

REPUBLIQUE DU SENEGAL
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIRS
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTROMECHANIQUE

Gm. 0159

PROJET DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION
EN GENIE ELECTROMECHANIQUE

TITRE: CONCEPTION D'UNE UNITE DE PRODUCTION DE GLACE

AUTEUR: MBAYE FALL
DIRECTEUR DE PROJET: NGOR SARR
PROFESSEUR E.P.T.
CO-DIRECTEUR: SERIGNE N. DIOP
PROFESSEUR VACATAIRE E.P.T.

JUILLET 1992

A mon père, qu'Allah ait pitié de lui,
à ma mère,
à mes frères et soeurs,
à mes amis, et
à tous ceux qui me sont chers.

REMERCIEMENTS

J'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui ont collaboré à la réalisation de ce projet, en particulier Messieurs Ngor SARR et Serigne M. DIOP pour avoir accepté de l'encadrer.

Je remercie tout spécialement M. Babacar DIOP de TECHNO-SERVICES pour sa sollicitude et son entière disponibilité.

Je n'oublie pas:

- M. Paul DEMBA, professeur à l'EPT
- Mme Anne Marie COLY, secrétaire à l'EPT
- M. Alhassane DEME, Elève - Ingénieur à l'EPT.
- M. Mbaye GAYE, technicien à l'USIMA.

J'associe à ces remerciements tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail.

SOMMAIRE

Cette étude traite de la conception d'une unité de production de glace.

Après une étude de marché sommaire, les études techniques ont permis de choisir les dimensions et les spécifications des composantes de l'unité de production.

Une étude de faisabilité comparée des différentes solutions nous a guidé dans l'option finale.

Il ressort de cette étude que, d'une part, l'unité sera installée à Thiès et aura une capacité de production de 3,6 tonnes par jour.

D'autre part, il est plus économique de monter sa propre unité que d'en importer une pré-fabriquée. De plus, l'utilisation d'une installation avec saumure est plus avantageuse que celle d'un tunnel de froid .

TABLE DES MATIERES

	Page
- Remerciements.....	I
- Sommaire.....	II
- Table des matières.....	III
- Liste des tableaux.....	V
- Liste des diagrammes.....	VI
- Liste des figures.....	VII
- INTRODUCTION.....	1
- CHAPITRE I: Etude de marché.....	2
- CHAPITRE II: Etudes techniques.....	5
2.1. Etudes thermiques.....	5
2.1.1. Généralités.....	5
2.1.2. Fluides frigorigènes.....	7
2.1.3. Moyens de production et type de glace.....	11
2.1.4. Compresseurs.....	18
2.1.5. Evaporateur.....	21
2.1.6. Condenseur.....	24
2.1.7. Appareils annexes.....	31
2.1.8. Détendeur.....	35
2.1.9. Régulation et contrôle.....	39
2.1.10. Dimensionnement.....	41
2.1.11. Calcul, choix et pose des tuyauteries.....	47
2.1.12. Choix des différents composants du circuit.....	66
2.1.13. Charge de réfrigérant.....	71

LISTE DES TABLEAUX

N°	PAGE
1: Propriétés du fluide R 22.....	9
2: Caractéristiques et propriétés physiques des composés chlorofluorés.....	10
3: Caractéristiques relatives aux points les plus importants de l'installation de la figure 2.....	13
4: Caractéristiques relatives aux points les plus importants de la figure 12.....	17
5: Valeurs du coefficient $k = \Phi_o/\Phi_k$ en fonction des conditions de fonctionnement de la machine frigorifique.....	30
6: Fluide R 22, Température d'évaporation °C.....	38
7: Facteurs de correction des détendeurs.....	38
8: Facteurs affectant la sélection des détendeurs.....	38
9: Détendeurs Sporlan R 22.....	38
10: Entrées de chaleur journalières en kJ/jour.m ²	45
11: Puissance admissible du condenseur.....	50
12: Facteurs de correction de puissance pour conduites de fluide liquide R 22.....	50
13: Puissances pour conduite liquides R 22.....	51
14: Dimensions des tubes de cuivre.....	52
15: Longueurs équivalentes pour robinets et accessoires.....	52
16: Facteurs de correction de puissance pour conduites d'aspiration.....	56
17: Puissances pour conduites de gaz d'aspiration R 22.....	55

2.2. Aménagement (implantation de l'unité).....	74
2.3. Etudes électriques.....	75
2.3.1. Bilan des forces motrices tunnel de froid.....	75
2.3.2. Bilan des forces motrices bac à saumure.....	75
2.3.3. Bilan des autres charges communes.....	76
2.3.4. Matériel de l'installation électrique.....	76
- CHAPITRE III: Etude de rentabilité.....	77
3.1. Analyse financière.....	77
3.2. Analyse économique.....	80
- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	81
- BIBLIOGRAPHIE.....	82
- ANNEXE 1.Calcul des caractéristiques des points les plus importants de la figure 2.....	84
- ANNEXE 2.Spécifications des compresseurs.....	86
- ANNEXE 3.Evaporateur tunnel de froid.....	88
- ANNEXE 4.Condenseurs à air.....	90
- ANNEXE 5.Appareils annexes du circuit.....	93
- ANNEXE 6.Batteries installation à saumure	94
- ANNEXE 7.Condenseurs à air installation à saumure.....	98
- ANNEXE 8.Coûts de tuyauteries et robinetteries.....	102
- ANNEXE 9.Fabrique de glace ISO-FRIGO.....	104
- ANNEXE 10.Tarifs d'électricité SENELEC.....	111

18: Facteurs de correction des vitesses d'aspiration du fluide gazeux R 22.....	56
19: Facteurs de correction de puissances pour conduite de refoulement R 22.....	61
20: Puissances pour conduites de gaz chauds de refoulement.....	60
21: Facteurs de correction des vitesses de refoulement du fluide gazeux R 22.....	61
22: Facteurs de charge pour un évaporateur en marche.....	72
23: Poids du fluide frigorigène dans les tuyauteries.....	72
24: Facteurs de correction de températures.....	72
25: Analyse comparée des coûts.....	76
26: Evaluation de l'investissement.....	77
27: Amortissement.....	78

LISTE DES DIAGRAMMES

N°	Page
1: Gain de puissance frigorifique par le sous-refroidissement du R 22	26
2: Vitesses d'aspiration du fluide gazeux R 22.....	56
3: Vitesses de refoulement du fluide gazeux R 22.....	61

LISTE DES FIGURES

N°	Page
1: Disposition générale des mouleaux.....	4
2: Schéma de l'installation du tunnel de froid.....	13
3: Cycle thermodynamique de l'installation-tunnel de froid.....	14
4: Cycle thermodynamique de l'installation avec saumure.....	16
5: Détendeur thermostatique à égalisation externe de pression.	36
6: Fixation de bulbe sur la tuyauterie d'aspiration.....	36
7: Détendeur.....	36
8: Coupe d'un détendeur.....	36
9: Coupe d'un détendeur thermostatique.....	36
10: Vanne magnétique à appel direct.....	41
11: Vanne magnétique à membrane et clapet pilote.....	41
12: Réseau de tuyauteries et disposition générale.....	48

INTRODUCTION

Au Sénégal où l'électricité n'est pas partout présente, la conservation des denrées alimentaires en vue de leur consommation ou de leur écoulement pose un véritable problème. C'est un pays qui, malgré la richesse de ses côtes en poissons, regorge d'endroits où la consommation de cette denrée très prisée demeure un luxe. Par ailleurs, la conservation des produits saisonniers, tels que les fruits et légumes, ...pose avec acuité la question des moyens disponibles. La réfrigération reste l'une des techniques éprouvées pour réduire ces disfonctionnements. Mais, puisque l'électricité n'arrive pas dans beaucoup de localités, la glace reste d'un recours certain.

La réfrigération par la glace hydrique, sans prétendre aux qualités de la réfrigération mécanique tant du point de vue température qu'humidité relative désirables, permet cependant une bonne conservation. Elle est loin d'être périmée et peut satisfaire encore beaucoup d'utilisateurs: véhicules, wagons frigorifiques.

Ainsi, après une brève étude de marché et des considérations générales sur la réfrigération et les moyens de production de froid, nous allons dimensionner l'installation et choisir les différents éléments la composant. On effectuera une étude comparée d'une installation à tunnel de froid avec une installation à bac de saumure tant du point de vue technique que financier, d'une part; et d'autre part avec une unité pré-fabriquée après des études électriques. L'objectif de l'étude étant de choisir la solution la plus économique et d'évaluer les retombées financières.

CHAPITRE I

ETUDE DE MARCHE

L'analyse de la demande passée et présente, en l'absence de statistiques du Ministère du Commerce, montre que certaines entreprises produisent et réussissent à écouler jusqu'à 25 tonnes par jour soit un chiffre d'affaires journalier de 600 000 FCFA, ou encore 1008 barres en deux démoulages.

Pour que la glace soit compétitive il est bon, d'après le constat fait, qu'elle soit dure et qu'elle fonde moins vite. Ce qui signifie une température d'évaporation relativement basse (environ -20°C pour une installation à détente directe avec saumure). Rappelons que le prix sortie usine de la barre de 25 kg est de 600 FCFA. Les statistiques douanières disponibles à la Direction de la Statistique révèlent des importations en 1989 s'élevant à 7 332 kg en volume soit 6 278 500 FCFA en valeur, provenant exclusivement de la France. Il existe aussi des fabriques subordonnées à des poissonneries telle que l'usine d'AFRICAMER. Les principaux clients sont la pêche, le maraîchage.

Il existe au moins une usine dans presque toutes les grandes villes du Sénégal sauf à THIES où l'exclusivité est détenue par un concessionnaire qui revend la barre de 0,2 x 0,2 x 1 m³ à 800 FCFA pièce. La glace achetée principalement par les distributeurs de poissons, lorsqu'ils vont s'approvisionner sur les plages de Cayar, ..., sert pour la conservation au retour, ce jusqu'au

lendemain. Plaque tournante, sur le chemin des grandes villes de pèlerinage (Tivaouane, Touba, Thiénaba,...), Thiès présente un atout certain pour la localisation de notre unité , sans compter les nombreux villages sans électricité qui l'entourent où se tiennent des marchés hebdomadaires, ou encore le maraîchage très développé dans la région (Pout ,Tivaouane,...).

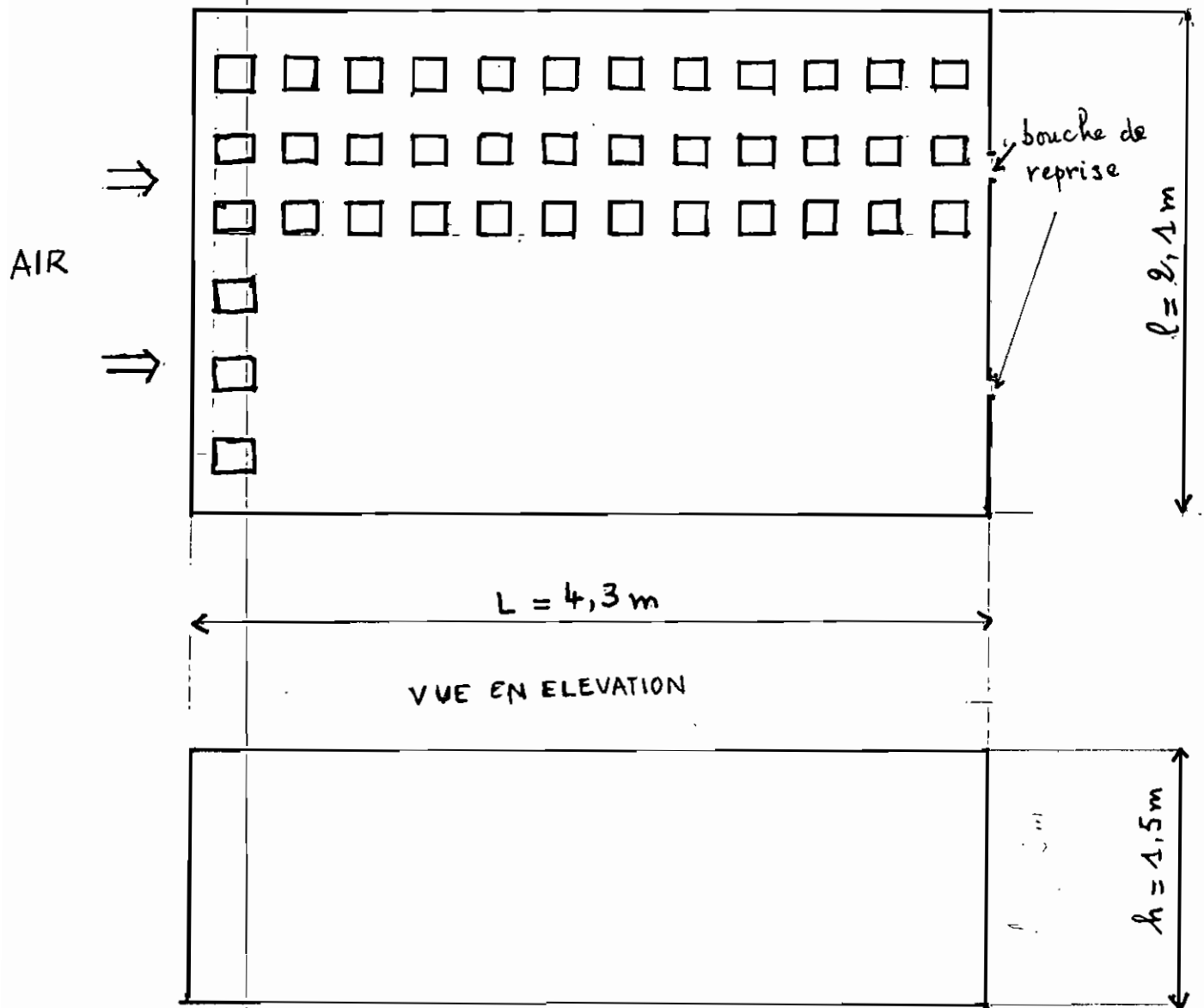
Pour ce qui est de la distribution , un réseau de concessionnaires sera mis sur pied avec, pour le desservir et pour les ventes ponctuelles un véhicule frigorifique.

Le climat de Thiès , avec des pointes de températures ne dépassant pas 40°C, convient à notre installation (de type tropical, dimensionnée pour une température de 40°C).

Nous utilisons l'électricité comme source d'énergie. L'eau, d'une assez bonne qualité, pas saumâtre comme celle de Kaolack , Touba ou Diourbel, ce qui, si elle l'était , élèverait la température de congélation; pas assez riche en calcaire (apparence) ce qui nuirait à la qualité et à l'esthétique , comme l'eau de Dakar, est assez disponible par le réseau de la SONEES .

Quant à l'aménagement, il suffit de se référer au schéma de disposition de l'installation (figures 1 et 12). Nous disposerons d'une petite unité. Opérant deux démoulages par jour, la manutention des mouleaux pourra se faire par un petit pont roulant. Il faudra aussi prévoir un bac et une table de démoulage.

Figure 1 : Disposition des blocs de glace - Sens de circulation de l'air et espacement entre blocs (vue en plan)



CHAPITRE II
ETUDES TECHNIQUES

2.1. ETUDES THERMIQUES

2.1.1. GENERALITES

a) PRINCIPES DE BASE DE REFRIGERATION

Tout système de réfrigération repose sur cinq lois thermiques

- 1°) Les fluides absorbent la chaleur quand ils changent de l'état liquide à vapeur et cèdent la chaleur en changeant de vapeur à liquide.
- 2°) La température à laquelle un changement d'état se produit est constante durant ce changement si la pression reste constante.
- 3°) Le transfert de chaleur se fait seulement d'un corps de plus grande température vers un corps de plus faible température.
- 4°) Les parties métalliques des unités de condensation et d'évaporation sont en métal de grande conductivité thermique (bronze, aluminium,...).
- 5°) L'énergie calorifique et les autres formes d'énergie sont interchangeables. Par exemple, l'électricité peut être convertie en chaleur, la chaleur en énergie électrique et la

chaleur en énergie mécanique

b) CLASSIFICATION DES CYCLES FRIGORIFIQUES

Les cycles frigorifiques sont classés en :

1°) Cycles frigorifiques à compression de vapeur

1.1. Cycle avec détente de vapeur humide.

1.2. Cycle avec étranglement de vapeur humide.

1.3. Cycle avec compression de vapeur sèche ou surchauffée

1.4. Cycle avec refroidissement du fluide frigorigène

1.5. Cycle avec régénération.

2°) Cycle frigorifique à compression d'air

Le processus représente la dilatation adiabatique de l'air dans le détendeur, une transmission isobarique de chaleur du volume à refroidir, une compression et un refroidissement isobarique de l'air dans le refroidisseur.

3°) Cycle frigorifique à éjection de vapeur.

Ici, la compression de vapeur à la sortie du volume à refroidir est effectuée par un éjecteur qui est un appareil utilisé pour la compression et le brassage de vapeurs et de liquides. Le corps primaire (gaz ou vapeur de forte pression) se dilate dans la tuyère et passe ensuite dans la chambre de mélange.

4°) Cycle frigorifique à absorption de vapeur

On utilise le phénomène d'absorption de la vapeur d'un corps pur par le liquide de ce même corps si la température du liquide est inférieure à celle de la vapeur.

5°) Cycle d'une machine frigorifique thermoélectrique

La méthode thermoélectrique de refroidissement est basée sur l'utilisation de l'effet Peltier. Lorsqu'un courant électrique libéré d'une source extérieure traverse un circuit thermoélectrique constitué de deux conducteurs différents en contact, l'un des contacts absorbe de la chaleur et l'autre en libère. La quantité de chaleur absorbée ou libérée est proportionnelle à la valeur du courant.

Nous opterons pour le cycle à compression de vapeur avec détente de vapeur humide.

2.1.2. FLUIDE FRIGORIGÈNE

Un système de réfrigération constitué par l'évaporateur, le détendeur, le compresseur, le condenseur, le moteur, etc... est seulement une unité mécanique dont le rôle est de faciliter le changement d'état du fluide frigorigène, ce qui a pour effet d'absorber de la chaleur à l'évaporateur et d'en rejeter au condenseur.

C'est le fluide frigorigène qui accomplit le transfert .

L'étude des caractéristiques physiques des fluides frigorigènes actuellement utilisés en réfrigération aidera à mieux comprendre la réfrigération elle-même:

- 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, c'est-à-dire faible rapport entre les pressions de refoulement et d'aspiration.
- 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 fluide.
- Composition chimique stable dans les conditions de fonctionnement de la machine frigorifique.
- Pas d'action sur les métaux composant le circuit (ainsi, par exemple, l'ammoniac attaque le cuivre). Pas d'action sur les joints
- Non inflammable et non explosif en mélange avec l'air.
- Sans effet sur la santé du personnel (inhalation, ou au contact de la peau).
- Sans action sur les denrées à conserver (ou traiter).
- 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 constitutants de l'atmosphère.
- Etre d'un coût peu élevé et d'un approvisionnement facile.

Aucun des fluides employés ne possède l'ensemble de ces qualités. Le réfrigérant R 12 est celui qui possède le plus grand nombre des qualités demandées au fluide frigorigène idéal. Il est très utilisé. Comparé au R 12, le R 22 nécessite une plus grande différence de pression entre l'aspiration et le refoulement mais un débit volume plus faible pour une même production frigorifique. Grâce à sa stabilité thermique, le R 22 est particulièrement bien

TABLE 1 - PROPRIETES DU FLUIDE R-22 SATURE

TEMP. DEG. °C	PRESSION kPa	MASSE VOLUMIQUE kg x 10 ³ /m ³		ENTHALPIE kJ/kg			TEMP. DEG. °C
		ABS	LIQ.	GAZ.	LIQ.	LATENTE	
COL. 1	COL. 2	COL. 3	COL. 4	COL. 5	COL. 6	COL. 7	COL. 8
-52	58,04	1,44393	0,00280	142,899	240,068	382,967	-52
-50	64,39	1,43831	0,00308	144,959	238,962	383,921	-50
-48	71,28	1,43266	0,00339	147,029	237,840	384,869	-48
-46	78,75	1,42698	0,00372	149,109	236,704	385,813	-46
-44	86,82	1,42126	0,00407	151,200	235,551	386,751	-44
-42	95,55	1,41551	0,00445	153,301	234,381	387,683	-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	137,61	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	177,76	1,37420	0,00796	168,318	225,703	394,021	-28
-26	192,99	1,36814	0,00860	170,507	224,388	394,896	-26
-24	209,22	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	306,78	1,33079	0,01334	183,878	216,073	399,951	-14
-12	329,88	1,32439	0,01430	186,147	214,612	400,759	-12
-10	354,30	1,31794	0,01530	188,426	213,129	401,555	-10
-8	380,06	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	197,662	206,963	404,625	-2
0	497,59	1,28479	0,02122	200,000	205,361	405,361	0
2	530,83	1,27797	0,02259	202,351	203,733	406,084	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	909,93	1,21313	0,03846	224,084	187,834	411,918	20
22	961,89	1,20548	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	0,04798	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	0,07335	255,042	162,133	417,174	44
46	1770,2	1,10392	0,07726	257,756	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

Reproduit avec l'autorisation de E. I. DuPont de Nemours & Co. (Inc.),
"Freon" Products Division

■ Caractéristiques et propriétés physiques

Appellation	R 11	R 12	R 13	R 13B1	R 14
Masse molaire g/mol	137,38	120,92	104,47	148,9	88,01
Température de fusion ou point triple (Δ) en °C	- 111	- 158	- 181	- 168	- 184
Température d'ébullition à 1,013 bar absolu en °C	+ 23,7	- 29,8	- 81,5	- 57,8	- 128
Température critique en °C	+ 198	+ 112	+ 28,8	+ 67	- 45,5
Pression critique absolue en bar	44	41,5	38,6	39,7	37,4
Capacité thermique massique du liquide à ...°C (kJ/kg.°C)	0,890 (+ 30)	0,987 (+ 30)	1,03 (- 30)	0,908 (+ 30)	1,24 (- 80)
Capacité thermique massique de la vapeur à ...°C et 1,013 bar absolu (kJ/kg.°C)	0,565 (+ 30)	0,607 (+ 30)	0,577 (- 30)	0,469 (+ 30)	0,553 (- 80)
Rapport des capacités thermiques massiques (Cp/Cv) à ...°C et 1,013 bar absolu	1,13 (+ 30)	1,138 (+ 30)	1,17 (- 30)	1,143 (+ 30)	1,22 (- 80)
Viscosité du liquide à ...°C 10^{-3} Pa.s (centipoise)	0,401 (+ 30)	0,208 (+ 30)	0,172 (- 30)	0,152 (+ 30)	0,23 (- 80)
Toxicité groupe	5	6	6	6	6
Utilisation	Conditionneurs d'air industriels	Toutes installations industr. et commerc. Réfrigérateurs ménagers	Installations spéciales à basses températures	Installations spéciales à basse température.	Installations spéciales à très basses tempér.

TABLEAU .

des composés chlorofluorés

R 21	R 22	R 113	R 114	R 115	R 500	R 502	R 503
102,92	86,48	187,39	170,93	154,48	99,31	111,64	87,5
- 135	- 160	- 36,6	- 94	- 106	- 158,9	- 160	
+ 8,9	- 40,8	+ 47,6	+ 3,5	- 38	- 33,5	- 45,6	- 88,7
+ 178,5	+ 96	+ 214,1	+ 145,7	+ 80	+ 105,5	+ 82,2	+ 19,5
51,7	49,8	34,13	32,7	32,3	44,3	40,8	43,26
1,07 (+ 30)	1,27 (+ 30)	0,995 (+ 60)	1,025 (+ 30)	1,19 (+ 30)	1,22 (+ 30)	1,27 (+ 30)	1,25 (- 30)
0,586 (+ 30)	0,636 (+ 30)	0,674 (+ 60)	0,669 (+ 30)	0,687 (+ 30)	0,737 (+ 30)	0,703 (+ 30)	0,669 (+ 25)
1,17 (+ 30)	1,177 (+ 30)	1,08 (+ 60)	1,09 (+ 30)	1,08 (+ 30)	1,14 (+ 30)	1,135 (+ 30)	1,21 (- 30)
0,330 (+ 30)	0,194 (+ 30)	0,447 (+ 60)	0,324 (+ 30)	0,23 (+ 30)	0,192 (+ 25)	0,172 (+ 30)	0,144 (- 30)
4/5	5	4/5	6	6	5	5	6
Condition ^t d'air pour ambiances très chaude.	Petits conditionneurs d'air. Installations industr. Labo.	Pour compresseurs centrifuges	Installations spéciales de condition ^t d'air	Pour compresseurs à pistons	Conditionnement d'air	Conservation à basse température. Surgélation	Installations spéciales à basse température

2.1.3. MOYENS DE PRODUCTION DE LA GLACE ET TYPE DE GLACE

De façon classique la glace est fabriquée par congélation de l'eau dans des mouleaux immergés dans un bain liquide incongelable à basse température (saumure). Cependant, il existe des procédés plus modernes permettant un encombrement moindre et un automatisme plus complet des opérations.

Les différentes techniques de congélation utilisées sont celles :

- par contact avec une surface refroidissante;
- dans l'air (soufflage de l'air entre 3 et 5 m/s);
- par immersion dans un bain de saumure.

Nous étudierons, plus bas, en détail ces deux dernières techniques.

On retiendra l'installation qui :

- permettra une grande vitesse de congélation
- présentera un encombrement minimum
- exigera une main-d'oeuvre restreinte

En outre, la glace se présentant sous différentes formes :

- la glace en mouleaux, c'est-à-dire sous forme de barres;
- la glace divisée qui est sous forme de morceaux;
- en paillettes;
- la glace neige,

il importe de faire un choix sur le type de glace à produire.

La glace en mouleaux est la plus répandue. Elle est utilisée aussi bien dans la pêche artisanale que celle industrielle, pour la conservation de diverses denrées périssables (poisson, viande,

produits maraîchers...); pour le refroidissement de boissons et enfin dans certaines applications industrielles et médicales . Broyée, elle peut remplacer la glace en morceaux.

a) CONGELATION DANS L'AIR OU TUNNEL DE FROID

ETUDE DU CYCLE THERMODYNAMIQUE

La figure 2 représente la schématisation d'une machine frigorifique avec refroidissement par injection dans un réservoir intermédiaire et détente étagée. Afin de récupérer le maximum d'effet frigorifique par le fluide (R 22) qui passe dans l'évaporateur, il est intéressant de réaliser une détente étagée avec un refroidissement intermédiaire, à la pression intermédiaire. On obtient le cycle de la figure 3.

Le liquide sortant du condenseur se détend en totalité dans le réservoir. Une partie de ce liquide se vaporise en absorbant $H_3 - H_4$ pour ramener le gaz sortant du compresseur BP sur la courbe de saturation (désurchauffe 3-4). En même temps se passe la condensation 7-8 entre les détendeurs HP et BP. Cette solution très simple permet d'assurer que le compresseur HP est alimenté en vapeur, cela malgré l'absence de surchauffe au point 4.

Remarquons d'autre part, qu'une légère surchauffe de la vapeur au point 2 permet d'assurer que le compresseur BP est alimenté en vapeur, cela grâce à la transformation à enthalpie totale constante 1-2, due à la dissipation dans la conduite d'aspiration reliant l'évaporateur et le compresseur BP.

figure 2

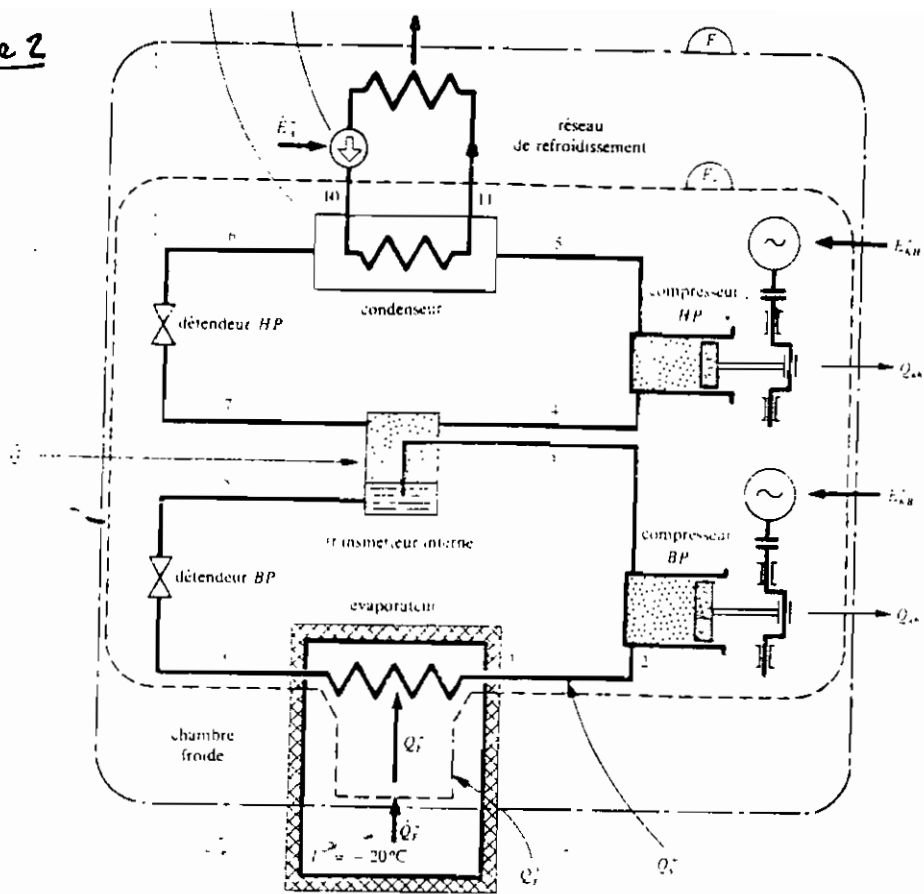
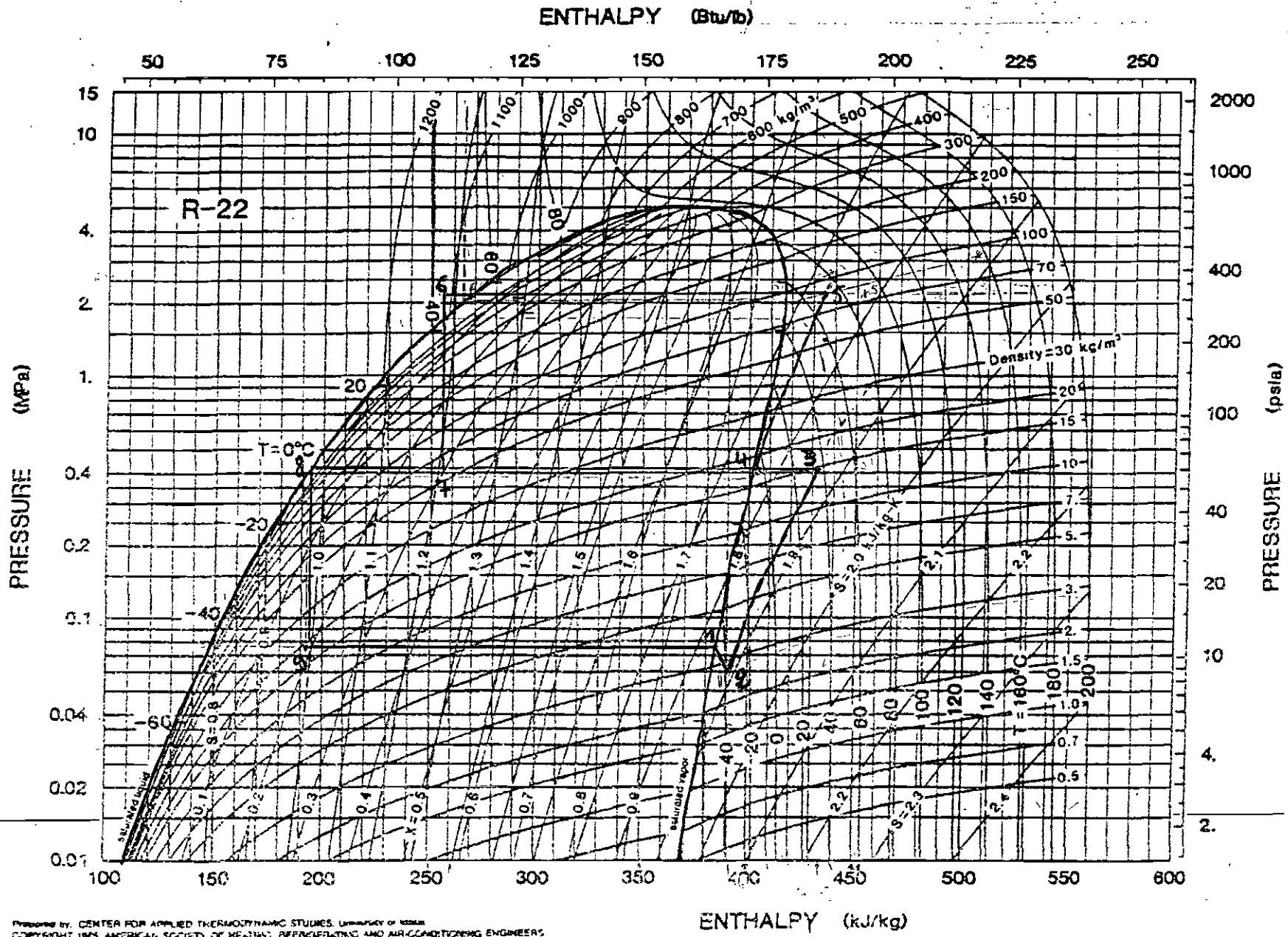


Tableau 3 : Caractéristiques relatives aux points les plus importants de l'installation

points	T(°C)	P(kPa)	x	H(kJ/kg)	m (kg/s)
1	-46	78.75	1.00	385.813	0.188
2	-41	58.75	-	390.000	0.188
3	65	418.42	-	451.582	0.188
4	-5.22	418.42	1.00	403.411	0.368
5	71.28	2223.2	-	452.318	0.368
5'	56	2223.2	1.00	271.754	0.368
6	56	2223.2	0.00	271.754	0.368
7	-5.22	418.42	0.37	271.754	0.368
8	-5.22	418.42	0.00	193.931	0.188
9	-46	78.75	0.189	193.931	0.188
9'	-46	78.75	0.00	149.109	



Prepared by: CENTER FOR APPLIED THERMODYNAMIC STUDIES, UNIVERSITY OF TEXAS
 COPYRIGHT 1985 AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS

Fig. 3 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 22

Les caractéristiques relatives aux points les plus importants sont calculés en annexe 1 et/ou indiquées dans le tableau 3.

b) PRODUCTION DE GLACE PAR IMMERSION DES MOULEAUX DANS UN BAIN DE SAUMURE

Nous avons vu le cycle du tunnel de froid. Cependant, il serait bon voire judicieux d'étudier une installation utilisant de la saumure, en vue d'une comparaison future des deux installations.

1) CYCLE THERMODYNAMIQUE

On effectue une détente directe dans la saumure qui transmet le froid aux mouleaux. Cette méthode a l'avantage d'une part, de mieux refroidir les mouleaux à la fois par conduction et convection et d'isoler le fluide frigorigène refroidisseur de la glace. D'autre part, on n'a pas besoin d'effectuer un refroidissement à très basse température (comme dans le cas du soufflage de l'air).

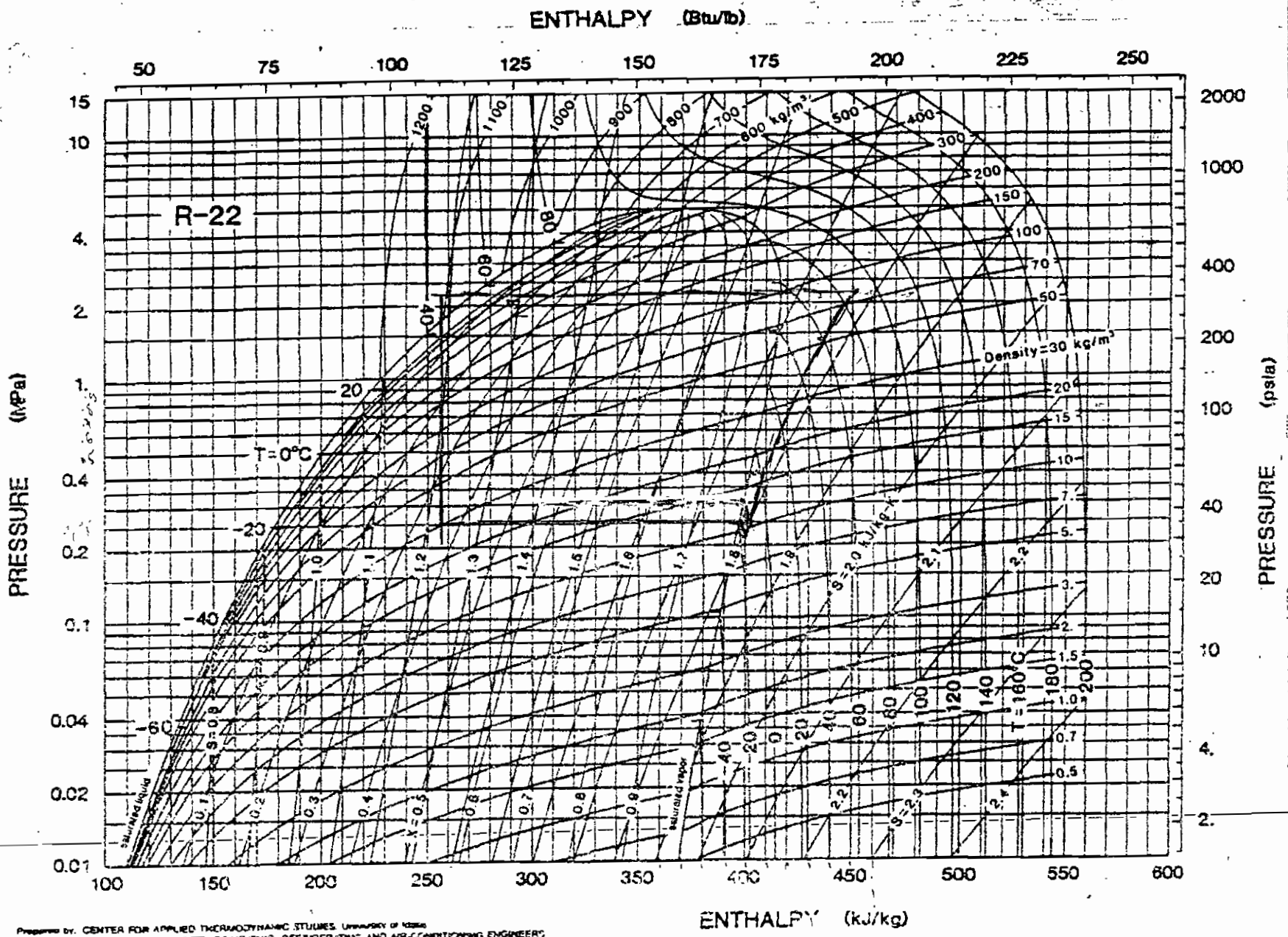
D'où l'adoption d'un système à un étage (voir figure 4). Les caractéristiques des points les plus importants sont résumés au tableau 4 et les calculs effectués ci-dessous.

$$X1 = \frac{H1 - H1'}{H2 - H1'} = \frac{256 - 177,142}{397,467 - 177,142} = 0,36$$

$$H4 - H3 = W = k/(k-1) r (T4 - T3) = 66,104 \text{ kJ/kg}$$

$$H4 = 468,1$$

$$m = 36 [\text{kW}] / (H2 - H1) = 0,254 \text{ kg/s}$$



Prepared by: CENTER FOR APPLIED THERMODYNAMIC STUDIES, UNIVERSITY OF TORONTO
 COPYRIGHT 1985 AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS

Fig. 12 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 22

Tableau 4 : Caractéristiques relatives aux points les plus importants de l'installation de la figure .

Pt	T(°C)	P(kPa)	X	H(kJ/kg)
1'	-20	244.83	0.00	177.142
1	-20	244.83	0.36	256
2	-20	244.83	1.00	397.467
3	-16	234.83	-	402
4	87.4	2223.2	-	468.1
4'	56	2223.2	1.00	418.137
5	56	2223.2	-	256
5'	46	2223.2	0.00	271.754
5''	46	1770.2	0.00	256

2) SAUMURES DE CHLORURE DE CALCIUM

CONCENTRATION : Elle est choisie pour un point de congélation inférieur de 10°C à la température la plus basse rencontrée par la solution.

La concentration à -30°C est à retenir dans le cas étudié, ce qui correspond à une densité de 1,225 de la solution à -30°C et une proposition de 22,8 kg de sel pur dans 100 kg de solution.

PREPARATION : Connaissant le volume de solution à préparer et la température de l'eau, on détermine le poids de sel à faire fondre

$$\text{volume} = 1,1 \times 4,3 \times 2,1 = 9,933 \text{ cm}^3$$

eau à -30°C

densité à -30°C = 1,225

poids de solution = 12168 kg

$$\text{Poids de sel} = \frac{22,8 \times 12\ 168}{100} = 2\ 774 \text{ kg}$$

Le chlorure de calcium livré par les fournisseurs n'est pas pur ; il contient de l'eau car il est un agent déshydrateur. On table sur une valeur de 77/80 % de sel pur. Le résultat ci-dessus se transforme donc en 2210 kg en poids brut.

La saumure coûtant 240 F le kg, le remplissage coûte 530.400F tous les dix jours.

Nous allons à présent passer en revue les différents éléments composant l'installation.

2.1.4. COMPRESSEUR

a) CLASSIFICATION DES COMPRESSEURS

La façon dont le fluide frigorigène est comprimé dans le compresseur permet de classer ceux-ci :

1) Selon le fonctionnement :

1.1°) Les compresseurs volumétriques : dans lesquels le fluide est comprimé par la variation de volume d'une capacité dans laquelle il a été préalablement aspiré.

1.2°) Les compresseurs centrifuges : compresseurs dans lesquels la compression du fluide est due aux effets de la force centrifuge. Dans les compresseurs volumétriques, la compression peut être réalisée à l'aide d'un (ou plusieurs) piston(s) se déplaçant dans une capacité de volume donné, ce sont les compresseurs alternatifs, (à piston) ou bien par le déplacement à l'intérieur d'un corps cylindrique excentré (rotor) agissant sur une palette mobile. Ce sont les compresseurs rotatifs (à palettes mobiles entraînées par le rotor, à rotor excentrique , à vis, etc..).

2) Selon la construction :

2.1°) Ouvert : - moteur extérieur au compresseur

- pas de fonction hydraulique entre les deux éléments.

2.2°) Hermétique jusqu'à 15 KW :

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

2.3°) Hermétique accessible :

Cette construction cherche à garder les avantages

des deux autres solutions (ouvert et hermétique)
sans en retrouver les inconvénients.

3) Selon la destination :

Compresseurs ménagers : 50 à 125 W ou 1/14 à 1/6 CV
Compresseurs commerciaux : 150 W à 6 kW ou 1/5 à 8 CV
Compresseurs industriels : au-delà de 6 kW ou > 8 CV

b) RENDEMENTS :

Rendement volumétrique

Le rapport entre la puissance réelle de la machine exprimée en volume du gaz aspiré, et sa puissance théorique est appelée rendement volumétrique.

Rendement interne

C'est le rapport entre la puissance technique de pression obtenue, représentée par la puissance intégrale, et la puissance interne.

Rendement mécanique

Il tient compte des divers frottements résultant de la chaîne cinématique de transformation du mouvement alternatif du piston en mouvement de rotation et des prises de puissances auxiliaires éventuelles (pompe à huile). Il vaut de 0,85 à 0,93 selon la puissance.

Rendement électrique

Dans le cas de l'utilisation d'un réducteur entre moteur et compresseur, ce rendement doit être multiplié par celui du

réducteur.

c) **PUISSANCE FRIGORIFIQUE :**

Finalement, pour un compresseur donné, on peut tracer la puissance frigorifique en fonction de la puissance absorbée sur l'arbre pour différentes températures d'évaporation et de condensation. On peut aussi les choisir suivant les températures d'aspiration et refoulement (Voir extraits de catalogues des constructeurs à l'annexe 2 qui donnent aussi la puissance absorbée à l'arbre du compresseur). Chaque diagramme est établi pour un fluide frigorigène correspondant à celui pour lequel le compresseur est prévu.

2.1.5. EVAPORATEUR

a) **GENERALITES**

L'évaporateur, comme le condenseur, est un échangeur thermique et son rôle consiste à absorber le flux thermique provenant du médium à refroidir.

Le passage du flux thermique du fluide frigorigène au milieu extérieur est d'ailleurs régi par les mêmes lois physiques qu'il s'agisse du condenseur ou de l'évaporateur et dépend :

- 1) du coefficient global de transmission de chaleur de l'évaporateur;
- 2) de la surface de l'évaporateur ;
- 3) de la différence existant entre la température de l'évaporateur et celle du médium à refroidir : ici 10°C .

b) CLASSIFICATION

Les évaporateurs peuvent être classés en deux principales catégories : les évaporateurs "noyés" et les évaporateurs à régime interne sec ou à détente directe. La batterie à détente directe est la plus utilisée dans le conditionnement de l'air, aussi bien dans les ensembles centralisés de taille industrielle que dans les armoires de climatisation.

c) EQUILIBRE DU SYSTEME

La notion d'équilibre du système évaporateur-compresseur joue un rôle important dans le choix des évaporateurs.

En effet, les tables de puissance de batteries à détente directe confirment qu'une augmentation de la pression d'aspiration est liée à une diminution de la puissance de la batterie. Alors que ce même phénomène augmente la puissance du compresseur. Cependant, pour des conditions données, les puissances du compresseur et de l'évaporateur s'équilibrent en un point où chacun possède la même puissance.

d) GIVRAGE DES EVAPORATEURS A AIR

De par leur fonctionnement, la température de surface de ces appareils (batteries) dans les chambres froides peut être inférieure à la température de rosée de l'air.

Il en résulte une condensation de la vapeur d'eau de l'air et une congélation de cette eau lorsque la température de surface est inférieure à 0°C. Ce phénomène est appelé givrage.

1) Effet du givre

- Le givre a pour effet de bloquer la transmission de chaleur car la conduction de ce solide est faible (environ $0,3 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{K}$) . De plus elle dépend des conditions de formation du givre :

- . température du métal ;
- . température de l'air ;
- . humidité relative de l'air
- . vitesse de l'air.

- Par obstruction du passage de l'air, il diminue le débit de celui-ci, ce qui freine aussi la transmission.

2) Dégivrage

Il convient alors de débarasser l'évaporateur de la couche de givre pour lui restituer sa capacité d'échange thermique. Cela peut être fait par :

- Arrêt de l'installation ;
- Mise en route d'un chauffage électrique ;
- By-pass de vapeurs chaudes
- Constat de la présence de givre par détection de la pression d'air à l'aval de l'évaporateur ou à l'aide d'une horloge associée à un thermostat de température d'air extérieur.

Les deux méthodes les plus utilisés sont :

i) Pression d'air à l'aval de l'évaporateur:

Lorsque l'appareil se givre, les sections de passage de l'air

sont obstruées et le ventilateur arrive à créer un certain vide. Un pressostat déclenche alors le dégivrage.

ii) Horloge associée à un thermostat de température d'air extérieur

Le dégivrage est commandé par une horloge à contact (par exemple toutes les deux heures) et pendant une durée fixée en fonction du type et du lieu de l'installation. Cette méthode n'indique pas la présence de givre mais seulement le risque de formation ; mais vu sa simplicité, elle donne satisfaction.

e) COUP DE LIQUIDE :

Il faut protéger, lors du démarrage, la compression d'un éventuel coup de liquide car, à l'arrêt, tout le liquide se collecterait au bas de la batterie et serait aspiré - Il est donc nécessaire de vider l'évaporateur avant l'arrêt et il faut éventuellement commander le compresseur par un pressostat basse pression.

On ménage la remontée de la conduite d'aspiration jointe au sortir de l'évaporateur à une hauteur supérieure au niveau du fluide dans ce dernier.

2.1.6. CONDENSEUR

Le condenseur est un transmetteur d'énergie chaleur qui doit réaliser :

- la désurchauffage de la vapeur de la température de sortie

du compresseur à la température de condensation

- la condensation de la vapeur

- et éventuellement (cas général) le sous-refroidissement du liquide jusqu'à une température qui est fixée par le fluide de refroidissement à disposition (température de la source chaude).

a) SOUS-REFROIDISSEMENT

Avant de continuer, soulignons l'intérêt du sous - refroidissement qui est d'augmenter la puissance du système : de manière générale 1°C de sous-refroidissement entraîne une augmentation de 1 % de la puissance du système. Il donne aussi une certaine marge de sécurité pour le calcul des tuyauteries (pertes de charge) - Voir aussi le diagramme 1, "gain de puissance frigorifique par le sous-refroidissement du R 22".

b) CLASSIFICATION

Il existe plusieurs méthodes d'évacuation de la chaleur dont les tours de refroidissement, les condenseurs évaporatifs, les condenseurs à eau et les condenseurs à air.

Les **tours de refroidissement** utilisent l'effet d'évaporation par pulvérisation et ventilation pour évaporer la chaleur de condensation dans l'atmosphère.

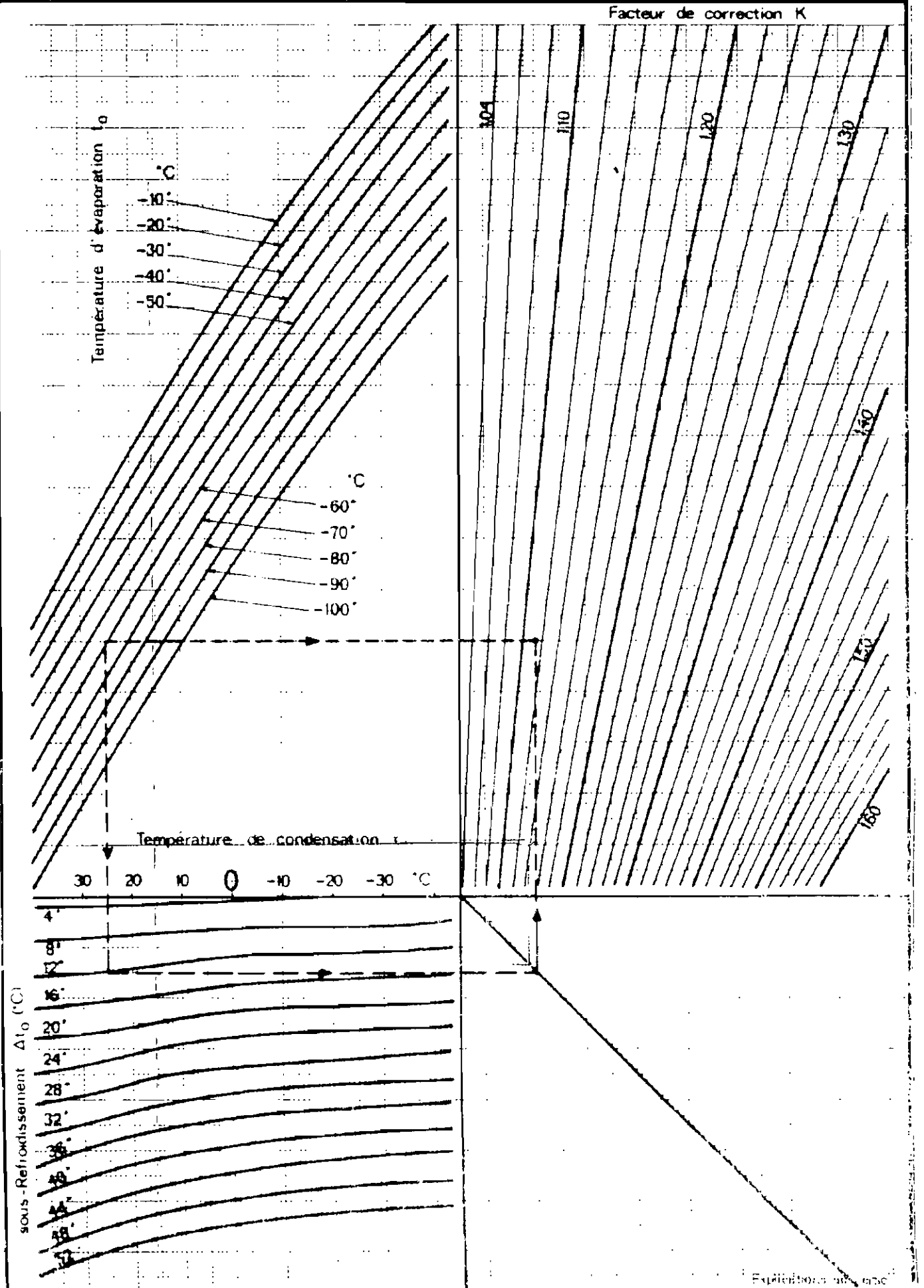
Outre l'encombrement, leur inconvénient réside dans le fait que l'eau ne peut par pulvérisation être refroidie qu'à un point situé entre 3° et 5°C au dessus de la température humide, ce au meilleur des cas. Sans compter que les algues et autres limons

DTF

Documents
Techniques
du Froid

Gain de puissance frigorifique par le sous-refroidissement du R 22

15



organiques ont aussi tendance à s'y développer et obstruer les tubes du condenseur. S'y opposer par un traitement de l'eau accroît les coûts.

En ce qui concerne les **condenseurs évaporatifs**, ils éliminent les plus sérieux inconvénients de tours de refroidissement : le condenseur à eau est supprimé et l'eau s'évapore directement sur le serpentín de circulation de fluide. Là encore, l'encombrement pose problème car il faut une bouteille accumulatrice de liquide, une pompe et d'autres accessoires.

Le **condenseur** à eau, est lui, classique mais ses principaux inconvénients résident dans l'encrassement des tubes, la disponibilité de l'eau et l'évacuation des eaux usées, qui selon, les endroits pose problème.

Enfin, le **condenseur à air est plus propre et est préféré pour plusieurs raisons:**

- 1 - l'air est toujours disponible et n'a aucun problème de rejet;
- 2 - Les frais d'installation sont plus faibles que ceux des autres moyens de condensation nécessitant la récupération de l'eau ; et
- 3 - les frais d'entretien sont réduits.

Les condenseurs à air ont, cependant, **certain inconvénients** dont il faut tenir compte :

- 1 - d'importants volumes d'air doivent passer à travers le condenseur, ce qui peut être l'origine de problèmes de bruits ;
- 2 - la puissance du condenseur à air tombe quand la température

sèche extérieure s'élève, c'est pourquoi la puissance nécessaire pour entraîner le compresseur à pleine charge est comparativement plus élevée ;

3 - inversement, la capacité de condensation s'accroît quand la température sèche extérieure s'abaisse, ce qui peut créer des problèmes de fonctionnement à charge partielle ; et

4 - des problèmes peuvent être rencontrés lors du démarrage par faibles températures sèches extérieures.

Peu de choses peuvent être faites pour éviter les deux premiers inconvénients. Quant aux deux autres, on peut les éliminer en utilisant soit des moteurs de ventilation à vitesses multiples, soit plusieurs ventilateurs.

Dans la construction des condenseurs à air, on tient compte de :

1°) de la surface d'échange qui comprend :

1.1) la surface interne du tube serpentin ou surface primaire

1.2) la surface des ailettes ou surface secondaire.

2°) De la nature du métal constitutif des surfaces primaires et secondaires (tubes en cuivre, ailettes en feuilles d'aluminium ou cuivre)

3°) Du coefficient de transmission global du condenseur qui est fonction de la vitesse d'air sur le faisceau de condensation.

L'efficacité d'un condenseur dépend :

1) de la construction de l'appareil (forme, dimensions, nombre de nappes, diamètre du tube ; nombre, forme et écartement des

ailettes, contact avec le tube, ainsi que des métaux employés pour la fabrication) ;

2) de la température ambiante ;

3) de la ventilation (profil de l'hélice, pas, diamètre, vitesse et centrage sur la surface à ventiler) ;

4) de l'état de propreté de l'appareil ;

5) des conditions de fonctionnement du groupe frigorifique.

La surface d'un condenseur à air doit être calculée non seulement en fonction de la puissance frigorifique de la machine mais également en fonction de ses conditions d'utilisation.

La quantité de chaleur à évacuer au condenseur peut aussi être exprimée par la formule :

$$\Phi_k = \Phi_o \times K$$

dans laquelle Φ_o représente la puissance frigorifique développée à l'évaporation.

K représente, compte tenu des conditions de fonctionnement l'équivalent du travail de compression exprimé en fonction de Φ_o .

Le tableau 5 donne les valeurs de K compte tenu des conditions de fonctionnement.

La valeur du coefficient global de transmission d'un condenseur à air est comprise entre 22 et 30 W/m² °C.

La température de condensation du fluide est de 12 à 15°C supérieure à la température ambiante.

Le condenseur sera placé dehors et donc équipé de ventilateurs hélicoïdes car le ventilateur centrifuge, mieux adapté quand le

- Valeurs du coefficient $k = \frac{\Phi_k}{\Phi_0}$ en fonction des conditions de fonctionnement de la machine frigorifique

$\theta_k \backslash \theta_0$	- 45	- 40	- 35	- 30	- 25	- 20	- 15	- 10	- 5	0	+ 5	+ 10
+ 25	1,507	1,444	1,386	1,336	1,292	1,250	1,203	1,175	1,143	1,112	1,084	1,057
+ 30	1,512	1,450	1,394	1,346	1,300	1,260	1,225	1,188	1,157	1,126	1,101	1,077
+ 35	1,514	1,455	1,400	1,350	1,306	1,269	1,232	1,200	1,168	1,141	1,114	1,091
+ 40	1,518	1,460	1,407	1,358	1,314	1,275	1,240	1,205	1,177	1,152	1,126	1,106

Ex. : pour $\theta_0 = - 10$, $\theta_k = + 35$

si $\Phi_0 = 10\ 000\ \text{W}$ nous aurons : $\Phi_k = 1,2\ \Phi_0$ soit $12\ 000\ \text{W}$

TABEAU 5

condenseur est à l'intérieur, coûte plus cher. Il sera en outre équipé d'un circuit de sous-refroidissement de fluide frigorigène - sous-refroidissement de 10°C pour pallier aux pertes de charges.

L'emplacement doit faciliter la circulation de l'air : éviter le recyclage d'air chaud et le manque d'air neuf, donc les murs et autres obstacles. D'autre part, des gaines d'évacuation d'air (rallonges) sont éventuellement nécessaires lorsque les constructions environnantes créent des courants d'air descendants, entraînant l'évacuation de l'air chaud.

2.1.7. APPAREILS ANNEXES DU CIRCUIT (Voir annexe 5)

a) SILENCIEUX

A l'intérieur de la conduite de refoulement d'un compresseur, les pulsations résultant du mouvement alternatif des pistons peuvent être à l'origine d'une résonance génératrice de bruits. Si la conduite de refoulement est trop longue, le niveau sonore peut être trop élevé. On peut alors installer un silencieux. La PDC à travers le silencieux, plus l'effet d'aspiration du tube font rentrer l'huile dans la conduite de refoulement. Il est recommandé d'installer le silencieux sur une conduite horizontale, sinon un tube doit être prévu pour collecter toute l'huile pouvant se rassembler à la base de l'enveloppe .

b) FILTRES DESHYDRATEURS :

L'humidité de la vapeur d'eau, et les corps étrangers, créent

des problèmes dans toutes les installations frigorifiques. L'eau peut geler dans l'orifice du détendeur, l'humidité entraîne la corrosion des pièces métalliques et s'imprègne dans les bobinages du moteur des compresseurs semi-hermétiques. Cela peut finalement conduire à un court-circuit dans le moteur ou à la formation de boues épaisses. D'autre part, des particules peuvent être entraînées par l'huile de lubrification du compresseur et se loger dans les clapets, les rendant inopérants. Le filtre déshydrateur est un dispositif pour absorber la vapeur d'eau et éliminer les particules solides dans le fluide, de plus il contient un agent neutralisant l'acidité du fluide frigorigène, cause de corrosion. Pour assurer une protection maximum du détendeur et de la vanne de la conduite de fluide liquide, le filtre déshydrateur est généralement installé sur la conduite du fluide liquide, en amont de ces deux appareils.

Un by-pass et des vannes permettent d'isoler le filtre pour procéder au remplacement de l'élément filtrant.

c) VOYANT LIQUIDE:

Un voyant de liquide doit être monté sur la conduite de fluide liquide de toute installation frigorifique. Il est généralement placé immédiatement en amont du détendeur et il fournit un moyen de contrôler l'écoulement du fluide liquide.

L'aspiration de bulles dans le liquide indique généralement un manque de réfrigérant ou une obstruction partielle de la conduite de fluide liquide. Une réduction de la section de passage entraîne

une PDC qui se traduit par la formation de fluide gazeux. Il est aussi indicateur d'humidité.

d) MANOMÈTRES :

Les manomètres montés en permanence pour mesurer les pressions d'aspiration et de refoulement sont utiles pour assurer l'exploitation des écoulements de fluide gazeux, due aux pulsations créés par les compresseurs alternatifs de l'installation frigorifique, il est bon de brancher les manomètres sur le circuit par l'intermédiaire de robinets. Ces robinets assurent non seulement l'isolement du manomètre quand celui-ci n'est pas utilisé, mais encore ils procurent un moyen de diminuer les écoulements afin de limiter les vibrations au moment des mesures.

e) ROBINETS D'ARRÊT À COMMANDE MANUELLE

Ils assurent une fonction d'isolement ou de dérivation.

f) ROBINETS DE CHARGE :

Les robinets pour le chargement de fluide frigorigène sont généralement placés sur la conduite de fluide liquide, côté haute pression près de la sortie du condenseur. Si un réservoir de fluide est installé, le robinet de charge est placé à la sortie du réservoir. Un robinet d'équerre peut être employé pour cet usage.

g) ROBINETS POUR RESERVOIRS DE LIQUIDE :

Les robinets de réservoir sont directement montés à l'entrée

et à la sortie des réservoirs de fluide frigorigène liquide.

h) ROBINETS D'ARRÊT DU COMPRESSEUR :

Les robinets d'arrêt, ou d'entretien, des compresseurs sont généralement des appareils avec garniture presse-étoupe sur l'axe, conçus pour être boulonnés sur les brides d'aspiration et de refoulement du corps de compresseur.

i) SOUPAPES DE SÛRETE :

Les soupapes de sûreté sont des dispositifs conçus pour empêcher l'élévation excessive de la pression du fluide frigorigène à l'intérieur du circuit. La soupape de sûreté est fixée soit sur le condenseur, soit sur le réservoir de fluide liquide quand le circuit en a un.

De plus, certaines réglementations imposent le montage d'une soupape de sûreté sur le côté basse pression des installations frigorifiques.

L'échappement de la soupape est taraudée, ce qui permet d'y fixer une canalisation d'évacuation de gaz vers l'extérieur. Cette tuyauterie d'évacuation est souvent exigée par les réglementations.

j) BOUCHONS FUSIBLES :

Le bouchon fusible fond quand la température correspond à une pression donnée de fluide frigorigène est atteinte.

La différence entre un bouchon fusible et une soupape de sûreté, est que la fusion du bouchon entraîne la libération complète de la

charge de fluide frigorigène, tandis que la soupape de sûreté ne libère que l'excès de pression, sauvegardant le reste de la charge.

k) CLAPET DE RETENU :

Nécessaire quand le compresseur se trouve dans un endroit plus froid que le condenseur, il évite le coup de liquide lors de la remise en marche et doit être monté sur la conduite de refoulement. Il peut être remplacé par le piège à huile.

l) SOUPAPE DE MAINTIEN DE PRESSION ET DE DÉCHARGE :

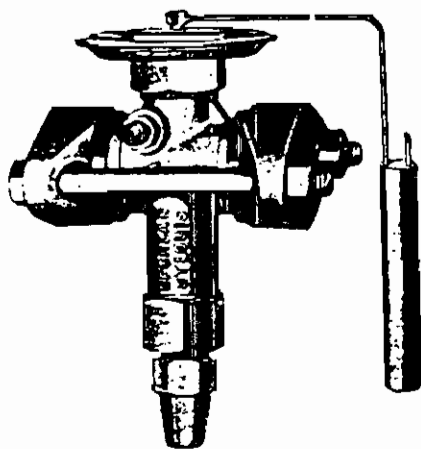
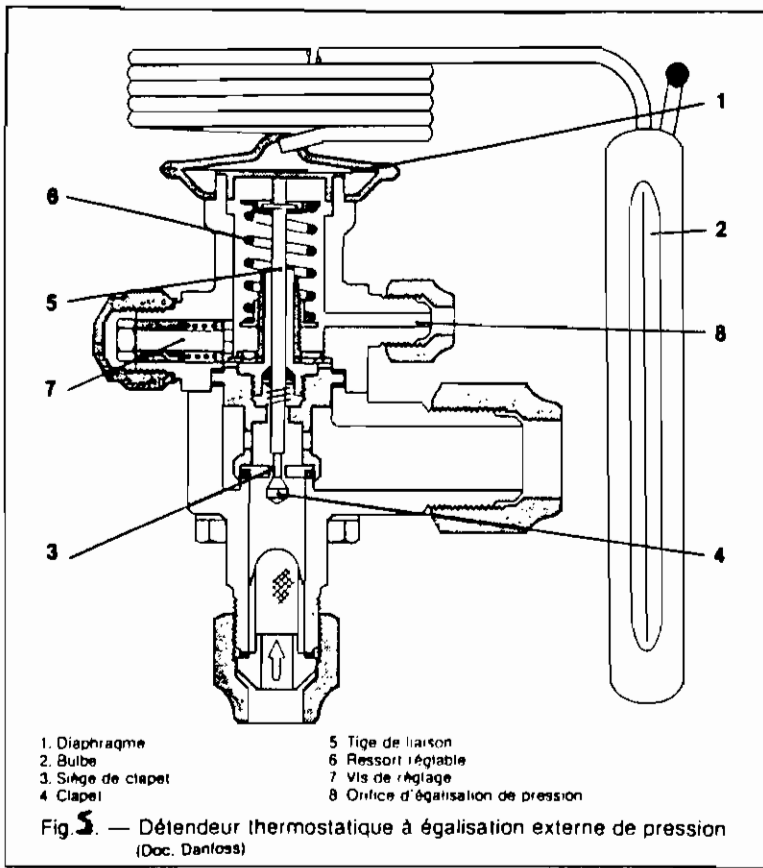
Elle empêche qu'une pression trop élevée ne règne dans le réservoir si la température autour de celui-ci venait à augmenter.

m) RESERVOIR DE FLUIDE FRIGORIGÈNE LIQUIDE :

Quand un condenseur, ne possédant qu'une faible capacité de stockage de fluide est utilisé, un réservoir est installé pour collecter et maintenir le fluide à l'état liquide jusqu'à ce qu'il soit nécessaire au fonctionnement de l'installation frigorifique.

Occasionnellement, le réservoir de fluide est utilisé pour stocker la charge complète de fluide quand l'installation est arrêtée, ou quand des appareils du côté haute pression doivent être déposés pour réparation.

Un **transmetteur** n'est rien d'autre qu'un réservoir en acier équipé de deux vannes d'entrée dont une avec tube plongeant, de deux vannes de sortie branchées l'une sur la partie liquide, l'autre côté vapeur, enfin d'une soupape de sûreté.



Sporlan Valve Co.

FIGURE 7

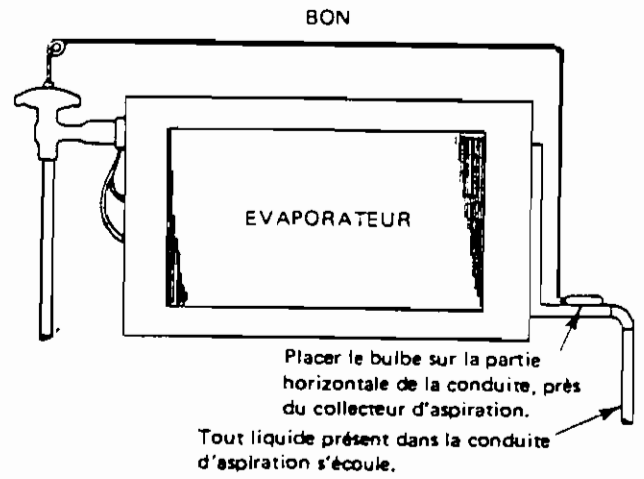
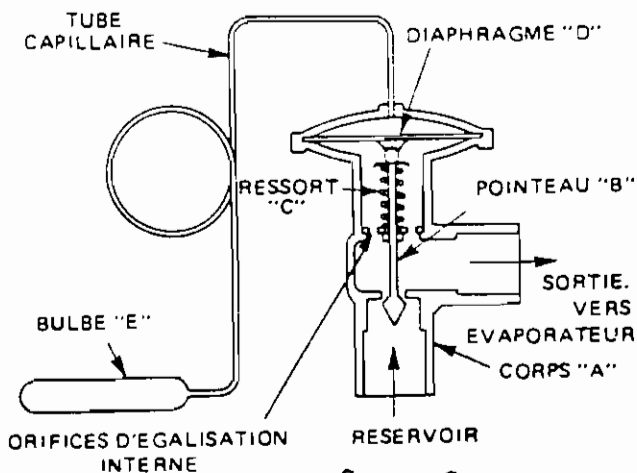


FIGURE 6.a

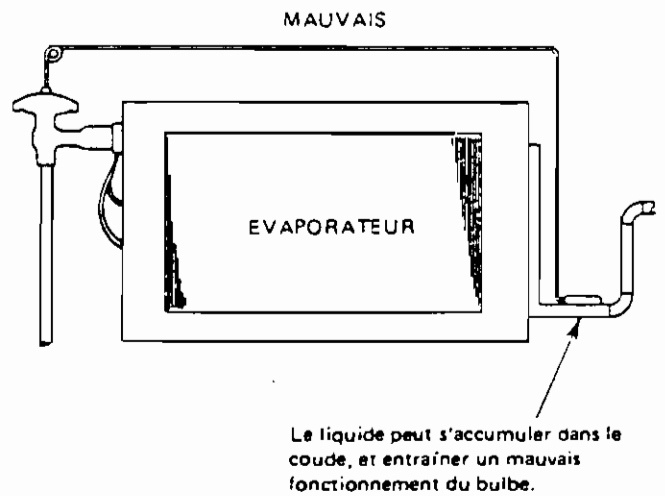
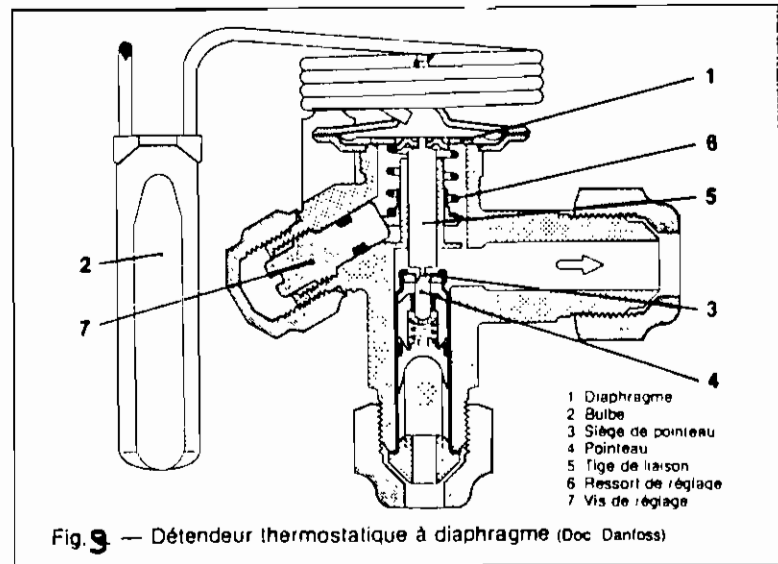


FIGURE 6.b



2.1.8. DETENDEUR

a) GENERALITES :

Le détendeur sert à régler le débit de fluide frigorigène admis dans l'évaporateur. Peu de fluide admis s'évapore très vite et extrait peu de chaleur. En revanche, trop de fluide admis se retrouve dans la conduite d'aspiration du compresseur pouvant causer de graves avaries car il n'est pas compressible.

Plusieurs sortes de détendeurs sont utilisés dont le plus courant est le détendeur thermostatique. Il est généralement muni d'un bulbe qui détecte la température de fluide à la sortie de l'évaporateur, autorisant ainsi l'entrée ou non de fluide (Voir figures 5 à 9).

La charge du bulbe est généralement réalisée avec le même fluide frigorigène que le système frigorigène qu'il contrôle. Il doit toujours contenir du fluide liquide, ce qui garantit un contrôle continu du fluide frigorigène. Noter que la charge peut être gazeuse ou faite avec un fluide autre que celui contrôlé, on parle alors de bulbe à "charge croisée" qui donne une courbe pression-température plus plate que celle du fluide frigorigène contrôlé.

Tous les détendeurs thermostatiques, montés sur des évaporateurs pour le conditionnement d'air dont la perte de charge est égale ou supérieure à 14 kPa doivent être équipés d'un égalisateur de pression externe.

TABLE 6. - FLUIDE R-22

TYPE DE DETENDEUR	TEMPERATURE D'EVAPORATION °C									
	+4,44					+6,66				
	PERTE DE CHARGE DANS LE DETENDEUR, kPa									
	517	690	862	1034	1207	690	862	1034	1207	1379
PUISSANCES EN kW										
TCL 50H	1,5	1,8	2,0	2,1	2,3	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4
TCL 100H	3,1	3,5	3,9	4,2	4,6	3,4	3,7	4,2	4,6	4,9
TCL 200H	6,3	7,4	8,1	9,1	9,8	7,1	8,1	8,4	9,5	10,2
TCL 300H	10,9	12,7	14,1	15,5	16,9	12,3	13,7	15,1	16,2	17,3
TCL 400H	13,7	15,8	17,6	19,3	20,7	15,5	17,2	18,6	20,4	21,8
TCL 500H	16,9	19,3	21,4	23,6	25,7	18,6	21,1	22,9	24,6	26,4
TCL 700H	21,4	24,6	27,4	30,2	32,7	23,9	26,7	29,2	31,6	33,8
TCL 900H	29,5	34,1	38,0	41,8	45,0	33,1	36,9	40,4	43,6	46,8
TCL 1000H	32,0	36,9	41,1	45,4	48,9	35,9	40,1	44,0	47,5	50,7
TCL 1200H	36,9	42,5	47,5	52,0	56,3	41,1	46,1	50,6	54,5	58,4
TJL 1400H	41,8	48,5	54,1	59,4	64,0	47,1	52,4	57,7	62,2	66,5
TJL 1800H	54,1	62,6	70,0	76,6	82,7	60,9	67,9	74,2	80,2	85,8
TER 22H	66,8	77,4	86,5	94,6	102,3	74,9	83,7	91,8	99,2	106,2
TER 26H	79,1	91,4	102,3	111,8	121,0	88,6	99,2	108,6	117,1	125,5
TER 35H	106,5	123,1	137,5	150,8	162,8	119,2	133,3	146,3	157,9	168,8
TER 45H	137,1	158,2	176,9	193,8	209,2	153,3	171,6	188,1	202,9	216,9
TIR 55H	167,4	193,4	216,2	237,0	255,6	187,4	209,6	229,6	248,2	265,1
THR 75H	228,2	263,7	294,6	323,1	348,8	255,6	285,9	313,3	338,2	361,8
THR 100H	304,5	351,6	393,1	430,7	465,2	341,1	381,1	417,7	451,1	482,4

Les puissances des détendeurs sont basées sur du fluide frigorigène liquide à 37,8°C, entrant sans gaz dans le détendeur. Pour déterminer les puissances des détendeurs pour d'autres températures du fluide liquide, multiplier les puissances ci-dessus par les facteurs indiqués à la Table 9-1A pour le Fluide R-12, et à la Table 8 pour le Fluide R-22.

TABLE 7. - FLUIDE R-22 - FACTEURS DE CORRECTION DES DETENDEURS

TEMPERATURE DU FLUIDE LIQUIDE °C	27	32	43	49	54	60
FACTEUR DE MULTIPLICATION	1,13	1,06	0,93	0,87	0,81	0,75

TABLE 8. - FACTEURS AFFECTANT LA SELECTION DES DETENDEURS THERMOSTATIQUES
Perte de charge du fluide frigorigène à diverses dénivellations

FLUIDE FRIGORIGENE	DENIVELLATION EN METRES								
		3	5	6	9	12	15	18	21
FLUIDE R-12 PERTE DE CHARGE (kPa)		37	59	76	112	150	188	225	260
FLUIDE R-22 PERTE DE CHARGE (kPa)		34	53	67	101	135	167	204	237

TABLE 9. - DETENDEURS SPORLAN - FLUIDE R-22

TYPES DE DETENDEURS	PUIS-SANCE NOMI-NALE kW	TEMPERATURE D'EVAPORATION °C											
		+4,44						+6,66					
		PERTE DE CHARGE DANS LE DETENDEUR, kPa											
		517	690	862	1034	1207	1379	517	690	862	1034	1207	1379
PUISSANCES EN kW													
C-S	18	16	18	20	22	24	26	16	18	20	22	24	26
H	19	17	20	22	24	26	28	17	20	22	24	26	28
H	25	21	25	28	30	33	35	21	25	28	30	32	35
C-S	28	24	28	31	34	37	40	24	28	31	34	37	40
P.H.	39	32	37	41	45	49	52	30	35	39	42	46	49
P.H.	56	46	53	60	65	71	76	44	60	57	63	68	72
P.H.	70	68	78	87	96	103	110	60	69	77	85	92	99
O	35	31	35	39	43	46	50	27	32	36	39	42	45
O	53	46	53	59	65	75	75	43	50	56	61	66	71
O	70	68	78	87	96	103	110	60	69	77	85	92	98
O	141	123	142	159	174	187	200	119	137	153	167	181	193
O	246	222	257	287	314	340	362	216	250	279	306	330	352
M	74	65	76	84	93	100	107	64	74	83	90	98	104
M	91	81	93	104	114	123	132	79	91	102	112	121	129
M	120	103	120	134	146	158	169	101	116	130	142	154	164
M	148	128	148	165	181	196	209	123	142	159	174	189	202
V	183	158	183	204	224	242	258	146	169	189	207	223	239
V	246	222	257	287	314	340	362	216	279	279	306	330	352
V	352	305	352	390	429	464	496	292	338	376	411	447	478
W	475	433	503	563	615	665	710						
W	633	545	633	707	774	837	897						

b) SELECTION D'UN DETENDEUR THERMOSTATIQUE

Les tables 6 et 9 sont des reproductions de tables de sélection d'Alco Valve Compagny et Sporlan Valve Compagny couvrant les puissance de détendeurs réglés sur la différence de pression entre l'entrée du détendeur est la sortie du détendeur. La pression à l'entrée du détendeur est la pression qui existe dans le réservoir ou le condenseur, moins la perte de charge dans la conduite du fluide liquide.

Celle-ci est due à la fois aux frottements (Voir 2.1.11) et à l'élévation du liquide (table 8).

La pression à la sortie du détendeur est la pression d'aspiration du compresseur plus la perte de charge dans la conduite d'aspiration et dans l'évaporateur. La PDC due à la dénivellation est ici négligeable car le gaz a une faible densité.

La perte de charge due à l'évaporateur est en moyenne 138 kPa si elle n'est pas donnée par le fabricant.

REMARQUE : Intérêt du sous-refroidissement

L'utilisation d'un condenseur équipé d'un sous-refroidisseur permet l'élimination du gaz susceptible d'être admis au détendeur. Ce qui baisserait la puissance d' l'installation. D'autre part, le sous-refroidissement contribue à améliorer les performances du système grâce à l'accroissement de l'effet frigorifique du fluide sous-refroidisseur.

2.1.9. REGULATION ET CONTROLE

Les fonctions dévolues aux appareils d'automatisme sont celles:

- de conduite : mise en service : contacteurs, discontacteurs, relais.
- alimentation : détendeur capillaire et thermostatique à égalisation interne ou externe de pression, bulbe.
- régulation : thermostats, pressostats, hygrostats.
- de protection : sécurité
sûreté
- de contrôle : signalisation : optique
sonore

Voici quelques appareils d'automatisme et leur rôle:

* **Tube sécheur** : Il doit faciliter le réglage du détendeur avec la plus faible surchauffe possible.

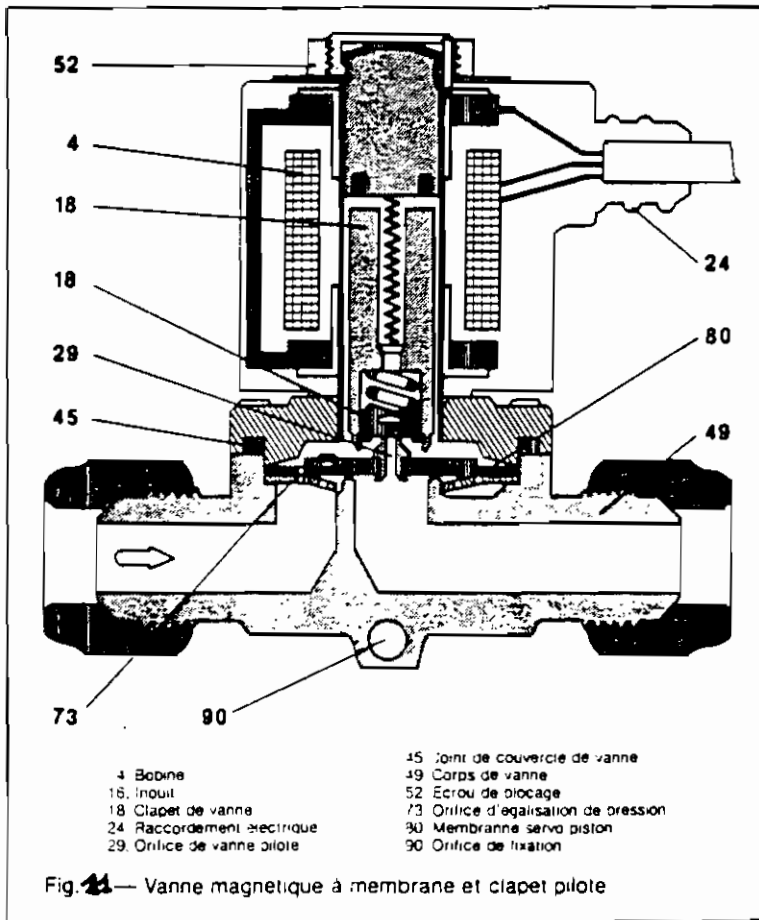
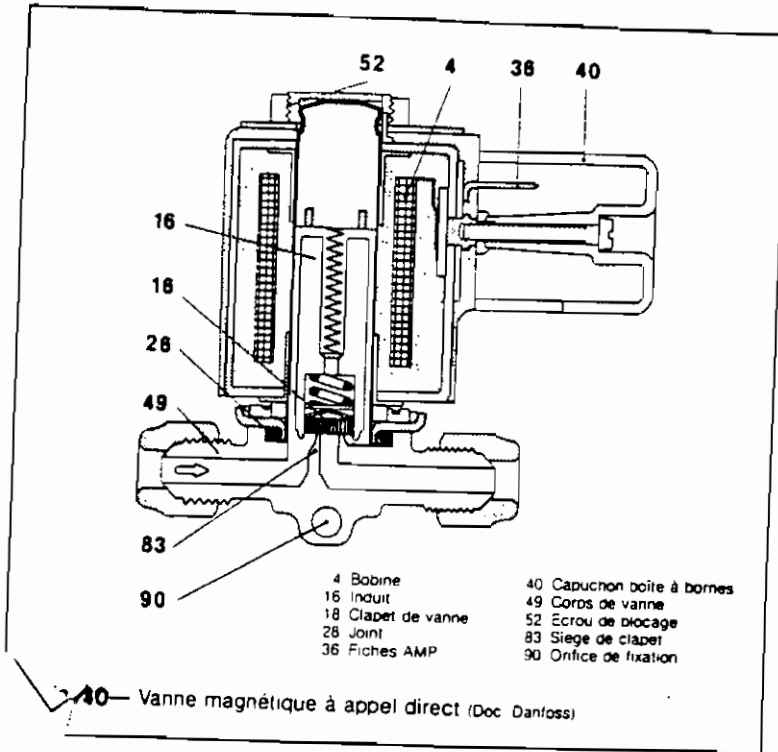
* **Vanne à position constante** :

(régulation de pression d'aspiration)

Elle doit maintenir une pression maximale préréglée dans l'évaporateur qu'elle règle et ce, quelque soit la pression d'aspiration du compresseur. Elle n'est pas indiquée dans notre cas où on a besoin d'une basse température.

* **Régulateur de démarrage** :

Les régulateurs (ou vannes de démarrage permettent de protéger le moteur de commande du compresseur contre les surcharges dues aux températures d'évaporation élevées que l'on constate lors de la



mise en service d'installations à basses températures ou après un dégivrage. Placée le plus près possible du compresseur, elle limite la pression d'aspiration au démarrage à une valeur maximum prédéterminée par le réglage du régulateur.

*** Vanne magnétique ou robinet magnétique: (Voir figures 10 et 11)**

Egalement appelée vanne à solénoïde, elle fonctionne suivant un principe magnétique. Elle se monte généralement sur la ligne liquide et toujours en position horizontales. Elle est commandée par un thermostat d'ambiance ou d'évaporateur monté en série sur la ligne électrique alimentant la vanne. Lorsque la température désirée est atteinte, celui-ci coupe le circuit et la vanne ferme. La circulation du fluide frigorigène est alors arrêtée jusqu'au moment où le thermostat enclenche de nouveau et ouvre la vanne.

2.1.10. - DIMENSIONNEMENT

Pour ce qui est de l'étude proprement dite, nous avons commencé par évaluer la quantité de chaleur à extraire pour congeler la masse d'eau introduite. Pour ce faire il faut fixer les dimensions de la chambre (encombrement). Comme il s'agit d'une petite unité qui pourrait tenir dans une maison, une chambre de 14 m³ maximum conviendrait - ce qui correspond à une production d'environ 3.6 tonnes en 24 heures, s'il s'agit d'une congélation dans l'air.

a) DIMENSIONNEMENT DE LA CHAMBRE. EVALUATION DE LA CHARGE

1°) DIMENSIONS DU TUNNEL : L x l x h 4,3 x 2,1 x 1,5 m³

Elles dépendent de la quantité de glace que l'on veut fabriquer. Si l'on se fixe comme objectif un chiffre d'affaires de 86.400 F/jour (au prix du pain de glace (prix sortie usine)), nous devons produire 2 x 72 barres de 25 kg chacune par jour.

Remarquons que le prix de la barre, à Thiès, est de 800 F chez le concessionnaire pour des pains de dimensions 1m x 0,2m x 0,2m.

Pour une meilleure circulation de l'air on disposera les mouleaux comme le montre la figure 1.

2°) BILAN DU FROID : Les différents facteurs à considérer sont :

- 1) Nature de l'isolant
- 2) Epaisseur de l'isolant
- 3) Température maximale de l'ambient
- 4) Température moyenne à l'intérieur du tunnel
- 5) Dimensions extérieures du tunnel
- 6) Nature des denrées à entreposer ou à congeler (ici eau)
- 7) Température avant et après réfrigération (congélation)
- 8) Masse des denrées à réfrigérer (congeler) en 24 heures
- 9) Quantité de chaleur due au service dans le même temps
- 10) Temps de marche du compresseur en 24 heures.

* Quantité de chaleur due au service, fonction de l'ouverture des portes:

- 1) service fort (+25 % de Qp)
- 2) service normal (+15 % de Qp)

3) service faible (notre cas : +10 % de Q_p ,
démoulage compris ventilateur, évaporation,...), avec :

$$Q_p = K A \Delta\theta \times 86400,$$

Q_p - quantité de chaleur en kJ/24H

A - surface totale du tunnel (m^2)

K - coefficient global de transmission thermique des parois
en $W/m^2 \cdot ^\circ C$

$$\Delta\theta = \theta_{\text{ambiante}} - \theta_{\text{tunnel}}$$

* Quantité de chaleur Q_m due à la masse d'eau à congeler:

$$Q_m = M_{\text{eau}} \times C_{p_{\text{eau}}} + M_{\text{eau}} L_{\text{eau}} + M_{\text{glace}} C_{p_{\text{glace}}}$$

Pour $P \approx 1 \text{ atm}$, $C_{p_{\text{eau}}} =$ chaleur massique de l'eau = $4,1945/\text{kg}^\circ K$

$C_{p_{\text{glace}}} = 2,11 \text{ kJ}/\text{kg}^\circ K$ Chaleur massique de la glace

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

* Quantité de chaleur Q_E due à l'emballage (bon conducteur)

$$Q_E = M_E C_E$$

Définissons les paramètres pour notre cas :

- construction modulable (âme isolante en polyuréthane)

- conditions déterminantes :

$$\theta_{\text{ext}} = 40^\circ C$$

- Entrées de chaleur journalières en kilojoules/jour rapportées au mètre carré de surface de panneau en fonction de l'épaisseur des ames isolantes et de l'écart de température : $\Delta\theta = (\theta_a - \theta_f)$ (1)

$\Delta\theta$ °C	Épaisseur de l'ame isolante en polyuréthane (Pu) en mm					
	60	90	105	130	150	180
10	311	224	183	—	—	—
15	467	336	274	—	—	—
20	622	448	365	(2)	(2)	(2)
25	778	560	456	—	—	—
30	933	672	547	446	386	324
35	1 089	783	638	520	451	378
40	— (2)	896	729	594	515	432
45	—	1 007	820	669	579	486
50	—	1 120	912	743	644	540
55	—	1 231	1 003	817	708	594
60	—	1 344	1 094	892	772	648
K (3)	0,360	0,259	0,211	0,172	0,149	0,125

(1) θ_a : Température ambiante extérieure. θ_f : Température de la chambre froide.

(2) Sauf cas particulier la différence de température ne justifie pas l'utilisation d'un tel panneau.

(3) Coefficient de transmission du panneau en $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

TABLEAU 10

$$\theta_{int} = -36^{\circ}\text{C}$$

$$r = 85 \%$$

$$\theta_{introduction\ eau} = 32^{\circ}\text{C}$$

- Temps de fonctionnement du compresseur = 14 heures/jour
- Dimensions intérieures du tunnel: $L = 4,3$; $l = 2,1$; $h = 1,5$
- Surface totale intérieure = $2(4,3 \times 2,1 + 4,3 \times 1,5 + 2,1 \times 1,5) = 37,26 \text{ m}^2 \approx 38 \text{ m}^2$
- Ecart température: $\Delta\theta = 76^{\circ}\text{C}$. Le tableau 10 nous permet,

par extrapolation, de choisir des panneaux à âme isolante de 180 mm d'épaisseur

Négligeant l'épaisseur du revêtement métallique intérieur et extérieur, on obtient les dimensions extérieures suivantes:

$$L = 4,66 \quad l = 2,46 \quad h = 1,86$$

- Volume brut intérieur = $13,545 \text{ m}^3$
- Service faible, pas de portillons vitrés
- Quantité de chaleur pénétrant par les parois : 800 kJ/m^2 en 24 h. (voir Tableau 10 avec $\Delta\theta = 76^{\circ}\text{C}$ Panneau 180 mm, $K = 0,125$)

BILAN THERMIQUE

Entrée de chaleur par les parois

$$Q_p = 800 \times 38 \dots\dots\dots = 30\,400 \text{ kJ}$$

Entrée de chaleur due au service (ventilateur,...)

$$30400 \times 0,10 \dots\dots\dots = 3\,040 \text{ kJ}$$

Apport de chaleur de l'eau à congeler

$$Q_m = 3668 \text{ kg } (4,19 \times 32 + 335 + 2,11 \times 4) \dots\dots = 1\,719\,072 \text{ kJ}$$

Plus apports dus à l'emballage

$$Q_e = \dots\dots\dots = 95\,328 \text{ kJ}$$

Charge totale.....= 1 814 400 kJ

Cette chaleur doit être évacuée par les compresseurs en 14 h de fonctionnement. En effet, pour des raisons de sécurité, le compresseur fonctionne, non pas 24h / 24, mais pour une durée allant de 14 à 16h pour les machines commerciales et de 18 à 20h pour les machines industrielles. Dans cette étude, nous adopterons 14h, compte tenu du temps de démoulage.

$$\text{Puissance frigorifique} = \frac{1\,814\,400 \text{ kJ}}{14 \times 3600 \text{ s}} = 36 \text{ kW}$$

La machine est placée dans 40°C et évapore à -35°C

Réserve de l'évaporation = 5 à 10 %

Pour un degré hygrométrique de 80 %, il faut environ 10°C d'écart entre la température d'évaporation et la température de la chambre (tunnel)

$$\theta_{\text{tunnel}} = -36^\circ\text{C}; \quad \theta_{\text{évaporation}} = -46^\circ\text{C}$$

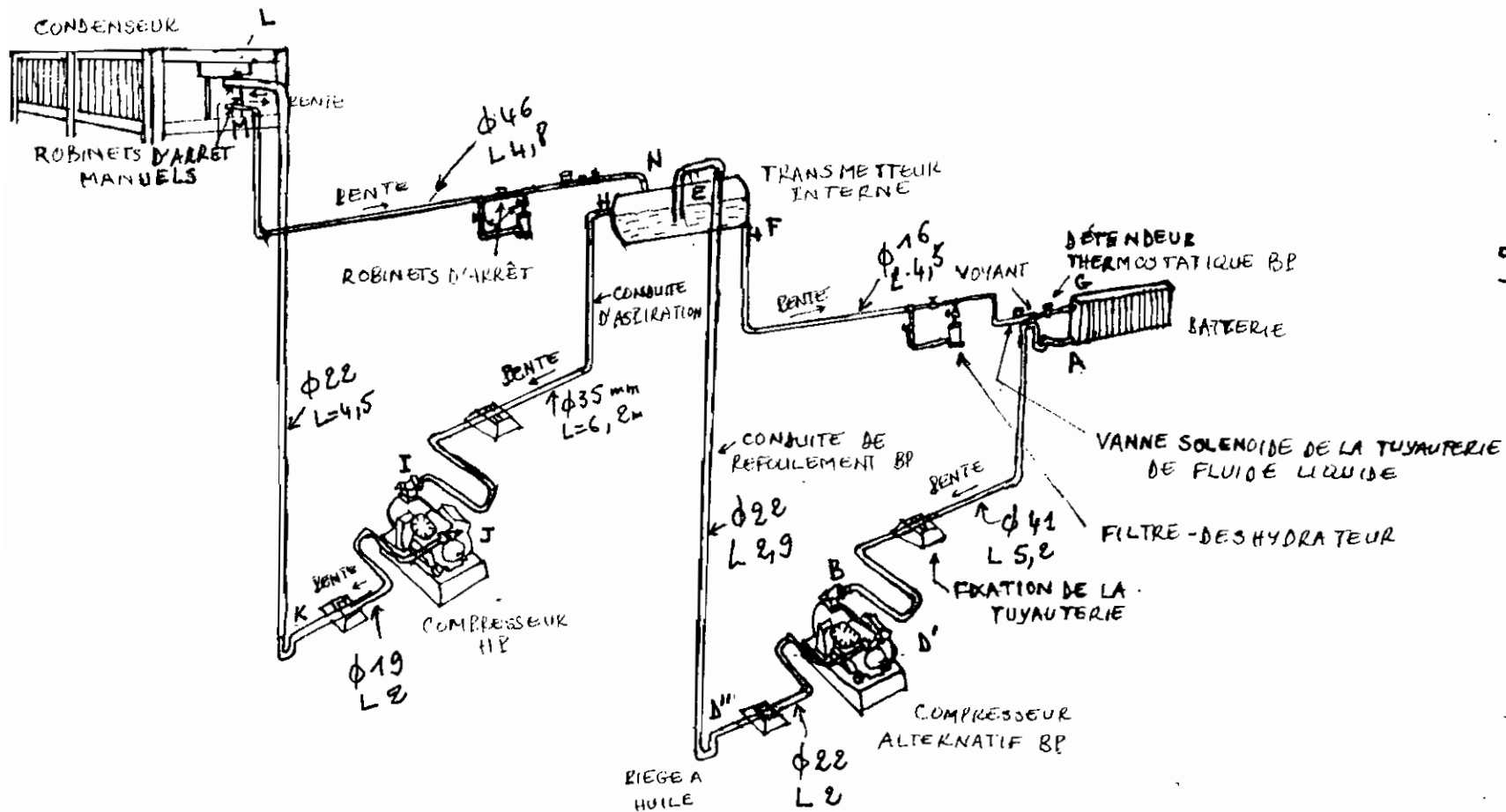
2.1.11. CALCUL, CHOIX ET POSE DES TUYAUTERIES

(Voir disposition générale figure 12).

Quelque soit le soin apporté au choix et à l'utilisation d'un groupe de compression alternatif, des problèmes de fonctionnement surgissent si le réseau de tuyauteries a été mal conçu et les tuyauteries mal disposées.

Déterminer un circuit frigorifique, ce n'est pas seulement permettre l'écoulement du réfrigérant à l'état liquide vers

Figure 12 Réseau de tuyauteries et disposition générale de l'installation.



l'évaporateur et en phase gazeuse vers le compresseur, c'est aussi assurer une circulation correcte de l'huile tout au long du circuit.

L'objectif à atteindre est de ramener la totalité de l'huile entraînée au compresseur. On disposera des pièges à huile sur la conduite de refoulement et au bas de la conduite verticale d'aspiration pour recueillir l'huile à l'arrêt du système.

Ces derniers ont, d'autre part, pour but, de permettre l'entraînement ascendant de l'huile dans les parties verticales de tuyauterie d'aspiration et de refoulement lors du démarrage du compresseur.

Quant aux robinets de service, ils sont montés sur les appareils ou sur la tuyauterie afin d'isoler, soit un appareil (bouteille de liquide par exemple) soit une partie de tuyauterie.

Les pertes de charge (PDC) associées sont données dans les tableaux de même que celles associées à la tuyauterie.

Des abaques, diagrammes et tableaux permettent justement la détermination des diamètres et le choix de ces différents composants. Les tuyauteries frigorifiques sont actuellement la plupart réalisés en tubes de cuivre de dimensions prises dans la "série pouce".

CONDUITE DE FLUIDE LIQUIDE HAUTE PRESSION: MN

Les caractéristiques de puissance de la conduite de fluide-liquide de la table 11 étant basées sur une température de condensation (T_c) de 40°C et une température d'aspiration (T_{asp}) de 4°C, la table 12 est utilisée pour obtenir le facteur de correction

TABLE 11 PUISSANCE ADMISSIBLE DU CONDENSEUR (SANS SOUS REFRIGDISSEMENT)
AU RESERVOIR DE LIQUIDE - AVEC REFRIGERANT 22

LONGUEUR EQUIVA- LENTE 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	kW
15	7,79	355	13,83	330	21,99	305	34,23	295	61,53	250	102,13	230	155,35	215	294,50	180	467	150	718	135	985	130	1420	130	
20									58,06	295	95,40	275	150,52	260	283,50	215	454,76	190	695	175	1024	155	1332	155	
30									52,62	370	87,16	350	132,66	310	254,47	265	413,75	240	625	210	942	200	1243	205	
45									48,02	470	79,06	440	122,12	400	233,52	340	384,45	315	592	285	890	265	1145	265	
60															215	390	350,49	355	543	325	827	315	1085	320	
75																			512	365	768	345	1000	345	
90																							940	370	

kW = kW POUR 40°C SATURÉ (TEMPERATURE DE CONDENSATION) ET 4°C SATURÉ (TEMP D'ÉVAPORATION) 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 GRAVITÉ.

TABLE 12 FACTEURS DE CORRECTION DE PUISSANCE POUR CONDUITES DE FLUIDE LIQUIDE, R-22

Applicables à la Table 13

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	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97
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	1,02	1,01	1,00
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	1,21	1,20	1,19	1,18
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 13 - 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 12

LONGUEUR EQUIVALENTE EN m	PRESSION TOTALE EN kPa	DIAMETRE DU TUBE EN mm ET POUCES															
		16				19				25				38			
		1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 7/8"	2"	2 1/8"	2 3/8"	3"	3 1/2"	4"	
2,5	4,75	10,99	20,80	34,47	55,57	77,79	99,22	118,45	140,22	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
7,5	6,96	16,04	30,46	50,42	71,36	91,36	110,77	128,83	148,50	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
10	10,18	23,56	44,55	73,89	119,12	174,41	232,54	292,74	352,87	443,86	913,83	1588,33	2567,43	4025,21	5265,41		
20	14,91	34,49	65,29	108,19	174,41	241,45	310,97	382,13	454,00	548,13	1133,93	2028,45	3238,94	5031,71	6563,27		
30	18,63	43,10	81,60	135,27	217,98	295,51	374,11	453,80	534,59	638,62	1343,70	2448,21	3953,41	6078,31	7940,67		
35	20,26	46,92	88,82	147,18	237,26	316,16	395,85	475,54	555,33	660,36	1413,34	2564,83	4071,73	6386,91	8354,51		
40	21,83	50,49	95,59	158,40	255,34	334,24	413,14	492,04	570,94	686,07	1482,98	2686,91	4205,46	6524,62	8598,62		
50	24,68	57,09	108,07	179,08	288,68	367,58	446,48	525,38	604,28	720,41	1552,61	2809,04	4344,61	6704,31	8882,31		
2,5	3,74	7,51	14,71	23,55	37,96	52,40	66,83	81,27	95,70	202,07	426,32	740,98	1197,75	1877,83	2456,40		
7,5	4,75	10,99	20,80	34,47	55,57	77,79	99,22	118,45	140,22	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
10	6,96	16,04	30,46	50,42	71,36	91,36	110,77	128,83	148,50	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
20	10,18	23,56	44,55	73,89	119,12	174,41	232,54	292,74	352,87	443,86	913,83	1588,33	2567,43	4025,21	5265,41		
30	12,73	29,44	55,73	92,36	148,88	205,33	261,78	318,24	374,69	451,15	913,83	1588,33	2567,43	4025,21	5265,41		
35	13,85	32,05	60,67	100,53	162,06	218,51	275,00	331,49	387,98	464,44	964,00	1648,00	2618,00	4089,00	5344,00		
40	14,91	34,49	65,29	108,19	174,41	241,45	310,97	382,13	454,00	548,13	1133,93	2028,45	3238,94	5031,71	6563,27		
50	16,86	38,99	73,81	122,31	197,18	262,05	326,92	391,79	456,66	540,53	1173,00	2131,62	3341,22	5142,82	6744,42		
2,5	7,87	6,64	12,57	20,83	33,57	46,31	59,05	71,79	84,53	183,15	377,08	665,40	1059,41	1660,94	2172,69		
7,5	4,70	9,72	18,40	30,49	49,15	67,81	86,47	105,13	123,79	268,15	557,08	959,56	1551,07	2431,76	3181,01		
10	6,15	14,23	26,94	44,64	71,97	99,30	126,63	153,96	181,29	392,59	808,29	1404,88	2270,90	3520,21	4667,27		
20	9,01	20,84	39,44	65,36	105,36	145,36	185,36	225,36	265,36	574,79	1183,40	2068,66	3324,79	5124,86	6820,93		
30	11,76	26,04	49,30	81,69	131,69	181,69	231,69	281,69	331,69	718,39	1479,06	2570,73	4155,42	6514,85	8522,13		
35	12,75	28,35	53,66	88,97	143,34	198,01	252,68	307,35	362,02	781,95	1609,91	2798,19	4523,09	7091,29	9276,18		
40	13,19	30,51	57,75	95,69	154,26	208,93	263,60	318,27	372,94	841,54	1732,60	3011,43	4867,78	7311,65	9593,08		
50	14,41	34,49	65,29	108,19	174,41	241,45	310,97	382,13	454,00	951,43	1958,84	3404,65	5502,41	8628,72	11286,65		
2,5	3,80	8,79	16,65	27,58	44,46	61,34	78,22	95,10	111,98	242,56	499,40	868,01	1403,08	2199,74	2877,50		
7,5	5,71	12,87	24,37	40,38	65,10	89,83	114,55	139,28	164,01	355,14	731,17	1270,84	2054,23	3270,61	4272,91		
10	8,15	18,85	35,66	59,12	82,34	105,56	128,80	152,04	175,28	376,24	752,49	1128,74	1804,99	2749,30	3596,38		
20	11,76	26,04	49,30	81,69	131,69	181,69	231,69	281,69	331,69	718,39	1479,06	2570,73	4155,42	6514,85	8522,13		
30	13,93	27,59	52,74	86,56	139,54	192,53	245,52	298,51	351,50	781,25	1567,79	2724,10	4403,33	6903,53	9030,56		
40	15,49	31,20	59,06	97,87	157,77	211,77	265,77	319,77	373,77	860,65	1771,94	3079,80	4976,31	7504,98	10209,76		
2,5	4,75	10,99	20,80	34,47	55,57	77,79	99,22	118,45	140,22	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
7,5	6,96	16,04	30,46	50,42	71,36	91,36	110,77	128,83	148,50	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
10	10,18	23,56	44,55	73,89	119,12	174,41	232,54	292,74	352,87	443,86	913,83	1588,33	2567,43	4025,21	5265,41		
20	14,91	34,49	65,29	108,19	174,41	241,45	310,97	382,13	454,00	548,13	1133,93	2028,45	3238,94	5031,71	6563,27		
30	18,63	43,10	81,60	135,27	217,98	295,51	374,11	453,80	534,59	638,62	1343,70	2448,21	3953,41	6078,31	7940,67		
35	20,26	46,92	88,82	147,18	237,26	316,16	395,85	475,54	555,33	660,36	1413,34	2564,83	4071,73	6386,91	8354,51		
40	21,83	50,49	95,59	158,40	255,34	334,24	413,14	492,04	570,94	686,07	1482,98	2686,91	4205,46	6524,62	8598,62		
50	24,68	57,09	108,07	179,08	288,68	367,58	446,48	525,38	604,28	720,41	1552,61	2809,04	4344,61	6704,31	8882,31		
2,5	3,80	8,79	16,65	27,58	44,46	61,34	78,22	95,10	111,98	242,56	499,40	868,01	1403,08	2199,74	2877,50		
7,5	5,71	12,87	24,37	40,38	65,10	89,83	114,55	139,28	164,01	355,14	731,17	1270,84	2054,23	3270,61	4272,91		
10	8,15	18,85	35,66	59,12	82,34	105,56	128,80	152,04	175,28	376,24	752,49	1128,74	1804,99	2749,30	3596,38		
20	11,76	26,04	49,30	81,69	131,69	181,69	231,69	281,69	331,69	718,39	1479,06	2570,73	4155,42	6514,85	8522,13		
30	13,93	27,59	52,74	86,56	139,54	192,53	245,52	298,51	351,50	781,25	1567,79	2724,10	4403,33	6903,53	9030,56		
40	15,49	31,20	59,06	97,87	157,77	211,77	265,77	319,77	373,77	860,65	1771,94	3079,80	4976,31	7504,98	10209,76		
2,5	4,75	10,99	20,80	34,47	55,57	77,79	99,22	118,45	140,22	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
7,5	6,96	16,04	30,46	50,42	71,36	91,36	110,77	128,83	148,50	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
10	10,18	23,56	44,55	73,89	119,12	174,41	232,54	292,74	352,87	443,86	913,83	1588,33	2567,43	4025,21	5265,41		
20	14,91	34,49	65,29	108,19	174,41	241,45	310,97	382,13	454,00	548,13	1133,93	2028,45	3238,94	5031,71	6563,27		
30	18,63	43,10	81,60	135,27	217,98	295,51	374,11	453,80	534,59	638,62	1343,70	2448,21	3953,41	6078,31	7940,67		
35	20,26	46,92	88,82	147,18	237,26	316,16	395,85	475,54	555,33	660,36	1413,34	2564,83	4071,73	6386,91	8354,51		
40	21,83	50,49	95,59	158,40	255,34	334,24	413,14	492,04	570,94	686,07	1482,98	2686,91	4205,46	6524,62	8598,62		
50	24,68	57,09	108,07	179,08	288,68	367,58	446,48	525,38	604,28	720,41	1552,61	2809,04	4344,61	6704,31	8882,31		
2,5	3,80	8,79	16,65	27,58	44,46	61,34	78,22	95,10	111,98	242,56	499,40	868,01	1403,08	2199,74	2877,50		
7,5	5,71	12,87	24,37	40,38	65,10	89,83	114,55	139,28	164,01	355,14	731,17	1270,84	2054,23	3270,61	4272,91		
10	8,15	18,85	35,66	59,12	82,34	105,56	128,80	152,04	175,28	376,24	752,49	1128,74	1804,99	2749,30	3596,38		
20	11,76	26,04	49,30	81,69	131,69	181,69	231,69	281,69	331,69	718,39	1479,06	2570,73	4155,42	6514,85	8522,13		
30	13,93	27,59	52,74	86,56	139,54	192,53	245,52	298,51	351,50	781,25	1567,79	2724,10	4403,33	6903,53	9030,56		
40	15,49	31,20	59,06	97,87	157,77	211,77	265,77	319,77	373,77	860,65	1771,94	3079,80	4976,31	7504,98	10209,76		
2,5	4,75	10,99	20,80	34,47	55,57	77,79	99,22	118,45	140,22	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
7,5	6,96	16,04	30,46	50,42	71,36	91,36	110,77	128,83	148,50	303,16	624,17	1084,86	1753,61	2749,30	3596,38		
10	10,18	23,56	44,55	73,89	119,12	174,41	232,54	292,74	352,87	443,86	913,83	1588,33	2567,43	4025,21	5265,41		
20	1																

TABLE 14 - 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	0,3	95	0,04	0,03
16(5/8)	14	1	0,4	154	0,05	0,04
19(3/4)	17	1	0,5	227	0,06	0,05
22(7/8)	20	1	0,7	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 15 - LONGUEURS EQUIVALENTES POUR ROBINETS ET ACCESSOIRES

Sur la base de conduites en tube cuivre avec raccords à brides, évasés 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 DERIV.
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	0,8	0,6	0,8	2,4
35(1-3/8)	31	10,1	1,0	0,7	0,8	3,0
41(1-5/8)	35	10,4	1,2	0,8	0,9	3,7
54(2-1/8)	43	11,9	1,6	1,0	1,2	4,9
67(2-5/8)	48	13,4	2,0	1,3	1,4	6,1
79(3-1/8)	56	16,2	2,4	1,6	1,6	7,3
92(3-5/8)	66	20,1	3,0	1,9	2,0	9,1
105(4-1/8)	76	23,1	3,7	2,2	2,2	10,7
130(5-1/8)	89	29,3	4,3	2,7	2,4	12,8
156(6-1/8)	105	36,3	5,2	3,0	2,9	15,2

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

qui correspond aux conditions de notre système.

Les conditions sont:

$T_c = 55^\circ\text{C}$ avec 10°C de sous-refroidissement.

Ceci donne une température du fluide liquide (T_l) à $(55^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})$ soit 45°C . $T_{asp} = -5,22^\circ\text{C}$.

En utilisant un sous-refroidissement de 10°C avec $T_{asp} = -5,22^\circ\text{C}$ et $T_l = 45^\circ\text{C}$, on trouve un premier facteur de correction (F_{c1}) relatif au sous-refroidissement de 3°C de 1,03. En effet, la table 11 a été dressée pour un sous-refroidissement de 7°C .

En appliquant le deuxième facteur de correction (table 12), on trouve une puissance corrigée de : $18,54 \text{ kW} \times 1,09 = 20,21 \text{ kW}$ qui est utilisée pour dimensionner la conduite de fluide liquide.

Une dimension provisoire de la conduite doit ensuite être choisie. En estimant la longueur équivalente de la conduite de fluide liquide à 30 m, on se sert de la table 13 et on prend 20,21 kW ou la valeur immédiatement supérieure. Une conduite de 16 mm DE (diamètre extérieur) admettra 24,37 kW avec une perte de charge de 20 kPa.

La longueur équivalente de la conduite de fluide-liquide est donc déterminée avec une tuyauterie ayant un diamètre de 16 mm.

D'après la table 15 les longueurs équivalentes des divers raccords sont :

	mètres
2 coudes à grand rayon (à 1m).....	= 2,0
2 robinets d'arrêt (à 7,3m).....	= 14,6
3 coudes à rayon court (à 1,4m).....	= 4,2

20,8

longueur de la conduite proprement dite = 4,8

longueur totale équivalente.....= 25,6 m

REMARQUE En marche normale, l'écoulement du fluide passe à travers le filtre déshydrateur. Par conséquent, les tés à l'entrée et à la sortie du filtre sont considérés comme des coudes à rayon court.

En utilisant la table 13, la PDC approximative à l'intérieur d'une conduite de fluide-liquide de 16 mm ayant 25,6 m de longueur équivalente et réalisant 20,21 kW est de 15 kPa. Enfin la PDC attribuée au filtre-déshydrateur doit être prise en compte. D'après les données du fabricant, elle est de 14 kPa pour un filtre propre. Ainsi, la PDC totale à l'intérieur de la conduite de fluide liquide est de 15 kPa + 14 kPa, soit 29 kPa.

Le liquide ayant un sous-refroidissement de 10°C, la perte de charge de 29 kPa peut être admise sans risque de formation de gaz.

La conduite de 16 mm de diamètre extérieur convient donc à cette application.

CONDUITE DE FLUIDE LIQUIDE BASSE PRESSION (FG)

Même procédure que ci-dessus avec $T_{asp} = -41,00^{\circ}\text{C}$ et $T_c = 55^{\circ}\text{C}$.
En appliquant le 2^e facteur de correction :

$$12,3646 \times 1,305 = 12,7 \text{ kW}$$

D'une longueur équivalente de 60 m, une conduite de 16 mm DE

**TABLE 17- PUISSANCES POUR CONDUITE DE GAZ D'ASPIRATION (REFRIGERANT 22)
ALLANT DE L'EVAPORATEUR AU COMPRESSEUR**

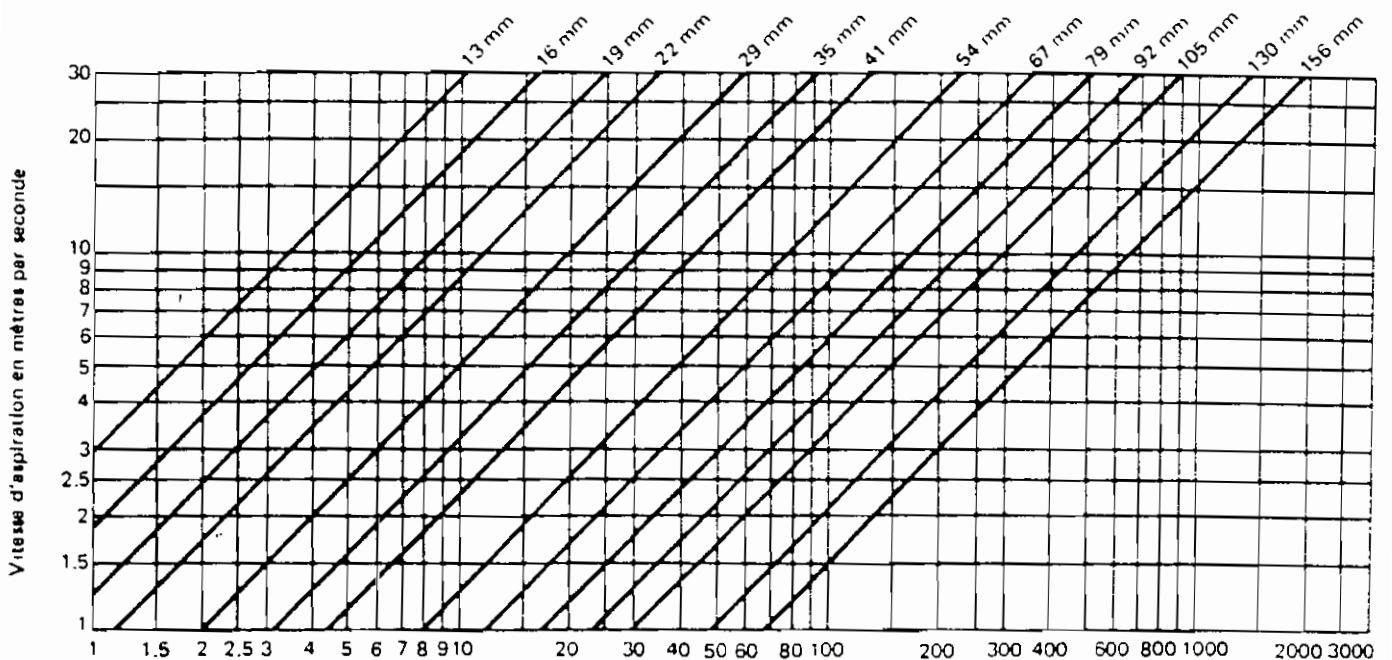
En kW. Pour 40°C saturé de température de condensation et 4°C saturé de température d'évaporation.
Pour d'autres conditions utiliser le facteur de correction de la Table 16

LONGUEUR EQUIVALENTE EN m	PRESSION TOTALE EN MPa	DIAMETRE DU TUBE EN mm ET POUCES												
		13	16	19	22	25	35	41	54	67	92	105	130	
		1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1 1/8"	1 3/8"	1 5/8"	2 1/8"	2 5/8"	3 1/8"	3 5/8"	4 1/8"	5 1/8"
750	2,50	2,61	4,19	8,27	12,63	15,69	44,85	20,93	147,52	261,09	411,35	613,57	861,61	1575,27
	5	3,82	7,01	12,11	18,49	37,62	65,87	103,85	215,98	382,26	602,25	898,32	1261,47	2306,33
	10	5,53	10,27	17,73	27,07	55,07	96,14	152,04	318,21	559,67	881,74	1315,22	1846,91	3376,67
	20	8,19	15,03	25,96	39,83	80,83	140,78	222,80	462,96	819,40	1290,95	1929,60	2704,03	4943,73
	30	10,24	18,79	32,85	49,83	100,77	175,93	278,21	578,62	1024,11	1613,46	2406,66	3379,57	6178,81
5	2,50	1,78	3,27	5,65	8,63	17,55	30,64	48,45	100,76	178,33	280,96	419,08	588,50	1075,94
	5	2,61	4,79	8,27	12,63	25,69	44,85	70,93	147,52	261,09	411,35	613,57	861,61	1575,27
	10	3,82	7,01	12,11	18,49	37,62	65,87	103,85	215,98	382,26	602,25	898,32	1261,47	2306,33
	20	5,53	10,27	17,73	27,07	55,07	96,14	152,04	318,21	559,67	881,74	1315,22	1846,91	3376,67
	30	7,00	12,83	22,17	33,83	69,83	120,16	190,03	395,21	699,49	1102,03	1643,60	2306,32	4270,25
10	2,50	1,22	2,23	3,86	5,89	12,00	20,92	33,09	68,87	121,80	191,90	286,24	401,96	734,89
	5	1,78	3,27	5,65	8,63	17,55	30,64	48,45	100,76	178,33	280,96	419,08	588,50	1075,94
	10	2,61	4,79	8,27	12,63	25,69	44,85	70,93	147,52	261,09	411,35	613,57	861,61	1575,27
	20	3,82	7,01	12,11	18,49	37,62	65,87	103,85	215,98	382,26	602,25	898,32	1261,47	2306,33
	30	4,78	8,76	15,14	23,11	47,01	82,07	129,78	269,94	477,77	752,71	1127,75	1576,63	2987,52
12,5	2,50	1,06	1,98	3,41	5,21	10,60	18,51	29,27	60,87	107,74	169,74	253,18	355,53	650,01
	5	1,58	2,89	5,00	7,63	15,52	27,10	42,85	89,12	157,74	248,51	370,68	520,53	951,67
	10	2,31	4,24	7,32	11,17	22,72	39,67	62,74	130,48	230,94	363,84	542,71	787,10	1393,33
	20	3,38	6,20	10,71	16,35	33,27	58,08	91,86	191,02	338,11	532,89	794,57	1115,78	2039,96
	30	4,22	7,75	13,39	20,44	41,58	72,58	114,80	238,78	422,59	666,77	993,07	1394,52	2549,80
15	2,50	0,97	1,79	3,09	4,71	9,59	16,74	26,48	55,06	97,46	153,54	229,02	321,61	587,99
	5	1,43	2,62	4,52	6,90	14,04	24,51	38,78	80,62	142,69	224,80	335,31	470,86	860,87
	10	2,09	3,83	6,62	10,10	20,56	35,89	56,75	118,03	208,90	329,12	490,83	689,38	1280,39
	20	3,06	5,61	9,69	14,79	30,10	52,54	83,09	172,81	306,85	481,87	718,76	1009,32	1846,32
	30	3,82	7,01	12,11	18,49	37,62	66,67	103,85	215,98	382,26	602,25	898,32	1261,47	2306,33
20	2,50	0,97	1,53	2,64	4,02	8,19	14,29	22,60	47,01	83,20	131,07	195,51	274,54	501,94
	5	1,22	2,23	3,86	5,89	12,00	20,92	33,09	68,87	121,80	191,90	286,24	401,96	734,89
	10	1,98	3,27	5,65	8,63	17,55	30,64	48,45	100,76	178,33	280,96	419,08	588,50	1075,94
	20	2,61	4,79	8,27	12,63	25,69	44,85	70,93	147,52	261,09	411,35	613,57	861,61	1575,27
	30	3,26	6,00	10,34	15,78	32,11	56,06	88,65	184,37	326,32	514,11	766,88	1078,87	1968,82
30	2,5	1,22	2,11	3,27	5,55	11,44	20,08	37,51	76,57	135,48	204,87	296,63	419,67	780,61
	5	0,97	1,79	3,09	4,71	9,59	16,74	26,48	55,06	97,46	153,54	229,02	321,61	587,99
	10	1,43	2,62	4,52	6,90	14,04	24,51	38,78	80,62	142,69	224,80	335,31	470,86	860,87
	20	2,09	3,83	6,62	10,10	20,56	35,89	56,75	118,03	208,90	329,12	490,83	689,38	1280,39
	30	2,61	4,79	8,27	12,63	25,69	44,85	70,93	147,52	261,09	411,35	613,57	861,61	1575,27
40	2,5	1,04	1,80	3,25	5,59	9,76	15,44	32,11	56,87	89,57	133,54	187,52	264,54	491,84
	5	1,53	2,64	4,02	6,19	14,29	22,60	47,01	83,20	131,07	195,51	274,54	501,94	934,85
	10	2,23	3,86	5,89	8,90	18,00	33,09	68,87	121,80	191,90	286,24	401,96	734,89	1364,74
	20	3,26	6,00	10,34	15,78	32,11	56,06	88,65	184,37	326,32	514,11	766,88	1078,87	1968,82
	30	4,09	7,06	12,11	18,49	37,62	66,67	103,85	215,98	382,26	602,25	898,32	1261,47	2306,33
50	2,5	0,92	1,59	2,43	4,36	8,63	13,65	28,40	50,26	79,18	118,11	165,86	230,34	433,74
	5	1,35	2,33	3,56	5,21	10,60	18,51	29,27	60,87	107,74	169,74	253,18	355,53	650,01
	10	1,98	3,41	5,21	7,63	15,52	27,10	42,85	89,12	157,74	248,51	370,68	520,53	951,67
	20	2,89	5,00	7,63	11,17	22,72	39,67	62,74	130,48	230,94	363,84	542,71	787,10	1393,33
	30	3,62	6,25	9,54	14,04	28,07	48,08	73,56	151,39	272,89	422,59	631,15	912,52	1394,52
60	2,5	1,22	2,11	3,27	5,55	11,44	20,08	37,51	76,57	135,48	204,87	296,63	419,67	780,61
	5	0,97	1,79	3,09	4,71	9,59	16,74	26,48	55,06	97,46	153,54	229,02	321,61	587,99
	10	1,43	2,62	4,52	6,90	14,04	24,51	38,78	80,62	142,69	224,80	335,31	470,86	860,87
	20	2,09	3,83	6,62	10,10	20,56	35,89	56,75	118,03	208,90	329,12	490,83	689,38	1280,39
	30	2,61	4,79	8,27	12,63	25,69	44,85	70,93	147,52	261,09	411,35	613,57	861,61	1575,27
70	2,5	1,12	1,94	3,20	4,11	7,18	11,25	23,60	41,77	65,81	98,16	137,84	197,44	287,12
	5	1,64	2,84	4,33	6,31	12,30	20,56	35,89	74,06	131,09	206,52	300,06	432,59	790,74
	10	2,40	4,15	6,34	9,20	17,90	31,61	51,51	106,56	191,90	286,24	401,96	574,74	1075,94
	20	3,40	6,00	9,20	13,65	28,07	48,08	73,56	151,39	272,89	422,59	631,15	912,52	1394,52
	30	4,22	7,75	13,39	20,44	41,58	72,58	114,80	238,78	422,59	666,77	993,07	1394,52	2549,80
80	2,5	1,04	1,80	3,25	5,59	9,76	15,44	32,11	56,87	89,57	133,54	187,52	264,54	491,84
	5	1,53	2,64	4,02	6,19	14,29	22,60	47,01	83,20	131,07	195,51	274,54	501,94	934,85
	10	2,23	3,86	5,89	8,90	18,00	33,09	68,87	121,80	191,90	286,24	401,96	734,89	1364,74
	20	3,26	6,00	10,34	15,78	32,11	56,06	88,65	184,37	326,32	514,11	766,88	1078,87	1968,82
	30	4,09	7,06	12,11	18,49	37,62	66,67	103,85	215,98	382,26	602,25	898,32	1261,47	2306,33
90	2,5	1,15	1,76	3,58	5,25	9,88	14,47	30,99	53,26	83,91	125,16	175,76	247,54	464,74
	5	1,43	2,47	3,77	5,61	10,60	18,51	29,27	60,87	107,74	169,74	253,18	355,53	650,01
	10	2,09	3,62	5,52	8,11	16,74	26,48	55,06	106,56	191,90	286,24	401,96	574,74	1075,94
	20	3,06	5,25	7,92	11,44	24,51	41,58	68,87	147,52	261,09	411,35	613,57	861,61	1575,27
	30	3,82	7,01	12,11	18,49	37,62	66,67	103,85	215,98	382,26	602,25	898,32	1261,47	2306,33
100	2,5	1,09	1,66	3,38	5,00	9,33	14,00	28,40	50,26	79,18	118,11	165,86	230,34	433,74
	5	1,58	2,43	4,36	6,63	13,65	23,60	47,01	83,20	131,07	195,51	274,54	501,94	934,85
	10	2,33	3,56	5,21	7,63	15,52	27,10	42,85	89,12	157,74	248,51	370,68	520,53	951,67
	20	3,41	5,21	7,63	11,17	22,72	39,67	62,74	130,48	230,94	363,84	542,71	787,10	1393,33
	30	4,22	7,75	13,39	20,44	41,58	72,58	114,80	238,78	422,59	666,77	993,07	1394,52	2549,80
120	2,5	0,96	1,50	3,06	5,33	9,44	17,55	31,05	61,97	110,22	169,74	253,18	355,53	650,01
	5	1,44	2,20	3,47	5,25	9,88	14,47	30,99	53,26	83,91	125,16	175,76	247,54	464,74
	10	2,12	3,33	5,00										

TABLE 16 FACTEURS DE CORRECTION DE PUISSANCE POUR CONDUITES D'ASPIRATION, R-22
Applicables à la Table 17

TEMP. COND. °C	TEMPÉRATURE 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	1,16	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	2,36	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	2,61	2,44	2,28	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 18 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 18

TABLE 18 FACTEURS DE CORRECTION DES VITESSES D'ASPIRATION DU FLUIDE GAZEUX, R-22

Applicables au Diagramme 18

TEMP. COND. °C	TEMPÉRATURE 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

admettra 16,65 kW avec une perte de charge de 20 kPa (d'après la table 13).

D'après la table 15 les longueurs équivalentes sont :

3 coudes à grand rayon (à 1,2m)= 3,6 m

3 coudes à rayon court (à 1,7 m).....= 5,1 m

3 robinets d'équerre (à 7,6 m).....= 22,8 m

1 valve solénoïde (à 22 m).....= 22 m

1 voyant liquide (à 0,7m).....= 0,7 m

54,2 m

Longueur de la conduite proprement dite.....= 4,5 m

Longueur équivalente.....= 58,7 m

La table 13 donne une perte de charge approximative de 12,35 kPa, pour une conduite liquide de 16 mm ayant 60 m de longueur équivalente et réalisant 12,7 kW .

La PDC du filtre déshydrateur est de 14 kPa pour un filtre propre.

Donc la PDC totale est de 12,35 kPa + 14 kPa = 26,35 kPa.

CONDUITES D'ASPIRATION BASSE PRESSION: AB

Côté BP, $T_{asp} = -41^{\circ}\text{C}$ et $T_c = 55^{\circ}\text{C}$

La table 17 corrigée par $F_{c1} \approx 3$ de la table 16 donne:

$$12.36 \times 3 = 37,08 \text{ kW}$$

Estimant pour ce tronçon AB une longueur équivalente de 10 m et se rapportant à la table 17 pour une puissance de 37,08 kW ou la valeur supérieure, on trouve qu'une tuyauterie 41 mm admettra une puissance de 48,45 kW avec une PDC de 10 kPa.

D'après la table 15 la longueur équivalente des divers raccords sont :

2 coudes à rayon court (à 1,0 m).....=	2
4 coudes à grand rayon (à 0,7 m).....=	2,8
longueur de la conduite proprement dite.....=	5,2

longueur équivalente totale.....= 10,0 m

En utilisant la table 17, on voit que la PDC approximative, dans une conduite d'aspiration de 41 mm ayant 10 m de longueur équivalente et admettant 37,08 kW est de 3,5 kPa.

La vitesse des gaz dans ce tronçon de tuyauterie doit maintenant être contrôlée. Le diagramme 2 donnant des vitesses de gaz correspondant à une température de condensation de 40°C, la puissance doit être corrigée en tenant compte de la table correspondante avant de l'utiliser. La table 18 avec une température de condensation de 55°C et d'aspiration de -46°C donne un facteur de correction de 6,13 (par extrapolation). Avec ce facteur on aura :

$$12,36 \times 6,20 = 76,7 \text{ kW.}$$

D'après le diagramme 2, la vitesse d'écoulement du gaz à pleine charge à l'intérieur de ce tube de 41 mm est de 18 m/s. La vitesse maximum admissible étant de 29 m/s, celle de 18 m/s convient.

CONDUITE D'ASPIRATION HAUTE PRESSION : HI

La table 17 corrigée par la table 16 donne côté HP, où $T_{asp} = -5,22 \text{ °C}$ et $T_c = 55 \text{ °C}$, un facteur de correction = 1,47 et

donc une puissance de:

$$18,00 \times 1,47 = 26,46 \text{ kW}$$

Estimons une longueur équivalente de 10 m.

La table 17 donne qu'une tuyauterie de 35 mm admettra une puissance de 30,64 kW avec une perte de charge de 5 kPa.

D'après la table 15, la longueur équivalente des divers raccords sont :

$$6 \text{ coudes à grand rayon (à } 0,7 \text{ m)} \dots\dots\dots = 4,2$$

$$\text{longueur de la conduite proprement dite} \dots\dots\dots = 6,2$$

$$\text{longueur totale équivalente} \dots\dots\dots = 10,4 \text{ m}$$

En utilisant la table 17, on voit que la PDC approximative dans une conduite d'aspiration de 35 mm ayant 10,4 m de longueur équivalente et admettant 26,46 kW est de 3,5 kPa.

La vitesse du gas dans ce tronçon de tuyauterie est donnée par le diagramme 2 corrigé avec la table 18 ;

$$\text{facteur de correction} = 1,73$$

$$\text{d'où: } 18,00 \times 1,73 = 31,14 \text{ kW.}$$

Le diagramme 2 fournit pour une tuyauterie de 35 mm une vitesse de 11 m/s, ce qui est convenable car $V_{\max} = 20 \text{ m/s}$.

CONDUITE DE REFOULEMENT HAUTE PRESSION : JK puis KL

Le dimensionnement de la conduite de refoulement est semblable à celui de la conduite d'aspiration, car les deux conduites font

TABLE 20 - PUISSANCES POUR CONDUITE DE GAZ CHAUD DE REFOULEMENT (REFRIGERANT 22)
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 21.

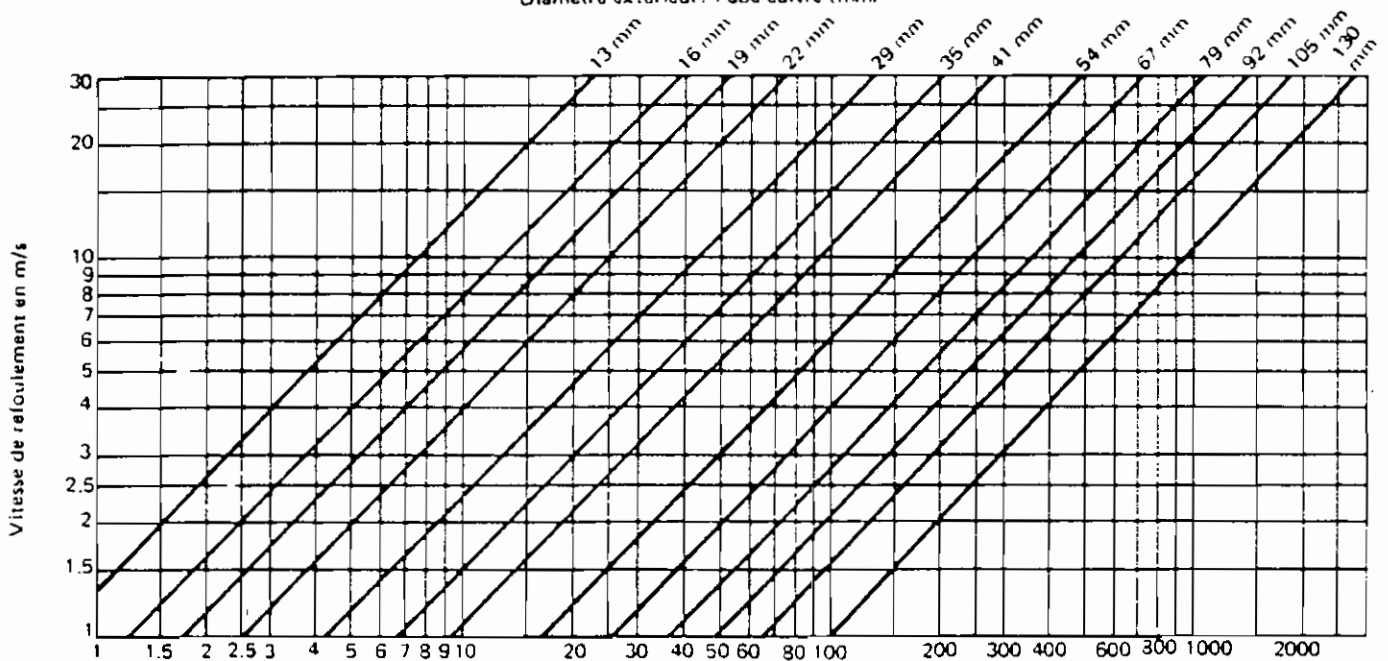
19

LONGUEUR EQUIVALENTE En m	PRESSION TOTALE EN kPa	DIAMETRE DU TUBE EN mm ET POUCES																										
		13		16		19		22		25		35		41		54		67		79		92		105		130		
		1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1 1/8"	1 3/8"	1 5/8"	2 1/8"	2 5/8"	3 1/8"	3 5/8"	4 1/8"	5 1/8"														
5	5	3.91	6.96	12.18	18.70	26.29	35.01	45.43	58.10	73.19	89.79	108.92	130.59	154.80	181.54	210.84	242.67	286.54	342.45	410.40	490.51	582.78	687.21	803.80	932.54	1073.43	1225.56	
	10	5.73	10.18	17.83	27.38	38.06	50.10	64.02	80.10	98.19	118.38	140.67	165.06	192.54	223.11	266.76	313.49	373.30	446.19	532.16	631.29	743.58	869.03	1006.74	1156.71	1318.96	1493.59	
	20	8.38	14.91	26.11	40.09	57.08	75.51	96.02	118.38	143.67	171.80	202.71	236.42	272.91	321.18	372.21	436.00	503.54	584.84	680.91	791.74	917.31	1057.62	1212.69	1382.52	1567.11	1756.46	
	30	10.48	18.63	32.63	50.10	70.59	93.51	118.38	145.02	174.11	205.60	239.49	275.68	314.17	355.06	398.55	444.64	493.43	544.92	600.21	660.30	725.19	794.88	869.27	948.36	1032.15	1120.64	
	40	12.27	21.83	38.22	58.69	81.67	106.54	133.82	163.11	194.40	227.69	262.98	299.27	337.56	377.85	419.14	462.43	507.72	555.01	605.30	659.59	717.88	779.17	844.46	913.75	987.04	1064.33	
50	13.88	24.66	43.21	66.35	91.87	119.75	149.63	181.32	214.81	249.10	285.19	322.88	362.17	403.06	445.55	489.64	535.33	582.62	631.51	682.00	735.19	790.98	849.47	910.66	974.45	1040.84		
10	5	2.67	4.75	8.32	12.77	18.15	24.27	31.33	39.10	47.71	57.17	67.48	78.64	90.65	103.51	117.22	131.79	147.22	163.51	180.66	208.67	237.54	267.27	297.86	329.31	361.62	394.79	
	10	3.91	6.96	12.18	18.70	26.29	35.01	45.43	58.10	73.19	89.79	108.92	130.59	154.80	181.54	210.84	242.67	286.54	342.45	410.40	490.51	582.78	687.21	803.80	932.54	1073.43	1225.56	
	20	5.73	10.18	17.83	27.38	38.06	50.10	64.02	80.10	98.19	118.38	140.67	165.06	192.54	223.11	266.76	313.49	373.30	446.19	532.16	631.29	743.58	869.03	1006.74	1156.71	1318.96	1493.59	
	30	7.16	12.73	22.78	34.72	48.07	62.92	79.17	96.72	115.57	135.62	156.87	179.22	202.67	227.22	252.87	279.62	307.47	336.42	366.47	397.62	429.87	463.22	497.67	533.22	569.87	607.62	646.47
	40	8.38	14.91	26.11	40.09	57.08	75.51	96.02	118.38	143.67	171.80	202.71	236.42	272.91	311.40	349.89	389.38	429.87	471.36	513.85	557.34	601.83	647.32	693.81	741.30	789.79	839.28	
50	9.48	16.86	29.51	45.37	63.80	84.73	107.66	132.59	159.52	187.45	216.38	246.31	277.24	309.17	342.10	376.03	410.96	446.89	483.82	521.75	560.68	599.61	639.54	680.47	722.40	765.33		
17.5	5	2.36	4.20	7.36	11.30	16.13	21.33	27.01	33.17	39.80	46.91	54.49	62.54	71.05	80.01	89.42	99.29	109.62	120.41	131.66	143.37	155.54	168.17	181.24	194.75	208.70	223.09	
	10	3.46	6.15	10.77	16.54	23.87	32.24	41.65	52.06	63.47	75.88	89.29	103.70	119.11	135.52	152.93	171.34	190.75	211.16	232.57	254.98	278.39	302.80	328.21	354.62	382.03	410.44	
	20	5.06	9.01	15.77	24.22	34.31	45.82	58.83	73.34	89.35	106.86	125.87	145.38	165.39	185.90	206.91	228.42	250.43	272.94	295.95	319.46	343.47	367.98	392.99	418.50	444.51	471.02	
	30	6.33	11.26	19.71	30.77	42.96	56.37	70.98	86.79	103.80	122.01	141.42	161.93	183.54	205.25	227.96	251.67	276.38	301.09	326.80	353.51	381.22	409.93	439.64	469.35	499.06	529.77	
	40	7.47	13.19	23.61	37.26	52.17	68.42	85.93	104.64	124.55	144.66	164.97	185.48	206.19	227.00	247.91	268.92	289.93	310.94	331.95	352.96	373.97	394.98	415.99	436.99	457.99	478.99	
50	8.38	14.91	26.11	40.09	57.08	75.51	96.02	118.38	143.67	171.80	202.71	236.42	272.91	311.40	349.89	389.38	429.87	471.36	513.85	557.34	601.83	647.32	693.81	741.30	789.79	839.28		
15	5	2.14	3.80	6.66	10.22	14.29	19.33	25.44	32.61	40.84	49.13	57.48	65.89	74.36	82.79	91.18	99.53	107.84	116.11	124.34	132.53	140.68	148.79	156.86	164.89	172.88	180.83	
	10	3.13	5.57	9.74	14.96	21.33	28.84	37.51	47.32	58.27	69.38	80.64	92.05	103.61	115.32	127.08	138.89	150.75	162.66	174.62	186.63	198.68	210.77	222.90	235.07	247.28	259.53	
	20	4.56	8.15	14.27	21.91	30.64	40.66	51.07	61.78	72.79	83.99	95.39	106.89	118.49	129.99	141.49	152.99	164.49	175.99	187.49	198.99	210.49	221.99	233.49	244.99	256.49	267.99	
	30	5.73	10.18	17.83	27.38	38.06	50.10	64.02	80.10	98.19	118.38	140.67	165.06	192.54	223.11	266.76	313.49	373.30	446.19	532.16	631.29	743.58	869.03	1006.74	1156.71	1318.96	1493.59	
	40	6.71	11.93	20.85	32.07	44.60	58.42	73.55	89.98	107.71	126.64	146.77	167.10	187.63	208.36	229.29	250.42	271.75	293.28	314.91	336.64	358.47	380.30	402.13	423.96	445.79	467.62	489.45
50	7.58	13.49	23.61	36.76	52.17	68.42	85.93	104.64	124.55	144.66	164.97	185.48	206.19	227.00	247.91	268.92	289.93	310.94	331.95	352.96	373.97	394.98	415.99	436.99	457.99	478.99		
20	5	1.82	3.24	5.68	8.72	12.16	16.10	20.54	25.47	30.90	36.83	43.16	49.89	56.92	64.25	71.88	79.71	87.74	95.97	104.40	113.03	121.86	130.89	139.92	149.05	158.28	167.61	
	10	2.67	4.75	8.32	12.77	18.15	24.27	31.33	39.10	47.71	57.17	67.48	78.64	90.65	103.51	117.22	131.79	147.22	163.51	180.66	208.67	237.54	267.27	297.86	329.31	361.62	394.79	
	20	3.91	6.96	12.18	18.70	26.29	35.01	45.43	58.10	73.19	89.79	108.92	130.59	154.80	181.54	210.84	242.67	286.54	342.45	410.40	490.51	582.78	687.21	803.80	932.54	1073.43	1225.56	
	30	4.89	8.69	15.27	23.37	32.47	42.86	53.65	64.84	76.43	88.42	100.81	113.60	126.79	140.28	154.17	168.46	183.15	198.24	213.73	229.62	245.91	262.60	279.69	297.18	315.07	333.36	352.05
	40	5.73	9.46	16.57	25.44	35.00	45.00	55.00	65.00	75.00	85.00	95.00	105.00	115.00	125.00	135.00	145.00	155.00	165.00	175.00	185.00	195.00	205.00	215.00	225.00	235.00	245.00	255.00
50	6.47	11.51	20.16	30.95	42.63	55.31	69.00	83.69	99.38	115.07	130.76	146.45	162.14	177.83	193.52	209.21	224.90	240.59	256.28	271.97	287.66	303.35	319.04	334.73	350.42	366.11	381.80	
30	5	1.46	2.60	4.55	6.98	9.41	11.84	14.27	16.70	19.13	21.56	23.99	26.42	28.85	31.28	33.71	36.14	38.57	41.00	43.43	45.86	48.29	50.72	53.15	55.58	58.01	60.44	
	10	2.14	3.80	6.66	10.22	14.29	19.33	25.44	32.61	40.84	49.13	57.48	65.89	74.36	82.79	91.18	99.53	107.84	116.11	124.34	132.53	140.68	148.79	156.86	164.89	172.88	180.83	
	20	3.13	5.57	9.74	14.96	21.33	28.84	37.51	47.32	58.27	69.38	80.64	92.05	103.61	115.32	127.08	138.89	150.75	162.66	174.62	186.63	198.68	210.77	222.90	235.07	247.28	259.53	
	30	3.91	6.96	12.18	18.70	26.29	35.01	45.43	58.10	73.19	89.79	108.92	130.59	154.80	181.54	210.84	242.67	286.54	342.45	410.40	490.51	582.78	687.21	803.80	932.54	1073.43	1225.56	
	40	4.26	7.57	13.26	20.36	28.46	37.56	47.66	58.16	68.66	79.16	89.66	100.16	110.66	121.16	131.66	142.16	152.66	163.16	173.66	184.16	194.66	205.16	215.66	226.16	236.66	247.16	257.66
50	4.58	8.15	14.27	21.91	30.64	40.66	51.07	61.78	72.79	83.99	95.39	106.89	118.49	129.99	141.49	152.99	164.49	175.99	187.49	198.99	210.49	221.99	233.49	244.99	256.49	267.99	279.49	
40	20	2.67	4.75	8.32	12.77	18.15	24.27	31.33	39.10	47.71	57.17	67.48	78.64	90.65	103.51	117.22	131.79	147.22	163.51	180.66	208.67	237.54	267.27	297.86	329.31	361.62	394.79	
	30	3.34	5.94	10.40	15.96	22.69	30.66	39.13	48.10	57.57	67.44	77.71	88.38	99.45	110.92	122.79	134.96	147.43	160.20	173.27	186.64	200.31	214.38	228.85	243.72	258.89	274.36	
	40	3.63	6.46	11.32	17.38	24.29	32.16	40.93	50.60	61.17	72.64	84.11	95.58	107.05	118.52	129.99	141.46	152.93	164.40	175.87	187.34	198.81	210.28	221.75	233.22	244.69	256.16	
	50	4.42	7.86	13.77	21.14	29.19	38.16	47.93	58.50	69.87	81.14	92.41	103.68	114.95	126.22	137.49	148.76	159.93	171.20	182.47	193.74	205.01	216.28	227.55	238.82	250.09	261.36	
	50	4.76	7.57	13.26	20.36	28.46	37.56	47.66	58.16	68.66	79.16																	

TABLE 19 - FACTEURS DE CORRECTION DE PUISSANCE POUR CONDUITES DE REFOULEMENT, R-22
Applicables à la Table 20

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	1,11	1,10	1,09	1,08	1,08	1,07
32	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	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	0,99
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	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97
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	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
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	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94
54	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,02	1,01	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,94
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	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,94

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 21 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	1,26	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	0,89	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	0,88	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	0,85	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	0,84	0,82	0,78

circuler du fluide frigorigène gazeux.

Puisque la table de puissance de la conduite de refoulement, table 20 est basée sur la même température d'aspiration de 4°C et de refoulement de 40°C que la table de puissance de la conduite d'aspiration, un facteur de correction similaire est à appliquer pour avoir la puissance aux conditions de charge. D'après la table 19, le facteur de correction de puissance pour les températures d'aspiration de -5,22°C et de condensation de 55°C est de 0,99. En appliquant ce facteur :

$$18,00 \text{ kW} \times 0,99 = 17,82 \text{ kW corrigés.}$$

* Tronçon JK

Le premier tronçon de conduite de refoulement à considérer va du compresseur (J) à la base de la conduite verticale (K). En estimant la longueur équivalente à 10 m, utilisons la table 20 et prenons 17,82 kW ou la valeur immédiatement supérieure.

On trouve qu'une conduite de 19 mm convient pour 17,83 kW avec une PDC de 20 kPa.

La longueur équivalente de la conduite est établie avec une conduite de 12 mm.

D'après la table 15, les longueurs équivalentes de divers raccords sont :

2 coudes à grand rayon (à 1,6m).....=	3,2
2 coudes à rayon court (à 2,4m).....=	4,8
longueur de la conduite proprement dite.....=	2,0

longueur équivalente totale.....=	10,0 m

D'après la table 20 la PDC à l'intérieur d'une conduite de refoulement de 19 mm, ayant 10 m de longueur équivalente, transportant un volume de gaz équivalent à 17,82 kW, est d'environ 20 kPa.

La vitesse de gaz à l'intérieur de ce tronçon doit être vérifiée. Le diagramme des vitesses de gaz de refoulement, diagramme 3 étant établi pour une température d'aspiration de 4°C et de refoulement de 40°C, la puissance à considérer doit être corrigée.

D'après la table 21, le facteur de correction pour les températures d'aspiration de -5,22°C et de refoulement de 55°C qui correspondent à ce système est égal à 0,95

Appliquons ce facteur de correction :

$$18 \times 0,95 = 17,1 \text{ kW corrigés.}$$

En utilisant le diagramme 3, la vitesse de gaz à pleine charge à l'intérieur de cette conduite de 19 mm DE est de 9,5 m/s valeur supérieure au minimum de 2,5 m/s admis.

*** Tronçon KL**

En supposant que la longueur équivalente est de 20 m et en utilisant la table 20 avec 17,82 kW ou la valeur immédiatement supérieure, on trouve qu'une conduite de 22 mm admettra 18,7 kW avec une PDC de 20 kPa.

En utilisant cette tuyauterie de 22 mm, la longueur équivalente des raccords déterminée à l'aide de la table 15 est:

$$2 \text{ coudes à grand rayon (à 1,6 m)} \dots\dots\dots = 3,2$$

$$2 \text{ coudes à rayon court (à 2,4 m)} \dots\dots\dots = 4,8$$

1 robinet d'arrêt	(à 8,5 m).....=	8,5
Longueur de la conduite proprement dite...		= 4,5
		<hr/>
Longueur équivalente totale.....		= 21,0 m

En utilisant la table 20, la PDC à l'intérieur d'une conduite de 22 mm ayant 21 m de longueur équivalente, transportant 17,82 kW est de 20 kPa.

En appliquant le facteur de correction obtenu à la table 16, la puissance corrigée devient: $18,00 \text{ kW} \times 0,95 = 17,1 \text{ kW}$.

D'après le diagramme 3, la vitesse d'écoulement du gaz dans une conduite de 22 mm à cette charge est de 6,5 m/s.

Celle-ci est bien supérieure aux 5 m/s minimum nécessaires pour la bonne circulation de l'huile.

Additionnant les PDC obtenues dans chacun des tronçons de la conduite de refoulement :

JK	:	20,7 kPa
KL	:	19,5 kPa
		<hr/>
total.....	=	40,2 kPa

La PDC totale dans la conduite de refoulement est inférieure aux 41 kPa à ne pas dépasser.

CONDUITE DE REFOULEMENT BASSE PRESSION : D'D" et D"E

De façon similaire à ce qui précède, on détermine pour une température d'aspiration de -41°C et de condensation de 55°C .

Tronçon D'D" : Le facteur de correction 1,45 donne 17,92 kW corrigés. En utilisant la table 20, la PDC approximative, à l'intérieur d'une conduite de refoulement de 22 mm de 10 m de longueur équivalente totale, transportant 17,9 kW est de 9,5 kPa. Le facteur de correction de vitesse étant de 1,7 (table 21). Le diagramme 3 des vitesses de gaz de refoulement donne une vitesse de 8,0 m/s, pour une charge corrigée de 21,0 kW. Vitesse supérieure à 2,5 m/s, celle minimum nécessaire.

Tronçon D"E : On trouve q'une conduite de 22 mm admettant 18,00 kW de longueur équivalente 21 m :

2 coudes à rayon court (à 2,4).....	=	4,8
3 coudes à grand rayon (à 1,6).....	=	4,8
1 robinet d'arrêt (à 8,5).....	=	8,5
Longueur de la conduite proprement dite..	=	2,9

Longueur équivalente totale.....= 21,0 m

Transportant 17,92 kW produit une PDC approximative de 19,5 kPa. en appliquant le facteur de correction obtenu à la table 21, la puissance corrigée devient $12,36 \text{ kW} \times 17 = 21,0 \text{ kW}$. Le diagramme 3 des vitesses de gaz de refoulement donne une vitesse

de 8 m/s > 5 m/s nécessaire pour l'entraînement de l'huile dans une conduite verticale.

Additionnant les PDC obtenues dans chacun des tronçons de la conduite refoulement :

D'D"	09,5
D"E	19,5 kPa

TOTAL....	29,0 kPa

La PDC totale dans la conduite de refoulement est bien inférieure aux 41 kPa à ne pas dépasser.

Les caractéristiques des différents tronçons sont résumés à la figure 12 et les coûts déterminés à l'annexe 8.

2.1.12. CHOIX DES DIFFERENTS COMPOSANTS DU CIRCUIT

a) CHOIX DES COMPOSANTS DU CIRCUIT (Tunnel de froid)

CHOIX DU COMPRESSEUR BP

Température d'évaporation $T_e = -46^\circ\text{C}$

Température de condensation $T_c = 55^\circ\text{C}$

$P_{th} =$ Puissance frigorifique = 12,36 kW = 10 633 kcal/h

Choix d'un compresseur BOCK DAM 5/847-4

CHOIX DU COMPRESSEUR HP

$P_{th} = 18 \text{ kW} = 15 480 \text{ Fg/h}$

$T_e = -5,22^\circ\text{C}$

$T_c = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Choix d'un compresseur BOCK AM 4/370-4

CHOIX DE L'EVAPORATEUR

L'air circulant en général dans le sens de la longueur de la chambre et vue la faible hauteur de la chambre on utilisera un évaporateur mural. Le faisceau aileté est à l'intérieur d'une carrosserie métallique fermée formant un égouttoir à sa partie inférieure. La tôle formant façades supporte à sa partie haute les ventilateurs. La façade, moins haute que la carrosserie laisse apparaître en partie basse, une fois en place, une ouverture libre qui sert d'orifice d'aspiration d'air.

Une puissance de $36 \text{ kW} = 30\,960 \text{ Fg/h}$ nous fait choisir un évaporateur type MORGANA de $43\,330 \text{ Fg/h}$ (Voir annexe 3).

On applique un facteur de correction de 0,82 car $T_e = -45^\circ\text{C}$. Ce qui donne une puissance corrigée de $35\,530,6 \text{ Fg/h} = 41,3 \text{ kW}$, d'où une marge de 14,7 %. Le prix est de 39 985 FF HT.

Puissance consommée:

4 ventilateurs de 1 kW.....= 4 kW

Puissance totale de dégivrage électrique.....= 30 kW

34 kW

CHOIX DU CONDENSEUR

Soit à déterminer un condenseur à air pour les caractéristiques suivantes:

Puissance du compresseur $Q_o = 15\,480 \text{ Fg/h}$

Température de condensation $T_c = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Température d'entrée de l'air $T_{Ae} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Température d'évaporation $T_e = -46 \text{ }^\circ\text{C}$

D'après le catalogue (annexe 4), on a la puissance dans le cas d'un compresseur type ouvert (courbe C1) :

$$\begin{aligned} Q &= Q_o \times f_{ct} \\ &= 15480 \times 2,2 = 34056 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

Détermination du dt (différence de température entre la température d'entrée et la température à la pression de condensation):

$$\begin{aligned} dt &= T_c - T_{Ae} \\ &= 55 - 40 = 15^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Puissance du condenseur (Q_n) ramenée au catalogue ($dtn = 16 \text{ }^\circ\text{C}$)

$$Q_n = \frac{Q \times dtn}{dt} = \frac{340506 \times 16}{15} = 36\,326,4 \text{ kcal/h}$$

On choisit un condenseur **MORGANA CD 35 - 750 tr/mn -**

$$P = 37547 \text{ kcal/h} \quad (\Delta T = 15 \text{ }^\circ\text{C})$$

Puissance électrique: 2 ventilateurs de 0,5 kW chacun = 1 kW.

CHOIX DU DETENDEUR

1) - Détendeur haute pression :

- . Charge à l'évaporation.....= 36 kW
- . Température d'aspiration.....= $-5,22 \text{ }^\circ\text{C}$
- . Température de condensation.....= 55°C
- . Température de départ du condensateur.....= 45°C
- . PDC dans l'évaporation et le distributeur.= 138 kPa
- . PDC dans la conduite d'aspiration.....= 3,5 kPa

. PDC dans la conduite de fluide liquide....= 29 kPa

. Dénivellation détendeur - condenseur.....= 2,0 m

Le réfrigérant est du R 22

Par conséquent :

* Pression à l'entrée du détendeur: kPa
Pression de condensation à 55°C= 2 223,2
Moins PDC dans la conduite d fluide liquide.....= 29
Moins la PDC due à la dénivellation de 3 m.....= 34
(table 8) -----

Pression résultante à l'entrée du détendeur.....= 2 160,2

* Pression à la sortie du détendeur:
Pour une température d'aspiration
au compresseur de -5,22 °C= 418,42
Plus la PDC dans la conduite d'aspiration.....= 35

Pression résultante à la sortie du détendeur....= 421,92

* Différence de pression dans le détendeur:
Pression résultante à l'entrée du détendeur.....= 2 160,2
Pression résultante à la sortie.....= 421,92

Différence de pression dans le détendeur.....= 1 738,28

La table 7 fournit un facteur de correction de 0,900 d'où
d'après la table 6, le choix pour un détendeur ALCO TCL 400H d'une
puissance de 120,7 kW x 0,900 = 18,63 kW.

b) Détendeur basse pression

. Pression à l'entrée du détendeur : kPa

Pression du transmetteur interne.....= 393,64
 moins PDC de la conduite de fluide liquide..= 26,35
 moins PDC due à une dénivellation de 3 m....= 34

Pression résultante à l'entrée du détendeur.= 333,29

. Pression à la sortie du détendeur:

Pour une température d'aspiration
 au compresseur de -41°C.....= 100
 Plus la PDC dans la conduite d'aspiration...= 3,5
 Plus la PDC à travers l'évaporateur.....= 138

Pression résultante à la sortie du détendeur= 241,5

. Différence de pression dans le détendeur.....= 91,79 kPa

. Choix du détendeur à ALCO TCL 1200 H

$$36,9 \times 0,9 = 33,21 \text{ kW}$$

b) CHOIX DES COMPOSANTS DU CIRCUIT(saumure):

(Voir catalogue annexes 2, 6, 7)

COMPRESSEUR: $P_{th} = m(H_4 - H_3)$

$$= 0,254(66,1) = 16,8 \text{ kW} = 14\ 448 \text{ Fg/h}$$

$T_{asp} = -16 \text{ °C}; T_{ref} = 87,4 \text{ °C}; T_e = -20 \text{ °C}; T_c = 56 \text{ °C}$

d'où le choix d'un **compresseur DAM 4/306-4**

EVAPORATEUR: $P = m(H_3 - H_1) = 37,084 \text{ kW}$; Avec 10% de réserve, on a:

$P_{th} = 40,8 \text{ kW} = 35\ 088 \text{ Fg/h}$ d'où le choix d'une **batterie de détente**

directe DD MORGANA R 22, $T_e = -20 \text{ °C}, T_c = 56 \text{ °C}$

CONDENSEUR: $Q_0 = 17\ 250\ \text{Fg/h}$, $T_c = 55^\circ\text{C}$, $T_{Ae} = 40^\circ\text{C}$, $T_e = -20^\circ\text{C}$

$fc1 = 1,42$ donc $Q = 24\ 495\ \text{kcal/h}$

$dt = T_e - T_{Ae} = 15^\circ\text{C}$, or $dtn = 16^\circ\text{C}$, d'où:

$Q_n = 24\ 495 \times 16/15 = 26\ 128\ \text{kcal/h} = 30,4\ \text{kW}$

Choix d'un condenseur CD 27 MORGANA - 500 tr/mn

$P = 27\ 300\ \text{kcal/h} = 31,74\ \text{kW}$

2 ventilateurs de 0,6 kW chacun = 1,2 kW

Prix = 9875 FF

2.1.13. CHARGE DE REFRIGERANT

La quantité approximative de réfrigérant requise par le système doit être déterminée en fonction de la capacité d'emmagasinement du condenseur, il y a lieu de prévoir aussi une certaine quantité du réfrigérant pour les essais.

La méthode suivante, bien qu'elle ne soit pas rigoureuse, permet de déterminer ces différentes quantités.

La table 22 donne le facteur par lequel il faut multiplier le volume intérieur de l'évaporateur exprimé en m^3 , pour obtenir le poids approximatif de réfrigérant en kg qui doit se trouver dans cette partie du système en fonctionnement normal.

La table 23, quant à elle, donne la quantité approximative de réfrigérant dans les différentes tuyauteries, aspiration, refoulement, et liquide en fonction du diamètre de celles-ci et de leurs longueurs. La table donne directement le poids de fluide pour 30 m de tuyauterie. Il suffit de le rapporter à la longueur de conduite à disposition.

TABLE 22 - FACTEUR DE CHARGE POUR UN EVAPORATEUR EN MARCHÉ*

TYPE D'EVAPORATEUR	REFRIGERANT	
	R-12	R-22
Batterie à détente directe	152,2	150,6
Refroidisseur d'eau à détente directe		

Condition de base: Température d'aspiration 4°C

*Multiplier le volume intérieur de l'évaporateur, en mètres cubes, par le facteur pour déterminer le poids de fluide frigorigène, en kilogrammes.

TABLE 23 - POIDS DE FLUIDE FRIGORIGENE DANS LES TUYAUTERIES (en kg pour 30 metres de tuyauteries)

Dia. ext. (mm)	R-12			R-22		
	Tuyauteries Aspiration	Tuyauteries Refoulement	Tuyauteries de Liquide	Tuyauteries Aspiration	Tuyauteries Refoulement	Tuyauteries de Liquide
13	0,05	0,14	3,7	0,09	0,12	3,3
16	0,09	0,20	5,9	0,14	0,26	5,4
19	0,14	0,33	8,8	0,18	0,39	8,0
22	0,18	0,45	12,2	0,23	0,54	11,1
29	0,32	0,64	20,9	0,41	0,91	18,9
35	0,50	1,10	31,8	0,59	1,40	28,8
41	0,73	1,70	44,9	0,86	2,00	40,7
54	1,30	2,90	78,1	1,50	3,50	70,9
67	2,00	4,50	120,4	2,30	5,30	109,3
79	2,80	6,40	172,0	3,30	7,60	156,0
92	3,80	8,70	232,6	4,40	10,30	211,0
105	4,90	11,30	302,8	5,80	13,30	274,7
130	7,60	17,60	-	9,00	20,80	-
156	10,90	25,20	-	12,80	29,80	-

Conditions de base: Température de condensation 40°C
 Sous-refroidissement 8°C
 Température de liquide 32°C
 Surchauffe 15°C
 Température d'aspiration 4°C

TABLE 24 FACTEURS DE CORRECTION DE TEMPERATURE

ELEMENT	FLUIDE FRIGORIGENE		
	TEMP. (°C)	R-12	R-22
Evaporateur	-20	1,055	1,066
	-10	1,035	1,037
	0	1,012	1,01
	+10	0,99	0,98
Conduite de fluide liquide, Conduite de vidange du condenseur, Réservoir de fluide liquide	-20	1,14	1,16
	-10	1,11	1,13
	0	1,09	1,10
	10	1,07	1,08
	20	1,04	1,05
	30	1,01	1,01
	40	0,98	0,97
	50	0,95	0,94
60	0,91	0,88	

Conditions de base: Température d'aspiration 4°C
 Température de fluide liquide 32°C

***INSTALLATION AVEC TUNNEL DE FROID**

Capacité évaporateur PCIE 433 = 0,140 m³, d'où:

$$M_{r\ 22} \text{ [kg]} = 0,140 \times 150,6 \dots \dots \dots = 21,084$$

Poids de fluide dans les tuyauteries

(de diamètre d, de longueur L):

- d'aspiration

$$\text{HP: } d = 35 \text{ mm; } L = 6,2 \text{ m} \dots \dots \dots 0,59 \times 6,2/30 = 0,122$$

$$\text{BP: } d = 41 \text{ mm; } L = 5,2 \text{ m} \dots \dots \dots 0,86 \times 5,2/30 = 0,149$$

- de refoulement

$$\text{HP-tronçon JK: } d = 19 \text{ mm; } L = 2 \text{ m} \dots \dots 0,39 \times 2/30 = 0,026$$

$$\text{HP-tronçon KL: } d = 22 \text{ mm; } L = 4,5 \text{ m} \dots \dots 0,45 \times 4,5/30 = 0,081$$

$$\text{BP: } d = 22 \text{ mm; } L = 4,9 \text{ m} \dots \dots \dots 0,54 \times 4,9/30 = 0,0882$$

- de conduite liquide

$$\text{HP: } d = 16 \text{ mm; } L = 4,8 \text{ m} \dots \dots \dots 5,4 \times 4,5/30 = 0,864$$

$$\text{BP: } d = 16 \text{ mm; } L = 4,5 \text{ m} \dots \dots \dots 5,4 \times 4,5/30 = 0,810$$

- capacité du condenseur: $V = 0,017 \text{ m}^3$

$$M = \rho V = 1,059285 \times 0,017 \dots \dots \dots = 18$$

- capacité du transmetteur interne

$$M_t = M_{\text{Refoulement_BP}} + M_{\text{Liquide_HP}} + \rho_{s,c} \times V_{\text{Condenseur}}$$

$$\text{avec } \rho = X \rho_{r,s} + (1-X) \rho_{l,-5^{\circ}\text{C}}$$

$$= 0,368 \times 0,01808 + 0,632 \times 1,3015 = 829,2 \text{ kg/m}_3$$

$$\text{d'où } M_t = 0,0882 + 0,864 + 0,017 \times 0,8292 \dots \dots \dots = 14,952$$

$$\text{TOTAL} \dots \dots \dots = 56,176 \text{ kg}$$

Il y a lieu de d'utiliser les facteurs de correction de la table 24 pour corriger le poids de fluide frigorigène calculé en fonction des températures réelles de fonctionnement du système.

Finalement, on a :

$$\text{Masse total de fluide R 22} = 56,176 \times 1,2 = 67,41 \text{ kg}$$

****INSTALLATION AVEC SAUMURE**

De la même façon que ci-dessus, on détermine les charges suivantes :

$$\text{Evaporateur: } 0,107 \times 150,6 \dots\dots\dots = 16,114$$

$$\text{Condenseur: } 0,0173 \times 1,059285 \dots\dots\dots = 18,326$$

Tuyauteries:

$$\text{-aspiration:} \dots\dots\dots = 0,149$$

$$\text{-refoulement:} \dots\dots\dots = 0,0882$$

$$\text{-liquide:} \dots\dots\dots = 0,810$$

$$\text{TOTAL} \dots\dots\dots = 35,487$$

$$\text{Facteur de correction} \dots\dots\dots = 1,2$$

$$\text{TOTAL CORRIGE} \dots\dots\dots = 42,58 \text{ kg}$$

2.2. AMENAGEMENT (IMPLANTATION DE L'UNITE)

Les figures 1, 12 montrent l'aménagement de l'unité. En plus du local recevant l'unité, nous disposerons de trois pièces qui serviront de bureaux et de toilettes.

2.3. ETUDES ELECTRIQUES

2.3.1. BILAN FORCES MOTRICES TUNNEL DE FROID:

	kW
Compresseur BP.....	8
Compresseur HP.....	9,7
Evaporateur.....	34
Condenseur.....	1
Démoulage.....	12
Extensions.....	30%

TOTAL.....84 kW

$\text{Cos}\phi = 0.8$ donne $S = 105$ kVA d'où l'installation d'un transformateur de 200 kVA coûtant 2 538 424 FCFA

2.3.2. BILAN FORCES MOTRICES INSTALLATION AVEC SAUMURE

	kW
Compresseur.....	11
Condenseur.....	1,2
Résistances de démoulage.....	12
Agitateur.....	1,2
Extensions.....	30%

TOTAL.....33 kW

$\text{Cos}\phi = 0.8$ donne $S = 41.25$ kVA d'où l'installation d'un transformateur de 100 kVA coûtant 1 600 000 FCFA au lieu d'un

transformateur de 50 kVA coûtant 1 500 000 F vue la faible différence de prix (100 000 F) par rapport à la réserve qu'on a.

2.3.3. BILAN ELECTRIQUE DES AUTRES CHARGES COMMUNES

	kW
- 2 climatiseurs de 1.9 kW chaque.....	3.8
- 1 photocopieuse.....	0.2
- 1 ordinateur.....	0.2
- 1 imprimante.....	0.1
- 1 machine à écrire.....	0.2
- Eclairage (0.12 kW x 6 locaux).....	0.6
- Prises.....	3.0
- Extensions.....	30%

TOTAL.....10.5

$\cos\phi = 0.8$ donne $S = 13.2$ kVA d'où l'installation d'un transformateur de 25 kVA coûtant 1 300 000 FCFA

2.3.4. MATERIEL DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE

Nous nous abonnerons sur le réseau MT dans tous les deux cas ci-dessus avec l'obligation d'installer deux transformateurs:

- MT de 100 kVA (20 kV/380 V) pour les forces motrices; et
- BT de 25 kVA (380 V/220 V) pour l'éclairage, les prises et autres matériels d'installations électriques

CHAPITRE III
ETUDE DE RENTABILITE ECONOMIQUE

3.1. ANALYSE FINANCIERE:

Tableau 25 : Analyse comparée de coûts (en FCFA TTC)

	Tunnel de froid			Avec saumure		
	Qté	PU	Prix Total	Qté	PU	Prix Total
Compresseurs	1 HP	-	1 328 029,2	1	-	1 317 941,4
	1 BP	-	2 400 000	-	-	-
Evaporateur	1	-	3 858 552,5	1	-	3 374 122,5
Condenseur	1	-	952 937,5	1	-	952 937,5
Plomberie	-	-	950 635			394 225
Saumure (kg)	-	-	-	2210	240	530 400
Eau	-	-	-	10m ³	118	1 180
Accessoires	-	-	949 015	-	-	949 015
TOTAL			10 439 170			7 519 821

Nota: Par accessoires, nous entendons les mouleaux, trop-plein pour saumure, circuit de reprise d'air pour tunnel.

Nous pouvons constater, à partir de cette analyse différentielle des coûts, que l'installation avec saumure revient moins chère que celle du tunnel de froid.

Mais pour compléter cette étude, comparons ces coûts avec ceux proposés par ISO-FRIGO, pour une unité clé-en-main utilisant de la saumure. Le prix proposé (voir annexe 9), de 13 300 000 F hors-taxes soit environ 25 669 000 F toutes taxes comprises, reste le

triple de ceux que nous avons estimés en dimensionnant notre propre unité quand bien même on les majorait.

Si l'on tient compte des différents facteurs répertoriés au tableau 26, l'investissement est évalué de la manière suivante:

Tableau 26 : Evaluation de l'investissement (en FCFA TTC)

	Tunnel de froid			Avec saumure		
	Qté	PU	Prix Total	Qté	PU	Prix Total
*Electricité			4 222 266			3 190 000
Eau (m ³)	-	-	-	10	118	1 180
Saumure (kg)	-	-	-	2210	240	530 400
Compresseurs	1 HP	-	1 328 029	1	-	1 317 941
	1 BP	-	2 400 000	-	-	-
Evaporateur	1	-	3 858 552,5	1	-	3 374 122,5
Condenseur	1	-	952 937,5	1	-	952 937,5
Plomberie	-	-	950 635			394 225
Réfrigérant	67,4	2 200	148 280	42,6	2 200	93 720
Transport			7 000 000			7 000 000
Bâtiments			10 000 000			10 000 000
Eqpt Bureaux			6 000 000			6 000 000
Plaq. modul.			1 000 000			1 000 000
Groupe électr			2 000 000			2 000 000
Install. eau			1 000 000			1 000 000
Réserves			10 000 000			6 000 000
Imprévus			5 190 285			1 196 459
Accessoires	-	-	949 015	-	-	949 015
TOTAL			57 000 000			45 000 000

* Par électricité, comprendre transformateurs MT, BT et autres matériels électriques (10% du coût des transformateurs).

FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION

En ne tenant plus en compte que l'installation avec saumure, nous avons:

1- Energie: (Voir tarifs SENELEC annexe 10).

$$42,47 \text{ F} \times 30 \text{ kW} \times 14 \text{ h/j} \times 360 \text{ j/an} \dots = 8\,561\,952 \text{ F}$$

2- Eau: 118 F x 820.....= 96 760 F

$$(11 \text{ m}^3/\text{sem} \times 51 \text{ sem} + 0,1 \text{ m}^3/\text{pers} \cdot \text{j} \times 365 \text{ j} \times 7 \text{ pers} \dots = 820 \text{ m}^3/\text{an})$$

3- Frais de personnel:

1 Directeur Général200 0002 400 000

1 Agent comptable100 000.....1 200 000

1 Secrétaire..... 80 000.....960 000

1 Chauffeur..... 80 000.....960 000

2 Ouvriers.....80 000.....960 000

TOTAL..... 7 440 000 F

4- Amortissement:

Tableau 27 : Amortissement

Biens	montant	durée de vie	Amortissement
Equipement	35 000 000	10 ans	3 500 000
Bâtiments	10 000 000	20 ans	500 000
TOTAL			4 000 000

5- Entretien et réparations: On l'estime à 25% des amortissements

soit 1 000 000 F.

6- Gestion et administration (Frais de téléphone, carburant,...)

On les estime à 10% du chiffre d'affaires, soit 3 000 000 F/an.

COUTS TOTAUX D'EXPLOITATION = 24 098 712 F
--

Au prix sortie-usine de 600 F l'unité et pour une production de 3,6 tonnes/jour, le chiffre d'affaires est de 86 400/jour ou 30 millions F/an environ, si on compte un arrêt de douze jours pour entretien par an.

Le bénéfice annuel après impôt (33%) s'élève à 3 953 863 F. Donc le cash-flow net est de 7 953 863 F; d'où un **délai de récupération** de l'investissement (45 000 000 F) de :
5 ans 7 mois 27 jours, disons 5 ans 8 mois.

3.2. ANALYSE ECONOMIQUE:

Cette unité de production de glace, si elle est installée, aura certaines retombées positives pour l'économie de la région en ce qu'elle créera une demi-douzaine d'emplois au début. Elle participe aussi à la décentralisation qui est une volonté politique affirmée du moment. L'extension locale possible de l'unité et celle aux villes environnantes n'est pas à exclure si l'expérience s'avérait concluante.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude, qui s'est voulue un avant - projet, mérite d'être approfondie sur certains points avant sa phase de réalisation. Cela s'explique d'une part par le temps court qui nous a été imparti et d'autre part, par la difficulté de l'obtention de données, surtout quand il s'agit de statistiques et de prix . L'apport de quelque professionnel que nous avons approché nous a été cependant d'un grand secours.

Ainsi, nous avons pu dimensionner deux installations, l'une à saumure, l'autre avec tunnel de froid, et comparer les coûts avec ceux d'une unité pré-fabriquée. Il ressort que l'installation à saumure est la plus rentable, suivie de celle à tunnel de froid qui devance de loin l'unité proposée par le fabricant de l'ISO-FRIGO. On en tire l'enseignement suivant:

Il est préférable de composer soi-même sa propre installation en vue de réduire au minimum les coûts.

Il serait intéressant de mener certaines expériences permettant de tester l'aptitude de telle ou telle variante en vue de son amélioration. C'est là une invite à s'approcher d'avantage de l'industrie.

Le montage financier et l'évaluation des besoins en investissement pourraient faire l'objet d'une étude en vue du financement de ce projet.

BIBLIOGRAPHIE

1. Dictionnaire des industries. CONSEIL INTERNATIONAL DE LANGUE FRANÇAISE.
2. Thermodynamique et Energétique. LUCIEN BOREL. Prof. à l'EPFL.
Presses Polytechniques Romandes, 1984.
3. Refrigeration & air conditionning (3rd edition). BILLY C.LARGLEY
A Reston Book Prentice. Hall Englewood cliffs, NJ.
4. Formulaire du froid. P. RAPIN (Dunod). 9^e édition .
5. Installations frigorifiques et de Pompes à chaleur. GIANOLA
EPFL:3.1983 (notes de cours). Département de Mécanique -
Laboratoire de thermodynamique .
6. Réfrigération (notes de cours). RAYNOLD LOISELLE. Département
Génie Mécanique. EPM. janvier 1987
7. Modern Refrigeration and Air Conditionning.
ANDREW D. ALTHOUSE.
CARL H . TURNQUIST.
ALFRED F. BRACCIANO.
South Holland, Illinois the Goodheart-Willcox Company, inc.
Publishers
8. TRANE: manuel pratique de réfrigération. Compresseurs à pistons
9. Tables et diagrammes thermodynamiques. K. RAZNJEVIG. EYROLLES.
10. Engineering thermodynamics with applications. 3rd edition.
BURGHARDT. HARPER ET ROW.
11. Principles of refrigeration. 2^e Edition. DOSSAY WILCY.
12. Thermodynamique appliquée ; notes de cours. PAUL DEMBA.
EPT 1990-1991.
13. Compresseurs, moteurs, turbines ; notes de cours. PAUL DEMBA.

EPT 1990-1991.

14. Climatisation et Refrigeration. notes de cours. SERIGNE DIOP

EPT 1991-1992 .

15. Catalogues des constructeurs: FRIGA-BOHN, COMEF,...

16. Gestion de la production: notes de cours. NGOR SARR

EPT 1991-1992 .

17. Documents techniques du froid. PYC. Edition Paris.

Annexe 1 : Calcul des caractéristiques des points les plus importants de la figure .

La pression intermédiaire optimale est donnée par la relation:

$$P_i = \sqrt{p_h \cdot p_b} \quad \text{où } p_b = \text{pression basse}$$

$$p_h = \text{pression haute}$$

$$P_i = P_3 = P_4 = P_7 = \sqrt{p_1 \cdot p_6} = 418,42 \text{ kPa}$$

$$T_5 = T_4 (P_5 / P_4)^{1-\gamma/k}$$

Transformation isentropique

$$T_5 = 267.93 (2223.2/418.42)^{1-1/1.177}$$

$$T_5 = 344.43^\circ \text{K} = 71.28^\circ \text{C}$$

$$H_9 = H_8$$

$$X_9 = (H_9 - H_8) / (H_1 - H_9') = (193.931 - 149.109) / 236.704 = 0.189$$

$$X_7 = (H_7 - H_8) / (H_4 - H_8) = (271.754 - 193.931) / (403.411 - 193.931) = 0.37$$

W' = travail de compression

$$W' = (K/K-1) \times r(T_5 - T_4) = (K/K-1) \times (8314/86.48) \times (T_5 - T_4) =$$

$$(1.177/0.177) \times 96.14 \times (71.28 + 5.22) = 48.907 \text{ kJ/kg}$$

$$H_5 - H_4 = W'; \quad H_5 = W' + 403.411 = 452.318 \text{ Kj/Kg}$$

$$H_3 = H_4 + C_p(T_3 - T_4) = 403.411 + 0.686(65 + 5.22) = 451.582$$

PUISSANCE FRIGORIFIQUE

$$m_2 = 36[\text{kW}] / (385.813 - 193.931) = 0.188 \text{ kg/s}$$

$$m_2 H_3 + m_1 H_7 = m_2 H_8 + m_1 H_4$$

$$m_1 = m_2 (H_8 - H_3) / (H_7 - H_4) = 0.188 (193.931 - 451.592) / (271.754 - 403.411)$$

$$= 0.378 \text{ Kg/s}$$

$$W_{BP} = m_2 (H_3 - H_2) = 0.188 * 65.769 = 12.36 \text{ KW}$$

$$W_{HP} = m_1(H5-H4) = 0.368 * 48.907 = 18.00 \text{ KW}$$

$$W_{tot} = W_{BP} + W_{HP} = 30.36 \text{ KW}$$

$$q_{in} = H1-H9 = 191.882$$

$$W = (H3-H2)(H5-H4) = 110.489$$

$$\text{coefficient de performance} = q_{in}/W = 1.74$$

$$\begin{aligned} \text{efficacité} &= (H1-H9)/(H3-H2+(H3-H8)(H5-H4)/(H4-H7)) \\ &= (385.873-193.931)/(451.582-383.816+(451.582- \\ &\quad 193.931)(452.318-403.411)/(403.411-271.754)) \\ &= 1.17 \end{aligned}$$

BOCK

Die
zuverlässige
Kälte...

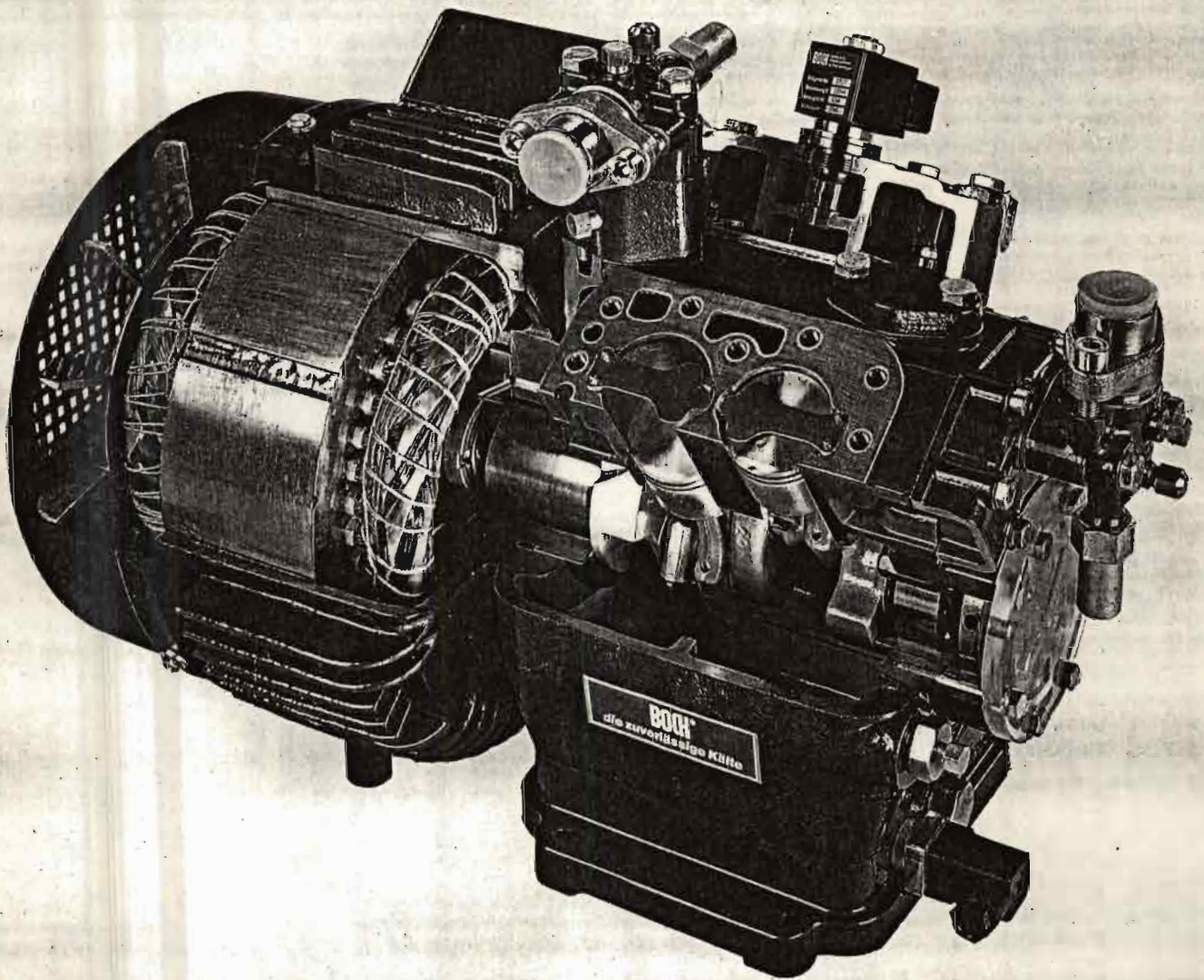
TECHNO - SERVICES

Golf Sud ple 150 : A
Tél. 35-15-94 - Dakar

0 0 0 0 0 8

1 8 FEV. 1989

**Motorverdichter
Motorcompressors
Motocompresseurs**



AM · AMW

Normal- und Tiefkühlbereich · For normal and deep-freeze range · Pour rayon normal et de surgélation

Die Kälteleistungen gelten

- bei +25 °C Saugdampf Temperatur
 - ohne Flüssigkeitsunterkühlung
 - bei Nenndrehzahl (siehe »Technische Daten«)
- \dot{V}_{th} = Theoretisches Hubvolumen
 t_c = Verflüssigungstemperatur

The refrigerating capacities are valid

- at a suction gas temperature of +25 °C
 - without liquid subcooling
 - at rated speed (see »Specifications«)
- \dot{V}_{th} = Theoretical displacement
 t_c = Condensing temperature

Les puissances frigorifiques sont valables

- à une température d'aspiration de +25 °C
 - sans sous-refroidissement de liquide
 - à la vitesse nominale (voir »Données techniques«)
- \dot{V}_{th} = Volume déplacé théorique
 t_c = Température de condensation

Typ Type Type	\dot{V}_{th} m ³ /h	t_c °C	Verdampfungstemperatur Evaporation temperature Température d'évaporation °C								
			- 5	- 10	- 15	- 20	- 25	- 30	- 35	- 40	- 45
AM 0/45-6	2,54	30 50	1874 1504	1543 1225	1251 985	1005 778	797 609	616 467	467 350	350 259	259 194
AM 1/45-4 □	3,78	30 50	2890 2320	2380 1890	1930 1520	1550 1200	1230 940	950 720	720 540	540 400	400 300
AM 2/58-4 □	4,93	30 50	3730 2980	3070 2430	2490 1960	2000 1550	1580 1210	1230 920	930 700	700 520	510 390
AM 2/73-4 □	6,23	30 50	4690 3760	3860 3060	3140 2460	2520 1950	1990 1520	1540 1160	1170 880	880 650	640 490
AM 2/95-4 □	8,14	30 50	6100 4890	5020 3990	4080 3210	3280 2540	2590 1980	2010 1510	1530 1140	1140 850	830 640
AM 2/121-4 □	10,30	30 50	7770 6230	6400 5080	5200 4080	4170 3230	3290 2520	2560 1930	1950 1450	1450 1080	1060 810
AM 3/153-4 □	12,93	30 50	9830 7870	8090 6420	6580 5160	5270 4090	4170 3190	3230 2440	2460 1840	1830 1370	1340 1030
AM 3/185-4 □	15,79	30 50	11880 9520	9780 7760	7950 6240	6380 4950	5040 3850	3910 2950	2970 2220	2220 1660	1620 1240
AM 3/233-4 □	19,84	30 50	14960 11990	12320 9780	10020 7860	8030 6230	6340 4850	4920 3710	3750 2800	2790 2090	2050 1570
AM 4/306-4 □	26,65	30 50	19650 15750	16180 12840	13150 10330	10550 8180	8330 6370	6460 4880	4920 3670	3670 2740	2690 2060
AM 4/370-4 □	32,25	30 50	23760 19040	19560 15530	15910 12490	12760 9890	10070 7700	7820 5900	5950 4440	4440 3310	3250 2490
AM 4/466-4 □	40,52	30 50	29930 23980	24640 19550	20030 15730	16070 12460	12690 9700	9840 7430	7490 5590	5590 4170	4090 3130
AM 5/601-4 □	52,23	30 50	38540 30880	31720 25180	25790 20250	20690 16040	16330 12490	12670 9560	9650 7200	7190 5370	5270 4030
AM 5/724-4	62,94	30 50	46440 37210	38220 30340	31080 24400	24930 19330	19680 15050	15270 11520	11620 8680	8670 6470	6350 4860
AM 5/847-4	73,65	30 50	54340 43540	44720 35500	36370 28550	25000 22610	23030 17610	17870 13480	13600 10150	10140 7570	7430 5690
DAM 4/306-4	53,30	30 50	39300 31500	32360 25680	26300 20660	21100 16350	16660 12740	12920 9760	9840 7340	7340 5480	5380 4120
DAM 4/370-4	64,50	30 50	47520 38080	39120 31060	31820 24980	25520 19780	20140 15400	15640 11800	11900 8880	8880 6620	6500 4980
DAM 4/466-4	81,04	30 50	59860 47960	49280 39100	40060 31460	32140 24920	25380 19400	19680 14860	14980 11180	11180 8340	8180 6260
DAM 5/601-4	104,46	30 50	77080 61760	63440 50360	51580 40500	41380 32080	32660 24980	25340 19120	19300 14400	14380 10740	10540 8060
DAM 5/724-4	125,88	30 50	92880 74420	76440 60680	62160 48800	49860 38660	39360 30100	30540 23040	23240 17360	17340 12940	12700 9720
DAM 5/847-4	147,30	30 50	108680 87080	89440 71000	72740 57100	50000 45220	46060 35220	35740 26960	27200 20300	20280 15140	14860 11380

Im Tiefkühlbereich ist keine zusätzliche Kühlung nötig.

- Für AMW gelten die Kälteleistungen nur bei Antrieb durch den Eigenmotor.
- Bei Verdichtern mit polumschaltbaren Motoren wird bei 8poligem Betrieb (halbe Drehzahl) die Kälteleistung halbiert.

No additional cooling is required for deep freezing.

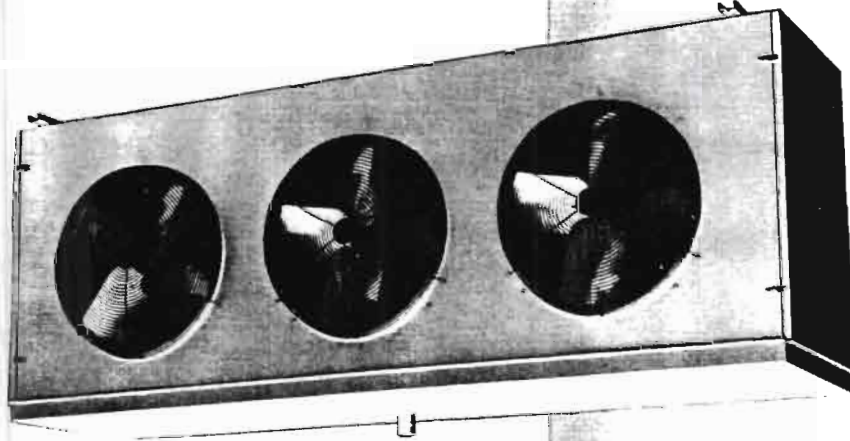
- For AMW the refrigerating capacities are only valid when driven by own motor.
- Compressors with pole changing motors: At 8 pole operation (half motor speed) the refrigerating capacity is halved.

En cas de surgélation il ne faut pas un refroidissement supplémentaire.

- Pour AMW les puissances frigorifiques sont seulement valables en cas de commande par propre moteur.
- Compresseurs avec moteurs à commutation de pôles: Au service à 8 pôles (demi vitesse) la puissance frigorifique est partagée en deux.

PLAFONNIER CUBIQUE INDUSTRIEL

TEMPERATURE NEGATIVE



APPLICATIONS

- Les évaporateurs type PCIE sont conçus pour équiper les chambres de congélation et conservation de grand volume.
- La batterie en écartement de 7 mm permet leur utilisation pour des températures d'évaporation allant jusqu'à - 35°C.

Sur demande, nous pouvons fournir :

- Ailettes en aluminium protégé, AL/PVC
- Ailettes en cuivre
- Tubes en cuivre étamé
- Batteries tout cuivre étamé
- Écartements d'ailettes différents
- Batterie chaude incorporée
- Alimentation en eau
- Dégivrage : Résistances électriques, rampe a eau, gaz chaud
- Carrosseries en : Aluminium protégé, acier galvanisé, acier inoxydable
- Ventilations différentes
- Résistances électriques au soufflage

CARACTÉRISTIQUES

- Batterie : - Constituée d'ailettes continues en aluminium de 45 mm au pas de 7 mm, serties sur tube cuivre Ø 16,5 mm
- Carrosserie : - Robuste et esthétique en aluminium granité et acier galvanisé
- Égouttoir double afin d'éviter les condensations
- Fixation aisée par profilés
- Visseries entièrement traitées
- Ventilation : - Les ventilateurs triphasés 220 V/380 V 1400 tr/mn Classe E permettent une bonne projection de l'air et sont équipés de grilles de protection rilsanisées. Ils sont raccordés en usine en Tri 380 V.



Et. MORGANA
35 Avenue Gaston Monmousseau
B.P. 8 93240 STAINS (FRANCE)
Tél. : (1) 48.26.54.13 - Télex : 613950F
Télécopieur : (1) 48.26.49.13



Doc. Tech.

212 - 10/90

DETERMINATION DE LA PUISSANCE DES CONDENSEURS A AIR

La puissance de condensation se compose de la puissance frigorifique et de l'équivalence thermique du travail du compresseur et, dans le cas de compresseurs hermétiques, de la chaleur dissipée par le moteur électrique.

La puissance frigorifique mesurée à l'aspiration doit être multipliée par le facteur de correction F_c trouvé sur les courbes C1 ou C2. Le facteur F_c est déterminé en fonction des températures de condensation (T_c) et d'évaporation (T_e).

La puissance de condensation ainsi obtenue permet une sélection dans nos gammes de condenseurs.

Pour des températures d'évaporation au-dessous de -20°C , si un régulateur de démarrage n'est pas utilisé, le condenseur est à déterminer selon la puissance du compresseur à -20°C .

NOTA : VEUILLEZ TENIR COMPTE DE LA PERTE DE CHARGE DANS LA CONDUITE DE REFOULEMENT EN CHOISSANT LE CONDENSEUR.

EXEMPLE : Soit à déterminer un condenseur pour les caractéristiques suivantes:

- Puissance du compresseur $Q_o = 21000 \text{ Fg/h}$
- Température de condensation $T_c = +40^\circ\text{C}$
- Température d'air à l'entrée $T_{Ae} = +25^\circ\text{C}$
- Température d'évaporation $T_e = -10^\circ\text{C}$

a) cas d'un compresseur type ouvert (courbe C1)

$$Q_n \text{ ou } Q = Q_o \times f_{c1} = 21000 \times 1,32 = 27720 \text{ Kcal/h}$$

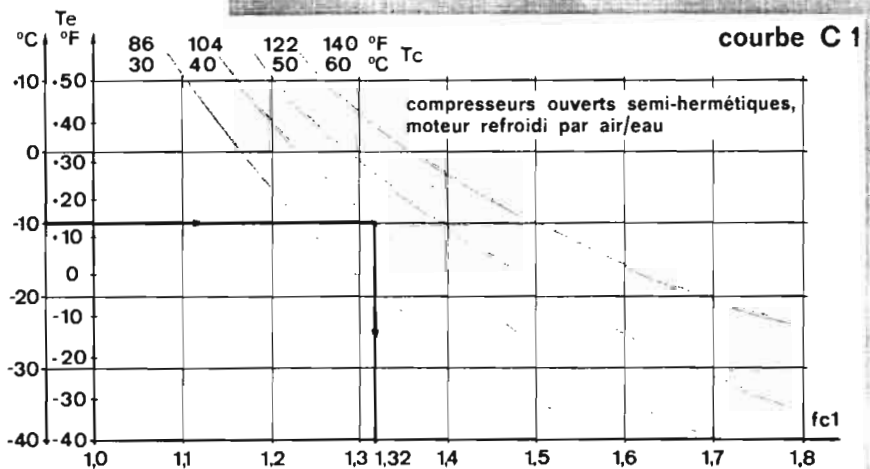
Détermination du dt (différence entre la température d'entrée d'air et la température correspondant à la pression de condensation):

$$dt = T_c - T_{Ae} = 40 - 25 = 15^\circ\text{C}$$

Puissance du condenseur (Q_n) ramenée au catalogue ($dt_n = 16^\circ\text{C}$)

$$Q_n = \frac{Q \times dt_n}{dt} = \frac{27720 \times 16}{15} = 29568 \text{ Kcal/h}$$

On a le choix entre un condenseur type CA 4 ($Q_n = 31000 \text{ Kcal/h}$) et CA 15 ($Q_n = 33000 \text{ Kcal/h}$)



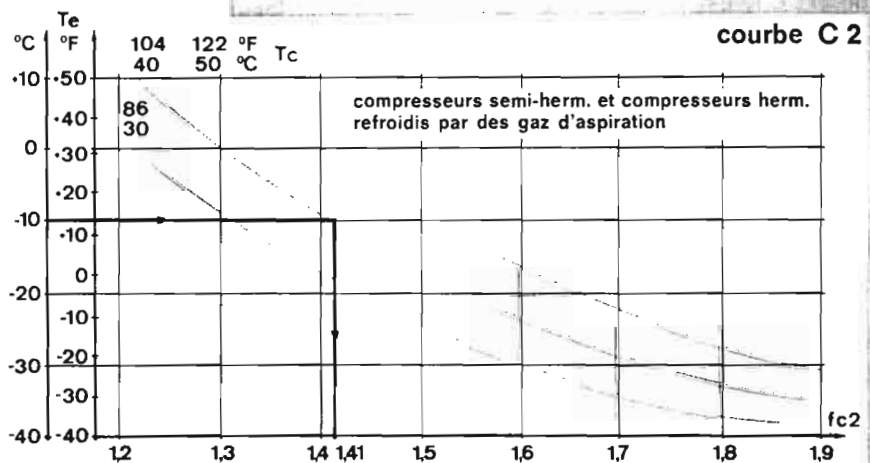
b) cas d'un compresseur type hermétique (courbe C2).

$$Q_n \text{ ou } Q = Q_o \times f_{c2} = 21000 \times 1,41 = 29610 \text{ Kcal/h}$$

Puissance du condenseur (Q_n) ramenée au catalogue

$$Q_n = \frac{Q \times dt_n}{dt} = \frac{29610 \times 16}{15} = 31584 \text{ Kcal/h}$$

On a le choix entre un condenseur type CA 5 ($Q_n = 37500 \text{ Kcal/h}$) et CA 15 ($Q_n = 33000 \text{ Kcal/h}$)



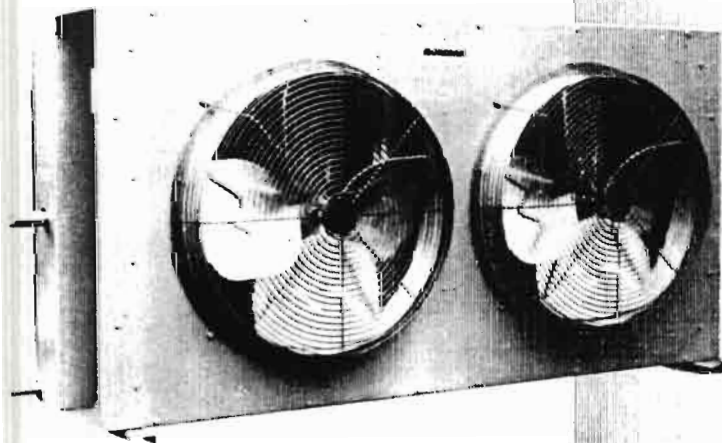
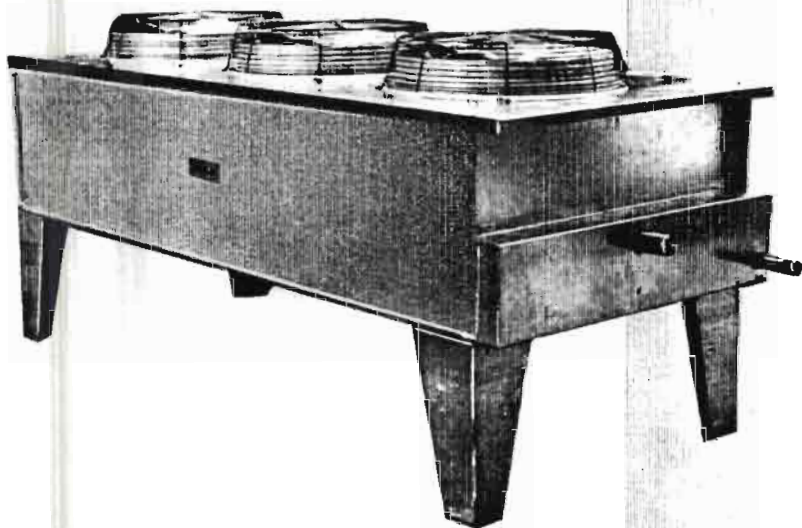
ETABLISSEMENTS
MORGANA

35, 37 Avenue Gaston Mornousseau
P. n° 8, 93240 STAINS
Tél. (1) 48-26-34-13 (lignes groupées)
Télex : 813950 F



Doc. Tech.
T01 - 1/87

CONDENSEURS A AIR



Et. MORGANA

35 Avenue Gaston Monmousseau
B.P. 8 93240 STAINS (FRANCE)
Tél. : (1) 48.26.34.13 - Télex : 236619F
Télécopieur : (1) 48.26.49.13



Doc Tech

412 -1/91

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET DIMENSIONNELLES

CONDENSEURS 1450 tr/mn

TYPE	Puissance à T 16° Total Heat Rejection		Ventilateurs 380V/3 - 50 Hz FAN sauf CD 03 à 10 mono 220V - 50 Hz					Volume Int. dair capac.	Pression acoustique 10 m db (A) SPL
	Watt	k cal/h	DEBIT m ³ /h AIR FLOW	Nb	Ø mm	Puiss. unit. kW	I unit. A		
CD 03	3720	3200	1300	1	300	m. 0,11	0,75	1,5	41
06	7440	6400	2600	2	300	m. 0,11	0,75	2,8	42
10	11160	9600	3900	3	300	m. 0,11	0,75	4,2	42
13	15200	13060	5300	1	500	0,9	1,7	5	57
22	26050	22400	12000	2	500	0,9	1,7	7,2	59
26	30350	26100	11000	2	500	0,9	1,7	9,4	59

CONDENSEURS 900 tr/mn

CD 11	12400	10660	3800	1	500	0,35	0,8	5	48
19	22300	19200	9500	1	600	0,9	1,6	6,7	50
21	25400	21850	8500	1	600	0,9	1,6	9	50
38	44650	38400	19000	2	600	0,9	1,6	12,8	58
43	50800	43700	17000	2	600	0,9	1,6	17,3	58
57	66980	57600	28500	3	600	0,9	1,6	20	59
65	76280	65600	25500	3	600	0,9	1,6	27	59

CONDENSEURS 750 tr/mn

CD 09	10530	9060	3000	1	500	0,2	0,4	5	43
15	17980	15460	6500	1	600	0,5	1	6,7	51
17	20460	17600	6100	1	600	0,5	1	9	51
31	36050	31000	13000	2	600	0,5	1	12,8	53
35	40930	35200	12200	2	600	0,5	1	17,3	53
46	53950	46400	19500	3	600	0,5	1	20	54
52	61400	52800	18300	3	600	0,5	1	27	55

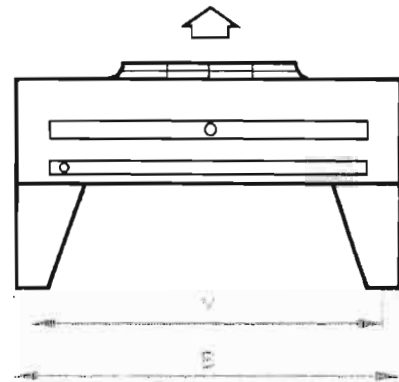
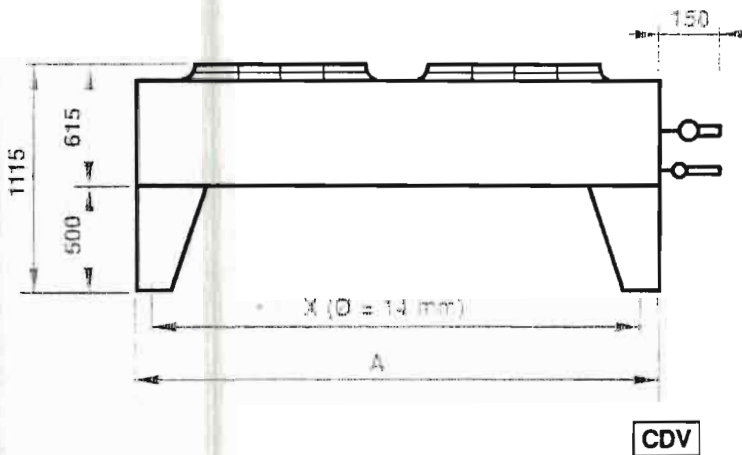
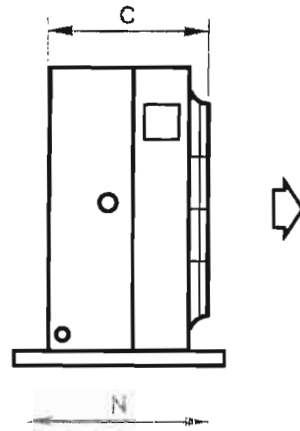
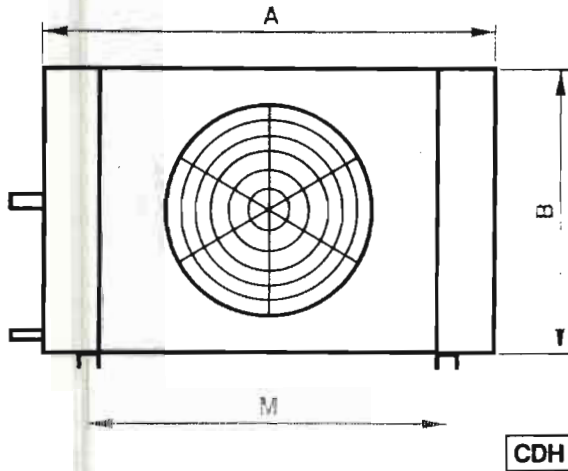
CONDENSEURS 500 tr/mn

CD 12	14380	12370	4500	1	600	0,3	0,6	6,7	41
14	15870	13650	4100	1	600	0,3	0,6	9	41
24	28770	24740	9000	2	600	0,3	0,6	12,8	43
27	31740	27300	8200	2	600	0,3	0,6	17,3	43
37	43140	37100	13500	3	600	0,3	0,6	20	44
41	47610	40950	12300	3	600	0,3	0,6	27	44

- Ailettes M25Q tube 3/8 écartement ailettes 2,5 mm.

- Pour utilisation DRY-COOLER et FABRICATIONS SPECIALES : Nous consulter.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET DIMENSIONNELLES



TYPE		A	B	C	X	Y	M	N	Vapeur	Liquide	Poids kg Weight
1450 tr/mn	CD 03	470	450	400	-	-	-	-	1/2"	1/2"	13
	06	870	450	400	-	-	-	-	5/8"	1/2"	24
	10	1270	450	400	-	-	-	-	5/4"	5/8"	36
	13	850	650	615	700	600	740	675	7/8"	5/8"	70
	22 et 26	1550	650	615	1400	600	1440	675	1" 1/8	7/8"	105 - 115
900 tr/mn	11	850	650	615	700	600	740	675	3/4"	5/8"	70
	19 et 21	1000	950	615	850	900	890	675	1" 1/8	7/8"	95 - 105
	38 et 43	1850	950	615	1700	900	1740	675	1" 3/8	1" 1/8	170 - 185
	57 et 65	2700	950	615	2550	900	2590	675	1" 5/8	1" 1/8	245 - 265
750 tr/mn	09	850	650	615	700	600	740	675	3/4"	5/8"	70
	15 et 17	1000	950	615	850	900	890	675	7/8"	3/4"	95 - 105
	31 et 35	1850	950	615	1700	900	1740	675	1" 3/8	1" 1/8	170 - 185
	46 et 52	2700	950	615	2550	900	2590	675	1" 5/8	1" 1/8	245 - 265
500 tr/mn	12 et 14	1000	950	615	850	900	890	675	7/8"	5/8"	95 - 105
	24 et 27	1850	950	615	1700	900	1740	675	1" 1/8	7/8"	170 - 185
	37 et 41	2700	950	615	2550	900	2590	675	1" 3/8	1" 1/8	245 - 265

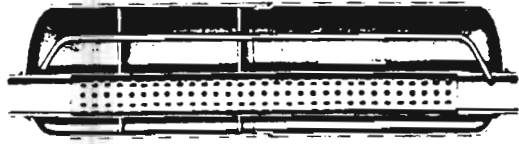
Pressions acoustiques : correction en fonction de la distance

Distance (m) :	20	30	40	50	70
dB (A) :	-6	-9,5	-12	-14	-18

Ces pressions acoustiques sont données à titre indicatif et peuvent varier en fonction du site de l'installation.

APPAREILS ANNEXES DU CIRCUIT

SILENCIEUX.



ROBINET D'ARRET A COMMANDE MANUELLE

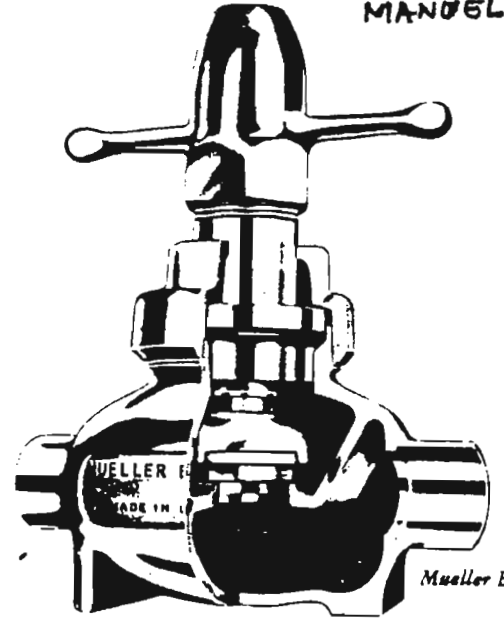


FIGURE 13-5

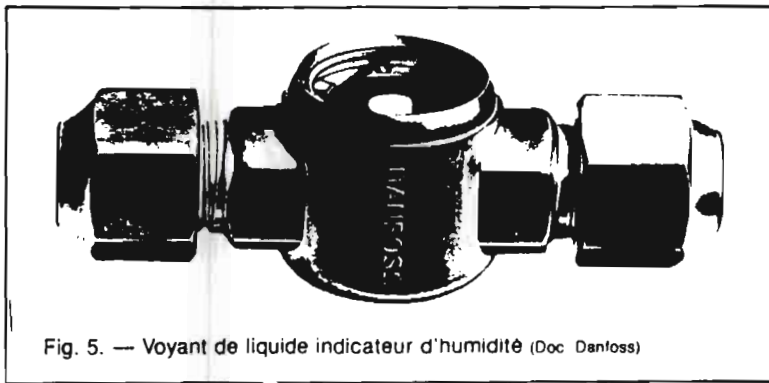
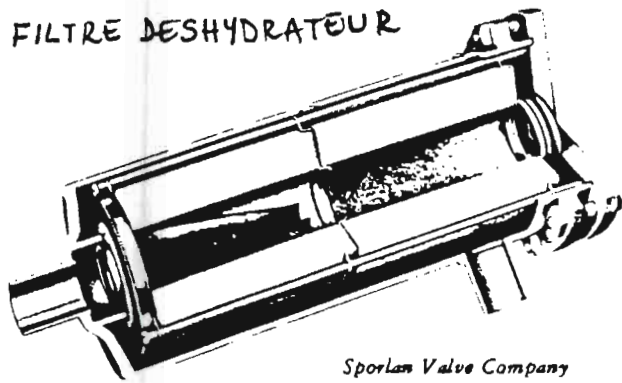


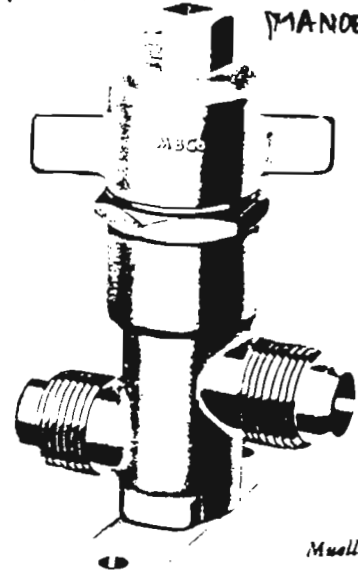
Fig. 5. — Voyant de liquide indicateur d'humidité (Doc Danfoss)

FILTRE DESHYDRATEUR



Sporlan Valve Company

CAEUCHON : POIGNEE DE MANOEUVRE



Mueller Brass Co.

FIGURE 13-6

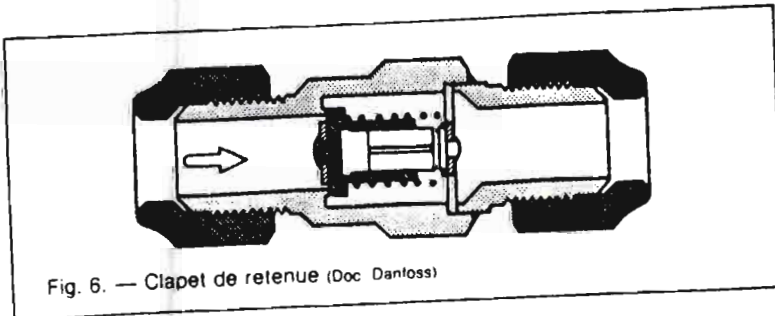
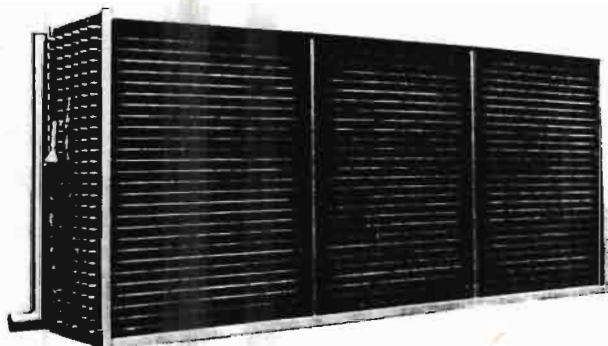
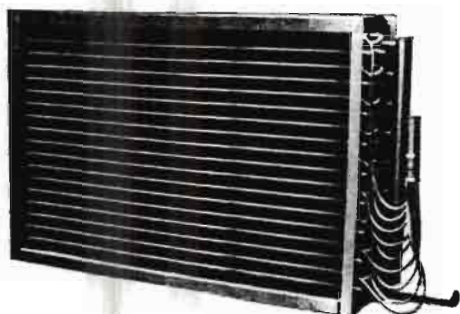


Fig. 6. — Clapet de retenue (Doc Danfoss)



FONCTIONNEMENT

- Détente Directe Sigle DD
- Condensation Sigle CD
- Eau Froide Sigle EF
- Eau Chaude Sigle EC
- Eau Surchauffée Sigle ES

DOMAINE D'UTILISATION

- Batteries froides :
 - Détente Directe (DD) : 21 bar
 - Eau Froide (EF) : 21 bar
- Batteries de condensation :
 - Condensation (CD) : 21 bar
- Batteries chaudes :
 - Eau Chaude (EC) : 12 bar
 - Eau Surchauffée (ES) : 12 bar maxi 150°C

Nota

Les ailettes peuvent être fournies en :

- Aluminium : sigle Al
- Aluminium avec revêtement : sigle Al/PVC
- Cuivre : sigle Cu
- Cuivre étamé : sigle Cu/Sn

Les tubes peuvent être fournis en :

- Cuivre : sigle Cu
- Cuivre étamé : sigle Cu/Sn

CARROSSERIE

Cadre en tôle d'acier galvanisé.

A la demande, exécution en :

Aluminium - Laiton - Tôle électrozinguée - Acier inoxydable.

COLLECTEURS ET RACCORDEMENTS

Les collecteurs sont en cuivre.

Pour fonctionnement EC, EF, les piquages peuvent être en acier (à braser ou à visser).

Nota

Nos batteries sont essayées sous pression d'air dans un bain d'eau.

CARACTERISTIQUES

FAISCEAU AILETE

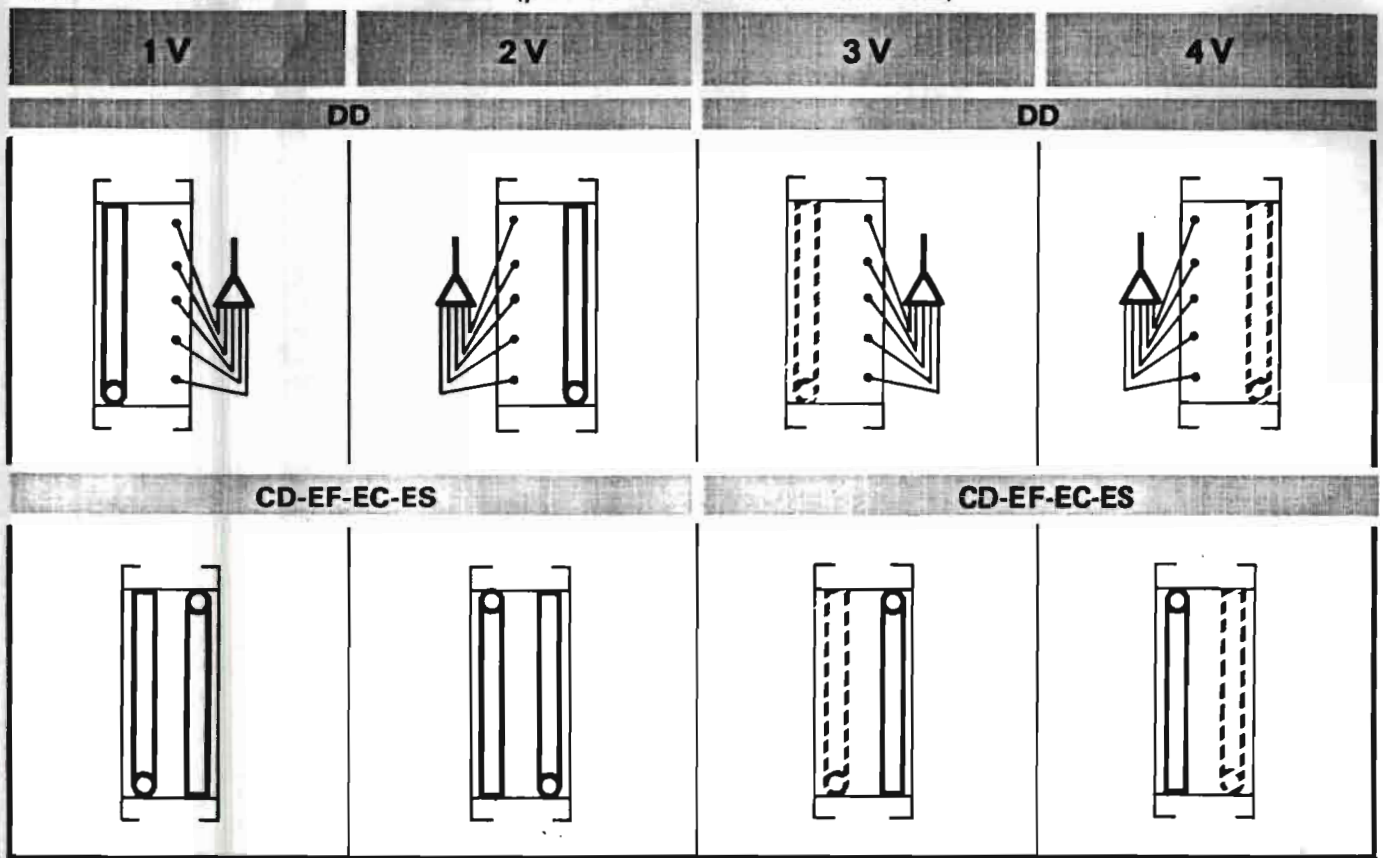
- Les ailettes sont à collerettes jointives ou non suivant les cas.
- Le contact parfait entre ailettes et tubes est obtenu par expansion mécanique.
- Les coudes de même section que les tubes diminuent sensiblement les pertes de charges.
- AILETTE M45L : tubes \varnothing 16 (5/8") en ligne, entraxe 45 x 45
écartements des ailettes : 2,2 - 2,5 - 2,7 - 3,0 - 3,5 - 4,0 - 4,5 - 5,0 - 6,0 - 7,0 - 10,5
- AILETTE M25Q : tubes \varnothing 10 (3/8") en quinconce, entraxe 25 x 21,65
écartements des ailettes : 1,8 - 2,1 - 2,5 - 2,8 - 3,2 - 3,6 - 4,2 - 5,0
possibilité d'écartements intermédiaires.

Et. MORGANA

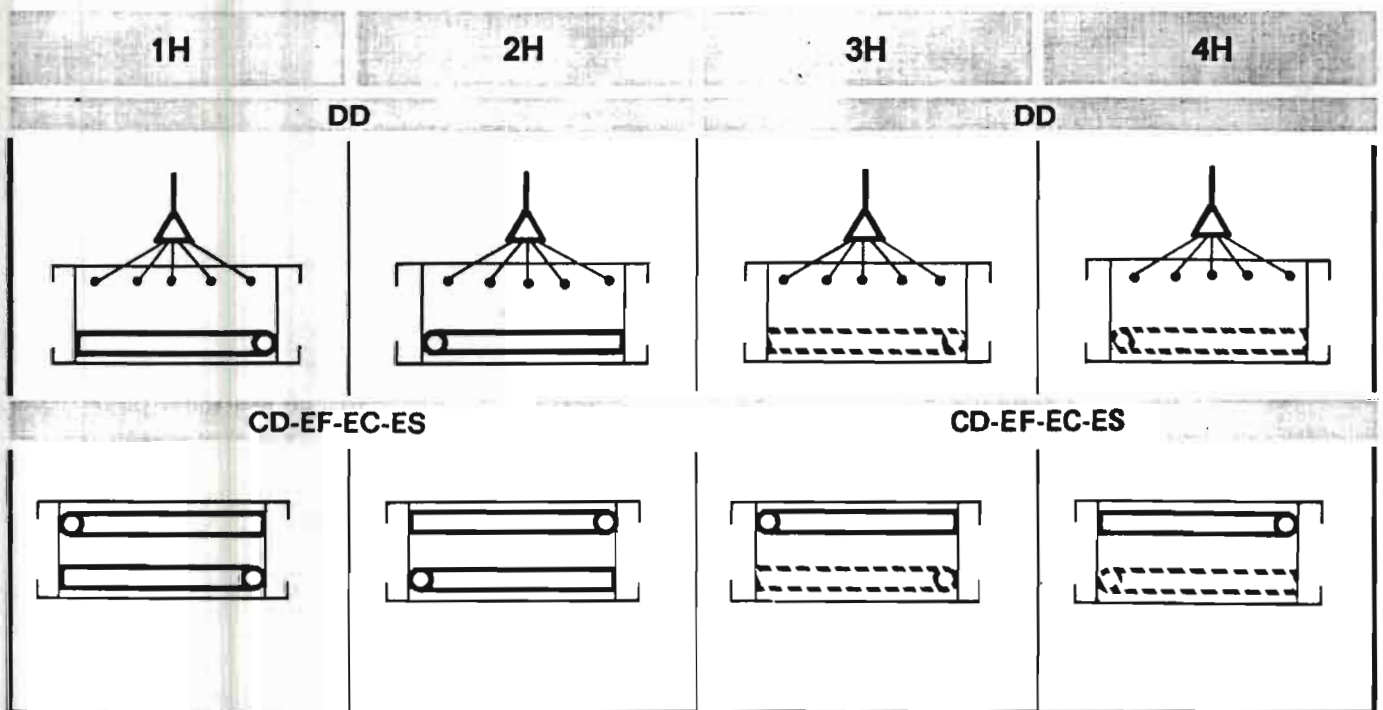
35 Avenue Gaston Monmousseau
B.P. 8 93240 STAINS (FRANCE)
Tél. : (1) 48.26.34.13 - Télex : 613950F
Télécopieur : (1) 48.26.49.13



ORIENTATIONS VERTICALES (positions de raccords)



ORIENTATIONS HORIZONTALES (positions de raccords)



NOTA : Nos batteries sont prévues pour fonctionner en contre courant.

DÉNOMINATION

Le sigle de la batterie doit comprendre toutes les indications permettant de déterminer la géométrie du faisceau aileté, les dimensions, les modes de fonctionnement, les matériaux :

Exemple

M 45L 35 EC 12 T 3 N 1500 CU/AL 1V Position 1
 batterie verticale
 Tube cuivre, ailette aluminium
 Longueur de la partie ailetée
 Nombre de nappes
 Nombre de tubes
 Mode de fonctionnement (eau chaude)
 Pas des ailettes (3,5 mm)
 Profil des ailettes (45 x 45 tubes 16 en ligne)

RENSEIGNEMENTS A FOURNIR LORS D'UNE CONSULTATION

Pour chaque type de batterie les renseignements indispensables pour une étude sont indiqués d'une croix X

DONNÉES	unité	DD			C D	EF			EC ES				
		variante				variante			variante				
Puissance calorifique (P)	kcal/h		X	X		X		X	X		X	X	X
AIR : Débit (Da)	m ³ /h	X	X			X	X	X			X	X	X
Température sèche :													
- à l'entrée (TA _e)	°C					X					X	X	
- à la sortie (TA _s)	°C										X		X
Température humide :													
- à l'entrée (TH _e)	°C												
- à la sortie (TH _s)	°C												
Enthalpie - à l'entrée (J _e)	kcal/kg												
- à la sortie (J _s)	kcal/kg	1	2	3			4	5	6				
Teneur en vapeur d'eau													
- à l'entrée (W _e)	g/kg												
- à la sortie (W _s)	g/kg												
Humidité relative :													
- à l'entrée (HR _e)	%												
- à la sortie (HR _s)	%												
EAU : Débit (De)	l/h						X	X	X		X	X	X
Température - à l'entrée (TE _e)	°C						X	X			X	X	X
- à la sortie (TE _s)	°C						X		X		X		X
FLUIDE FRIGORIGENE													
Type de réfrigérant		X	X	X		X							
Température d'évaporation (T _e)	°C	X	X	X									
Température de condensation (T _c)	°C					X							

1 3 4 6 Deux valeurs relatives à l'entrée et deux valeurs relatives à la sortie
2 5 Deux valeurs relatives à l'entrée

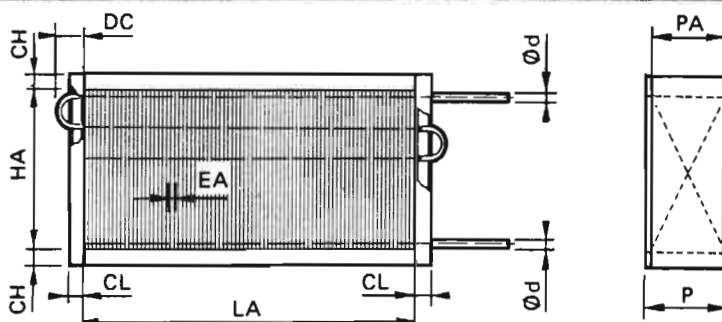
NOTA : Pour l'eau additionnée (eau glycolée etc...) indiquer le type de l'additif et la concentration en poids.

RENSEIGNEMENTS EN CAS DE COMMANDE

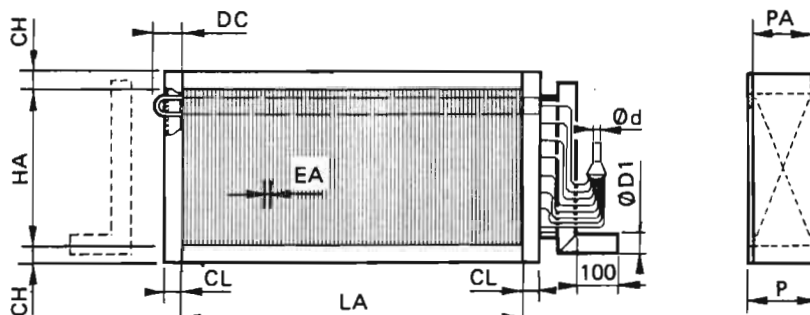
Pour les batteries DD et CD la puissance
le fluide utilisé
la température d'évaporation
la température de condensation

DIMENSIONS STANDARD DES BATTERIES

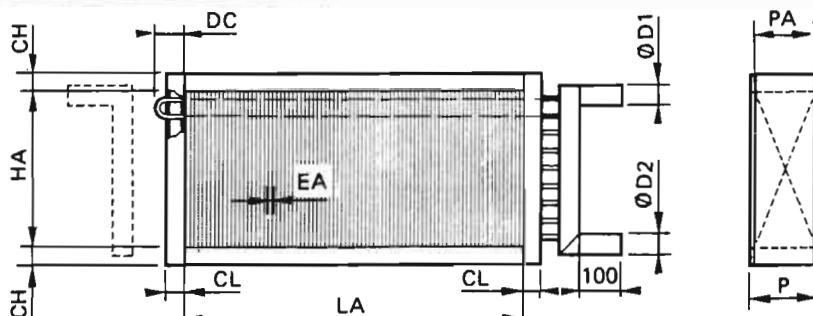
Batteries
DD-CD-EF-EC
(1 circuit)



Batteries DD



Batteries
CD-EF-EC-ES



- LA = Longueur ailetée
- EA = Ecartement des ailettes
- HA = Hauteur ailetée = Nombre de tubes x format ailette
- PA = Epaisseur ailetée = Nombre de nappes x format ailette
- DC = Dépassement des coudes : Profil M 45 L : DC = 65, Profil M25 Q : DC = 35
- P = Profondeur hors tout.
- CH = Cadres supérieurs et inférieurs
- CL = Cadres latéraux
- d } = Diamètres des raccords
- D1 }
- D2 }

EXEMPLE

1) Batterie type M45L/35EC 12T 3N 1500/Cu-Al/1 V

- **Caractéristique :**
Ailettes de 45 mm x 45 mm avec tube Ø 16 mm (5/8") en ligne.
Pas 3,5 mm. Fonctionnement eau chaude.
Tube cuivre, ailettes aluminium, position 1, batterie verticale.
- **Dimensions :** LA = 1500 mm, HA = 12 T x 45 = 540 mm, PA = 3 N x 45 = 135 mm, DC = 65 mm

2) Batterie type M25Q/28DD 16T 4N 1200/Cu/Sn - Al/PVC/2 H

- **Caractéristique :**
Ailettes de 25 mm x 21,65 mm avec tube Ø 10 mm (3/8") en quinconce.
Pas 2,8 mm. Fonctionnement détente directe.
Tube cuivre étamé, ailettes aluminium avec revêtement, position 2, batterie horizontale.
- **Dimensions :** LA = 1200 mm, HA = 16 T x 25 = 400 mm, PA = 4 N x 21,65 = 86,60 mm, DC = 35 mm.



CONDENSEURS A AIR



APPLICATIONS

Installation de réfrigération et de conditionnement d'air

CARACTÉRISTIQUES

- Batterie : ailette quinconce gaufrée, tube 5/8", profil M45Q
- Carrosserie : aluminium et acier galvanisé, visserie inoxydable
- Ventilation : moteurs tri 380V IP55

APPLICATIONS SPÉCIALES SUR DEMANDE

- Batteries protégées
- Cablage des moteurs en 2 vitesses (jour, nuit)
- DRY COOLER
- Multicircuit

Et. MORGANA

35 Avenue Gaston Monmousseau
B.P. 8 93240 STAINS (FRANCE)
Tél. : (1) 48.26.34.13 - Télex : 236619F
Télécopieur : (1) 48.26.49.13



Doc Tech

411 - 7/91

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET DIMENSIONNELLES

CONDENSEURS 900 tr/mn

TYPE	Puissance $\Delta T 15^\circ$ Total Heat Rejection		Ventilateurs 380V/3 - 50 Hz Fans					S m ²	V dm ³	Pression acoustique 10 m db (A) SPL
	Watt	k cal/h	DEBIT m ³ /h Air flow	Nb	\varnothing mm	Puiss. unit. kW	I unit. A	Area	Capac	
CA.6 88	102790	88400	33000	2	762	2	4,2	312	38	59
104	121220	104250	32300	2	762	2	4,2	416	51	59
120	140230	120600	29200	2	762	2	4,2	624	76	59
156	181860	156400	49500	3	762	2	4,2	624	75	61
180	210340	180900	45000	3	762	2	4,2	936	112	61
208	242440	208500	64600	4	762	2	4,2	832	99	62
241	280460	241200	58400	4	762	2	4,2	1248	148	62
312	363660	312750	96900	6	762	2	4,2	1248	147	63
361	420690	361800	87600	6	762	2	4,2	1872	220	63
417	484880	417000	129200	8	762	2	4,2	1664	194	64
482	560930	482400	117000	8	762	2	4,2	2496	288	64

CONDENSEURS 750 tr/mn

CA.8 80	93130	80100	28000	2	762	1,42	2,6	312	38	53
93	108600	93400	27400	2	762	1,42	2,6	416	51	53
106	123250	106000	24800	2	762	1,42	2,6	624	76	53
140	162900	140100	42000	3	762	1,42	2,6	624	75	55
159	184880	159000	37200	3	762	1,42	2,6	936	112	55
186	217200	186800	54800	4	762	1,42	2,6	832	99	56
212	246510	212000	49600	4	762	1,42	2,6	1248	148	56
280	325810	280200	82200	6	762	1,42	2,6	1248	147	57
318	369760	318000	74400	6	762	1,42	2,6	1872	220	57
373	434410	373600	109600	8	762	1,42	2,6	1664	194	58
424	493020	424000	99200	8	762	1,42	2,6	2496	288	58

- Ailette M45Q tube 5/8 écartement ailettes 2,2 mm.

- Pour utilisation DRY-COOLER ou FABRICATION SPECIALE : Nous consulter.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET DIMENSIONNELLES

CONDENSEURS 500 tr/mn

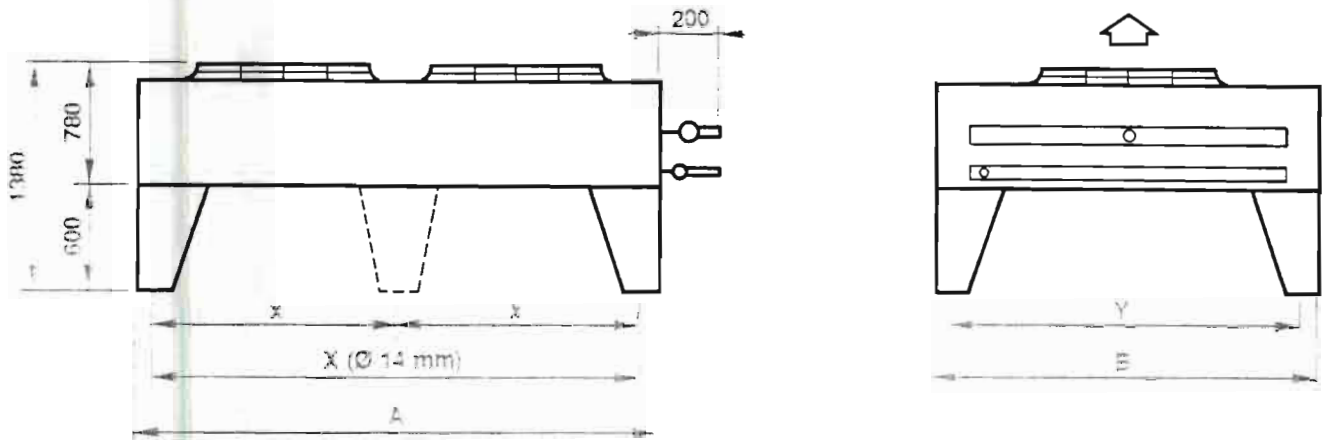
TYPE	Puisance $\Delta T 16^\circ$ Total Heat Rejection		Ventilateurs 380V/3 - 50 Hz Fans					S m ²	V dm ³	Pression acoustique 10 m db (A) SPL
	Watt	k cal/h	DEBIT m ³ /h Air flow	Nb	Ø mm	Puiss. unit. kW	I unit. A	Area	Capac	
CA - 12 - 61	71800	61750	18100	2	762	0,4	1,45	312	38	44
68	79650	68500	17200	2	762	0,4	1,45	416	51	44
92	107670	92600	27100	3	762	0,4	1,45	468	56	46
102	119410	102700	25800	3	762	0,4	1,45	624	75	46
123	143600	123500	36200	4	762	0,4	1,45	624	74	47
137	159300	137000	34400	4	762	0,4	1,45	832	99	47
185	215340	185200	54300	6	762	0,4	1,45	936	110	48
205	238950	205500	51600	6	762	0,4	1,45	1248	147	48
247	287200	247000	72400	8	762	0,4	1,45	1248	146	49
274	318600	274000	68800	8	762	0,4	1,45	1664	194	49

CONDENSEURS 370 tr/mn

CA - 12 - 54	62900	54100	14500	2	762	0,24	0,6	312	38	37
62	71100	61150	13500	2	762	0,24	0,6	416	51	37
81	93130	81100	21750	3	762	0,24	0,6	468	56	39
91	106620	91700	20250	3	762	0,24	0,6	624	75	39
108	125810	108200	29000	4	762	0,24	0,6	624	74	40
122	142200	122300	27000	4	762	0,24	0,6	832	99	40
162	188720	162300	43500	6	762	0,24	0,6	936	110	41
183	213250	183400	40500	6	762	0,24	0,6	1248	147	41
216	251620	216400	58000	8	762	0,24	0,6	1248	146	42
244	284410	244600	54000	8	762	0,24	0,6	1664	194	42

VOIR POIDS ET DIMENSIONS AU VERSO

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET DIMENSIONNELLES



(exécution air horizontal sur demande)

TYPE				A	B	X	x	Y	Vapeur	Liquide	Poids kg Weight
CA6	88	104	120	2760	1160	2670	-	1070	2" 1/8	1" 3/8	284 - 322 - 400
900		156	180	4093	1160	4003	2001	1070	2" 5/8	1" 5/8	467 - 581
tr/mn		208	241	5426	1160	5336	2668	1070	3" 1/8	2" 1/8	614 - 766
		312	361	4093	2240	4003	2001	2151	2 x 2" 5/8	2 x 1" 5/8	909 - 1137
		417	482	5426	2240	5336	2668	2151	2 x 3" 1/8	2 x 2" 1/8	1203 - 1507
CA8	80	93	106	2760	1160	2670	-	1070	2" 1/8	1" 3/8	284 - 322 - 400
750		140	159	4093	1160	4003	2001	1070	2" 5/8	1" 5/8	467 - 581
tr/mn		186	212	5426	1160	5336	2668	1070	3" 1/8	2" 1/8	614 - 766
		280	318	4093	2240	4003	2001	2151	2 x 2" 5/8	2 x 1" 5/8	909 - 1137
		373	424	5426	2240	5336	2668	2151	2 x 3" 1/8	2 x 2" 1/8	1203 - 1507
CA12		61	68	2760	1160	2670	-	1070	1" 5/8	1" 1/8	284 - 322
500		92	102	4093	1160	4003	2001	1070	2" 1/8	1" 3/8	410 - 467
tr/mn		123	137	5426	1160	5336	2668	1070	2" 1/8	1" 5/8	538 - 614
		185	205	4093	2240	4003	2001	2151	2 x 2" 1/8	2 x 1" 3/8	795 - 909
		247	274	5426	2240	5336	2668	2151	2 x 2" 5/8	2 x 1" 5/8	1051 - 1203
CA12		54	62	2760	1160	2670	-	1070	1" 5/8	1" 1/8	284 - 322
370		81	91	4093	1160	4003	2001	1070	2" 1/8	1" 3/8	410 - 467
tr/mn		108	122	5426	1160	5336	2668	1070	2" 5/8	1" 5/8	538 - 614
		162	183	4093	2240	4003	2001	2151	2 x 2" 1/8	2 x 1" 3/8	795 - 909
		216	244	5426	2240	5336	2668	2151	2 x 2" 5/8	2 x 1" 5/8	1051 - 1203

Pression acoustique : correction en fonction de la distance

Distance m :	20	30	40	50	70
DB (A) :	-6	-9,5	-12	-14	-18

Annexe 8 : Coûts de tuyauteries et robinetterie
Cas du tunnel de froid

d (mm)	Tubes			Coudes			Tés			
	PU	L	Prix Tot	PU	nbr	P Tot	PU	nbr	Prix Total	
16	2150	9,3	19 995	1000	8	8 000	2 500	4	10 000	
19	3000	2,0	6 000	1400	4	5 600				
22	3500	9,4	32 900	1400	13	18 200				
35	7500	6,2	46 500	2490	6	14 940				
41	10000	5,2	52 000	3600	10	36 000				
TOTAL			157 395				82 740			10 000

d (mm)	Voyant		Vanne Solénoïde		Robinet d'arrêt	
	nb	Prix T.	nb	Prix Total	nombre	Prix Total
16	2	35 700	2	139 900	8	280 000
22	-	-	-	-	2	70 000

2 Détendeurs (d = 16 mm).....: 136 400 F
 2 Filtres déshydrateurs (d = 16 mm)...: 38 500 F
 TOTAL ROBINETTERIE.....700 500 F
 TOTAL TUYAUTERIE.....250 135 F

 TOTAL POUR LE TUNNEL..... 950 635 F

INSTALLATION AVEC SAUMURE

Tubes: $4,5 \times 2150 + 5,2 \times 10000 + 4,9 \times 3500 \dots = 78\ 825$

Coudes: $4 \times 1000 + 10 \times 3600 + 9 \times 1400 \dots = 52\ 600$

Tés: $2 \times 2500 \dots = 5\ 000$

Voyant et vanne solénoïde: $17850 + 69950 \dots = 87\ 800$

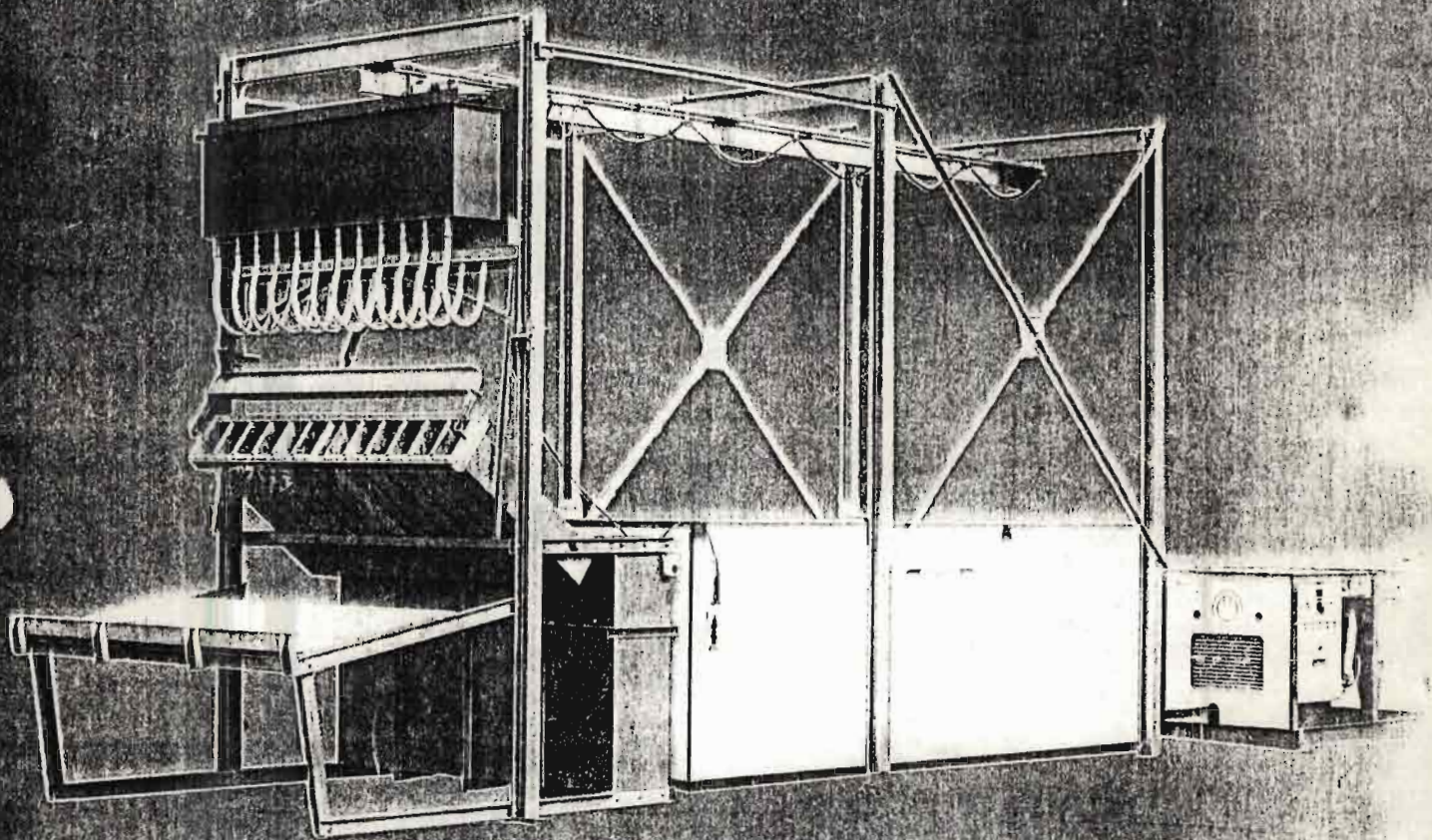
TOTAL (installation à saumure).....= 394 225 F

fabrique de glace tropicale monobloc

DÉMOULAGE MÉCANIQUE

ANNEXE 9

MONOBLOC TROPICAL ICE MAKING PLANTS MECHANICAL WITHDRAWAL



مستعمل قوا السبب ثلج
الاج مكنه يكي من القوا السب

ISO-FRIGO

FABRIQUES DE GLACE TROPICALES - DEMOULAGE MECANIQUE TROPICAL ICE MAKING PLANTS - MECHANICAL WITHDRAWAL

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

GENERAL CHARACTERISTICS

FABRIQUES DE GLACE EN MOULEAUX DE 25 KG

DIMENSIONS DES MOULEAUX 240 x 150 mm HAUTEUR 1220 mm
210 x 120

ICE MAKING PLANTS IN 25 KG ICE BLOCKS

CANS DIMENSIONS : 240 x 150 mm - HEIGHT 1220 mm
210 x 120

TYPE	Glace par 24 heures Ice every 24 hours	Nombre de mouleaux Number of ice cans	Nombre de cadres Number of frames	Dimensions hors tout installées Overall dimensions set up			Poids opérationnel avec saumure Running weight including brine
				Longeur totale Total length	Largeur totale Total width	Hauteur totale Total height	
ISO-FRIGO FG 2 x 1200 - 25	2 400 kg	48	4	7,53 m	2,78 m	4,20 m	12 400 kg
ISO-FRIGO FG 2 x 1500 - 25	3 000 kg	60	5	7,88 m	2,78 m	4,20 m	13 700 kg
ISO-FRIGO FG 2 x 1800 - 25	3 600 kg	72	6	8,13 m	2,78 m	4,20 m	15 000 kg
ISO-FRIGO FG 2 x 2100 - 25	4 200 kg	84	7	8,57 m	2,78 m	4,20 m	16 000 kg
ISO-FRIGO FG 2 x 2400 - 25	4 800 kg	96	8	8,90 m	2,78 m	4,20 m	17 600 kg
ISO-FRIGO FG 2 x 3000 - 25	6 000 kg	120	10	11,00 m	2,78 m	4,20 m	20 000 kg
ISO-FRIGO FG 2 x 6000 - 25	12 000 kg	240	20	15,70 m	2,78 m	4,20 m	36 000 kg
ISO-FRIGO FG 4 x 3000 - 25	12 000 kg	2 x 120	2 x 10	16,05 m	2,78 m	4,20 m	38 000 kg
ISO-FRIGO FG 2 x 8100 - 25	16 200 kg	324	27	17,00 m	2,78 m	4,20 m	46 000 kg

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Fabrique de glace de type monobloc
Bac à saumure acier à enduit bitumineux
Isolation mousse de polyuréthane 8 cm
Revêtement extérieur en stratifié polyester blanc brillant épaisseur 3 mm
ou bardage nervuré galvanisé prélaqué.

SAUMURE

Réalisée au chlorure de calcium CL 2 CA - température de la saumure réglée de -10°C à -12°C - Homogénéisation et circulation de la saumure assurée par agitateur à hélice arbre inox.

MOULEAUX

Réalisés en acier galvanisé - option inox 18/8 (nous consulter).

MANUTENTION ET MISE EN PLACE

Fabrique de glace manutentionnable en partie supérieure.
Deux skids à la base permettent l'installation sur toute surface plane et résistante.

SYSTEME DE DEMOULAGE

Portique avec palan manuel et déplacement manuel 1 000 kg
Option palan et déplacement électrique 1 000 kg
Cuve de démoulage acier avec chauffage 12 kw
Basculeur
Table de démoulage

Package ice making plant
Steel brine tank with bituminous coating
Insulation polyurethane foam 8 cm
Outside lining in white GPP 3 mm
or galvanized and painted steel

BRINE

Made from calcium chloride CL 2 CA - temperature of brine between -10°C / -12°C - Electrical brine propeller system

CANS

Galvanized steel - option stainless steel can 18-8 (consult us)

IMMEDIATE SETTING UP STARTING AND HANDLING

Easy handling by shackles located on the top.
Two steel skids for immediate setting on every floor and hard ground.

WITHDRAWAL SYSTEM

Ice crane with hand winch 1 000 kg and displacement
Option electric winch 1 000 kg and electric displacement
Steel dip tank heating 12 kw
Ice type
Ice discharge

ÉQUIPEMENT FRIGORIFIQUE

REFRIGERATING EQUIPMENT

PUISSANCE ET PRODUCTION AUX CONDITIONS :

	Modèle Standard	Modèle Haute Température	Standard Model	Model High Temperature
Température d'eau	25°C	25°C	25°C	25°C
Température ambiante	32°C	43°C	32°C	43°C
Température de la saumure	-10/-12°C	-10/-12°C	10/12°C	10/12°C

POWER AND OUTPUT FOR CONDITIONS :

	Model High Temperature	Water temperature	Ambient temperature	Brine temperature
	25°C	25°C	32°C	43°C
	10/12°C	10/12°C	10/12°C	10/12°C

	ISO-FRIGO FG 2x1200	ISO-FRIGO FG 2x1500	ISO-FRIGO FG 2x1800	ISO-FRIGO FG 2x2100	ISO-FRIGO FG 2x2400	ISO-FRIGO FG 2x3000	ISO-FRIGO FG 2x6000	ISO-FRIGO FG 4x3000	ISO-FRIGO FG 2x8100	
AGITATEUR	1,1 KW	1,1 KW	1,1 KW	1,1 KW	1,1 KW	(1,1 KW)	2 KW	2 x 1,1 KW	2 KW	AGITATOR
COMPRESSEUR FRIGORIFIQUE	4 CC 68	4 CC 75	6 CC 68	6 CC 68	6 CC 75	8 CC 75	2x6 CC 75	2x8 CC 75	2x8 CC 75	REFRIGERATING COMPRESSOR
FLUIDE FRIGORI.	R 22	R 22	R 22	R 22	R 22	R 22	R 22	R 22	R 22	REFRIGERATING FLUID
PUISSANCE FRIGORIFIQUE	24.240 w/h	27.620 w/h	34.300 w/h	34.500 w/h	38.560 w/h	49.200 w/h	83.720 w/h	98.400 w/h	111.600 w/h	REFRIGERATING POWER
PUISSANCE ÉLECT. TOT. INSTALLÉE	37 KW	40 KW	41 KW	49 KW	50 KW	66,5 KW	87 KW	122 KW	125 KW	TOTAL ELECT. POWER SET UP

Droits de modifications réservés pour améliorations de nos productions.

Above specifications are subject to change without notice.



A.C.F.T. LOUIS ZHENDRE
122, avenue des Pyrénées - BP 132
33140 PONT DE LA MAYE
Tél. : 56.87.11.07 - Télax 550052 F

Peu de 20%

ISO FRIGO

FABRIQUES DE GLACE TROPICALES A DÉMOULAGE MÉCANIQUE

Fabriques de Glace en mouleaux de 25 kg

TYPES	PRODUCTION PAR 24 H Température d'eau de remplissage 25° C	PRIX DE LA FABRIQUE DE GLACE y compris 1ère charge en chlorure de calcium	OPTION Équipement frigo- rifique Haute Temp. > 36° C
ISO FRIGO FG 2 x 1200-25	2400 kg en 2 démoulages par 24 H de 48 mouleaux	237 000 FF	6 000 FF
ISO FRIGO FG 2 x 1500-25	3000 kg en 2 démoulages par 24 H de 60 mouleaux	251 500 FF	9 500 FF
ISO FRIGO FG 2 x 1800-25	3600 kg en 2 démoulages par 24 H de 72 mouleaux	266 000 FF <i>1330000</i>	9 500 FF
ISO FRIGO FG 2 x 2100-25	4200 kg en 2 démoulages par 24 H de 84 mouleaux	290 000 FF	9 500 FF
ISO FRIGO FG 2 x 2400-25	4800 kg en 2 démoulages par 24 H de 96 mouleaux	325 000 FF	12 500 FF
ISO FRIGO FG 2 x 3000-25	6000 kg en 2 démoulages par 24 H de 120 mouleaux	375 000 FF	15 000 FF
ISO FRIGO FG 2 x 6000-25	12000 kg en 2 démoulages par 24 H de 240 mouleaux	550 000 FF	20 000 FF
ISO FRIGO FG 4 x 3000-25	12000 kg en 4 démoulages par 24 H de 120 mouleaux	668 000 FF	25 200 FF
ISO FRIGO FG 2 x 8100-25	16200 kg en 2 démoulages par 24 H de 324 mouleaux	700 000 FF	25 200 FF

Sont compris dans les prix de la Fabrique de Glace :

- la cuve de démoulage avec résistance de chauffage du bac
- le système basculeur et table de démoulage
- le système de remplissage rapide
- le palan de levage manuel pour les fabriques de glace de 2400 kg à 4200 kg par 24 H
- le palan de levage électrique et chariot de direction (commande 48 volts) pour les fabriques de glace de 4800 kg à 12000 kg par 24 H.

OPTIONS :

- Palan de levage électrique et chariot de direction (commande 48 volts) pour fabriques de glace de 2400 à 4200 kg par 24 H 24 000

- Broyeur à glace électrique type N° 1 pour pains de glace de 25 kg en entier

- Débit horaire :
 - . en concassage 2000 kg/heure
 - . en neige grésillons 800 à 1000 kg/heure

- Moteur électrique 1 CV

Encombrement : longueur 840 mm, largeur 380 mm, hauteur 700 x 600 mm

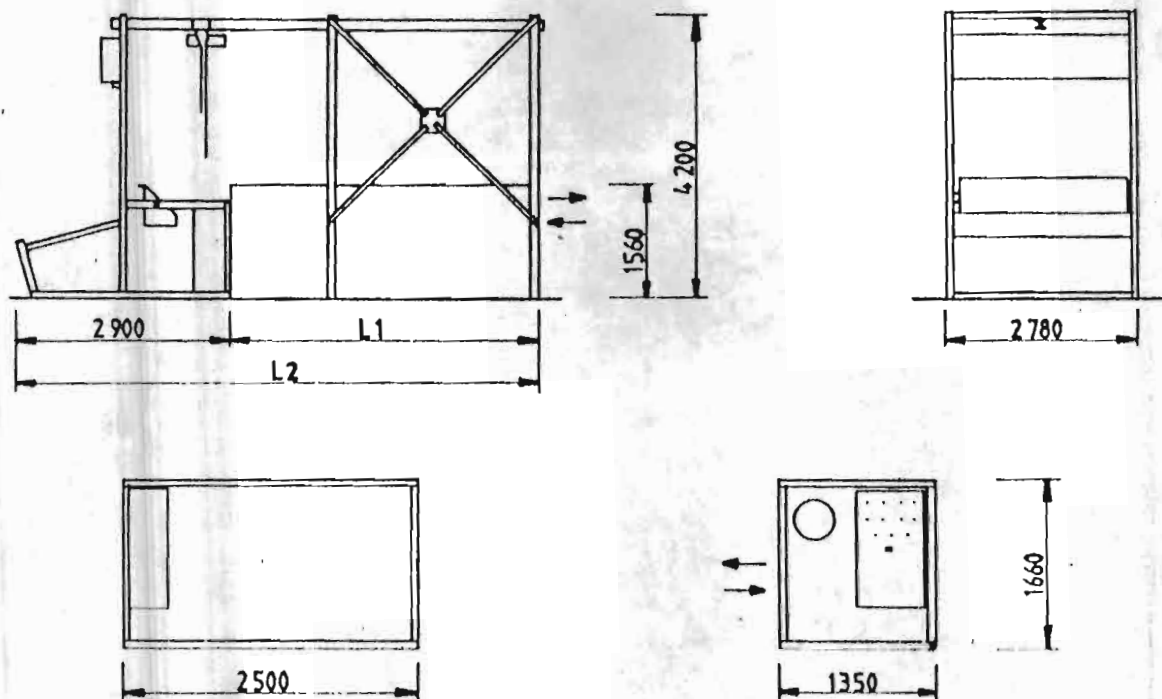
PRIX UNITAIRE H.T. :

En version concassage 16 500
 En version neige grésillons 17 400

Emballage

Les Fabriques de Glace ISO FRIGO sont livrées sous conditionnement agréé maritime manutentionnables par manilles en partie supérieure et leur conception rend généralement inutile un véritable emballage maritime ; il peut être néanmoins fourni moyennant un supplément de 6 %.

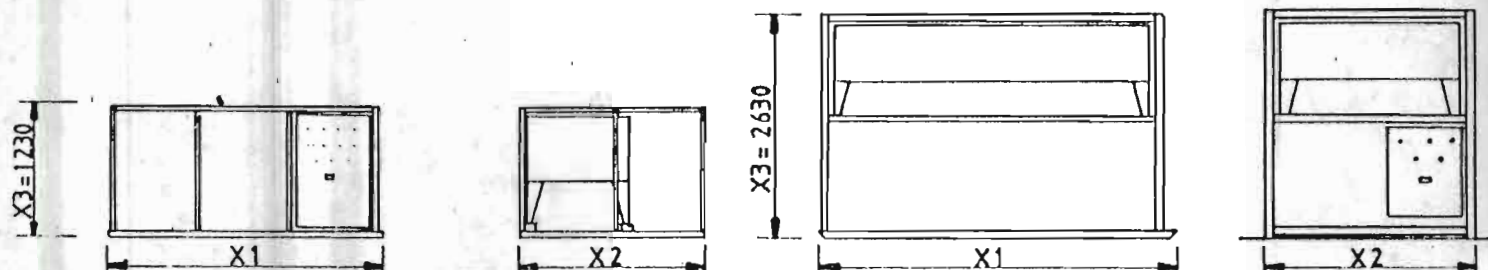
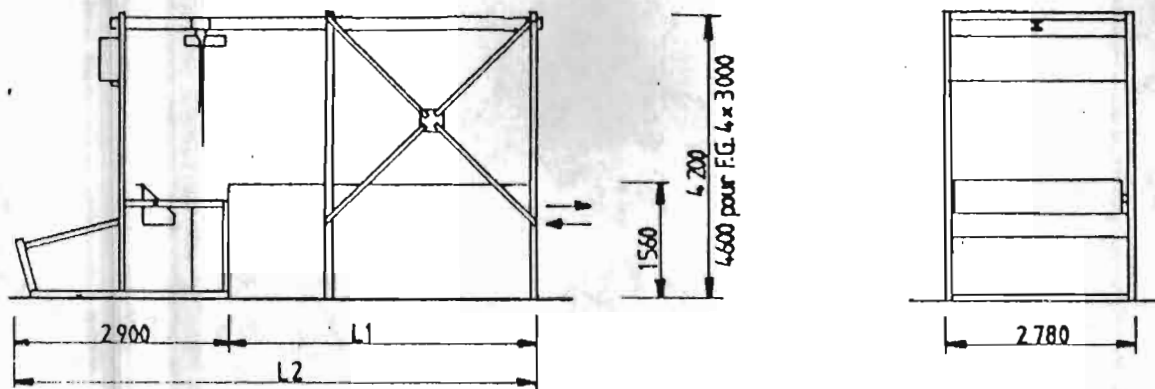
Droits de modifications réservés pour améliorations de nos productions.



	2x1200x25	2x1500x25	2x1800x25	2x2100x25	2x2400x25
Production glace /24 H (2 cycles)	2 400 kg	3 000 kg	3 600 kg	4 200 kg	4 800 kg
Temps moyen de démoulage	50 mn	1 H	1 H 10 mn	1 H 20 mn	1 H 30 mn
Nombre de grilles Nombre mouleaux	4 - 48	5 - 60	6 - 72	7 - 84	8 - 96
L 1 - L 2	2470 - 5370	2810 - 5710	3150 - 6050	3490 - 6930	3830 - 6730
L x l dalle béton cuve	6870 x 3200	7210 x 3200	7550 x 3200	7890 x 3200	8230 x 3200
l x L dalle béton machine	2100 x 3200	2100 x 3200	2100 x 3200	2100 x 3200	2100 x 3200
Distance cuve machine	2 à 3 m	2 à 3 m	2 à 3 m	2 à 3 m	2 à 3 m
Chlorure de calcium	1 800 kg	2 000 kg	2 100 kg	2 300 kg	2 400 kg
Poids matériel	5,1 T	5,6 T	6 T	6,5 T	7 T
Poids opérationnel	11,3 T	12,6 T	14 T	15,2 T	16,6 T

COLISAGE

CUVE	2,50 x 2,60 x 1,70 11,1 m ³ / 2,8 T	2,90 x 2,60 x 1,70 12,8 m ³ / 3,2 T	3,25 x 2,60 x 1,70 14,4 m ³ / 3,6 T	3,60 x 2,30 x 1,70 15,9 m ³ / 4 T	3,95 x 2,60 x 1,70 17,5 m ³ / 4,4 T
MACHINERIE	2,56 x 1,40 x 1,68 6 m ³ / 1,2 T	2,56 x 1,40 x 1,68 6 m ³ / 1,25 T	2,56 x 1,40 x 1,68 6 m ³ / 1,3 T	2,56 x 1,40 x 1,68 6 m ³ / 1,35 T	2,55 x 1,40 x 1,68 6 m ³ / 1,4 T
ENSEMBLE DÉMOULAGE	2,60 x 1,90 x 1,30 6,4 m ³ / 1 T	2,60 x 1,90 x 1,30 6,4 m ³ / 1 T	2,60 x 1,90 x 1,30 6,4 m ³ / 1 T	2,60 x 1,90 x 1,30 6,4 m ³ / 1 T	2,60 x 1,90 x 1,30 6,4 m ³ / 1 T
PORTIQUE DÉMOULAGE	4,25 x 0,40 x 0,50 0,85 m ³ / 850 kg	4,25 x 0,40 x 0,50 0,85 m ³ / 850 kg	4,60 x 0,40 x 0,50 0,92 m ³ / 850 kg	5 x 0,40 x 0,50 1 m ³ / 850 kg	5,35 x 0,40 x 0,50 1,1 m ³ / 850 kg
CHLORURE CALCIUM	3C [1,20x1x0,90 1,1 m ³ /640 kg	4C [1,20x1x0,90 1,1 m ³ /540 kg	4C [1,20x1x0,90 1,1 m ³ /575 kg	4C [1,20x1x0,90 1,1 m ³ /615 kg	4C [1,20x1x0,90 1,1 m ³ /640 kg



	2x 3000x 25	2x 6000x 25	4x 3000x 25	2x 8100x 25
Production glace /24 H (2 cycles)	6 000 kg	12 000 kg	12 000 kg	16 200 kg
Temps moyen de démoulage	1 H 50 mn	3 H	2 x 1 H 50 mn	4 H
Nombre de grilles Nombre mouleaux	10 - 120	20 - 240	2 x 10 - 240	27 - 324
L 1 - L 2	4500 - 7400	7950 - 10850	9000 - 11900	10300 - 13200
L x l dalle béton cuve	8900 x 3200	12350 x 3200	13400 x 3200	14700 x 3200
X1 - X2 - X3	3450x2250x1230	4450x2250x1230	3400x2400x2630	3800x2400x2630
L x l dalle béton machine	4650 x 3450	5650 x 3450	4600 x 3600	5000 x 3600
Distance cuve machine	2 à 3 m	2 à 3 m	2 à 3 m	2 à 3 m
Chlorure calcium	2 800 kg	4 800 kg	5 600 kg	6 000 kg
Poids matériel	9,2 T	13,6 T	11 T	18,8 T
Poids opérationnel	20,5 T	33,6 T	33,6 T	44,6 T

COLISAGE

CUVE	4,60 x 2,60 x 1,70 20,3 m ³ / 5,1 T	8,05 x 2,60 x 1,70 35,6 m ³ / 9 T	2x4,60x2,60x1,70 20,3 m ³ / 5,1 T	10,35 x 2,60 x 1,70 45,7 m ³ / 12 T
MACHINERIE	3,45 x 2,28 x 1,25 9,8 m ³ / 3 T	4,45 x 2,28 x 1,25 12,7 m ³ / 3,5 T	3,40 x 2,43 x 2,66 22 m ³ / 4,5 T	3,80 x 2,43 x 2,66 24,6 m ³ / 5,5 T
ENSEMBLE DÉMOULAGE	2,60 x 1,90 x 1,30 6,4 m ³ / 1 T	2,60 x 1,90 x 1,30 6,4 m ³ / 1 T	2,60 x 1,90 x 1,30 6,4 m ³ / 1 T	2,60 x 1,90 x 1,30 6,4 m ³ / 1 T
PORTIQUE DÉMOULAGE	4,25 x 0,40 x 0,50 0,85 m ³ / 900 kg	4,70 x 0,40 x 0,50 0,95 m ³ / 1 T	5,20 x 0,40 x 0,50 1,05 m ³ / 1,2 T	4,65 x 0,50 x 0,55 1,28 m ³ / 1,3 T
CHLORURE CALCIUM	5C [1,20x1x0,90 1,1 m ³ /600 kg	8C [1,20x1x0,90 1,1 m ³ /640 kg	10C [1,20x1x0,90 1,1 m ³ /600 kg	10C [1,20x1x0,90 1,1 m ³ /640 kg

FABRIQUES DE GLACE TROPICALES ISO FRIGO

A Démoulage Manuel

Peux 20%

Fabriques de Glace en mouleaux inox 10/10è de 10 kg

TYPES	PRODUCTION PAR 24 H Température d'eau de remplissage 25°C	PRIX DE LA FABRIQUE DE GLACE F.F.	Chlorure de Calcium pour saumure en caisse palette F.F.	Option carrosserie F.F.
ISO FRIGO FG2 X 80-10	160 kg en 2 démoulages par 24 H de 8 mouleaux de 10 kg	45.000	1.000	1.200
ISO FRIGO FG2 X 120-10	240 kg en 2 démoulages par 24 H de 12 mouleaux de 10 kg	49.500	1.200	1.200
ISO FRIGO FG2 X 200-10	400 kg en 2 démoulages par 24 H de 20 mouleaux de 10 kg	57.600	1.400	2.950

Fabriques de Glace en mouleaux tole galvanisee de 15 kg

ISO FRIGO FG2 X 480-15	960 kg en 2 démoulages par 24 H de 32 mouleaux de 15 kg	81.000	2.820	2950
ISO FRIGO FG3 X 480-15	1440 kg en 3 démoulages par 24 H de 32 mouleaux de 15 kg	91.500	2.820	3500

OPTIONS :

- Broyeur à glace électrique type 0 pour pains de glace de 10 à 15 kg

- Débit horaire

· en concassage 300 à 400 kg/heure

· en neige gresillons 200 kg/heure

- Moteur électrique 0,5 CV

- Encombrement : longueur 620 mm, largeur 400 mm, hauteur 600 mm

PRIX UNITAIRE H.T. emballé :

11.500 FF

version concassage

12.000 FF

version neige gresillons

X - Bac horizontal Isotherme 580 litres sur skids pour stockage de glace en pains ou broyée

- Capacité : 350 à 400 kg de glace

- Caractéristiques : - structure : avec électro zinguée

- paroi extérieure : polyéthylène bleu

- paroi intérieure : polyester armé

- Dimensions intérieures : longueur 1720 mm, largeur 710 mm, hauteur 870 mm

- Volume intérieur : 580 litres

- Coefficient d'isolation : K = 0,33 Kcal/m²/h°C

- Syphon d'évacuation des eaux de fusion de la glace.

PRIX UNITAIRE H.T. départ usine

non emballé :

5.900 FF

Emballage : Les fabriques de glace monoblocs ISO FRIGO sont livrées sans emballage maritime car elles sont manutentionnables par manilles en partie inférieure et leur conception rend généralement cet emballage inutile. Ces fabriques peuvent néanmoins être emballées maritime moyennant un supplément de 6% - Colisage maritime : voir au verso.

COLISAGE MARITIME

T Y P E S	FABRIQUES DE GLACE				Nbre cais.pal.	CHLORURE DE CALCIUM			
	LONG. M	LARG. M	HAUT. M	POIDS kg		LONG. M	LARG. M	HAUT. M	POIDS Unit. kr
ISO FRIGO FG2 X 80 - 10	1,95	1,06	1,20	520	1	1,00	0,60	0,50	180
ISO FRIGO FG2 X 120 - 10	2,20	1,06	1,20	630	1	1,00	0,60	0,50	230
ISO FRIGO FG2 X 200 - 10	2,70	1,06	1,20	850	1	1,20	0,80	0,70	280
ISO FRIGO FG2 X 480 - 15	2,60	1,72	1,35	1350	1	1,20	1,00	1,00	640
ISO FRIGO FG3 X 480 - 15	2,85	1,72	1,35	1550	1	1,20	1,00	1,00	640

**TARIFS D'ELECTRICITE HORS TAXES
APPLICABLES A COMPTER DU 01-07-89**

1. BASSE TENSION

	Prime fixe annuelle (F/KW)	PRIX D'ENERGIE (F/KWH)			Observations
		1ère tranche	2ème tranche	3ème tranche	
<u>Usage domestique</u>					
U.D.S. (tarif spécial)	-	81,02	80,68	51,19	Abonnés alimen- tés à partir du réseau de distribution SENELEC sur les tensions :
U.D.G. (tarif général)	-	101,27	67,17	51,19	
<u>Usage professionnel</u>					
U.P.1. (sans prime fixe)	-	97,16	87,10	59,97	- B1 (127/220V)
U.P.2 (avec prime fixe)	16 980	67,43	59,97	-	ou
<u>Eclairage public</u>	19 668	68,02	-	-	- B2 (220/380V)

2. MOYENNE ET HAUTE TENSION

	Prime fixe annuelle (F/KW)	PRIX D'ENERGIE		Observations
		K1 (HP)	K2 (EP)	
<u>Moyenne tension</u>				
- Tarif courte utilisation (TCU)	5 616	64,07	92,47	
- Tarif général (TG)	23 904	46,82	67,55	
- Tarif longue uti- lisation (TLU)	57 696	39,02	56,28	
<u>Haute tension</u>	55 092	29,89	35,58	Réseau 90 KV