

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS

GENIE FRIGORIFIQUE

EPREUVE : ETUDE DES INSTALLATIONS

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 4

Aucun document personnel n'est autorisé.

Calculatrice conforme à la réglementation, autorisée.

Le sujet comporte 36 pages

Les documents - réponses situés en fin de sujet sont à rendre avec les copies, ils seront associés aux parties correspondantes.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 1 / 36

E3 - Etude des Installations

Consignes générales :

Chaque partie sera rédigée sur une copie séparée.

L'usage des calculatrices autonomes (Une seule calculatrice par candidat), conformes à la circulaire n ° 99 - 186 du 16 - 11 - 1999, est autorisé.

Le document rendu sera numéroté de 1/n à n/n ; n étant le nombre de feuilles rendues, y compris les documents - réponses à compléter.

Il est rappelé que la présentation, la lisibilité, la rédaction des copies sont des éléments de l'évaluation du travail fourni par le candidat.

Toutes les réponses devront être justifiées à l'aide d'une explication, d'une référence documentaire, d'une note de calcul, ...

Temps estimatif de composition et barème indicatif.

Le sujet comporte quatre parties.

Partie n ° 1 - Conservation des denrées alimentaires périssables -

Temps : 15 minutes.

Barème : 2 / 20 points.

Partie n ° 2 - Calculs préliminaires -

Temps : 1 heure.

Barème : 5 / 20 points.

Partie n ° 3 - Etude de systèmes frigorifiques -

Temps : 2 heures.

Barème : 9 / 20 points

Partie n ° 4 - Chambre froide de conservation de produits congelés -

Temps : 45 minutes.

Barème : 4 / 20 points

Documents mis à la disposition des candidats.

Sujet proprement dit de la page 1 à la page 7.

Annexes de la page 8 à la page 30.

Documents - réponses de la page 31 à la page 36.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 2 / 36

ETUDE PARTIELLE D'UN SUPERMARCHÉ

L'étude partielle concerne l'installation frigorifique d'un supermarché situé en région parisienne. Les conditions de base extérieures sont :

- Température sèche : $\theta_E = 30 [^{\circ}C]$ et
- Hygrométrie : $\varphi_E = 40 \%$

L'implantation des principaux éléments du supermarché est indiquée sur le schéma de l'annexe n° 1.

Le fluide frigorigène choisi est le R404A.

1.- CONSERVATION DES DENREES ALIMENTAIRES PERISSABLES.

- 1.1.- Justifier, succinctement, les températures exprimées par le client, assurant la conservation des denrées alimentaires - Voir le tableau du document - réponse n° 1.
- 1.2.- Quelle est l'influence de l'hygrométrie de l'air des chambres froides sur la conservation des denrées alimentaires. Justifier la courbe de l'annexe n° 2.

2.- CALCULS PRELIMINAIRES.

- 2.1.- Chambre froide de conservation de fruits et légumes, C.F.1.
 - 2.1.1.- Sélectionner le type de panneaux isolants capable de limiter le flux thermique surfacique unitaire à $10 [W / m^2]$, à l'aide du document - constructeur de l'annexe n° 3. Préciser le flux thermique surfacique unitaire réel traversant les panneaux isolants, en régime permanent établi, lorsque vous aurez réalisé la sélection.
 - 2.1.2.- Réaliser le bilan de la chambre froide de conservation de fruits et légumes, C.F.1. Les bases de calculs sont indiquées à l'annexe n° 4.
Le diagramme de l'air humide est disponible à l'annexe n° 5.
- 2.2.- Compléter le document - réponse n° 1.
La documentation est disponible dans les annexes n° 6.1 et n° 6.2.
 - Evaluer les besoins frigorifiques des postes à température positive.
 - Evaluer les besoins frigorifiques des postes à température négative.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004		Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Référence : FECEISI		Etude des installations	Page : 3 / 36

La puissance frigorifique volumique des chambres froides, C.F.2 et C.F.3, sera estimée à l'aide de l'annexe n ° 7.

3.- ETUDE DE SYSTEMES FRIGORIFIQUES.

3.1.- Recherche et analyse de systèmes.

Afin d'aider à la décision, on vous demande d'étudier deux systèmes pour l'équipement frigorifique de ce supermarché.

Représenter le schéma de principe en complétant l'ébauche des documents - réponses n ° 2 et n ° 3 de chacun des systèmes définis ci - dessous :

3.1.1.- Les postes à température positive sont refroidis indirectement, à l'aide d'un fluide frigo - porteur, en utilisant une production frigorifique centralisée. Les postes à température négative sont refroidis directement par des évaporateurs vaporisant le R404A ; Le liquide aboutissant aux évaporateurs est sous - refroidi par le Frigo - porteur, grâce à l'échangeur, ESR (Document - réponse n ° 2).

3.1.2.- La production du froid est assurée par une installation frigorifique bi - étagée à injection partielle. Un échangeur placé sur la conduite de liquide, alimentant les évaporateurs en fluide frigorigène, assurera aussi l'alimentation en vapeurs froides entre les deux étages de compression, afin d'obtenir une température compatible avec un bon fonctionnement au refoulement des compresseurs haute pression: un détendeur thermostatique complète l'équipement de l'échangeur (Document - réponse n ° 3).

3.2.- Finalement, pour des raisons liées à l'expérience de l'entreprise, il est choisi le système utilisant deux centrales de production frigorifique :

- L'une, pour le refroidissement des denrées réfrigérées.
- Et l'autre, pour le refroidissement des denrées congelées.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 4 / 36

3.2.1.- Le schéma de principe simplifié est représenté en annexe n ° 8.

Vous préciserez le nom, la fonction et le mode de fonctionnement du dispositif noté, X.

3.2.2.- Tracer le cycle frigorifique parcouru par le fluide frigorigène sur le diagramme enthalpique du R404A (Document - réponse n ° 4) dans l'installation desservant les postes à température positive et consigner dans le document - réponse n ° 5, les valeurs thermodynamiques des points représentatifs du cycle.

Il vous est possible d'utiliser les tables des valeurs thermodynamiques du R404A, en annexes n° 9.1, 9.2, 9.3, 9.4 et 9.5.

Les points essentiels du cycle seront repérés par les mêmes numéros que ceux indiqués sur le schéma de l'annexe n ° 8.

Les hypothèses seront les suivantes :

- Haute pression correspondant à la température de saturation à la sortie du condenseur :
 $\theta_k = 45 [^{\circ} \text{C}]$.
- Basses pressions correspondant aux températures d'ébullition consignées dans le document - réponse n ° 1 (Sorties d'évaporateur).
- Surchauffe à la sortie des évaporateurs : $s = 5 [^{\circ} \text{C}]$.
- Sous - refroidissement du liquide à la sortie du condenseur : $SR_{cd} = 5 [^{\circ} \text{C}]$
- Perte de charge dans la conduite de refoulement:
 $\Delta p_{ref} = f (2 [K])$, entre le point 2 et le point 3.
- Perte de charge dans la conduite de liquide:
 $\Delta p_{liq} = f (2 [K])$, entre le point 4 et le point 5.
- Perte de charge dans la conduite d'aspiration:
 $\Delta p_{asp} = f (2 [K])$, entre le point 11 et le point 1.
- Les pertes de charge provoquées dans les échangeurs ne seront pas prises en compte.
- Refroidissement des vapeurs surchauffées dans la conduite de refoulement: 10 [K].

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 5 / 36

- Refroidissement dans la conduite de liquide: 6 [K].
- Température du fluide frigorigène à l'aspiration des compresseurs: 10 [° C].
- La compression étant polytrophique, au refoulement des compresseurs, la température des vapeurs est ici supérieure de 5 [° C] à la température obtenue lors d'une compression isentropique.

3.2.3.- Calculer les grandeurs caractéristiques de la machine frigorifique desservant les postes à température positive :

- Débits masse,
- Débit volume aspiré par les compresseurs,
- Débit volume théoriquement balayé,

Le rendement volumétrique des compresseurs peut être déduit de l'expression ;

$$\eta_v = - 0,02.\tau + 0,94 \text{ où } \tau \text{ est le taux de compression, } p_k / p_o.$$

Le rendement global par rapport à une compression isentropique des moto - compresseurs peut être déduit de l'expression ;

$$\eta_{gl} = 0,0037.\tau^2 - 0,044.\tau + 0,86.$$

- Puissance frigorifique brute.
- Puissance absorbée par les moto - compresseurs.
- Puissance échangée au condenseur.

3.2.4.- Sélectionner la centrale frigorifique positive en utilisant les annexes n ° 10.1 et n ° 10.2. Vous considérerez un coefficient de simultanéité de 0,90.

3.2.5.- Sélectionner le condenseur de l'installation à température positive, à l'aide de la documentation fournie (Annexes n ° 11.1, n ° 11.2 et n ° 11.3).

Vous pourrez considérer que l'altitude du condenseur est négligeable.

4.- CHAMBRE FROIDE DE CONSERVATION DE PRODUITS CONGELES.

Vous considérerez, pour cette question, que la puissance frigorifique utile de la chambre froide de produits congelés est de 5 [kW].

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 6/ 36

4.1.- Sélectionner les matériels suivants:

4.1.1.- L'évaporateur (Annexes n ° 12.1 et n ° 12.2).

4.1.2.- Le détendeur thermostatique (Annexes n ° 13.1 et n ° 13.2).

Pour la sélection, vous considérerez les valeurs suivantes :

- $p_{\text{sortiecondenseur}} = p (42 [^{\circ} \text{C}])$
- Sous - refroidissement total ; $SR_t = 10 [\text{K}]$
- Perte de charge dans la conduite de liquide ; $\Delta p_{LL} = f (2[\text{K}])$
- Différence de pression due à la variation de l'altitude entre le réservoir et le détendeur, négligeable.

4.2.- Préciser le fonctionnement de cette chambre froide et

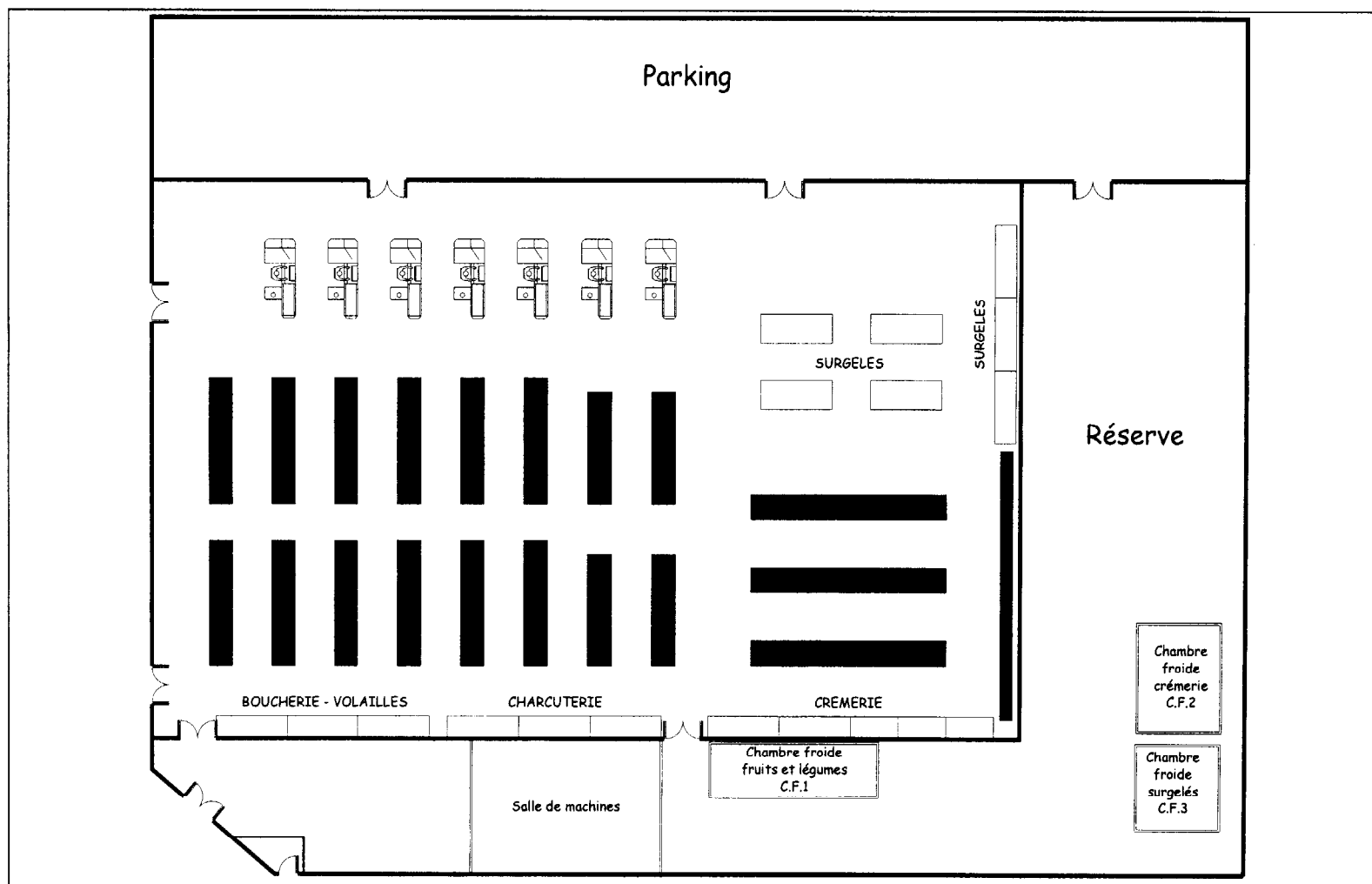
notamment le dégivrage périodique de l'évaporateur -

Réaliser le chronogramme du fonctionnement de

l'installation en complétant le document - réponse n ° 6.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 7 / 36

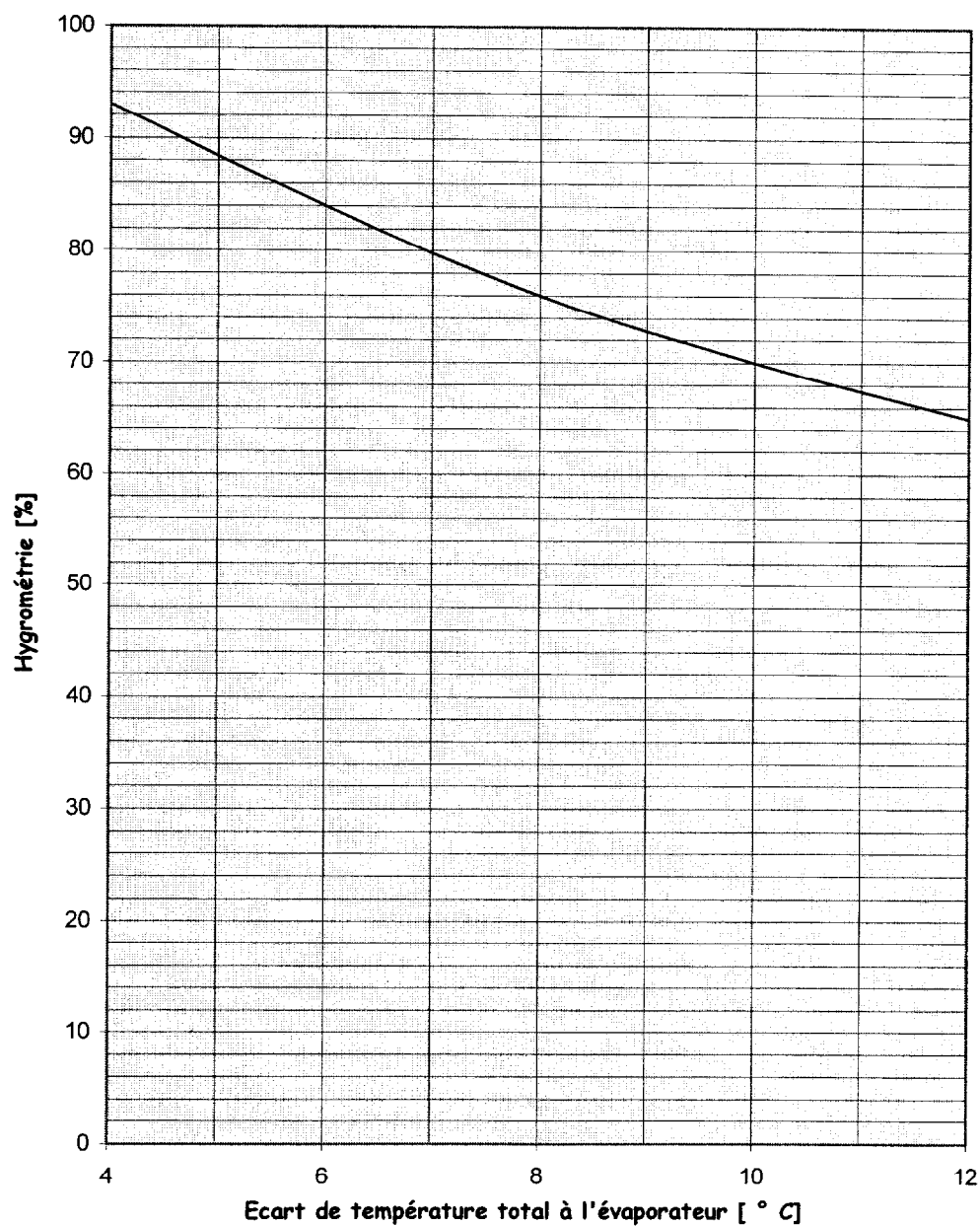
Annexe n ° 1 : SCHEMA D'IMPLANTATION DU SUPERMARCHÉ



Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 8 / 36

Annexe n ° 2

HYGROMETRIE DE L'AIR DANS UNE CHAMBRE FROIDE



Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 9 / 36

Annexe n ° 3 : Document « DAGARD »

Chambres froides

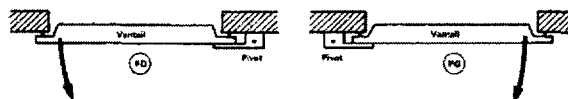
Caractéristiques techniques

Panneaux nervurés

		MA 60	MA 105	MA 150
Fabrication		Sandwich injecté	Sandwich injecté	Sandwich injecté
Revêtement	Parois verticales et plafond	Tôle galvanisée nervurée, laquée blanc roaille		
	Panneaux de sol standards	Intérieur en contre-plaqué CTBX revêtu d'une tôle 6/10e plastifiée supportant une charge de 3 000 kg uniformément répartie par m ² ou une charge roulante de 500 kg maximum répartie sur 4 roues caoutchoutées. Sur demande : tôle inox 304 6/10e gaufrée.		
Isolation	Panneaux verticaux et plafond	60 mm polyuréthane	105 mm polyuréthane	150 mm polyuréthane
	Panneaux de sol	74 mm polyuréthane épaisseur totale panneau 85 mm	74 mm polyuréthane épaisseur totale panneau 85 mm	139 mm polyuréthane épaisseur totale panneau 150 mm
Coefficient K pratique	Panneaux verticaux et plafond	0,43 W/m ² ·C	0,25 W/m ² ·C	0,18 W/m ² ·C
	Panneaux de sol	0,339 W/m ² ·C	0,339 W/m ² ·C	0,174 W/m ² ·C
† pour déperd.	10 W/m ²	25°C	45°C	65°C
† pour déperd.	13 W/m ²	35°C	60°C	85°C
Dimensions intérieures	Longueur et largeur	Multiples de 40 cm (40-80-120-160-200-240-280, etc...)		
	Hauteur	203-243-283-323-363, etc... (multiples de 40 cm)		
Dimensions extérieures	Longueur et largeur	Multiples de 40 cm + 12 cm	Multiples de 40 cm + 21 cm	Multiples de 40 cm + 30 cm
	Hauteur avec sol	Multiples de 40 cm + 18 cm + soutien plafond	Multiples de 40 cm + 28 cm + soutien plafond	Multiples de 40 cm + 39 cm + soutien plafond

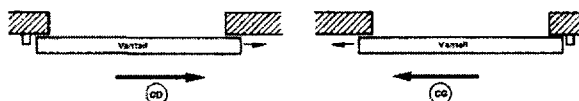
Portes

Porte pivotante à un vantail



La porte est dite FD (férée à droite) lorsque les pivots sont à droite du vantail.
La porte est dite FG (férée à gauche) dans le cas contraire.

Porte coulissante



La porte est dite CD (coulissante à droite) lorsque le déplacement du vantail pour l'ouverture s'effectue vers la droite.
La porte est dite CG (coulissante à gauche) dans le cas contraire.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 10 / 36

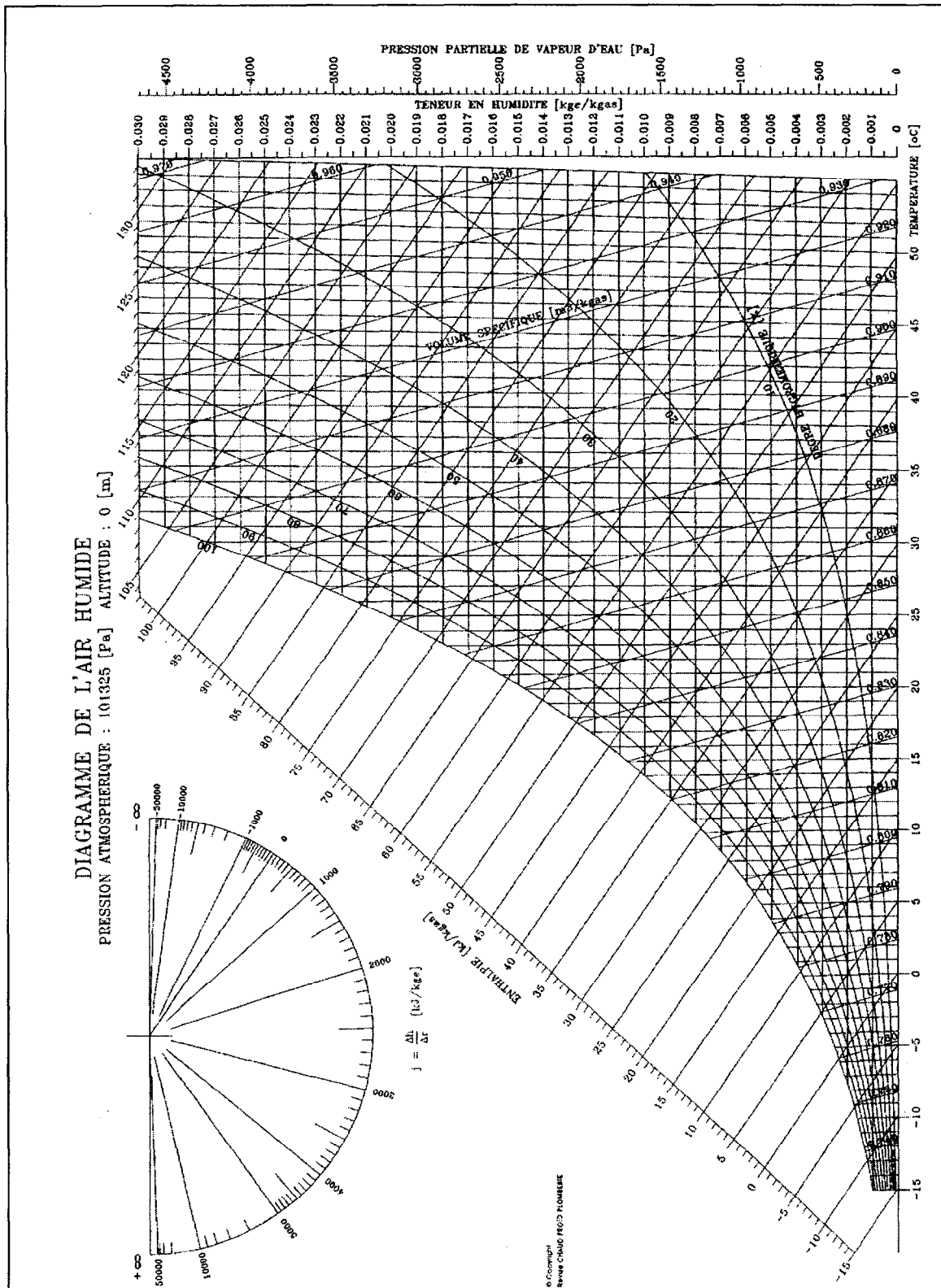
Annexe n °4

Bases de calcul du bilan frigorifique de la chambre de conservation de fruits et légumes.

- Flux thermique unitaire surfacique : Déterminé à la question 2.1.1.
- Densité d'entreposage: $d_{entr} = 200 \text{ [kg / m}^2\text{]}$.
- Masse des denrées entrantes par jour: $m_d = 2000 \text{ [kg / Jour]}$.
- Chaleur massique moyenne des denrées: $c_d = 3,77 \text{ [kJ / (kg.K)]}$.
- Température d'entrée moyenne des fruits et légumes: $\theta_{entr} = 22 \text{ [}^\circ\text{C]}$
- Chaleur de respiration moyenne des fruits et légumes entre + 22 et + 4 [° C]:
 $L_{R22/4} = 10\,800 \text{ [kJ / (T.Jour)]}$.
- Chaleur de respiration moyenne des fruits et légumes à + 4 [° C]:
 $L_{R4} = 5\,600 \text{ [kJ / (T.Jour)]}$.
- Nombre de palettes introduites par jour: $N_{pal} = 4 \text{ [pal / jour]}$.
- Masse d'une palette: $m_{pal} = 20 \text{ [kg / pal]}$.
- Masse de l'emballage introduit par jour: $m_{emb} = 100 \text{ [kg / jour]}$.
- Chaleur massique des palettes et de l'emballage: $m_{emb} = 2,7 \text{ [kJ / (kg.K)]}$.
- Taux de brassage: $\tau_{br} = 20 \text{ [Volume / heure]}$.
- Gain de pression totale des ventilateurs: $\Delta p_t = 200 \text{ [Pa]}$.
- Rendement global des moto - ventilateurs : $\eta_v = 0,6$.
- Temps de ventilation : $t_v = 24 \text{ heures}$.
- Nombre de renouvellements d'air par jour:
 $N_{NRA} = 70 / (V_{cf})^{0,5}$ (V_{cf} : Volume de la chambre froide en m^3).
 L'air est considéré pris à l'extérieur.
- Deux personnes travaillent pendant 4 heures par jour: $p_{unit} = 240 \text{ [W / pers]}$.
- Eclairage - Puissance unitaire: $p_{ecl} = 10 \text{ [W / m}^2\text{]}$.
- Majoration pour la prise en compte des apports incalculables: 7 %.
- Temps de fonctionnement des compresseurs : $t_{cp} = 18 \text{ heures}$.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 11 / 36

Annexe n ° 5 : Diagramme de l'air humide



Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 12 / 36

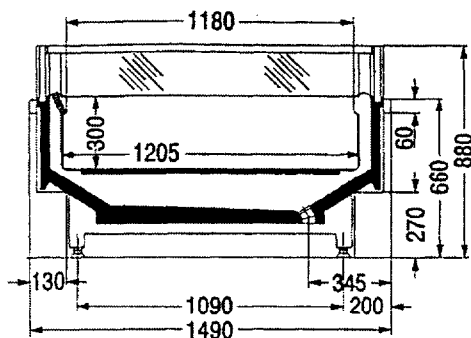
Annexe n ° 6-1 : Document « LINDE »

AIB - 75/85 S

Technische Daten, Data Sheet, Fiches techniques

Linde

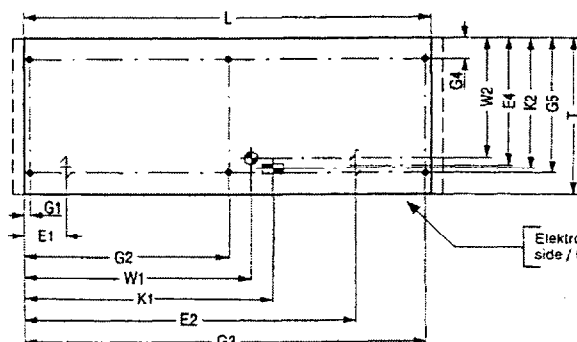
A1/7.512



Die umseitig angegebenen technischen Daten beziehen sich auf die Möbeldrundausrüstung (siehe Schnittbild); die elektrischen Anschlußwerte sind bezogen auf eine Anschlußspannung der elektrischen Verbraucher von 230 V.

The technical data indicated on the reverse refer to a standard cabinet equipment (see sketch). The installed electrical loads are referred to 230 V (electrical users).

Les caractéristiques figurant au verso se rapportent à l'équipement de base du meuble (voir coupe). Puissances électriques des postes utilisateurs en 230 V.



Stell- und Anschlußmaße /
Plan View /
Vue en plan

Elektroanschlußseite / Electrical connection
side / Côté des raccordements électriques

G	•	Möbelfuß / Case leg / Position des pieds
W	⊙	Tauwasserablauf / Drain / Ecoulement
K	⊞	Kälteleitungen / Refrigerant lines / Raccordements frigorifiques
E1	⚡	Elektroanschluß (Möbelklemmkasten) / Electrical connection (cabinet terminal box) / Raccordements électriques (boîtier du meuble)
E2	⚡	Elektroanschluß (Pilotmöbel) mit Linde-Steuerung / Electrical connection (pilot cabinet) for use with Linde control unit / Raccordements électriques (meuble pilote avec coffret de régulation Linde)

Alle Längenmaße in mm, Korpus ohne Seitenwände
Length in mm, basic cabinet without end walls
Longueur en mm, meuble sans joues.

Grundlänge, Basic length, Longueur de base			
	G4	G5	
L	2500	3750	
T	1490	1490	
G1	55	55	
G2	0	1875	
G3	2445	3695	
G4	200	200	
G5	1290	1290	
W1	820	2070	
W2	1145	1145	
K1	1020	2270	
K2	1245	1245	
E1	400	400	
E2	1800	3050	
E4	1230	1230	

Änderungen vorbehalten.
Subject to change without notice.
Sous réserve de modification.

LINDE AG Werksgruppe Kälte- und Einrichtungstechnik

10.1998

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 13 / 36

Annexe n ° 6-2 : Document « LINDE »



Technische Daten, Data Sheet, Fiches techniques

Toleranz : + 5 mm / Lg.	mm :	2500	06
Seitenwand, end wall, joue	mm :	105	3750

1)	Lg.	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
2)	m	2.71	3.96	5.21	6.46	7.71	8.96	10.21	11.46	12.71	13.96	15.21	16.46	17.71	18.96
3)	m ²	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	16.50	18.00	19.50	21.00	22.50
4)	l	910	1360	1820	2270	2720	3180	3630	4080	4540	4990	5440	5900	6350	6800
5)	kg	460	660	920	1120	1320	1580	1780	1980	2240	2440	2640	2900	3100	3300
Definition :		1)	Normlänge				Standard length code				Longueur standard				(Lg)
No.1) - 5)		2)	Gesamtlänge incl.Seit.Wände				Long. over end walls				Long. totale joues comprises				(m)
		3)	Auslagefläche				Display area				Surface d'exposition				(m ²)
		4)	Nutzinhalt				Cubic capacity				Volume utile				(l)
		5)	Gewicht brutto				Gross weight				Poids brut				(kg)

1)	$Q_{01}, t_{01}:$	Nennwerte					Nominal values				Valeurs nominales				
2)	$Q_{02}, t_{02}:$	Effektivwerte					Effective values				Valeurs effectives				
Lg.	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	

$$t_1 = -18 / -20^\circ \text{C}; \quad t_{01} = -35^\circ \text{C}; \quad t_{02} = -35.0^\circ \text{C}; \quad t_r = 25^\circ \text{C}; \quad \varphi = 60\%$$

1)	kW	1.04	1.55	2.08	2.59	3.10	3.63	4.14	4.65	5.18	5.69	6.20	6.73	7.24	7.75
2)	kW	1.04	1.55	2.08	2.59	3.10	3.63	4.14	4.65	5.18	5.69	6.20	6.73	7.24	7.75

$$t_1 = -22 / -24 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad t_{o1} = -35 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad t_{o2} = -40.0 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad t_r = 25 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \varphi = 60 \%$$

1)	kW	1.73	2.58	3.45	4.31	5.17	6.04	6.90	7.75	8.62	9.48	10.34	11.21	12.06	12.92
2)	kW	1.27	1.90	2.54	3.17	3.80	4.44	5.07	5.70	6.34	6.97	7.60	8.24	8.87	9.50

Definition :		$Q_0 = kW,$	$(\text{kcal/h} = kW \times 860)$	
t_i	=	Innentemperatur	Case temp.	Temp. intérieure (°C)
t_{o1}	=	Verdampfungstemp.	Evaporating temp.	Temp. d'évaporation (°C)
		Nennwert	nominal value	valeur nominale
t_{o2}	=	Verdampfungstemp.	Evaporating temp.	Temp. d'évaporation (°C)
		Effektivwert	effective value	valeur effective
t_r	=	Umgebungstemp.	Ambient temp.	Temp. ambiante (°C)
ϕ	=	Rel. Feuchte	Rel. humidity	Humidité rel. (%)

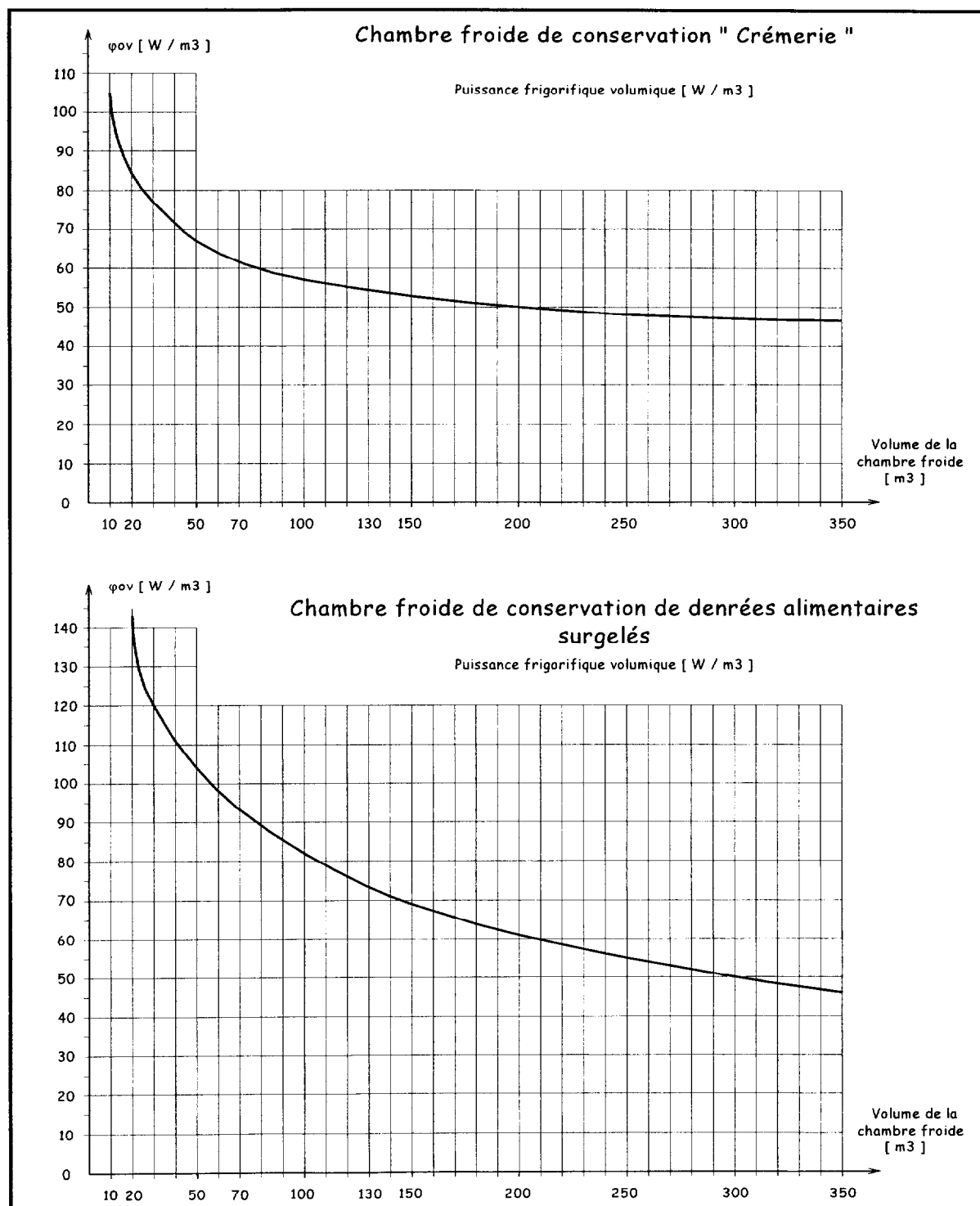
$t_i = -18 / -20 \text{ } ^\circ\text{C} : 2 \times 45 \text{ min} / 24 \text{ h}$
 $t_i = -22 / -24 \text{ } ^\circ\text{C} : 2 \times 45 \text{ min} / 24 \text{ h}$

	Lg.	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1)	kW	3.20	4.80	6.40	8.00	9.60	11.20	12.80	14.40	16.00	17.60	19.20	20.80	22.40	24.00
2)	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3)	W	138	212	276	350	424	488	562	636	700	774	848	912	986	1060
4)	W	60	80	120	140	160	200	220	240	280	300	320	360	380	400
5)	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6)	kW	3.40	5.09	6.80	8.49	10.18	11.89	13.58	15.28	16.98	18.67	20.37	22.07	23.77	25.46
Definition :		1) Abtauheizung						Defrost heater				Chauffage de dégivrage			
No.1) - 6)		2) Rahmenheizung 1						Frame heater 1				Chauffage anti-buée 1			
		3) Rahmenheizung 2						Frame heater 2				Chauffage anti-buée 2			
		4) Ventilatoren						Fans				Ventilateurs			
		5) Beleuchtung						Lighting				Eclairage			
		6) max. Leistung						Load, max.				Valeur max.			

10.1998

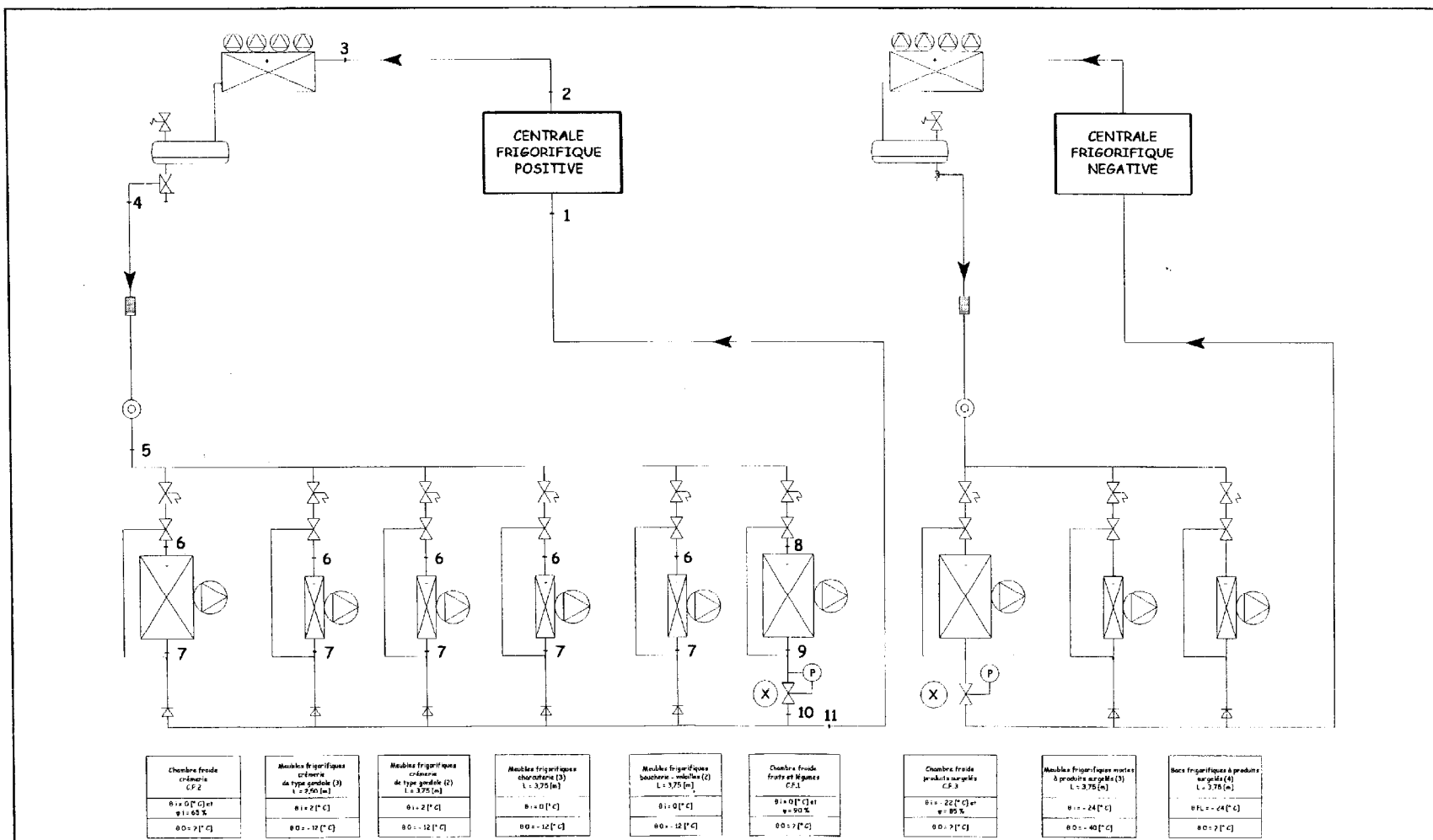
Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 14 / 36

Annexe n ° 7 : Puissance frigorifique volumique



Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 15 / 36

Annexe n ° 8 : SCHEMA DE PRINCIPE - CENTRALE POSITIVE ET CENTRALE NEGATIVE



Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004		Durée : 4 heures	
Référence : FECEISI		Coefficient : 4	
Etude des installations		Page : 16 / 36	

Annexe n ° 9.1 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)

Properties at saturation for R404A
Propriétés à saturation du R404A

Pressure	Temperature		Specific volume		Specific enthalpy		Specific entropy		Specific heat capacity at constant pressure		Viscosity		Thermal conductivity		Surface tension
Pression	Température		Volume massique		Enthalpie massique		Entropie massique		Capacité thermique massique à pression constante		Viscosité dynamique		Conductivité thermique		Tension superficielle
MPa	°C		dm ³ /kg		kJ/kg		kJ/(kg K)		kJ/(kg K)		10 ⁻⁴ (Pa s)		W/(m K)		N/m
	Bubble Bulle	Dew Rosée	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	
0,080	-51,36	-50,57	0,7560	227,817	133,459	336,589	0,7324	1,6472	1,2214	0,7573	352,54	8,90	0,1011	0,0087	0,0132
0,085	-50,17	-49,36	0,7581	215,208	134,945	337,323	0,7391	1,6455	1,2241	0,7615	346,30	8,95	0,1005	0,0087	0,0131
0,090	-49,01	-48,21	0,7601	203,953	136,367	338,023	0,7454	1,6440	1,2268	0,7655	340,49	9,00	0,1000	0,0088	0,0129
0,095	-47,90	-47,11	0,7620	193,844	137,731	338,692	0,7515	1,6426	1,2294	0,7694	335,05	9,05	0,0994	0,0089	0,0128
0,10	-46,84	-46,05	0,7639	184,712	139,042	339,332	0,7573	1,6412	1,2319	0,7732	329,95	9,09	0,0989	0,0090	0,0127
0,12	-42,96	-42,20	0,7709	155,557	143,845	341,657	0,7783	1,6366	1,2413	0,7872	312,25	9,25	0,0970	0,0093	0,0123
0,14	-39,56	-38,82	0,7773	134,480	148,087	343,682	0,7965	1,6329	1,2499	0,7999	297,76	9,39	0,0954	0,0095	0,0120
0,16	-36,52	-35,80	0,7831	118,507	151,905	345,479	0,8127	1,6298	1,2578	0,8116	285,56	9,52	0,0940	0,0097	0,0117
0,18	-33,76	-33,05	0,7885	105,971	155,391	347,098	0,8272	1,6272	1,2652	0,8226	275,05	9,64	0,0927	0,0100	0,0114
0,20	-31,23	-30,54	0,7936	95,860	158,606	348,573	0,8405	1,6249	1,2722	0,8329	265,84	9,74	0,0916	0,0102	0,0111
0,22	-28,89	-28,21	0,7984	87,526	161,599	349,928	0,8528	1,6230	1,2789	0,8427	257,65	9,84	0,0905	0,0103	0,0108
0,24	-26,71	-26,04	0,8030	80,535	164,403	351,182	0,8641	1,6213	1,2853	0,8521	250,30	9,94	0,0895	0,0105	0,0106
0,26	-24,66	-24,00	0,8074	74,584	167,046	352,350	0,8748	1,6197	1,2914	0,8611	243,64	10,03	0,0886	0,0107	0,0104
0,28	-22,73	-22,08	0,8116	69,453	169,549	353,442	0,8847	1,6183	1,2974	0,8698	237,55	10,11	0,0877	0,0108	0,0101
0,30	-20,90	-20,26	0,8157	64,983	171,929	354,470	0,8941	1,6171	1,3032	0,8782	231,94	10,19	0,0869	0,0110	0,0099
0,32	-19,17	-18,54	0,8196	61,053	174,202	355,439	0,9030	1,6159	1,3088	0,8863	226,76	10,27	0,0861	0,0111	0,0097
0,34	-17,51	-16,89	0,8234	57,569	176,377	356,356	0,9115	1,6149	1,3144	0,8942	221,94	10,34	0,0854	0,0113	0,0095
0,36	-15,93	-15,31	0,8271	54,458	178,467	357,226	0,9196	1,6139	1,3198	0,9020	217,44	10,41	0,0847	0,0114	0,0094
0,38	-14,41	-13,80	0,8308	51,663	180,477	358,054	0,9273	1,6130	1,3250	0,9096	213,22	10,48	0,0840	0,0116	0,0092
0,40	-12,95	-12,35	0,8343	49,139	182,417	358,844	0,9347	1,6122	1,3303	0,9170	209,25	10,55	0,0834	0,0117	0,0090
0,42	-11,55	-10,96	0,8378	46,845	184,291	359,599	0,9419	1,6114	1,3354	0,9243	205,50	10,61	0,0828	0,0118	0,0089
0,44	-10,20	-9,61	0,8412	44,753	186,106	360,322	0,9487	1,6107	1,3404	0,9315	201,94	10,67	0,0822	0,0119	0,0087
0,46	-8,89	-8,31	0,8445	42,836	187,866	361,015	0,9553	1,6100	1,3454	0,9386	198,58	10,73	0,0816	0,0121	0,0085
0,48	-7,62	-7,05	0,8478	41,074	189,575	361,680	0,9617	1,6093	1,3504	0,9455	195,37	10,79	0,0811	0,0122	0,0084
0,50	-6,39	-5,83	0,8510	39,447	191,238	362,320	0,9679	1,6087	1,3553	0,9524	192,31	10,85	0,0806	0,0123	0,0083
0,52	-5,20	-4,64	0,8542	37,940	192,856	362,936	0,9739	1,6081	1,3601	0,9592	189,39	10,90	0,0800	0,0124	0,0081
0,54	-4,05	-3,49	0,8574	36,542	194,434	363,529	0,9797	1,6075	1,3650	0,9660	186,59	10,96	0,0796	0,0125	0,0080
0,56	-2,92	-2,37	0,8604	35,239	195,973	364,102	0,9854	1,6070	1,3698	0,9727	183,91	11,01	0,0791	0,0126	0,0078
0,58	-1,83	-1,28	0,8635	34,023	197,477	364,655	0,9908	1,6065	1,3745	0,9793	181,34	11,07	0,0786	0,0128	0,0077
0,60	-0,76	-0,22	0,8665	32,885	198,947	365,190	0,9962	1,6060	1,3792	0,9859	178,86	11,12	0,0781	0,0129	0,0076
0,62	0,28	0,82	0,8695	31,818	200,386	365,707	1,0014	1,6055	1,3840	0,9925	176,47	11,17	0,0777	0,0130	0,0075
0,64	1,29	1,83	0,8725	30,815	201,794	366,207	1,0065	1,6051	1,3887	0,9990	174,17	11,22	0,0773	0,0131	0,0074
0,66	2,29	2,81	0,8754	29,870	203,175	366,692	1,0114	1,6046	1,3934	1,0055	171,95	11,27	0,0769	0,0132	0,0072
0,68	3,26	3,78	0,8783	28,979	204,528	367,162	1,0163	1,6042	1,3980	1,0119	169,81	11,32	0,0764	0,0133	0,0071
0,70	4,20	4,72	0,8812	28,137	205,857	367,618	1,0210	1,6038	1,4027	1,0183	167,73	11,36	0,0760	0,0134	0,0070
0,72	5,13	5,65	0,8840	27,340	207,161	368,060	1,0256	1,6034	1,4074	1,0248	165,71	11,41	0,0757	0,0135	0,0069

Brevet de technicien supérieur		Option	
Fluides Energies Environnements		Génie frigorifique	
Session : 2004		Toutes académies	
Référence : FECEISI		Durée : 4 heures	
		Etude des installations	
		Coefficient : 4	
		Page : 17 / 36	

Annexe n ° 9.2 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)

Properties at saturation for R404A
Propriétés à saturation du R404A

Pressure	Temperature		Specific volume		Specific enthalpy		Specific entropy		Specific heat capacity at constant pressure		Viscosity		Thermal conductivity		Surface tension
Pression	Température		Volume massique		Enthalpie massique		Entropie massique		Capacité thermique massique à pression constante		Viscosité dynamique		Conductivité thermique		Tension superficielle
MPa	°C		dm ³ /kg		kJ/kg		kJ/(kg K)		kJ/(kg K)		10 ⁻⁵ (Pa s)		W/(m K)		N/m
	Bubble	Dew	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	
	Butte	Rosée	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	
0,74	6,04	6,55	0,8869	26,585	208,443	368,489	1,0302	1,6030	1,4120	1,0312	163,76	11,46	0,0753	0,0136	0,0068
0,76	6,93	7,44	0,8897	25,867	209,702	368,906	1,0346	1,6026	1,4167	1,0376	161,87	11,50	0,0749	0,0137	0,0067
0,78	7,81	8,31	0,8925	25,185	210,941	369,311	1,0390	1,6022	1,4214	1,0439	160,03	11,55	0,0745	0,0138	0,0066
0,80	8,66	9,16	0,8953	24,536	212,160	369,705	1,0432	1,6019	1,4260	1,0503	158,24	11,60	0,0742	0,0139	0,0065
0,82	9,50	10,00	0,8980	23,917	213,360	370,088	1,0474	1,6015	1,4307	1,0567	156,50	11,64	0,0738	0,0140	0,0064
0,84	10,33	10,82	0,9008	23,327	214,542	370,460	1,0515	1,6011	1,4354	1,0631	154,81	11,69	0,0735	0,0141	0,0063
0,86	11,14	11,63	0,9035	22,762	215,707	370,823	1,0556	1,6008	1,4401	1,0695	153,16	11,73	0,0731	0,0142	0,0062
0,88	11,94	12,42	0,9062	22,223	216,855	371,175	1,0595	1,6005	1,4448	1,0759	151,55	11,77	0,0728	0,0143	0,0061
0,90	12,72	13,20	0,9090	21,706	217,987	371,518	1,0634	1,6001	1,4495	1,0824	149,98	11,82	0,0725	0,0144	0,0060
0,92	13,49	13,97	0,9117	21,211	219,104	371,852	1,0673	1,5998	1,4543	1,0888	148,45	11,86	0,0721	0,0145	0,0059
0,94	14,25	14,73	0,9144	20,736	220,206	372,178	1,0711	1,5995	1,4590	1,0953	146,95	11,90	0,0718	0,0146	0,0058
0,96	15,00	15,47	0,9170	20,281	221,294	372,495	1,0748	1,5991	1,4638	1,1017	145,49	11,95	0,0715	0,0147	0,0057
0,98	15,74	16,20	0,9197	19,843	222,368	372,803	1,0784	1,5988	1,4686	1,1082	144,06	11,99	0,0712	0,0148	0,0056
1,00	16,46	16,92	0,9224	19,421	223,429	373,104	1,0820	1,5985	1,4734	1,1148	142,66	12,03	0,0709	0,0149	0,0056
1,05	18,22	18,68	0,9291	18,436	226,027	373,823	1,0908	1,5977	1,4856	1,1313	139,29	12,13	0,0702	0,0152	0,0053
1,10	19,93	20,37	0,9357	17,536	228,553	374,496	1,0993	1,5969	1,4980	1,1480	136,08	12,24	0,0695	0,0154	0,0051
1,15	21,57	22,01	0,9423	16,711	231,012	375,128	1,1075	1,5962	1,5105	1,1650	133,03	12,34	0,0688	0,0157	0,0050
1,20	23,17	23,60	0,9489	15,951	233,411	375,720	1,1155	1,5954	1,5233	1,1823	130,12	12,44	0,0681	0,0159	0,0048
1,25	24,71	25,13	0,9555	15,250	235,752	376,274	1,1232	1,5947	1,5364	1,1999	127,32	12,54	0,0675	0,0162	0,0046
1,30	26,21	26,63	0,9621	14,600	238,042	376,793	1,1307	1,5939	1,5497	1,2180	124,64	12,64	0,0668	0,0164	0,0044
1,35	27,66	28,07	0,9688	13,996	240,283	377,278	1,1380	1,5931	1,5634	1,2365	122,07	12,74	0,0662	0,0167	0,0042
1,40	29,08	29,48	0,9754	13,433	242,478	377,731	1,1451	1,5924	1,5774	1,2555	119,59	12,84	0,0656	0,0169	0,0041
1,45	30,46	30,86	0,9821	12,906	244,632	378,153	1,1521	1,5916	1,5918	1,2750	117,20	12,94	0,0651	0,0172	0,0039
1,50	31,80	32,19	0,9889	12,413	246,747	378,546	1,1589	1,5908	1,6066	1,2952	114,88	13,04	0,0645	0,0175	0,0038
1,55	33,12	33,50	0,9956	11,950	248,825	378,909	1,1655	1,5900	1,6218	1,3159	112,65	13,14	0,0639	0,0178	0,0036
1,60	34,39	34,77	1,0025	11,514	250,869	379,244	1,1720	1,5892	1,6376	1,3374	110,48	13,24	0,0634	0,0181	0,0035
1,65	35,64	36,02	1,0094	11,103	252,881	379,553	1,1784	1,5884	1,6538	1,3597	108,38	13,35	0,0629	0,0184	0,0033
1,70	36,87	37,23	1,0163	10,715	254,862	379,834	1,1846	1,5875	1,6706	1,3828	106,33	13,45	0,0624	0,0187	0,0032
1,75	38,06	38,42	1,0234	10,347	256,816	380,090	1,1907	1,5866	1,6880	1,4069	104,34	13,55	0,0619	0,0190	0,0031
1,80	39,23	39,58	1,0305	9,998	258,744	380,320	1,1967	1,5857	1,7061	1,4319	102,41	13,66	0,0614	0,0193	0,0029
1,85	40,38	40,72	1,0377	9,667	260,647	380,526	1,2027	1,5848	1,7250	1,4581	100,52	13,76	0,0609	0,0196	0,0028
1,90	41,50	41,84	1,0450	9,351	262,527	380,706	1,2085	1,5839	1,7446	1,4854	98,68	13,87	0,0604	0,0199	0,0027
1,95	42,60	42,93	1,0524	9,051	264,386	380,862	1,2142	1,5829	1,7651	1,5141	96,88	13,98	0,0599	0,0203	0,0026
2,00	43,67	44,01	1,0599	8,764	266,225	380,994	1,2199	1,5819	1,7865	1,5441	95,11	14,09	0,0595	0,0207	0,0024
2,05	44,73	45,06	1,0676	8,490	268,045	381,101	1,2254	1,5809	1,8090	1,5758	93,39	14,20	0,0590	0,0210	0,0023
2,10	45,77	46,09	1,0753	8,228	269,848	381,183	1,2309	1,5799	1,8326	1,6092	91,70	14,31	0,0586	0,0214	0,0022

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEIST	Etude des installations	Page : 18 / 36	

Annexe n ° 9.3 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)

Propriétés at saturation for R404A
Propriétés à saturation du R404A

Pressure	Temperature		Specific volume		Specific enthalpy		Specific entropy		Specific heat capacity at constant pressure		Viscosity		Thermal conductivity		Surface tension
Pression	Température		Volume massique		Enthalpie massique		Entropie massique		Capacité thermique massique à pression constante		Viscosité dynamique		Conductivité thermique		Tension superficielle
MPa	°C		dm ³ /kg		kJ/kg		kJ/(kg K)		kJ/(kg K)		10 ⁻⁴ (Pa s)		W/(m K)		N/m
	Bubble	Dew	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	Liquid	Vapour	
	Butle	Rosée	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	Liquide	Vapeur	
2,15	46,79	47,10	1,0832	7,977	271,635	381,242	1,2363	1,5788	1,8574	1,6444	90,04	14,43	0,0581	0,0218	0,0021
2,20	47,79	48,10	1,0913	7,736	273,407	381,276	1,2417	1,5777	1,8837	1,6818	88,41	14,55	0,0577	0,0222	0,0020
2,25	48,78	49,08	1,0996	7,504	275,165	381,284	1,2470	1,5765	1,9114	1,7214	86,81	14,67	0,0573	0,0226	0,0019
2,30	49,74	50,04	1,1080	7,281	276,912	381,268	1,2523	1,5753	1,9408	1,7637	85,23	14,79	0,0569	0,0230	0,0018
2,35	50,70	50,99	1,1166	7,066	278,647	381,226	1,2575	1,5741	1,9721	1,8087	83,68	14,92	0,0564	0,0235	0,0017
2,40	51,63	51,92	1,1254	6,859	280,373	381,158	1,2626	1,5728	2,0055	1,8569	82,15	15,05	0,0560	0,0240	0,0016
2,45	52,55	52,83	1,1344	6,659	282,090	381,064	1,2677	1,5715	2,0412	1,9087	80,64	15,18	0,0557	0,0245	0,0015
2,50	53,46	53,73	1,1437	6,466	283,800	380,942	1,2728	1,5701	2,0795	1,9645	79,15	15,32	0,0553	0,0250	0,0014
2,55	54,35	54,62	1,1532	6,278	285,504	380,791	1,2778	1,5687	2,1208	2,0248	77,67	15,46	0,0549	0,0255	0,0013
2,60	55,23	55,49	1,1631	6,097	287,204	380,611	1,2828	1,5672	2,1655	2,0901	76,21	15,61	0,0545	0,0261	0,0013
2,65	56,09	56,35	1,1732	5,921	288,900	380,401	1,2878	1,5656	2,2140	2,1613	74,76	15,76	0,0541	0,0268	0,0012
2,70	56,94	57,20	1,1837	5,750	290,595	380,158	1,2928	1,5640	2,2670	2,2391	73,32	15,91	0,0538	0,0272	0,0011
2,75	57,78	58,03	1,1945	5,583	292,290	379,882	1,2977	1,5623	2,3250	2,3247	71,89	16,08	0,0534	0,0279	0,0010
2,80	58,61	58,85	1,2058	5,421	293,987	379,571	1,3026	1,5605	2,3890	2,4192	70,47	16,25	0,0531	0,0288	0,0010
2,85	59,43	59,66	1,2175	5,262	295,689	379,222	1,3076	1,5587	2,4601	2,5241	69,05	16,42	0,0528	0,0293	0,0009
2,90	60,23	60,46	1,2297	5,108	297,396	378,832	1,3125	1,5567	2,5394	2,6414	67,63	16,61	0,0525	0,0300	0,0008

Properties calculated using reference [1] - Propriétés calculées à partir de la référence [1]
 IIR reference: for saturated liquid at 0°C, h = 200,0 kJ/kg and s = 1,00 kJ/(kg K)
 Référence IIR : pour le liquide saturé à 0°C, h = 200,0 kJ/kg et s = 1,00 kJ/(kg K)

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements			Option Génie frigorifique	
Session : 2004			Toutes académies	
Référence : FECETSI			Durée : 4 heures	
			Etude des installations	
			Coefficient : 4	
			Page : 19 / 36	

Annexe n° 9.4 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>v : dm³/kg h : kJ/kg p : MPa s : kJ/(kg K)</p> </div> <div> <p>Superheated vapour properties for R404A Propriétés de la vapeur surchauffée du R404A</p> </div> </div>													
t* : °C p : MPa	Saturated vapour Vapeur saturée	Isobaric superheat (Δt in °C) - Surchauffe isobare (Δt en °C)											
		5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
-40	v = 141,423	145,132	148,793	152,412	155,995	163,069	170,042	176,935	183,764	190,539	197,270	203,965	210,629
	h = 342,976	346,962	350,970	355,003	359,064	367,277	375,625	384,116	392,757	401,553	410,507	419,620	428,894
	s = 1,6341	1,6510	1,6677	1,6841	1,7003	1,7321	1,7633	1,7938	1,8238	1,8533	1,8823	1,9110	1,9392
-35	v = 114,688	117,728	120,723	123,679	126,602	132,362	138,029	143,620	149,152	154,634	160,075	165,482	170,860
	h = 345,951	350,031	354,129	358,247	362,389	370,757	379,248	387,875	396,645	405,564	414,635	423,862	433,245
	s = 1,6290	1,6460	1,6626	1,6791	1,6953	1,7271	1,7582	1,7886	1,8186	1,8480	1,8769	1,9055	1,9337
-30	v = 93,850	96,373	98,854	101,299	103,713	108,459	113,119	117,708	122,241	126,728	131,177	135,594	139,843
	h = 348,887	353,066	357,257	361,464	365,692	374,219	382,860	391,626	400,528	409,572	418,763	428,105	437,290
	s = 1,6245	1,6415	1,6582	1,6747	1,6909	1,7227	1,7538	1,7842	1,8140	1,8434	1,8723	1,9007	1,9279
-25	v = 77,431	79,551	81,631	83,676	85,692	89,649	93,523	97,332	101,087	104,800	108,476	112,122	115,743
	h = 351,778	356,062	360,351	364,651	368,967	377,660	386,454	395,364	404,401	413,573	422,887	432,346	441,952
	s = 1,6205	1,6376	1,6543	1,6708	1,6871	1,7189	1,7500	1,7804	1,8102	1,8395	1,8683	1,8967	1,9247
-20	v = 64,363	66,163	67,926	69,657	71,359	74,692	77,947	81,141	84,284	87,387	90,456	93,399	96,512
	h = 354,618	359,011	363,403	367,801	372,209	381,075	390,028	399,085	408,261	417,565	427,004	436,271	446,304
	s = 1,6169	1,6341	1,6509	1,6675	1,6838	1,7157	1,7467	1,7771	1,8069	1,8361	1,8649	1,8923	1,9211
-15	v = 53,861	55,408	56,919	58,398	59,850	62,686	65,449	68,153	70,809	73,427	76,013	78,572	81,108
	h = 357,399	361,909	366,409	370,909	375,414	384,459	393,576	402,786	412,105	421,544	431,110	440,811	450,649
	s = 1,6137	1,6310	1,6480	1,6646	1,6809	1,7129	1,7440	1,7744	1,8041	1,8333	1,8621	1,8903	1,9182
-10	v = 45,348	46,691	47,998	49,275	50,526	52,964	55,330	57,640	59,906	62,134	64,262	66,505	68,656
	h = 360,112	364,746	369,362	373,970	378,576	387,808	397,096	406,463	415,929	425,506	434,889	445,028	454,986
	s = 1,6109	1,6283	1,6454	1,6621	1,6785	1,7105	1,7417	1,7721	1,8018	1,8310	1,8588	1,8879	1,9157
-5	v = 38,389	39,566	40,709	41,823	42,910	45,023	47,068	49,060	51,008	52,921	54,805	56,655	58,504
	h = 362,749	367,516	372,255	376,976	381,689	391,117	400,582	410,112	419,729	429,448	439,280	449,233	459,312
	s = 1,6083	1,6259	1,6431	1,6599	1,6764	1,7086	1,7398	1,7702	1,8000	1,8292	1,8578	1,8860	1,9138
0	v = 32,655	33,698	34,706	35,686	36,640	38,489	40,271	42,001	43,690	45,293	46,973	48,578	50,162
	h = 365,299	370,210	375,079	379,922	384,747	394,381	404,030	413,730	423,503	433,049	443,337	453,420	463,624
	s = 1,6059	1,6237	1,6411	1,6580	1,6746	1,7069	1,7383	1,7687	1,7985	1,8268	1,8553	1,8845	1,9122
5	v = 27,895	28,828	29,726	30,596	31,441	33,071	34,637	36,152	37,628	39,071	40,487	41,881	43,257
	h = 367,750	372,817	377,828	382,799	387,745	397,595	407,437	417,312	427,247	437,262	447,372	457,589	467,919
	s = 1,6037	1,6217	1,6393	1,6564	1,6731	1,7056	1,7370	1,7676	1,7974	1,8266	1,8552	1,8833	1,9110
10	v = 23,916	24,759	25,567	26,345	27,100	28,549	29,935	31,272	32,529	33,837	35,078	36,298	37,500
	h = 370,088	375,326	380,490	385,601	390,673	400,752	410,797	420,854	430,630	441,126	451,382	461,735	472,195
	s = 1,6015	1,6198	1,6376	1,6549	1,6718	1,7045	1,7360	1,7667	1,7956	1,8258	1,8544	1,8825	1,9102

* : Dew temperature - Température de rosée

Brevet de technicien supérieur		Option	
Fluides Energies Environnements		Génie frigorifique	
Session : 2004		Coefficient : 4	
Durée : 4 heures		Toutes académies	
Référence : FECEI		Etude des installations	
		Page : 20 / 36	

Annexe n ° 9.5 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)

Superheated vapour properties for R404A
Propriétés de la vapeur surchauffée du R404A

v : dm³/kg
t* : °C
h : kJ/kg
p : MPa
s : kJ/(kg K)

		Saturated vapour Vapeur saturée	Isobaric superheat (Δt in °C) - Surchauffe isobare (Δt en °C)													
			5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
t° =	15	v = 20,567	21,336	22,069	22,773	23,452	24,750	25,986	27,173	28,324	29,443	30,538	31,613	32,669		
		h = 372,295	377,723	383,055	388,316	393,526	403,848	414,105	424,353	434,628	444,959	455,363	465,857	475,450		
p =	0,9474	s = 1,5993	1,6180	1,6361	1,6536	1,6706	1,7036	1,7353	1,7661	1,7960	1,8253	1,8539	1,8820	1,9097		
			17,729	18,439	19,110	19,751	20,367	21,539	22,648	23,667	24,736	25,732	26,704	27,656	28,591	
	20		374,349	379,993	385,511	390,936	396,294	406,876	417,357	427,467	438,259	448,755	459,313	469,951	480,680	
		1,0889	1,5971	1,6162	1,6346	1,6523	1,6696	1,7028	1,7348	1,7647	1,7957	1,8250	1,8537	1,8818	1,9095	
	25		15,309	15,971	16,592	17,181	17,744	18,608	19,812	20,769	21,689	22,580	23,447	24,295	25,127	
		1,2456	376,226	382,116	387,842	393,449	398,968	409,828	420,546	431,202	441,845	452,512	463,229	474,015	484,884	
			1,5947	1,6143	1,6331	1,6511	1,6686	1,7022	1,7344	1,7654	1,7956	1,8250	1,8537	1,8818	1,9095	
			13,232	13,857	14,437	14,983	15,502	16,477	17,361	18,255	19,085	19,887	20,666	21,425	22,169	
	30		377,891	384,069	390,033	395,842	401,537	412,698	423,317	434,543	445,382	456,227	467,108	478,047	489,059	
		1,4186	1,5921	1,6123	1,6315	1,6499	1,6677	1,7017	1,7331	1,7654	1,7956	1,8251	1,8539	1,8821	1,9097	
			11,438	12,035	12,582	13,093	13,575	14,474	15,309	16,098	16,850	17,575	18,278	18,962	19,630	
			379,301	385,824	392,061	398,098	403,990	415,477	426,717	437,823	448,866	459,896	470,947	482,042	493,201	
	35		1,6091	1,5890	1,6100	1,6298	1,6486	1,6667	1,7012	1,7340	1,7654	1,7958	1,8254	1,8542	1,8825	1,9101
			9,875	10,455	10,978	11,460	11,911	12,719	13,514	14,236	14,922	15,581	16,218	16,837	17,440	
	40		380,397	387,345	393,904	400,202	406,312	417,781	429,685	441,035	452,294	463,516	474,742	486,000	497,310	
		1,8182	1,5854	1,6074	1,6279	1,6472	1,6657	1,6996	1,7339	1,7655	1,7961	1,8258	1,8547	1,8830	1,9107	
			8,505	9,078	9,583	10,042	10,467	11,247	11,958	12,623	13,252	13,853	14,433	14,995	15,542	
			381,094	388,585	395,533	402,131	408,489	420,727	432,566	444,176	455,660	467,083	478,491	489,916	501,381	
	45		2,0473	1,5810	1,6043	1,6257	1,6456	1,6646	1,7002	1,7338	1,7657	1,7965	1,8263	1,8554	1,8837	1,9114
			7,290	7,870	8,364	8,805	9,186	9,942	10,605	11,219	11,797	12,348	12,878	13,391	13,889	
	50		381,268	389,485	396,911	403,864	410,084	423,177	435,352	447,239	458,959	470,592	482,189	493,787	505,413	
		2,2979	1,5754	1,6006	1,6231	1,6438	1,6620	1,6997	1,7337	1,7660	1,7970	1,8269	1,8561	1,8845	1,9123	
			6,198	6,802	7,294	7,697	8,110	8,802	9,421	9,991	10,525	11,033	11,519	11,988	12,443	
			380,715	389,965	397,996	404,912	412,337	425,496	438,035	450,216	462,187	474,038	485,832	497,609	509,400	
	55		2,5718	1,5680	1,5960	1,6199	1,6402	1,6617	1,6990	1,7335	1,7662	1,7974	1,8276	1,8568	1,8853	1,9132
			5,196	5,853	6,321	6,770	7,144	7,801	8,382	8,913	9,408	9,876	10,323	10,754	11,171	
	60		379,059	389,913	398,200	406,623	413,964	427,668	440,603	453,099	465,334	477,415	489,413	501,376	513,338	
		2,8713	1,5579	1,5902	1,6145	1,6389	1,6599	1,6981	1,7333	1,7663	1,7979	1,8282	1,8576	1,8862	1,9141	

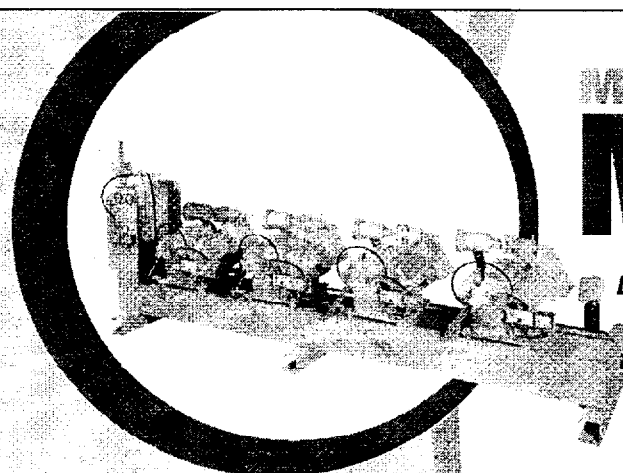
* : Dew temperature - Température de rosée

Properties calculated using reference [1] - Propriétés calculées à partir de la référence [1]

IIR reference: for saturated liquid at 0°C, h = 200,0 kJ/kg and s = 1,00 kJ/(kg K)

Référence IIF : pour le liquide saturé à 0°C, h = 200,0 kJ/kg et s = 1,00 kJ/(kg K)

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 21 / 36



MODULOPACK MOPSH

La gamme MODULOPACK PSH,
déclinée en 2 à 5 compresseurs
couvre une plage de puissance
de 25 à 400 kW en applications
positives et de 9 à 120 kW en
applications négatives.

Options

PACK RACCORDEMENT

- PR1** Vannes raccordement client
(1 refoulement, 1 aspiration, 1 liquide).
PR2 Vannes raccordement client
(1 refoulement, 2 aspiration, 2 liquide).
PR3 Vannes raccordement client
(1 refoulement, 3 aspiration, 3 liquide).

PACK SECURITE

- BPS** Pressostat BP de sécurité.
HB1 Pressostat combiné HP/BP (automatique).
HB2 Pressostat combiné HP/BP.
(BP automatique / HP à réarmement manuel).
HB3 Régulation avec pressostat BP et HP supplémentaires
(automatique).
HP6 Pressostat HP générale (automatique).

PACK REGULATION

- BP1** Pressostat BP (automatique).
HP5 Pressostats HP supplémentaires.
CDP Capteurs de pression HP/BP signal 4-20 mA.

OPTIONS

- TXL** Régulation d'huile Traxoil.
BD1 By-pass déshydrateur liquide simple (1 boîtier filtre)
en fonctionnement.
BD2 By-pass déshydrateur liquide double
(2 boîtiers filtre en parallèle) en fonctionnement.
ALF Alarme de niveau réfrigérant à flotteur réglable en hauteur.
ALR Alarme de niveau réfrigérant optoélectronique.
PAV Plots antivibratiles (livrés non montés avec la centrale).
SSD Soupape de sécurité double avec vanne 3 voies
(pour réservoirs < 115 litres).
RLS Réservoir de liquide surdimensionné.
BDR Bac de récupération de condensats sous collecteurs
aspiration et refoulement.
VFA Vanne et filtre à l'aspiration sur chaque compresseur.
CAR Carrosserie (avec armoire électrique intégrée).
SIL Silencieux de refoulement (1 par compresseur).
ANM Anneaux de manutention centrale
(livrés non montés avec la centrale).
BAC Bouteille anti-coup de liquide.
EVH Electrovanne de retour d'huile.
CCB Câblage commande boîtier.

PACK ARMOIRE ELECTRIQUE

- PAE** Pack électrique : pré-câblage complet de l'armoire électrique
(protection compresseur et ventilateurs condenseur).
PAU Pack automate : intégration d'un automate (PLC).

Descriptif

CHASSIS

- Monobloc acier tôle pliée épaisseur 4 mm profil U peint.

COMPRESSEURS

- Avec vannes ROTALOCK aspiration et refoulement + ventilateur de culasse en négatif, résistance de carter et pompe à huile.

COLLECTEURS

- Aspiration et refoulement tout inox 304 L.
- Une prise de pression schrader avec vanne isolement par collecteur (branche-ment mano pressostats etc.).
- Colliers de fixation polypropylène à l'aspiration et polyamide haute tenue en température sur le refoulement.
- Un boîtier filtre général aspiration à cartouche démontable jusqu'à 220 kW de puissance frigorifique en positif et 65 kW en négatif. Un boîtier par compresseur au dessus.

SYSTEME D'HUILE

- Séparateur d'huile et réservoir avec un voyant large visée.
- Collecteur huile en acier inox avec liaisons flexibles aux extrémités.
- Ligne de retour d'huile BP avec filtre, voyant et vanne d'isolement par compresseur.
- Régulateurs de niveau à flotteur.
- Clapet de dégazage.

ORGANES DE CONTRÔLE

- Pressostat différentiel d'huile par compresseur.
- 1 pressostat BP général de sécurité
- 1 pressostat HP cartouche pré-régulé par compresseur.
- Liaison de chaque élément en tube flexible haute pression compound polyamide.
- 2 manomètres ø 60 mm.

STATION LIQUIDE

- Sur châssis indépendant.
- 2 vannes d'isolement entrée/sortie.
- Départ liquide équipé avec un boîtier filtre déshydrateur démontable jusqu'à 180 kW en positif et 50 kW en négatif (2 boîtiers en parallèle au dessus).
- Voyant et vanne isolement générale sur départ.
- Soupape de sécurité simple (double à partir de 115 l).

HK®
REFRIGERATION
www.hkrefrigeration.com

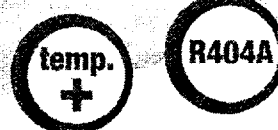


Conforme directive DESP 97/23/CE

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 22 / 36

Annexe n ° 10.2 : Document « HK-REFRIGERATION »

Centrales à compresseurs Pistons Semi Hermétiques



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Modèles	Compresseurs		Puiss. frigo.*	Puiss. abs.*	Int. abs.	Réservoir	Pack de raccordement en standard		
	Nbre		-10°C/+45°C kW	-10°C/+45°C kW	max A		Refoulement	Aspiration	Liquide
MOPSH 25 / 2P	2		25.30	10.00	26.0	70	1"1/8	2"1/8	7/8"
MOPSH 34 / 2P	2		34.80	13.60	35.0	70	1"1/8	2"1/8	7/8"
MOPSH 38 / 3P	3		38.00	15.10	39.0	70	1"1/8	2"1/8	7/8"
MOPSH 41 / 2P	2		41.10	16.20	41.0	70	1"3/8	2"1/8	7/8"
MOPSH 52 / 3P	3		52.20	20.50	52.5	70	1"3/8	2"5/8	1"1/8
MOPSH 57 / 2P	2		54.80	22.70	58.0	70	1"3/8	2"5/8	1"1/8
MOPSH 60 / 2P	2		61.30	25.00	65.0	70	1"3/8	2"5/8	1"1/8
MOPSH 61 / 3P	3		61.70	24.30	61.5	115	1"3/8	2"5/8	1"1/8
MOPSH 73 / 2P	2		77.40	32.30	62.0	70	1"5/8	3"1/8	1"1/8
MOPSH 81 / 4P	4		82.20	32.40	82.0	115	1"5/8	2"5/8	1"3/8
MOPSH 86 / 3P	3		82.20	34.00	87.0	160	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 88 / 2P	2		89.70	40.40	74.0	115	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 91 / 3P	3		91.90	37.50	97.5	160	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 109 / 3P	3		116.10	48.40	93.0	160	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 115 / 4P	4		109.60	45.30	116.0	160	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 121 / 4P	4		122.50	50.00	130.0	160	2"1/8	2 x 2"5/8	2 x 1"1/8
MOPSH 132 / 3P	3		134.60	60.70	111.0	160	2"1/8	2 x 2"5/8	2 x 1"3/8
MOPSH 146 / 4P	4		154.80	64.50	124.0	250	2"1/8	2 x 2"5/8	2 x 1"3/8
MOPSH 160 / 3P	3		173.30	73.40	135.0	250	2"1/8	2 x 2"5/8	2 x 1"3/8
MOPSH 175 / 4P	4		179.40	80.90	148.0	250	2"5/8	2 x 2"5/8	2 x 1"3/8
MOPSH 186 / 3P	3		202.50	89.70	159.0	250	2"5/8	2 x 3"1/8	2 x 1"3/8
MOPSH 213 / 4P	4		231.10	97.90	180.0	250	3"1/8	2 x 3"1/8	2 x 1"5/8
MOPSH 234 / 3P	3		241.80	107.70	234.0	250	3"1/8	2 x 3"1/8	2 x 1"5/8
MOPSH 248 / 4P	4		270.00	119.60	212.0	250	3"1/8	3 x 3"1/8	3 x 1"3/8
MOPSH 310 / 5P	5		337.50	149.50	265.0	320	3"1/8	3 x 3"1/8	3 x 1"3/8
MOPSH 317 / 4P	4		322.40	143.60	312.0	320	3"1/8	3 x 3"1/8	3 x 1"3/8
MOPSH 397 / 5P	5		403.00	179.50	390.0	320	3"1/8	3 x 4"1/8	3 x 1"5/8

* Temp. d'évaporation / Temp. condensation - Surchauffe : 20K - Sous-refroidissement : 5K

Pour une sélection précise des centrales HK Réfrigération, se reporter au logiciel "MODULOPACK"

PACKS & OPTIONS

Modèles	● pack, (C) option									
	BPS	HB	HPB	BP1	HPS	CDP	TXL	BD	ALF	ALR
MOPSH 25 / 2P	1-2-3									
MOPSH 34 / 2P										
MOPSH 38 / 3P										
MOPSH 41 / 2P										
MOPSH 52 / 3P										
MOPSH 57 / 2P										
MOPSH 60 / 2P										
MOPSH 61 / 3P										
MOPSH 73 / 2P										
MOPSH 81 / 4P										
MOPSH 86 / 3P										
MOPSH 88 / 2P										
MOPSH 91 / 3P										
MOPSH 109 / 3P										
MOPSH 115 / 4P										
MOPSH 121 / 4P										
MOPSH 132 / 3P										
MOPSH 146 / 4P										
MOPSH 160 / 3P										
MOPSH 175 / 4P										
MOPSH 186 / 3P										
MOPSH 213 / 4P										
MOPSH 234 / 3P										
MOPSH 248 / 4P										
MOPSH 310 / 5P										
MOPSH 317 / 4P										
MOPSH 397 / 5P										
MOPSH ...	PR1							PR2		
									PR3	
										PAE
										PAU

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 23 / 36

Annexe n ° 11.1 : Document « FRIGA - BOHN »

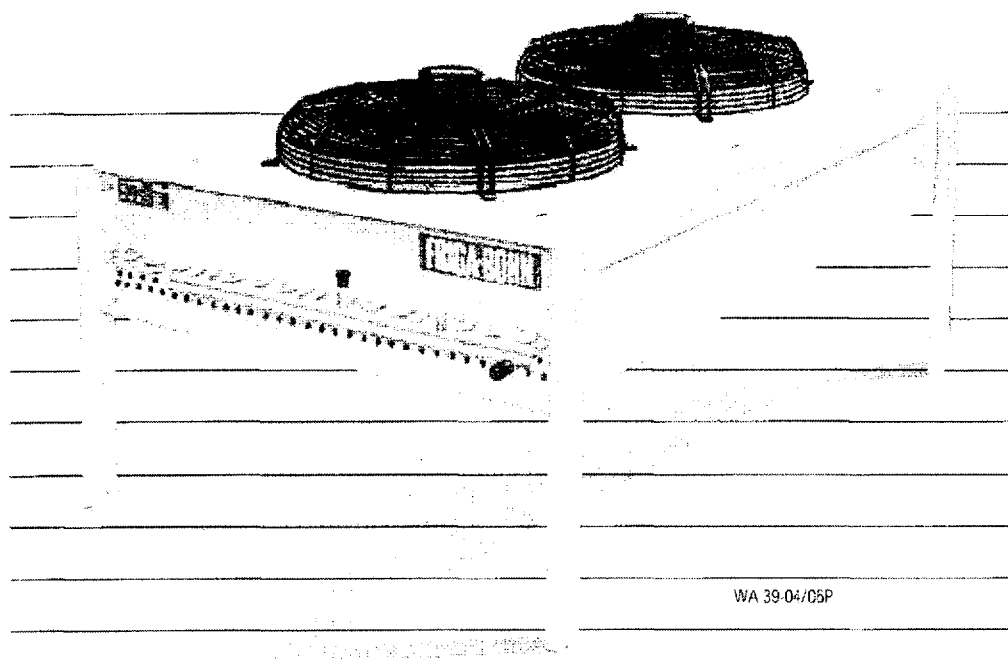
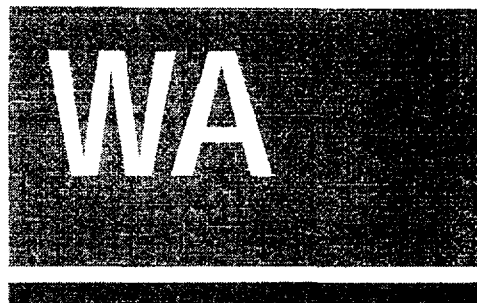
☒ CONDENSEUR

☒ CONDENSER

☐ VERFLÜSSIGER

R404A

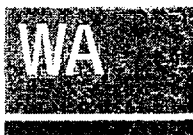
7,5 → 198 kW



FRIGA-BOHN

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004		Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Référence : FECEISI		Etude des installations	Page : 24 / 36

Annexe n ° 11.2 : Document « FRIGA - BOHN »



SELECTION

"P" = puissance au condenseur.

Pour déterminer un modèle, on doit ramener les conditions de l'application aux conditions de la sélection. Pour ce faire, il faut diviser la puissance souhaitée "P" par les 4 coefficients ci-dessous :

- C1 coefficient d'altitude
- C2 coefficient de DT1
- C3 coefficient de la température ambiante
- C4 coefficient du fluide frigorigène

selon la formule :

$$P_1 = \frac{P}{C1 \times C2 \times C3 \times C4}$$

Sélectionner le modèle WA dans le tableau correspondant à la vitesse de rotation choisie et vérifier que le niveau sonore satisfait le niveau requis.

De même pour connaître la puissance "P" d'un modèle sous d'autres conditions que celles de la documentation, on appliquera la formule :

$$P = P_1 \times (C1 \times C2 \times C3 \times C4)$$

EXEMPLE

Puissance souhaitée "P" 30 kW
 Altitude 200 m
 DT1 14 K
 Température ambiante + 30 °C
 Fluide frigorigène R134a
 Pression sonore à 5 m 53 dB(A)

Son :

C1 = 0,99

C2 = 0,93

C3 = 0,98

C4 = 0,93

d'où :

30

$$0,99 \times 0,93 \times 0,98 \times 0,93 = 35,75 \text{ kW}$$

Niveau sonore de base

C5 = 6 dB(A)

53 - 6 = 47 dB(A)

On retiendra le modèle

WA 36-08/12P (Δ).

Pression sonore à 10 m = 46 dB(A).

Nota : si le niveau sonore est très différent, rechercher quel modèle convient, dans les autres tableaux

☒ Coefficient d'altitude : C1 ☒ Altitude factor: C1 ☐ Korrekturfaktor für verschiedene Aufstellungsorte: C1

Altitude m Altitude m Höhe in m	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
C1	1	0,99	0,97	0,96	0,95	0,93	0,92	0,9	0,89	0,88	0,86	0,83	0,84	0,82

☒ Coefficient de DT1 : C2 ☒ DT1 factor: C2 ☐ Korrekturfaktor für DT1: C2

DT1	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
C2	0,93	0,90	0,87	0,73	0,60	0,87	0,93	1	1,07	1,13	1,20

☒ Coefficient température ambiante t_{A,1} : C3 ☒ Ambient temperature factor t_{A,1}: C3 ☐ Korrekturfaktor für Umgebungstemp. t_{A,1}: C3

t _{A,1}	15	20	25	30	35	40	45	50
C3	1,03	1,02	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,91

☒ Coefficient fluide frigorigène : C4 ☒ Refrigerant factor: C4 ☐ Korrekturfaktor für Kältemittel: C4

Fluide frigorigène Refrigerant Kältemittel	R134a	R22	R404A
C4	0,93	0,96	1

☒ Correction pression sonore en fonction de la distance : C5 ☒ Factor of sound pressure level according to distance: C5 ☐ Korrektur des Schalldruckpegels entsprechend der Entfernung: C5

Distance m Distance m Entfernung m	5	6	8	10	12	16	32	64	128
dB	-6	-4,5	-2	0	-1,5	-4	-10	-15	-22

FRIGA-BOHN

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 25 / 36

Annexe n ° 11.3 : Document « FRIGA - BOHN »



WA .. 04P/06P (1500/1000 tr/min - 1500/1000 r.p.m. - 1500/1000 U/min)

Modèles Models Modelle	WA ..	15	19	22	30	39	44	48	58	67	54	59	81	95
Puissance Capacity P ₁ Leistung	DT1 = 15K R404A kW	04P (a) 12,66	16,53	18,76	25,32	33,05	37,51	37,98	49,58	56,27	56,56	62,57	85,27	98,76
		06P (Y) 11,56	14,66	16,09	23,11	29,32	32,18	34,67	43,98	48,27	47,07	51,43	70,65	79,13
Surface Surface Oberfläche	m ²	17,50	26,25	35,00	35,00	52,50	70,00	52,50	78,75	105,00	71,60	95,40	107,40	143,10
Vol. tubes circuits Circuit vol. Rohrinhalt	dm ³	3,3	4,9	6,4	6,0	9,2	12,1	9,0	13,3	17,5	11,1	14,7	17,3	22,7
Ventilateur * Fan Ventilator	Debit air Air flow Luftmenge m ³ /h	04P (a) 5974	5634	5315	11948	11268	10630	17922	16892	15945	23200	21300	34800	31950
		06P (Y) 5036	4654	4275	10072	9308	8550	15108	13962	12825	16600	15100	24900	22650
	Nbr No Anz.	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3
	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 630	Ø 630	Ø 630	Ø 630
Acoustique Acoustic Geräuschpegel	Lw dB(A)	83	83	83	86	86	85	88	88	88	93	93	95	95
	06P (Y)	78	78	78	81	81	81	83	83	83	85	85	87	87
	Lp (1) dB(A)	55	55	55	58	58	58	60	60	60	65	65	67	67
	06P (Y)	50	50	50	53	53	53	55	55	55	57	57	59	59
Poids net Net weight Nettogewicht	kg	36	40	44	63	72	80	92	104	116	93	103	137	152
Circuits Circuits Kreisläufe	Nbr No Anz.				4	5	6	8	8	8	8	8	12	16

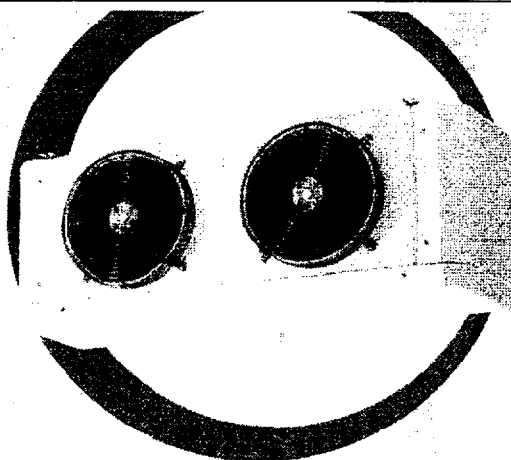
Modèles Models Modelle	WA ..	2 x 30	2 x 39	2 x 44	2 x 48	2 x 58	2 x 67	2 x 54	2 x 59	2 x 81	2 x 95
Puissance Capacity P ₁ Leistung	DT1 = 15K R404A kW	04P (a) 50,64	66,10	75,02	75,96	99,16	112,54	113,12	125,14	170,54	197,52
		06P (Y) 46,22	58,64	64,36	69,34	87,96	96,54	94,14	102,86	141,30	158,26
Surface Surface Oberfläche	m ²	70,00	105,00	140,00	105,00	157,50	210,00	143,20	190,80	214,50	286,20
Vol. tubes circuits Circuit vol. Rohrinhalt	dm ³	12,0	18,4	24,2	18,0	26,6	35,0	22,2	29,4	34,8	49,4
Ventilateur * Fan Ventilator	Debit air Air flow Luftmenge m ³ /h	04P (a) 23896	22636	21260	35844	33804	31890	46400	42600	69500	63900
		06P (Y) 20144	19616	17100	30216	27924	25650	33200	30200	49800	45300
	Nbr No Anz.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 500	Ø 630	Ø 630	Ø 630	Ø 630
Acoustique Acoustic Geräuschpegel	Lw dB(A)	89	89	89	91	91	91	96	95	98	98
	06P (Y)	84	84	84	86	86	86	88	88	90	90
	Lp (1) dB(A)	61	61	61	63	63	63	68	68	70	70
	06P (Y)	56	56	56	58	58	58	60	60	62	62
Poids net Net weight Nettogewicht	kg	126	144	160	194	208	232	186	206	274	304
Circuits Circuits Kreisläufe	Nbr No Anz.	2 x 4	2 x 6	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 12	2 x 16

* Ø 500 mm
400 V/3/50 Hz
Δ : 580 W max- 1,05 A max (2)
Y : 440 W max- 0,71 A max (2)

* Ø 630 mm
400 V/3/50 Hz
Δ : 1950 W max- 3,4 A max (2)
Y : 1400 W max- 2,3 A max (2)

(1) (2) Voir page 10 - See page 10 - Siehe Seite 10

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004		Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Référence : FECEISI		Etude des installations	Page : 26 / 36



BRD

Les évaporateurs cubiques de la gamme BRD sont destinés aux applications commerciales de réfrigération ou de conservation à basse température. Les 30 modèles de base de la gamme BRD couvrent une plage de puissance de 1250 à 12200 W.

Options

DEGIVRAGE

ELK Dégivrage électrique : 3 résistances de batterie + 1 résistance d'égouttoir

ECK Dégivrage électrique additionnel :

2 résistances additionnelles de batterie

DÉTENDEUR

EDL Évaporateur détendeur livré

ÉVAPORATEURS ÉQUIPÉS

EEC Évaporateur équipement complet

Descriptif

ÉCHANGEUR À TRES HAUTE PERFORMANCE

- Les batteries ailetées de la gamme BRD sont conçues à partir d'ailettes aluminium au pas de 4.23 ou 6.35 mm, à profil sinusoïdal, associées à des tubes cuivre aux structures internes rainurées.
- L'alimentation des batteries se fait par un distributeur à venturi.

CARROSSERIE

- La carrosserie en ABS recyclable garantit un haut degré de qualité en matière :

de robustesse : avec une grande tenue aux chocs thermiques (à basse et haute température) et mécaniques,

d'esthétique : l'aspect, la finition et le grainé blanc contribuent à une intégration harmonieuse de l'appareil dans son environnement,

d'hygiène : grâce aux coins arrondis qui éliminent les zones de rétention, toujours propices au développement de germes pathogènes et à l'absence d'éléments oxydables (ex. : vis de fixation en acier inoxydable),

de sécurité : par l'absence d'angles vifs ou coupants.

VENTILATION

- La gamme BRD est équipée de ventilateurs hélicoïdes à haut rendement, à graissage longue durée, câblés en usine :
- Ø 300 mm à rotor externe. 230 V monophasé. 50-60 Hz. IP44 avec protecteur thermique incorporé raccordé.
- Les grilles sont conformes aux normes de protection.

DÉGIVRAGE

- Les résistances électriques blindées sont logées dans des fourreaux sertis le faisceau aileté. Une des résistances est fixée sous l'égouttoir intermédiaire. Cette disposition permet une dissipation homogène de la chaleur pour un dégivrage rapide et parfait.
- Les résistances sont raccordées en usine, sur un bornier logé dans une boîte étanche.

HK[®] REFRIGERATION
www.hkretrifigeration.com



Conforme directive DESP 97/23/CE

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 27 / 36

Annexe n ° 12.2 : Document « HK-REFRIGERATION »

Evaporateurs cubiques



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Modèles	Puissance R 404A W	Ventilateur Nbre x Ø mm	Volume tubes circuits dm ³	Débit d'air m ³ /h	Surface m ²	Projection d'air m
BRD 13 D7	1250	1 x 300	1.23	1580	4.4	14
BRD 15 D7	1490	1 x 300	1.64	1550	5.8	13
BRD 16 D7	1550	1 x 300	2.46	1430	8.7	12
BRD 24 D7	2440	1 x 300	3.64	1620	13.7	14
BRD 32 D7	3130	2 x 300	3.22	3140	12.1	14
BRD 40 D7	4010	2 x 300	4.78	2910	18.1	13
BRD 50 D7	5050	2 x 300	7.18	3230	27.5	14
BRD 61 D7	6080	3 x 300	7.18	4390	27.5	14
BRD 72 D7	7210	3 x 300	9.52	4740	36.8	15
BRD 82 D7	8180	4 x 300	9.52	5870	36.8	14

Modèles	Ventilateur 230V/1/50Hz		Dégivrage électrique 230V/1		Dégivrage électrique ECK (2) 230V/1 400V/3		
	W max.	A max. (1)	W	A	W	A	A
BRD 13 D7	1 x 102	1 x 0.44	1000	4.3	1500	6.5	-
BRD 15 D7	1 x 102	1 x 0.44	1000	4.3	1500	6.5	-
BRD 16 D7	1 x 102	1 x 0.44	1000	4.3	1500	6.5	-
BRD 24 D7	1 x 102	1 x 0.44	1600	7.0	2400	10.4	-
BRD 32 D7	2 x 102	2 x 0.44	2160	9.4	3240	-	4.7
BRD 40 D7	2 x 102	2 x 0.44	2160	9.4	3240	-	4.7
BRD 50 D7	2 x 102	2 x 0.44	3280	14.3	4920	-	7.1
BRD 61 D7	3 x 102	3 x 0.44	3280	14.3	4920	-	7.1
BRD 72 D7	3 x 102	3 x 0.44	4400	19.1	6600	-	9.5
BRD 82 D7	4 x 102	4 x 0.44	4400	19.1	6600	-	9.5

(1) Régime des protections contre les surcharges.
(2) Kit dégivrage électrique additionnel.

KITS & OPTIONS

	E1K	(●) Kit, (○) option	EDL	EEC
BRD ... D7	-	●	●	○

DIMENSIONS, RACCORDEMENTS & POIDS

Modèles	A mm	B mm	C mm	H mm	Entrée Ø D (1)	Sortie Ø D (2)	Poids net kg
BRD 13 D7	710	460	-	458	1/2"	1/2"	15
BRD 15 D7	710	460	-	458	1/2"	1/2"	16
BRD 16 D7	710	460	-	458	1/2"	1/2"	18
BRD 24 D7	940	690	-	460	1/2"	5/8"	23
BRD 32 D7	1170	920	-	463	1/2"	5/8"	28
BRD 40 D7	1170	920	-	463	5/8"	7/8"	32
BRD 50 D7	1630	1380	-	468	5/8"	7/8"	42
BRD 61 D7	1630	1380	-	468	5/8"	7/8"	46
BRD 72 D7	2090	1840	920	473	5/8"	1" 1/8"	58
BRD 82 D7	2090	1840	920	473	5/8"	1" 1/8"	62

(1) Distributeurs : mâle à braser

(2) Ø1 : raccordement mâle

HK REFRIGERATION - 42 rue Roger Salengro - BP 205

69741 GENAS Cedex - Tél. +33 (0)4 72 47 13 00 - Fax +33 (0)4 72 47 13 96

HK REFRIGERATION se réserve le droit d'apporter toute modification sans préavis - Service Documentation

N° HK 65.01.12.02 (F)

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 28 / 36

Annexe n° 13.1 : Document « DANFOSS »



Fiche technique

Détendeurs thermostatiques à orifice interchangeable, types T, TE et PHT

Sélection

La sélection du détendeur thermostatique s'effectue en fonction des paramètres suivants :

- charge maximale de l'évaporateur
- température d'évaporation
- température de condensation
- sous-refroidissement de liquide

La chute de pression dans le détendeur est égale à la différence entre la pression de condensation et la pression d'évaporation moins la perte de charge dans les tuyaux et le distributeur éventuel. Les autres points à prendre en considération ressortent de l'exemple suivant.

Exemple :

Réfrigérant = R 22
Raccord choisi pour le détendeur à braser, passage d'équerre.
Capacité de l'évaporateur $Q_0 = 9 \text{ kW}$
Température d'évaporation $t_0 = -10^\circ\text{C}$ ($-p_0 = 3,6 \text{ bar}$)
Température de condensation $t_k = 36^\circ\text{C}$ ($-p_k = 13,9 \text{ bar}$)

Evaporateur à six éléments.
Dimension et longueur de la conduite de liquide. $\varnothing d = 1/2 \text{ in.}$, $l = 25 \text{ m}$.
L'évaporateur étant placé à un niveau supérieur de 6 m à celui de la bouteille accumulatrice $h = 6 \text{ m}$.
On recherche un détendeur approprié et un distributeur de liquide.

A. Détermination de la chute de pression

La pression d'évaporation p_0 est déduite de la pression de condensation p_k . Les valeurs p_0 et p_k sont déterminées à partir des valeurs données de t_0 et de t_k .

A cet effet, utiliser, p.ex., un tableau des réfrigérants ou la règle de conversion Danfoss
 $p_k - p_0 = 13,9 \text{ bar} - 3,6 \text{ bar}$
 $p_k - p_0 = 10,3 \text{ bar}$

Pour obtenir la chute de pression réelle dans le détendeur, il faut en outre déduire de ($p_k - p_0$) une série d'autres chutes de pression.

1. La chute de pression Δp_1 dans la conduite de liquide.
p.ex. $\Delta p_1 = 0,1 \text{ bar}$
2. La chute de pression Δp_2 évaluée dans le deshydrateur, le voyant, la vanne d'arrêt manuelle et les coudes de tuyauterie.
 $\Delta p_2 = 0,2 \text{ bar}$
3. La chute de pression Δp_3 dans la conduite de liquide disposée verticalement (en raison de la différence de niveau $h = 6 \text{ m}$) ressort du tableau ci-après. $\Delta p_3 = 0,7 \text{ bar}$

Réfrigérant	Chute de pression statique, Δp_3 bar, due à la différence de niveau h entre l'évaporat. et la bouteille accumulatrice				
	6 m	12 m	18 m	24 m	30 m
R 22	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5
R 134a	0,7	1,4	2,1	2,8	3,6
R 404A	0,6	1,3	1,9	2,5	3,2
R 507	0,6	1,3	1,9	2,5	3,2

4. La chute de pression Δp_4 dans le distributeur de liquide. $\Delta p_4 = 0,5 \text{ bar}$
5. La chute de pression Δp_5 dans les brins de distribution. $\Delta p_5 = 0,5 \text{ bar}$

Chute de pression totale dans le détendeur.
 $\Delta p = (p_k - p_0) - (\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_5)$
 $\Delta p = 10,3 - (0,1 + 0,2 + 0,7 + 0,5 + 0,5)$
 $\Delta p = 8,3 \text{ bar}$

B. Détermination de la capacité Q_0

Type de vanne	N° de orifice	Chute de pression dans la vanne Δp bar							
		2	4	6	8	10	12	14	16
Température d'évaporation -10°C									
TX 2/TEX 2-0.15	0X	0,37	0,47	0,53	0,57	0,60	0,63	0,64	0,64
TX 2/TEX 2-0.3	00	0,76	0,96	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
TX 2/TEX 2-0.7	01	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8
TX 2/TEX 2-1.0	02	2,2	2,9	3,3	3,6	3,8	4,0	4,1	4,1
TX 2/TEX 2-1.5	03	3,9	5,1	5,9	6,4	6,8	7,1	7,3	7,3
TX 2/TEX 2-2.3	04	5,8	7,6	8,7	9,5	10,1	10,5	10,8	10,9
TX 2/TEX 2-3.0	05	7,4	9,6	11,0	12,0	12,6	13,3	13,6	13,8
TX 2/TEX 2-4.6	06	9,1	11,8	13,5	14,7	15,6	16,2	16,6	16,8

D'après le tableau pour $t_0 = -10^\circ\text{C}$ et $\Delta p = 8,3 \text{ bar}$ obtient par interpolation :

$$Q_0 = 9,5 + \frac{8,3 - 8}{10 - 8} (10,1 - 9,5)$$

$$Q_0 = 9,6 \text{ kW}$$

Il ressort du tableau que c'est le type TEX 2-2.3 qui convient.

Les capacités du tableau sont basées sur un sous-refroidissement d'env. 4 K en amont du détendeur.

En général, la capacité maximale du détendeur est d'env. 20% supérieure à la capacité indiquée dans le tableau.

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004		Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Référence : FECEISI		Etude des installations	Page : 29 / 36

Annexe n ° 13.2 : Document « DANFOSS »



Fiche technique

Tableaux de capacités pour les détendeurs thermostatiques, types T et TE

Capacité en kW pour la plage N: -40°C à 10°C

R 404A/R 507

Type de vanne	N° de orifice	Chute de pression dans la vanne Δp bar								Chute de pression dans la vanne Δp bar							
		2	4	6	8	10	12	14	16	2	4	6	8	10	12	14	16

Température d'évaporation 10°C										Température d'évaporation 0°C									
TS2/TES 2 - 0.11	0X	0.28	0.36	0.40	0.42	0.44	0.44	0.44	0.44	0.27	0.35	0.39	0.40	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42
TS 2/TES 2 - 0.21	00	0.63	0.76	0.83	0.87	0.89	0.90	0.92	0.92	0.58	0.71	0.78	0.81	0.83	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84
TS 2/TES 2 - 0.45	01	1.35	1.7	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	1.1	1.4	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
TS 2/TES 2 - 0.6	02	1.8	2.4	2.7	2.9	3.0	3.1	3.1	3.1	1.5	2.0	2.3	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
TS 2/TES 2 - 1.2	03	3.3	4.3	4.9	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	2.8	3.6	4.1	4.3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
TS 2/TES 2 - 1.7	04	4.9	6.4	7.3	7.7	8.0	8.1	8.2	8.2	4.1	5.3	6.0	6.4	6.8	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
TS 2/TES 2 - 2.2	05	6.2	8.1	9.2	9.8	10.1	10.3	10.3	10.3	5.2	6.7	7.6	8.1	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
TS 2/TES 2 - 2.6	06	7.6	9.9	11.2	11.9	12.3	12.5	12.6	12.6	6.3	8.2	9.3	9.9	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
TES 5 - 3.7	01	9.9	12.8	14.3	15.1	15.5	15.7	15.8	15.8	9.4	12.1	13.7	14.5	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9	14.9
TES 5 - 5.0	02	13.6	17.1	19.4	20.5	21.0	21.2	21.4	21.3	13.0	16.8	18.8	19.6	20.1	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
TES 5 - 7.2	03	19.9	25.1	27.7	29.1	29.9	30.2	30.4	30.4	19.3	24.4	27.3	28.8	29.5	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6
TES 5 - 10.3	04	28.2	35.8	39.7	41.7	42.8	43.2	43.5	43.5	27.4	34.9	39.1	41.4	42.4	42.4	42.4	42.4	42.4	42.3
TES 12 - 4.2	01	11.8	15.5	17.5	18.7	19.4	19.6	19.8	19.8	10.3	13.5	15.3	16.31	16.7	16.8	16.9	16.9	16.8	16.8
TES 12 - 6.8	02	19.2	25.2	28.6	30.3	31.3	31.7	31.9	32.0	15.9	22.0	24.8	26.4	27.2	27.4	27.4	27.4	27.3	27.3
TES 12 - 10.0	03	28.4	37.0	41.8	44.5	46.0	46.8	47.0	47.0	24.7	32.2	36.4	38.7	39.9	40.2	40.3	40.3	40.3	40.3
TES 12 - 13.4	04	38.0	49.4	55.7	59.2	61.2	62.1	62.7	63.0	33.0	42.8	48.5	51.7	53.4	53.9	54.2	54.4	54.4	54.4
TES 20 - 16.7	01	46.0	62.0	69.0	73.0	75.0	76.0	77.0	77.0	42.0	53.0	60.0	64.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0
TES 55 - 37	01	106	137	154	164	169	170	171	171	92	119	134	142	145	146	145	145	145	145
TES 55 - 56.0	02	161	208	232	245	252	254	255	255	141	181	203	214	219	219	219	219	218	218

Température d'évaporation -10°C										Température d'évaporation -20°C									
TS2/TES 2 - 0.11	0X	0.28	0.33	0.38	0.39	0.40	0.40	0.40	0.40	0.31	0.35	0.37	0.38	0.37	0.38	0.37	0.38	0.38	0.38
TS 2/TES 2 - 0.21	00	0.53	0.66	0.73	0.76	0.78	0.78	0.78	0.78	0.59	0.67	0.70	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
TS 2/TES 2 - 0.45	01	0.99	1.2	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	0.99	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
TS 2/TES 2 - 0.6	02	1.3	1.7	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
TS 2/TES 2 - 1.2	03	2.3	3.0	3.4	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	2.4	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
TS 2/TES 2 - 1.7	04	3.4	4.4	5.0	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	3.6	4.0	4.3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4
TS 2/TES 2 - 2.2	05	4.4	5.6	6.4	6.8	7.0	7.0	7.0	6.9	4.5	5.1	5.5	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.6	5.6
TS 2/TES 2 - 2.6	06	5.3	6.9	7.8	8.3	8.5	8.5	8.5	8.5	5.5	6.3	6.7	6.9	7.0	6.9	6.9	6.9	6.8	6.8
TES 5 - 3.7	01	7.9	10.1	11.3	12.0	12.4	12.4	12.3	12.2	7.9	8.9	9.6	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.7	9.7
TES 5 - 5.0	02	10.9	13.9	15.6	16.6	17.0	17.0	16.9	16.8	11.0	12.4	13.3	13.7	13.8	13.6	13.6	13.5	13.5	13.5
TES 5 - 7.2	03	16.0	20.4	23.0	24.5	25.1	25.2	25.2	25.2	16.1	18.3	19.8	20.5	20.7	20.6	20.6	20.6	20.6	20.6
TES 5 - 10.3	04	22.9	29.1	32.9	35.0	36.0	36.2	36.1	36.1	23.1	26.2	28.4	29.3	29.5	29.6	29.6	29.4	29.4	29.4
TES 12 - 4.2	01	9.0	11.7	13.2	14.1	14.5	14.5	14.4	14.3	8.2	10.9	11.7	12.0	12.0	11.9	11.7	11.7	11.7	11.7
TES 12 - 6.8	02	14.8	19.1	21.6	23.0	23.6	23.5	23.5	23.3	15.7	17.8	19.1	19.6	19.7	19.5	19.3	19.3	19.3	19.3
TES 12 - 10.0	03	21.6	27.6	31.5	33.6	34.7	34.8	34.7	34.6	22.8	25.9	28.0	28.8	29.2	29.1	28.9	28.9	28.9	28.9
TES 12 - 13.4	04	28.6	37.0	42.1	45.1	46.7	47.1	47.2	47.2	30.2	34.5	37.6	39.1	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9	39.9
TES 20 - 16.7	01	26.0	46.0	52.0	55.0	57.0	58.0	58.0	57.0	38.0	43.0	47.0	48.0	49.0	49.0	49.0	48.0	48.0	48.0
TES 55 - 37.0	01	80.0	103	115	122	125	125	123	122	84.0	94.0	101	103	103	101	100	100	100	100
TES 55 - 56.0	02	124	157	176	186	190	190	188	186	129	145	155	158	158	156	153	153	153	153

Température d'évaporation -30°C										Température d'évaporation -40°C									
TS 2/TES 2 - 0.11	0X		0.32	0.34	0.36	0.35	0.35	0.34		0.29	0.31	0.32	0.31	0.32	0.31	0.32	0.31	0.31	0.31
TS 2/TES 2 - 0.21	00		0.67	0.70	0.70	0.70	0.69	0.67		0.60	0.61	0.62	0.61	0.60	0.60	0.59	0.59	0.59	0.59
TS 2/TES 2 - 0.45	01		0.90	0.96	0.99	0.98	0.97	0.95		0.71	0.76	0.78	0.77	0.76	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
TS 2/TES 2 - 0.6	02		1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3		0.96	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
TS 2/TES 2 - 1.2	03		2.2	2.3	2.4	2.4	2.4	2.3		1.7	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
TS 2/TES 2 - 1.7	04		3.2	3.4	3.6	3.6	3.5	3.5		2.5	2.7	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
TS 2/TES 2 - 2.2	05		4.1	4.4	4.5	4.6	4.5	4.4		3.2	3.4	3.5	3.6	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
TS 2/TES 2 - 2.6	06		5.0	5.3	5.5	5.6	5.5	5.4		3.9	4.2	4.3	4.4	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
TES 5 - 3.7	01		6.9	7.3	7.6	7.5	7.5	7.5		5.1	5.5	5.7	5.7	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
TES 5 - 5.0	02		9.7	10.3	10.7	10.7	10.6	10.5		7.2	7.7	8.0	8.0	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
TES 5 - 7.2	03		14.3	15.4	16.2	16.4	16.3	16.2		10.7	11.8	12.3	12.5	12.5	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
TES 5 - 10.3	04		20.5	22.1	23.1	23.4	23.3	23.2		15.3	16.6	17.5	17.8	17.8	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
TES 12 - 4.2	01		8.7	9.3	9.6	9.6	9.5	9.3		6.7	7.2	7.4	7.4	7.3	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
TES 12 - 6.8	02		14.3	15.3	15.8	15.9	15.7	15.4		11.1	11.8	12.3	12.3	12.1	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
TES 12 - 10.0	03		20.8	22.4	23.4	23.7	23.5	23.4		16.1	17.4	18.3	18.6	18.5	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
TES 12 - 13.4	04		27.8	30.3	32.0	32.7	32.9	32.9		21.5	23.8	25.3	26.1	26.3	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
TES 20 - 16.7	01		35.0	37.0	39.0	40.0	40.0	39.0		27.0	29.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
TES 55 - 37.0	01		75.0	80.0	82.0	81.0	80.0	79.0		58.0	61.0	62.0	62.0	60.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0
TES 55 - 56.0	02		118	123	127	126	124	121		80.0	85.0	87.0	87.0	84.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0

Correction pour sous-refroidissement Δ_h

La cap. de l'évaporateur utilisée doit être corrigée si le sous-refroidissement s'écarte de la valeur 4 K.

La capacité corrigée est obtenue en divisant la cap. de l'évapo. par le facteur de corr. ci-dessous.

Attention: Un sous-refroidissement trop faible risque d'entraîner la formation de flash gaz.

Δ _h	4 K	10 K	15 K	20 K	25 K	30 K	35 K	40 K	45 K	50 K
Facteur de correction	1.00	1.1	1.2	1.29	1.37	1.46	1.54	1.63	1.7	1.78

© Danfoss A/S, 02-2000

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FEEFIST	Etude des installations		Page : 30 / 36

Examen ou concours : Série* :

Spécialité/Option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

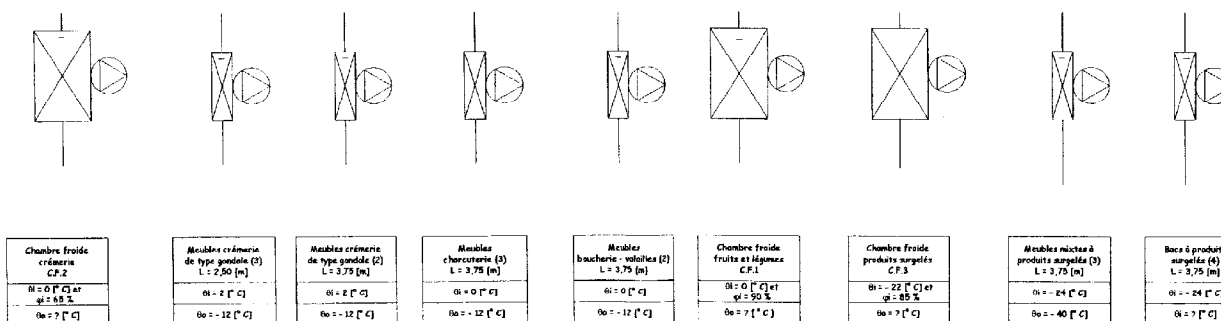
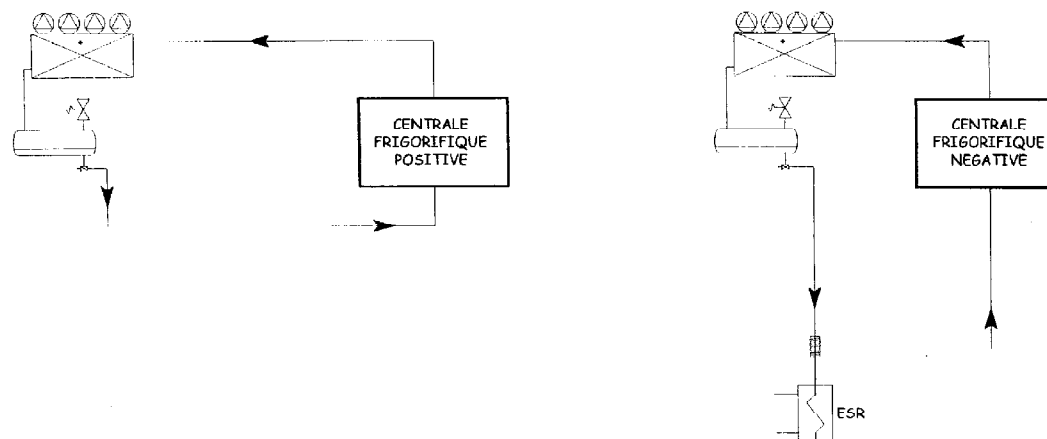
Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Document - réponse n ° 1

TYPE	Dimensions [m]	Nombre	Caractéristiques de l'air à maintenir	Température d'ébullition [° C]	Puissance frigorifique unitaire [kW]
Meuble frigorifique crèmerie de type gondole	L = 2,50	3	$\theta = 2 \text{ à } 4 [^{\circ} \text{C}]$	- 12	4
Meuble frigorifique crèmerie de type gondole	L = 3,75	2	$\theta = 2 \text{ à } 4 [^{\circ} \text{C}]$	- 12	5,90
Meuble frigorifique charcuterie	L = 3,75	3	$\theta = 0 \text{ à } 2 [^{\circ} \text{C}]$	- 12	6,3
Meuble frigorifique boucherie - volailles	L = 3,75	2	$\theta = 0 \text{ à } 2 [^{\circ} \text{C}]$	- 12	6,15
Chambre froide de fruits et légumes, C.F.1	L = 8,8 l = 2,8 h = 2,43	1	$\theta = 4 \text{ à } 6 [^{\circ} \text{C}]$ $\phi = 90 \%$		
Chambre froide de crèmerie, C.F.2	L = 5,6 l = 4,4 H = 2,43	1	$\theta = 0 \text{ à } 2 [^{\circ} \text{C}]$ $\phi = 65 \%$		
Bacs à produits surgelés	L = 3,75 l = 1,5	4	$\theta = - 22 \text{ à } - 24 [^{\circ} \text{C}]$		
Meubles mixtes à produits surgelés	L = 3,75	3	$\theta = - 22 \text{ à } - 24 [^{\circ} \text{C}]$	- 40	2,90
Chambre froide à produits surgelés, C.F.3	L = 4,4 l = 4,4 h = 2,43	1	$\theta = - 22 \text{ à } - 20 [^{\circ} \text{C}]$ $\phi = 85 \%$		

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 31 / 36

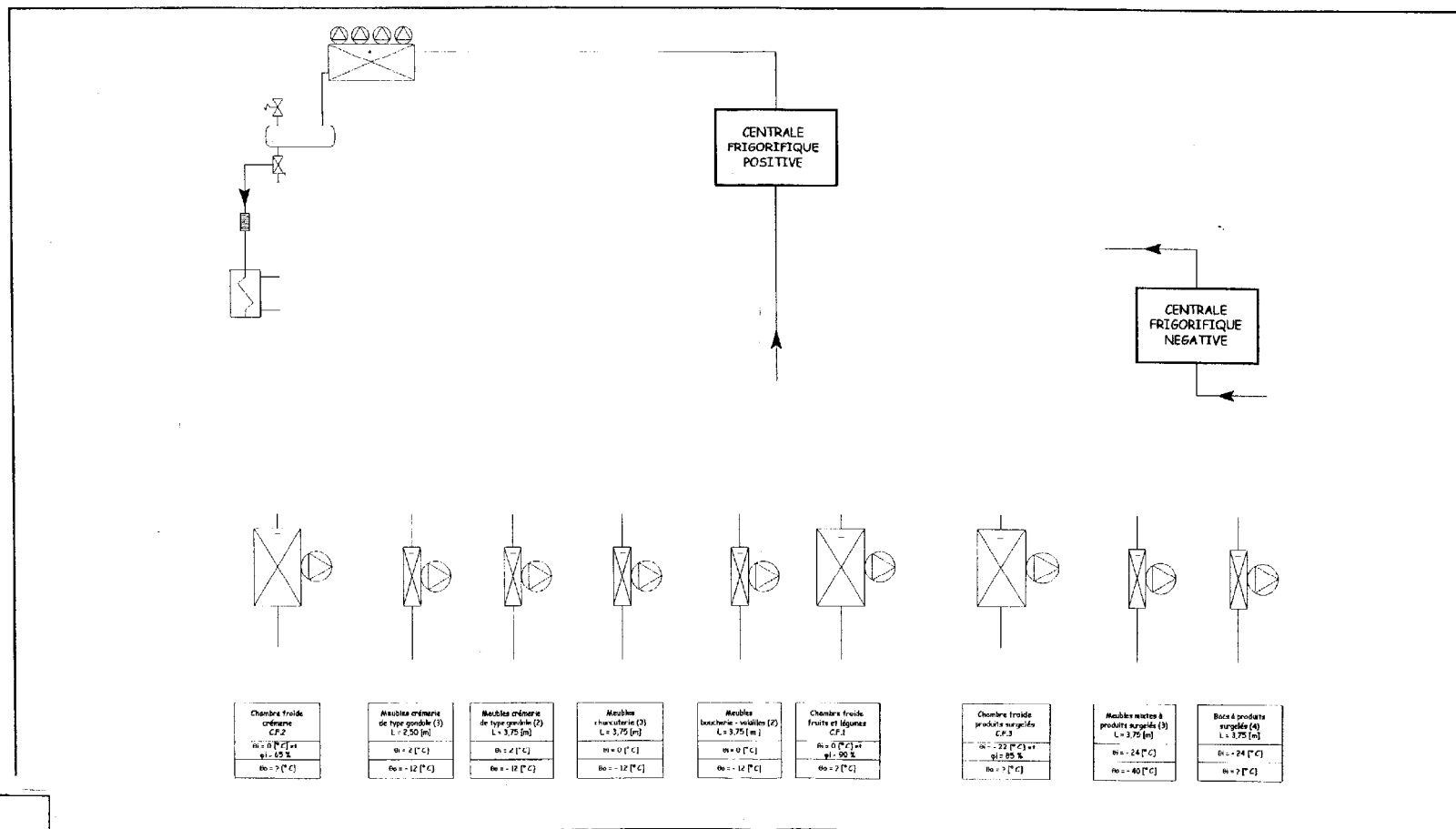
Document - réponse n ° 2 : SCHEMA DE PRINCIPE - REFROIDISSEMENT INDIRECT ET CENTRALE NEGATIVE



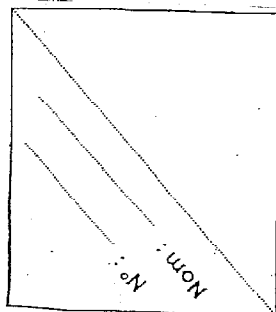
Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004		Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Référence : FECEISI		Etude des installations	Page : 32 / 36

Nom :
No :

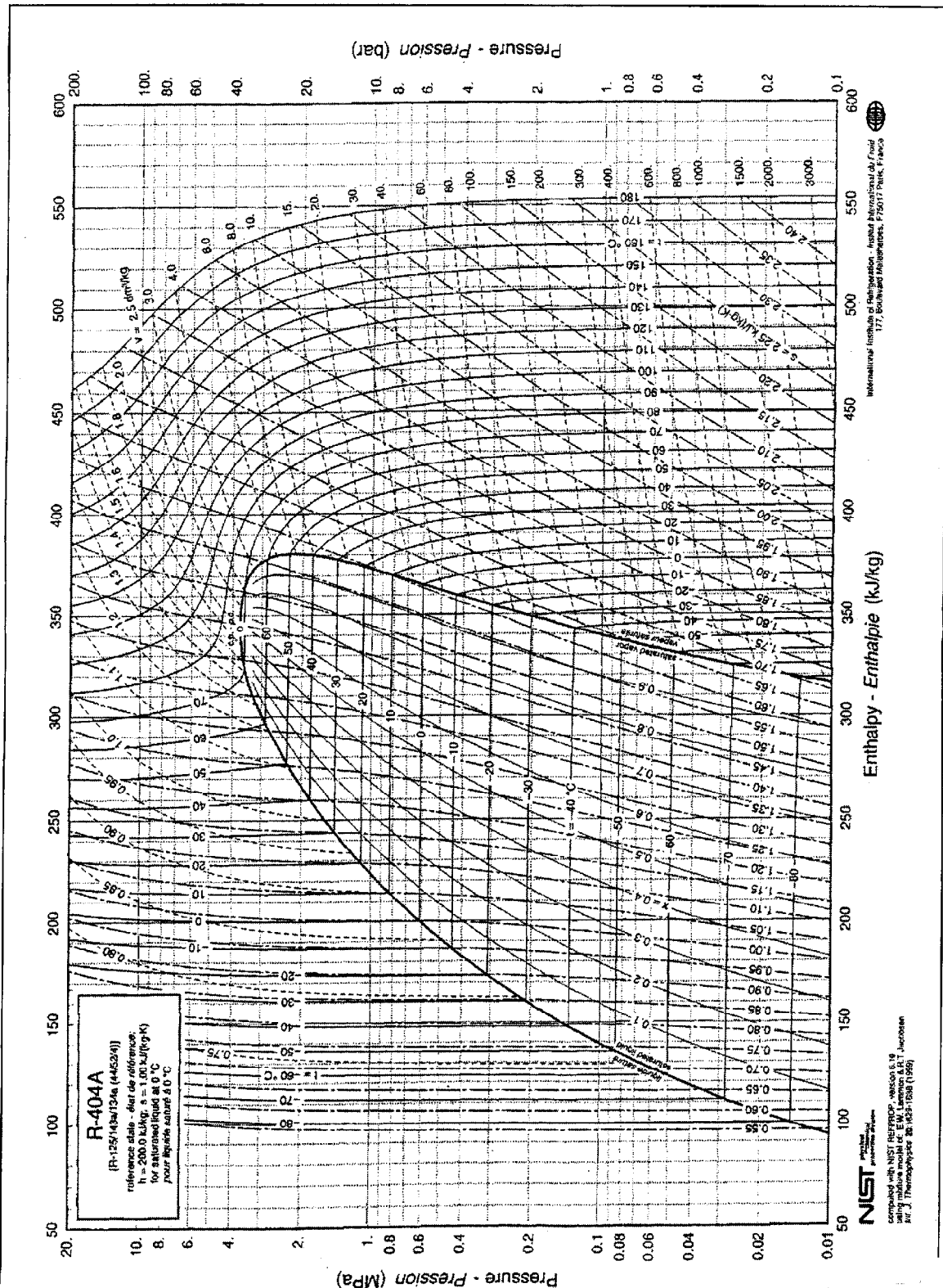
Document - réponse n ° 3 : SCHEMA DE PRINCIPE - CENTRALE FRIGORIFIQUE BI-ETAGEE



Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECETSI	Etude des installations		Page : 33 / 36



Document - réponse n ° 4 : Diagramme enthalpique du R404A
(Institut International du Froid)



Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004		Durée : 4 heures	
Référence : FECEISI		Coefficient : 4	
Etude des installations		Page : 34 / 36	

NOM : _____
 Prénom : _____

Examen ou concours : Série* :

Spécialité/Option :

Repère de l'épreuve :

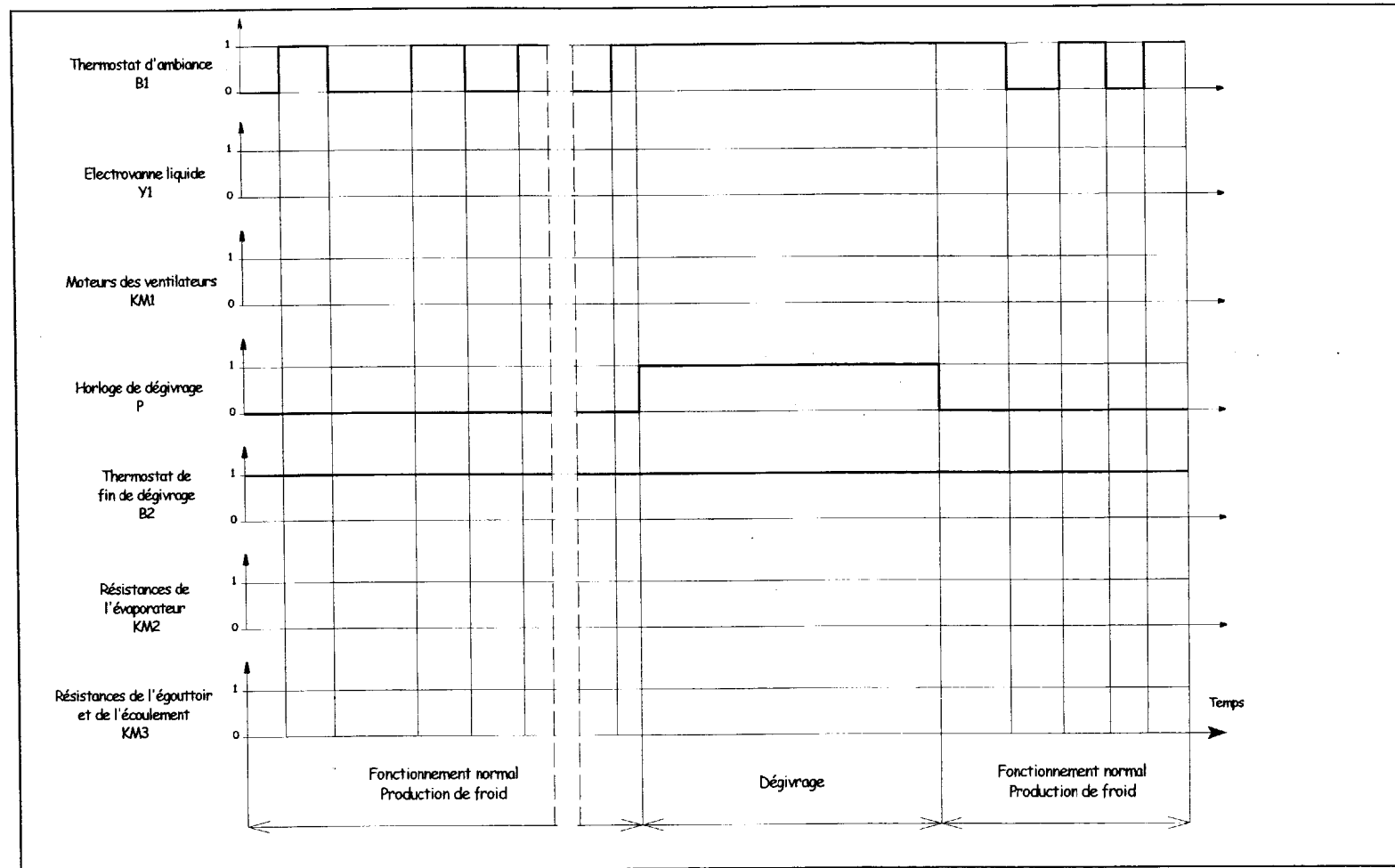
Épreuve/sous-épreuve :
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)Numérotez chaque
page (dans le cadre
en bas de la page)
et placez les feuilles
intercalaires dans
le bon sens.

Document - réponse n ° 5

POINTS	θ [°C]	P [bar]	θ_{sat} [°C]	h [kJ/kg]	Vm [m ³ /Kg]
1					
2th					
2r					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 35/ 36

Document - réponse n ° 6 : CHRONOGRAMME DE FONCTIONNEMENT DE LA CHAMBRE DE PRODUITS CONGELES



Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 36 / 36

Examen ou concours :

Série :

Spécialité/Option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

(Préciser, sans s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens