 240 V) voltajlı kompresör verileri için, 400 V (230 V) ortalama voltaj esas alınmıştır Çevrim faktörü: 380 V (220 V) 0.95, 420 V (240 V) 1.05

ANNEXE 3

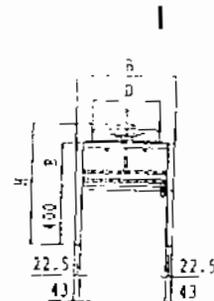
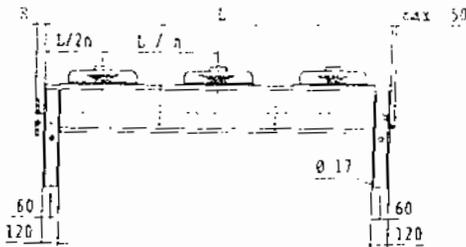
Tableau 3-26 (suite).

N° de la série réf. (A) à (S) en	Nombre de circuits	Taille	Poids kg	Contenance des tubes l	Surface échange m²	Dimensions								N° de la pièce	Cote
						L	H	GVH				GVW			
						L mm	H mm	B mm	H mm	L mm	E mm	C mm	G mm		
/	8	065 A/1	6	14	58,5	1000	50	1020	970	-	340	1020	-	4	IV
33/30	8	065 B/1	114	15	68,2	1150	50	1020	970	-	340	1020	-	4	IV
/	9	065 C/1	123	17	77,9	1300	50	1020	970	-	340	1020	-	4	IV
/	12	065 A/2	202	26	123	2000	60	1020	970	-	340	1020	-	4	IV
42/33	18	065 B/2	218	30	143	2300	60	1020	970	-	340	1020	-	4	IV
/	18	065 C/2	235	34	163	2600	60	1020	970	-	340	1020	-	4	IV
/	24	065 A/3	290	40	189	3000	70	1020	970	-	340	1020	-	4	IV
43/34	24	065 B/3	319	46	218	3450	70	1020	970	-	340	1020	-	4	IV
/	24	065 C/3	344	51	247	3900	70	1020	970	-	340	1020	-	4	IV
/	10	090 A/2	360	15	310	2800	100	1110	1430	-	490	1160	855	4	IV
17/39	12	090 B/2	388	49	366	3200	100	1110	1430	-	490	1160	855	4	IV
/	12	090 C/2	419	56	413	3600	110	1110	1430	-	490	1160	855	4	IV
/	15	090 A/3	536	64	484	4200	110	1110	1430	-	490	1160	855	4	IV
48/41	20	090 B/3	564	72	555	4800	110	1110	1430	-	490	1160	855	4	IV
/	20	090 C/3	626	80	626	5400	110	1110	1430	-	490	1160	855	4	IV

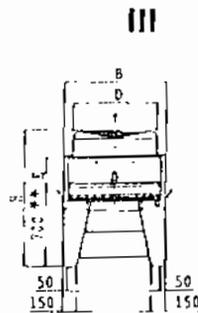
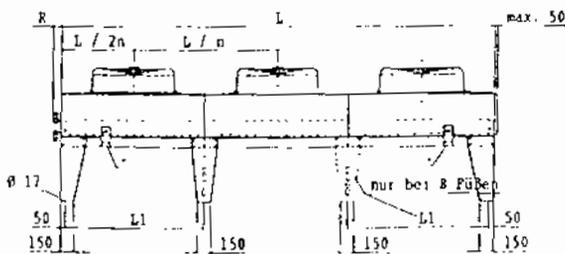
Tableau 3-26 : Principales caractéristiques des deux condenseurs à refroidissement à air de l'exemple de calcul.

GVH V S				Moteur	niveau de pression acoustique ΔP dB(A) à 5 m	GVH V I				Moteur	
Puissance nominale pour $\Delta T = 15\text{ K}$		Débit-volume d'air				Puissance nominale pour $\Delta T = 15\text{ K}$		Débit-volume d'air			
Δ W	γ W	Δ m³/h	γ m³/h			Δ W	γ W	Δ m³/h	γ m³/h		
24 300	17 300	6 500	4 100	AP = 1100 W, $P_{\text{nom}} = 150\text{ W}$ $I = 8,86\text{ A}$ (350 V) $n = 700\text{ min}^{-1}$ $YP = 200\text{ W}$, $Y_{\text{nom}} = 100\text{ W}$ $I = 0,38\text{ A}$ (380 V) $n = 460\text{ min}^{-1}$	/	8	18 000	13 000	4 240	2 600	AP = 220 W, $P_{\text{nom}} = 220\text{ W}$ $I = 0,45\text{ A}$ (390 A) $n = 520\text{ min}^{-1}$ $YP = 100\text{ W}$, $P_{\text{nom}} = 50\text{ W}$ $I = 0,20\text{ A}$ (390 V) $n = 320\text{ min}^{-1}$
26 900	19 000	7 010	4 400		14/35	8	19 900	14 400	4 580	3 100	
28 700	20 600	7 230	4 700		/	9	21 000	15 500	4 720	3 300	
50 500	36 700	13 400	8 400		/	12	37 400	27 000	8 740	5 850	
55 400	39 000	14 300	9 000		4/38	18	40 800	29 400	9 340	6 300	
58 700	42 000	14 700	9 500		/	18	43 000	31 500	9 590	6 650	
76 200	54 500	20 100	12 800		/	24	56 400	40 800	13 100	8 850	
83 200	59 200	21 400	13 800		48/35	24	61 500	44 500	14 000	9 500	
88 700	63 700	22 100	14 400		/	24	64 700	47 700	14 400	10 050	
69 900	71 200	24 600	17 200		/	12	76 300	61 000	19 400	14 300	
106 200	78 600	27 500	19 200	52/41	12	85 300	68 300	21 800	16 200		
111 700	87 200	29 800	20 300		15	93 900	73 500	23 500	17 500		
137 800	108 400	37 400	26 100	/	20	115 800	92 700	29 400	21 500		
151 900	120 200	41 500	28 900	64/48	20	131 600	104 100	32 700	25 500		
168 800	132 400	45 200	31 800	/	20	143 900	114 100	35 600	28 700		

Modèle GVH



Modèle GVH



ANNEXE 4



ALCO CONTROLS - Composants pour l'industrie frigorifique

Composants pour l'industrie frigorifique



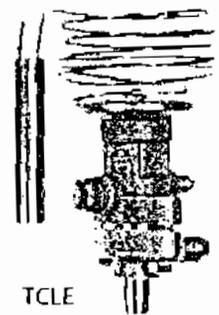


Détendeurs Thermostatiques Série T

Conception modulaire avec mécanismes interchangeables

Caractéristiques

- Nombreuses combinaisons permettant un stock réduit de composants et facilitant le choix à l'utilisation
- Excellente stabilité grâce aux forces d'équilibrage générées par une membrane largement dimensionnée
- Matériaux de haute qualité et construction assurant une grande fiabilité et durée de vie
- Régulation précise de la puissance grâce à un mécanisme à double siège (sur TJRE, TERE, TIRE, THRE)
- Fonctionnement bi-flow pour les applications de pompes à chaleur
- En standard, capillaire de 1,5m sur TCLE, TJRE et 3m sur TERE, TIRE & THRE
- PS: 31 bar, TS: -45 ... +65°C
- Marquage CE non exigé conformément à art. 3.3 PED 97/23 EC



Nomenclature

- Type de détendeur
- Egalisation externe
- Puissance
- Code du Fluide
- Code de la charge
- Code MOP
- Type de bride
- WL=Passage en equerre
- DL=Passage direct
- Raccord entrée/sortie

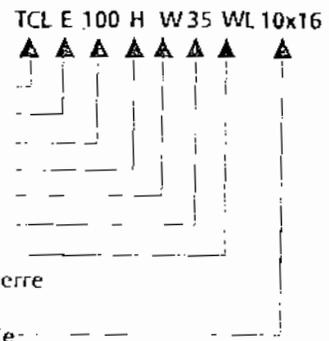


Tableau de sélection des mécanismes

Série	R 134a		R 22		R 404A / R 507		R 407C		Mécanism d'orifice
	Type	Cap. Nom. kW	Type	Cap. Nom. kW	Type	Cap. Nom. kW	Type	Cap. Nom. kW	
TCLE	25 MW	1,5	50 HW	1,9	25 SW	1,3	50 NW	2,1	X 22440-B1B
	75 MW	2,9	100 HW	3,7	75 SW	2,6	100 NW	4,0	X 22440-B2B
	150 MW	6,1	200 HW	7,9	150 SW	5,6	200 NW	8,5	X 22440-B3B
	200 MW	9,3	250 HW	11,9	200 SW	8,4	300 NW	12,9	X 22440-B3,5B
	250 MW	13,5	300 HW	17,3	250 SW	12,2	400 NW	18,7	X 22440-B4B
	350 MW	17,3	500 HW	22,2	400 SW	15,7	550 NW	24,0	X 22440-B5B
	550 MW	23,6	750 HW	30,4	600 SW	21,5	750 NW	32,0	X 22440-B6B
	750 MW	32,0	1000 HW	41,1	850 SW	29,0	1000 NW	44,4	X 22440-B7B
TJRE	900 MW	37,2	1200 HW	47,8	1000 SW	33,8	1150 NW	51,7	X 22440-B8B
	11 MW	45	14 HW	58	12 SW	40	14 NW	62	X 11873-B4B
TERE	13 MW	57	18 HW	74	14 SW	51	17 NW	80	X 11873-B5B
	16 MW	71	22 HW	91	18 SW	63	21 NW	99	X 9117-B6B
	19 MW	81	26 HW	104	20 SW	72	25 NW	112	X 9117-B7B
	25 MW	112	35 HW	143	27 SW	99	33 NW	155	X 9117-B8B
TIRE	31 MW	135	45 HW	174	34 SW	120	42 NW	188	X 9117-B9B
	45 MW	174	55 HW	223	47 SW	154	52 NW	241	X 9166-B10B
THRE	55 MW	197	75 HW	253	61 SW	174	71 NW	273	X 9144-B11B
	68 MW	236	100 HW	302	77 SW	209	94 NW	327	X 9144-B13B

Les capacités nominales sont basées sur des températures de condensation de +38°C, d'évaporation à +4°C (température saturée ou point de rosé) et un sous refroidissement de 1 K à l'entrée du détendeur. Pour d'autres conditions de fonctionnement, appliquer les facteurs de correction donnés dans les page 63 ...

Code des MOP	MOP (bar)	Plage de température d'évaporation To °C				
		R 134a	R 22	R 404A	R 407C	R 507
15	1,0	-45 ... -16				
35	2,4	-45 ... 0	-45 ... -15			
40	2,8			-45 ... -18		-45 ... -18
55	3,8	-45 ... 11		-45 ... -10		-45 ... -10
65	4,5		-45 ... 0			
75	5,2			-45 ... -2		-45 ... -2
80	5,5			-45 ... 0		-45 ... 0
100	6,9		-45 ... 13		-45 ... 14	

Options disponibles :

- Raccords d'égalisation de pression à braser
- MOP spéciales
- Charges thermostatiques ou MOP spéciales
- Embases avec dimensions de raccords spécifiques (voir page 76)

Nomenclature

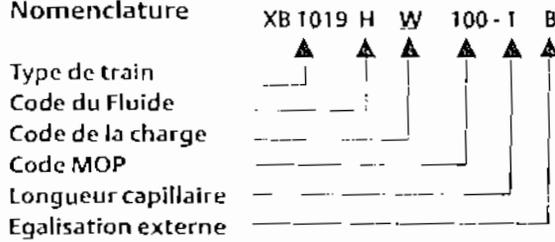


Tableau de sélection des embases et train thermostatique

Mécanisme d'orifice	Embases équerre		Train thermostatique		
	dimensions des raccords à braser ODF (femelle)				
	mm	pouces			
X 22440-B1B	C 501 - 5 mm 10 x 16	C 501 - 5 $\frac{3}{8}'' \times \frac{5}{8}''$	XB 1019...1 B		
X 22440-B2B					
X 22440-B3B					
X 22440-B3,5B					
X 22440-B4B					
X 22440-B5B	C 501 - 7 mm 12 x 16	C 501 - 7 $\frac{1}{2}'' \times \frac{5}{8}''$			
X 22440-B6B					
X 22440-B7B				A 576 mm 16 x 22 (22 x 28 ODM)	
X 22440-BBB					$\frac{5}{8}'' \times \frac{7}{8}''$ ($\frac{7}{8}'' \times 1 \frac{1}{8}''$ ODM)
X 11873-B4B					
X 11873-B5B	22 x 22	$\frac{7}{8}'' \times \frac{7}{8}''$ ($1 \frac{1}{8}'' \times 1 \frac{1}{8}''$ ODM)			
X 9117-B6B	9153 22 x 22	9153 $\frac{7}{8}'' \times \frac{7}{8}''$ ($1 \frac{1}{8}'' \times 1 \frac{1}{8}''$ ODM)	XC 726...2 B		
X 9117-B7B					
X 9117-B8B					
X 9117-B9B					
X 9166-B10B					
X 9117-B11B	9149	9149			
X 9117-B13B	22 x 22	$\frac{7}{8}'' \times \frac{7}{8}''$ ($1 \frac{1}{8}'' \times 1 \frac{1}{8}''$ ODM)			

Accessoires

	Type	Code N°
Jeu de joints pour séries 1, 2Z, L, 935 et TG	X 13455 -1	027 579
Clé de réglage de surchauffe	X 99999	800 005
Mastic thermique, pâte conductrice	PS 984	026 650
Tube de pâte 'Leak Lock'	PS 1255 - 7	053 517
Vis en acier pour types des brides:		
C501, 9761, 6346, A576	Vis ST 32	803 573
9148, 9149, 9152, 9153, 10331, 10332	Vis ST 48	803 574

Température du fluide à l'entrée du détendeur °C	R 22															
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
+60	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,28	1,30	1,31	1,38	1,58	1,84	2,16	2,56	3,04	3,55	4,23
+55	1,14	1,15	1,16	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,29	1,42	1,72	2,02	2,39	2,83	3,30	3,94
+50	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,15	1,16	1,21	1,39	1,62	1,89	2,24	2,66	3,10	3,68
+45	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,10	1,15	1,31	1,52	1,79	2,11	2,50	2,91	3,46
+40	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,09	1,24	1,45	1,69	2,00	2,37	2,75	3,27
+35	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,03	1,18	1,37	1,61	1,89	2,24	2,60	3,09
+30	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,99	1,13	1,31	1,55	1,83	2,13	2,47	2,93
+25		0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,94	1,08	1,25	1,46	1,72	2,03	2,36	2,80
+20			0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,90	1,03	1,19	1,40	1,64	1,94	2,25	2,66
+15				0,80	0,81	0,81	0,82	0,83	0,87	0,99	1,14	1,34	1,57	1,86	2,15	2,55
+10					0,78	0,78	0,79	0,80	0,83	0,95	1,10	1,28	1,51	1,78	2,06	2,44
+5						0,75	0,76	0,77	0,80	0,91	1,06	1,23	1,45	1,71	1,98	2,34
0							0,73	0,74	0,77	0,88	1,02	1,19	1,39	1,65	1,90	2,25
-5								0,71	0,74	0,85	0,98	1,14	1,34	1,58	1,83	2,17
-10									0,72	0,82	0,95	1,10	1,30	1,53	1,77	2,09

Δp (bar)	Facteur de correction K _{Δp}															
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0
K _{Δp}	4,25	3,00	2,46	2,13	1,90	1,74	1,61	1,50	1,42	1,35	1,28	1,23	1,18	1,14	1,06	1,00

Δp (bar)	Facteur de correction K _{Δp}															
	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
K _{Δp}	0,95	0,91	0,87	0,83	0,80	0,78	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60

Température du fluide à l'entrée du détendeur °C	R 404A															
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
+60	1,56	1,59	1,64	1,69	1,74	1,81	1,88	1,96	2,06	2,43	2,95	3,56	4,37	5,38	6,71	8,47
+55	1,32	1,35	1,38	1,42	1,46	1,50	1,55	1,61	1,68	1,96	2,36	2,83	3,43	4,16	5,12	6,34
+50	1,16	1,18	1,20	1,23	1,26	1,30	1,34	1,38	1,43	1,67	1,99	2,37	2,85	3,43	4,18	5,14
+45	1,04	1,05	1,07	1,10	1,12	1,15	1,18	1,22	1,26	1,46	1,74	2,05	2,46	2,95	3,57	4,35
+40	0,94	0,96	0,97	0,99	1,02	1,04	1,07	1,09	1,13	1,30	1,55	1,82	2,17	2,59	3,13	3,80
+35	0,87	0,88	0,90	0,91	0,93	0,95	0,97	1,00	1,02	1,18	1,40	1,64	1,96	2,33	2,80	3,38
+30	0,81	0,82	0,83	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	1,08	1,28	1,50	1,78	2,11	2,53	3,05
+25		0,76	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87	1,00	1,18	1,39	1,64	1,94	2,32	2,79
+20			0,73	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,94	1,10	1,29	1,52	1,80	2,15	2,58
+15				0,70	0,71	0,72	0,73	0,75	0,76	0,88	1,03	1,21	1,42	1,68	2,00	2,40
+10					0,67	0,68	0,69	0,71	0,72	0,83	0,97	1,13	1,34	1,58	1,88	2,25
+5						0,65	0,66	0,67	0,68	0,78	0,92	1,07	1,26	1,49	1,77	2,11
0							0,63	0,64	0,65	0,75	0,88	1,02	1,20	1,41	1,67	2,00
-5								0,61	0,62	0,71	0,83	0,97	1,14	1,34	1,59	1,90
-10									0,60	0,68	0,80	0,93	1,09	1,28	1,52	1,81

Δp (bar)	Facteur de correction K _{Δp}															
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0
K _{Δp}	4,55	3,21	2,62	2,27	2,03	1,86	1,72	1,61	1,52	1,44	1,37	1,31	1,26	1,21	1,14	1,07

Δp (bar)	Facteur de correction K _{Δp}															
	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
K _{Δp}	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64

Pour un sous-refroidissement supérieur à 15 K, reportez-vous au facteur de correction de la page 52 du catalogue.

Facteurs de correction pour détendeurs Séries TI, TX6, T et L

Pour des conditions d'emploi autres que +38°C/+4°C et 1 K du fluide de sous refroidissement à l'entrée du détendeur, appliquer la formule suivante:

$$Q_n = Q_r \times K_t \times K_{dp}$$

- Q_n : Puissance nominale
 Q_r : Puissance frigorifique requise
 K_t : Facteur de correction pour température d'évaporation et du fluide
 K_{dp} : Facteur de correction pour chute de pression au détendeur

Pour les autres conditions de fonctionnement, un outil de sélection sous format Excel peut être obtenu auprès des bureaux de vente Alco.

Température du fluide à l'entrée du détendeur °C	R 134a														
	Facteur de correction K_t Température d'évaporation °C														
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30		
+60	1,22	1,25	1,27	1,30	1,33	1,36	1,40	1,44	1,48	1,75	2,08	2,46	2,94		
+55	1,14	1,16	1,18	1,21	1,23	1,26	1,29	1,33	1,36	1,60	1,90	2,25	2,68		
+50	1,07	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,20	1,23	1,26	1,48	1,76	2,07	2,46		
+45	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,15	1,17	1,38	1,63	1,92	2,28		
+40	0,93	0,96	0,98	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08	1,10	1,29	1,52	1,79	2,12		
+35	0,90	0,91	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03	1,21	1,43	1,68	1,99		
+30	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,94	0,96	0,98	1,14	1,35	1,58	1,87		
+25		0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,89	0,91	0,92	1,08	1,27	1,49	1,76		
+20			0,80	0,81	0,82	0,83	0,85	0,89	0,88	1,02	1,21	1,41	1,67		
+15				0,77	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,97	1,15	1,34	1,58		
+10					0,75	0,76	0,77	0,78	0,80	0,93	1,09	1,28	1,51		
+5						0,73	0,74	0,75	0,76	0,89	1,04	1,22	1,44		
0							0,71	0,72	0,73	0,85	1,00	1,17	1,37		
-5								0,69	0,70	0,82	0,96	1,12	1,31		
-10									0,68	0,79	0,92	1,07	1,26		

Δp (bar)	Facteur de correction K_{dp}															
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
K_{dp}	3,50	2,48	2,02	1,75	1,57	1,43	1,32	1,24	1,17	1,11	1,06	1,01	0,97	0,94	0,90	0,88
Δp (bar)	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
K_{dp}	0,85	0,83	0,80	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,69	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,57	0,55

Pour un sous refroidissement supérieur à 15 K, reportez-vous au facteur de correction de la page 52 du catalogue