

# BTS FLUIDES ÉNERGIES ENVIRONNEMENTS

## E3A - ÉTUDE DES INSTALLATIONS OPTION C – GÉNIE FRIGORIFIQUE

SESSION 2013

---

Durée : 4 heures  
Coefficient : 4

---

**Matériel autorisé :**

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999)

**Tout autre matériel est interdit.**

**Documents à rendre avec la copie :**

Documents réponses n°1 à 9.....pages 16 à 24

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 24 pages, numérotées de 1/24 à 24/24.

BTS FLUIDES – ÉNERGIES - ENVIRONNEMENTS		Session 2013
Étude des installations – Option C	Code : FECEISI	Page : 1/24

### Consignes générales :

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 sont à justifier à l'aide d'une explication, d'une référence documentaire, d'une note de calcul.

**Chacune des cinq parties est à rédiger sur une copie séparée.**

Les documents réponses situés en fin de sujet sont à rendre avec les copies et associés aux parties correspondantes.

### Décomposition du sujet :

Dossier	Désignation	Pages	Temps d'étude conseillé	Barème sur 100
I	<b>Mise en situation</b>	3		
II	<b>Étude de l'installation</b>	4 à 7		
	Lecture du sujet		15 mn	
	Première partie : Étude de fonctionnement		45 mn	20
	Deuxième partie : Conception de système		35 mn	20
	Troisième partie : Dimensionnements et sélection de matériel		80 mn	35
	Quatrième partie : Étude du système de condensation		35 mn	15
	Cinquième partie : Aspect environnemental		30 mn	10
III	<b>Documents annexes</b>	8 à 14		
IV	<b>Documents réponses</b>	15 à 24		

## I - MISE EN SITUATION

### Thème d'étude :

L'étude porte sur la réfrigération, la climatisation et le chauffage d'un hypermarché. Le bureau d'étude propose pour ces trois fonctions une solution technique globale moins énergivore que des solutions séparées.

### Description :

- Le projet est défini sur le schéma de principe du **document réponse n° 1 page 16**.
- La production de froid négatif, à détente directe, est composée d'une centrale négative à deux compresseurs et d'un condenseur à eau.
- Une boucle d'eau glycolée monotube assure la distribution de froid des postes positifs et la condensation du fluide frigorigène de la centrale négative. Chaque poste positif et le condenseur du réseau négatif sont alimentés à partir du réseau monotube par une pompe.
- La production de froid de la boucle monotube est réalisée par une installation bi-étagée à injection partielle avec sous refroidissement.
- La climatisation du magasin et des bureaux est traitée par un réseau hydraulique d'eau glacée dont la production de froid est assurée par l'étage intermédiaire de l'installation bi-étagée.
- Un système de récupération d'énergie placé sur la partie haute pression de l'installation bi-étagée constitue le système principal de chauffage du magasin et des bureaux en hiver.
- Deux condenseurs à air assurent la condensation du fluide frigorigène de l'installation bi-étagée.

### Extraits du CCTP :

Température de base du site hiver/été	- 10° / + 27° C
Altitude du site	500 m
Fluide frigorigène	R404A
Régime de température de la centrale négative $\theta_o/\theta_k$	- 35° / + 5° C
Puissance frigorifique de la centrale négative	$\Phi_{on} = 50$ kW
Régime de température de la boucle monotube	- 10° / - 8° C
Régime de température de l'installation bi-étagée $\theta_o/\theta_i/\theta_k$	- 15° / + 2° / + 40° C
Puissance frigorifique des postes positifs	$\Phi_{op} = 400$ kW
Puissance frigorifique du système de climatisation	$\Phi_{oc} = 450$ kW

## II - ÉTUDE DE L'INSTALLATION

### Première partie :

#### Étude de fonctionnement du refroidisseur de la boucle monotube

1.1 Calculer la puissance rejetée  $\Phi_m$  au condenseur A de la centrale négative en utilisant le document constructeur de **l'annexe n° 2 page 9**. On considérera que la puissance échangée par les compresseurs avec l'air ambiant est négligeable.

1.2 En déduire la puissance frigorifique  $\Phi_{RL}$  du refroidisseur de liquide B et le débit volumique d'eau glycolée  $q_{vB}$  de la boucle monotube. On donne :

- masse volumique de l'eau glycolée  $\rho_{eg} = 1.033 \text{ kg.m}^{-3}$ ;
- la chaleur massique de l'eau glycolée  $c_{eg} = 4.82 \text{ kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

1.3 En utilisant le **document annexe n°1 page 8** définir le nombre de compresseurs de la centrale positive. Tracer, sur le **document réponse n°2 page 17**, les courbes caractéristiques de puissance de la centrale positive :

- un compresseur seul en fonctionnement ;
- tous les compresseurs en fonctionnement.

1.4 On choisit un refroidisseur de liquide d'une puissance  $\Phi_{RL} = U \cdot A \cdot \Delta\theta$  de 500 kW pour un  $\Delta\theta$  de 5K. On précise  $\Delta\theta = \theta_{eg} - \theta_{op}$  avec  $\theta_{eg}$  représentant la température moyenne de l'eau glycolée.

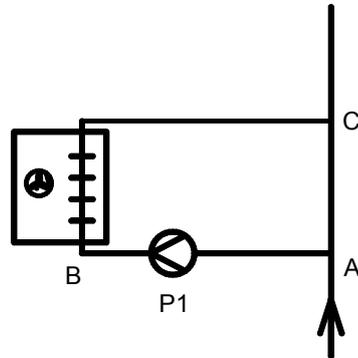
Tracer sur ce même document, la courbe caractéristique de puissance de ce refroidisseur.

1.5 Donner les caractéristiques des points de fonctionnement obtenus. Les conditions sont-elles acceptables pour produire de l'eau glycolée à  $-10^\circ\text{C}$  ? Si nécessaire, proposer une solution pour améliorer les conditions de fonctionnement de l'installation.

## Deuxième partie :

### Conception du réseau d'alimentation d'un poste positif

On propose, ci-dessous, un schéma d'alimentation des postes positifs. La pompe P1 assure un débit volumique d'eau glycolée dans la batterie de  $1 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .



Poste positif

La pompe de la boucle monotube est en marche permanente.

Si le poste positif est en demande de froid, la pompe P1 fonctionne.

Si le poste positif n'est pas en demande de froid, la pompe P1 est arrêté.

2.1 Répondre par oui ou non aux propositions faites dans le **tableau n° 1 du document réponse n° 3 page 18** et justifier vos réponses positives. On précise que le diamètre de la boucle monotube est constant et que les points A et C sont situés à la même altitude.

2.2 Répondre par oui ou non aux propositions faites dans le **tableau n° 2 du document réponse n° 3 page 18** et justifier vos réponses positives.

2.3 Après réflexion le bureau d'étude propose une alimentation des postes positifs définie sur la **partie 1 du document réponse n° 4 page 19**.

Justifier sur ce document le rôle des organes n°1 et 2.

2.4 Le système de dégivrage de ces postes est un dégivrage par eau chaude. La production d'eau chaude est réalisée par un thermoplongeur T1 défini sur la **partie 2 du document réponse n° 4 page 19**.

Compléter le schéma proposé pour un fonctionnement correct du système de dégivrage.

2.5 Répondre par oui ou non aux propositions faites dans le **tableau n° 1 de la partie 2 du document réponse n° 4 page 19** et justifier vos réponses positives.

### Troisième partie :

#### **Dimensionnement de l'installation bi-étagée**

Dans cette partie la centrale positive composée de 4 compresseurs et le refroidisseur de liquide ont une puissance frigorifique égale à 534 kW.

Données complémentaires:

- Les surchauffes régulées par les détendeurs thermostatiques sont de 5K
- La température de refoulement des compresseurs BP est de 15°C
- Le sous refroidissement à la sortie du condenseur est de 5K
- On fixe un pincement ( $\theta_6 - \theta_i$ ) de 10K au niveau de l'échangeur sous refroidisseur.
- On néglige les variations de température et les pertes de charges dans les lignes.

Dans cette partie on pourra préciser sur le **document réponse n° 1 page 16** les systèmes isolés éventuellement pris en compte pour développer les calculs.

3.1 Tracer le diagramme enthalpique de l'installation bi-étagée sur le **document réponse n° 5 page 20**. La numérotation des points correspondra à la numérotation du schéma de principe du **document réponse n° 1 page 16**. Les points 3 et 4 seront tracés après l'étude des questions 3.7 et 3.10. Le point 12 n'est pas à représenter.

3.2 Remplir le **tableau du document réponse n° 6 page 21**. Les points 3 et 4 seront complétés après l'étude des questions 3.7 et 3.10.

3.3 Calculer le débit massique de fluide frigorigène  $q_{mc}$  traversant l'échangeur C.

3.4 Calculer le débit massique de fluide frigorigène  $q_{mB}$  traversant l'échangeur B.

3.5 Calculer le débit massique de fluide frigorigène  $q_{mE}$  traversant l'échangeur E au point°8.

3.6 Définir les caractéristiques du point 3 (enthalpie, température, volume massique). Tracer le point 3 sur le diagramme enthalpique. Compléter le **tableau du document réponse n° 6 page 21**.

3.7 Calculer le volume balayé horaire des compresseurs HP. On prendra comme expression du rendement volumétrique:  $\eta_v = 1 - 0,04\tau$  où  $\tau$  représente le taux de compression.

3.8 Donner le nombre de compresseurs HP nécessaires en utilisant le **document annexe n° 3 page 10** (arrondir à la valeur entière la plus proche).

3.9 Calculer la puissance  $\Phi_r$  rejetée au condenseur en effectuant un bilan de puissance sur l'ensemble de l'installation bi-étagée. On considérera que :

- le récupérateur d'énergie n'est pas en fonctionnement ;
- les échanges thermiques des compresseurs avec l'ambiance sont négligeables.

On utilisera les **documents annexes n° 1 et 3 pages 8 et 10**.

3.10 En déduire la position du point 4. Tracer le point 4 sur le diagramme enthalpique. Compléter le **tableau du document réponse n° 6 page 21**.

3.11 Faire la sélection des condenseurs en utilisant les **documents annexes n° 4.1, 4.2, 4.3 pages 11, 12 et 13**.

Préciser le nombre de ventilateurs du modèle choisi et leur vitesse de rotation.

<b>BTS FLUIDES – ÉNERGIES - ENVIRONNEMENTS</b>		<b>Session 2013</b>
<b>Étude des installations – Option C</b>	<b>Code : FECEISI</b>	<b>Page : 6/24</b>

## Quatrième partie :

### **Étude du système de condensation**

Dans cette partie on étudie la régulation d'un condenseur qui possède 8 ventilateurs.

La régulation commande leur mise en marche par **paires** de 0 à 8 ventilateurs.

Le système de régulation utilisé est du type tout ou rien flottant réalisé par l'emploi d'un pressostat à zone neutre.

Le schéma de régulation de ce pressostat figure en tête du **document réponse n° 7 page 22**. Le principe de régulation est le suivant:

- **En position +1** le pressostat zone neutre demande l'augmentation de la puissance du condenseur par la mise en marche de ventilateurs supplémentaires.
- **En position -1** le pressostat zone neutre demande la réduction de la puissance du condenseur par l'arrêt de ventilateurs.
- **En position 0** le pressostat zone neutre n'a pas d'action, le nombre de ventilateurs en marche ne varie pas.

La temporisation du pressostat zone neutre fait que les ventilateurs fonctionnent au moins deux minutes et pendant ces deux minutes aucune augmentation ou diminution du nombre de ventilateurs ne peut se faire.

4.1 Le graphe n° 1 du **document réponse n° 7 page 22** précise le chronogramme de la pression de condensation. En utilisant ces données, compléter le graphe n°2 de ce document indiquant le nombre de ventilateurs en marche.

4.2 **Le document annexe n° 5 page 14** décrit la connectique du pressostat zone neutre Danfoss. En utilisant ce document compléter le schéma de commande des ventilateurs d'un condenseur sur le **document réponse n° 8 page 23**. On protégera électriquement le pressostat zone neutre par un fusible. Le capteur de pression est représenté par l'AKS33.

## Cinquième partie :

### **Aspect environnemental**

5.1 L'installation possède un récupérateur d'énergie D qui permet le chauffage du magasin et des bureaux.

Répondre par oui ou non aux propositions faites dans les **tableaux 1, 2 et 3 du document réponse n° 9 page 24** et justifier vos réponses positives.

5.2 La centrale positive, les compresseurs HP et les échangeurs sont situés dans le local technique. Le condenseur est à l'extérieur. Le local technique est équipé de détecteurs de fluide frigorigène. La masse de fluide frigorigène de cette installation est de 200 kg.

Compléter le **tableau 4 du document réponse n° 9 page 24**.

<b>BTS FLUIDES – ÉNERGIES - ENVIRONNEMENTS</b>		<b>Session 2013</b>
Étude des installations – Option C	Code : FECEISI	Page : 7/24

### III - DOCUMENTS ANNEXES

Document annexe n° 1 : compresseurs de la centrale positive	page 08
Document annexe n° 2 : compresseurs de la centrale négative	page 09
Document annexe n° 3 : caractéristiques d'un compresseur HP	page 10
Document annexe n° 4 : caractéristiques des condenseurs	pages 11 à 13
Document annexe n° 5 : caractéristiques du pressostat zone neutre	page 14

#### Document annexe n° 1

##### Caractéristiques d'un compresseur de la centrale positive

$\theta_{OB}$	-40°	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°
$\Phi_{OB}$ kW	42.6	55.1	70.2	88	109	133.5	162
$P_{OB}$ kW	16.95	18.9	20.5	21.9	23	23.7	24.1

- $\Phi_{OB}$  représente la puissance frigorifique du compresseur pour une température de condensation correspondante aux conditions de fonctionnement de l'installation.
- $P_{OB}$  représente la puissance absorbée du compresseur pour une température de condensation correspondante aux conditions de fonctionnement de l'installation.

## Caractéristiques des compresseurs COPELAND D4DT-220X de la centrale négative

### Puissance frigorifique en kW:

$T_c \backslash T_e$	-50.0	-45.0	-40.0	-35.0	-30.0	-25.0
5.0	11.60	15.60	20.60	26.70	34.20	
10.0	10.55	14.45	19.25	25.10	32.20	
15.0	9.51	13.25	17.85	23.40	30.10	
20.0	8.43	12.05	16.45	21.70	28.00	
25.0	7.34	10.80	14.95	19.90	25.80	
30.0	6.25	9.54	13.45	18.10	23.60	
35.0	5.18	8.28	11.95	16.25	21.30	
40.0		7.03	10.40	14.40	19.05	
45.0		5.81	8.90	12.50	16.75	
50.0			7.42	10.65	14.45	
55.0			6.00	8.85	12.20	

### Puissance absorbée en kW :

$T_c \backslash T_e$	-50.0	-45.0	-40.0	-35.0	-30.0	-25.0
5.0	5.67	6.53	7.36	8.12	8.79	
10.0	5.89	6.84	7.77	8.66	9.45	
15.0	6.09	7.14	8.18	9.19	10.10	
20.0	6.24	7.40	8.56	9.70	10.80	
25.0	6.33	7.60	8.90	10.20	11.40	
30.0	6.35	7.74	9.17	10.60	12.00	
35.0	6.26	7.79	9.36	10.95	12.50	
40.0		7.73	9.45	11.20	12.95	
45.0		7.54	9.42	11.35	13.25	
50.0			9.26	11.35	13.45	
55.0			8.95	11.25	13.55	

**Remarques :**

$T_e$  représente la température d'évaporation

$T_c$  représente la température de condensation

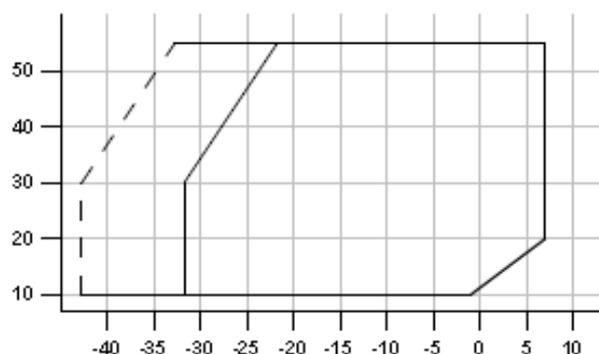
## Caractéristiques d'un compresseur HP

DWM COPELAND

50Hz

D8DJ-600X

R404A



Temp. mini d'évaporation avec

——— 25°C Gaz aspirés

- - - 25°C Temp. gaz aspirés + Ventilation additionnelle

## DWM Copeland - Compresseur - Réfrigération - Discus

## DONNÉES MÉCANIQUES ET PHYSIQUES DU COMPRESSEUR

Nombre de cylindres	8
Volume balayé, m <sup>3</sup> /h	181
Alésage/Course, mm	74,7/59,2
Longueur/Largeur, mm	835/475
Hauteur, mm	610
Poids net, kg	331
Poids brut, kg	362
Aspiration, pouce	3 1/8
Refolement, pouce	1 5/8
Quantité d'huile, l	7,7
Plage de fréquence, Hz	25 - 60
Fixations mm (Ø)	457 x 305 (18.0)
Pression sonore @1m, dBA	79,5
Puissance sonore, dBA	90,5
PS côté HP, bar(g)	28
PS côté BP, bar(g)	22,5

Tableau des puissances absorbées en fonction des températures d'évaporation et de condensation :

	P. Absorbée kW										
	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	7
10	16,95	18,90	20,50	21,90	23,00	23,70	24,10	23,90			
20	18,20	20,70	23,00	25,10	26,80	28,30	29,30	30,00	30,20	30,00	29,70
25	18,65	21,50	24,10	26,50	28,60	30,50	31,90	33,00	33,70	33,90	33,80
30	18,95	22,10	25,10	27,90	30,40	32,60	34,50	36,00	37,10	37,80	37,90
35	19,10	22,60	26,00	29,10	32,10	34,70	37,00	39,00	40,50	41,60	42,00
40		23,00	26,80	30,30	33,70	36,70	39,50	41,90	43,90	45,50	46,00
45		23,30	27,40	31,40	35,10	38,70	41,90	44,80	47,30	49,40	50,10
50		23,40	27,90	32,30	36,50	40,50	44,20	47,60	50,60	53,20	54,20
55			28,30	33,20	37,80	42,30	46,50	50,30	53,90	57,00	58,20



## Condenseurs **NEOSTAR**



Cette gamme NEOSTAR est divisée en deux séries de modèles, pour encore mieux coller aux besoins exprimés par les différentes applications :

### NEOSTAR SILENCE

La série "Silence" est parfaitement adaptée aux applications commerciales de centre-ville et toute autre application où un faible niveau sonore est primordial. Le niveau de pression acoustique donnée à 10 mètres selon les standards d'Europe descend jusqu'à 19 dBA par module !

### NEOSTAR POWER

La série Power permet de délivrer encore plus de puissance sur un encombrement réduit. La puissance unitaire pour un appareil peut monter jusqu'à 1250 kW !

Une option moteur à commutation électronique (EC) est proposée sur l'ensemble de nos modèles pour participer avec les utilisateurs à la réduction de l'empreinte énergétique des installations. En effet, l'utilisation de ce type de moteurs permet de réduire de manière très significative la consommation énergétique pour une puissance donnée. A ce titre, la gamme NEOSTAR fait partie des produits labellisés "E Solution".

## Descriptif

### Carrosserie

- La carrosserie est réalisée en tôle d'acier galvanisée et galvanisée pré-laquée de couleur grise RAL7035.
- Le rempli d'une visserie en acier inoxydable lui confère une excellente résistance à la corrosion (norme ISO 7253) ainsi qu'une esthétique durable.
- Tous les composants ont passé avec succès les tests de corrosion en brouillard salin et cycles Kesternich.
- Les appareils sont livrés visés sur socle bois.

### Batterie

- Les condenseurs à air de la gamme NEOSTAR sont équipés d'une batterie ailetée à haute performance conçue à partir d'ailettes aluminium profilées serties sur des tubes cuivre rainurés.
- Pour cette dernière génération de condenseur, une nouvelle ailette optimisée a été spécialement développée pour améliorer les performances, l'efficacité et la compacité des appareils.
- Des revêtements spéciaux pour la batterie sont disponibles (protection Vinyl (option BAE), protection BiGold Polual XT (BXT)) pour assurer une meilleure résistance contre la corrosion dans des atmosphères agressives.

## Désignation

**PE<sup>(1)</sup> 06<sup>(2)</sup> D<sup>(3)</sup> P<sup>(4)</sup> 16<sup>(5)</sup> B3<sup>(6)</sup>**

(1) PN (Power Normal) - PE (Power Extra) - PU (Power Ultra)  
SN (Silence Normal) - SE (Silence Extra) - SU (Silence Ultra)

(2) Nombre de pôles

(3) D = couplage triangle - Y = couplage étoile

(4) Disposition des ventilateurs :

L : ventilateurs en ligne - P : ventilateurs en parallèle

(5) Nombre de ventilateurs

(6) Type de module



**EUROVENT** - Les performances publiées de nos produits sont certifiées conformes aux normes européennes EN327, EN328, EN1048.



**ISO 9001** - Notre entreprise est certifiée par la LRQA, car elle répond aux critères d'assurance qualité ISO 9001.



**RoHS - WEEE** - Nos produits sont conformes aux directives européennes 2002/95/CE et 2002/96/CE, concernant les équipements électriques et électroniques.



**CE** - Nos produits sont conformes aux directives européennes.



**GOST** - Nos produits sont conformes aux normes CEI.

"Selon l'application des directives européennes, nous attirons votre attention sur le fait que nos documents techniques sont au minimum traduits en français et en anglais. Pour toute traduction dans une autre langue tel que peut l'exiger l'utilisateur final, merci de nous consulter."

## Coefficients de sélection

### Coefficient P/Q0m - Compresseurs ouverts

Température d'évaporation te	Température de condensation						
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
-35°C	1,36	1,41	1,44	*	*	*	*
-30°C	1,31	1,36	1,40	1,44	*	*	*
-25°C	1,27	1,32	1,36	1,41	1,45	*	*
-20°C	1,24	1,28	1,31	1,35	1,39	1,44	*
-15°C	1,20	1,24	1,27	1,31	1,35	1,39	1,44
-10°C	1,18	1,21	1,24	1,27	1,31	1,35	1,40
-5°C	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,31	1,36
0°C	1,13	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,31
+5°C	1,10	1,13	1,15	1,18	1,21	1,24	1,28
+10°C	1,08	1,11	1,13	1,15	1,17	1,21	1,24

### Compresseurs refroidissement par gaz aspiration

Température d'évaporation te	Température de condensation						
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
-40°C	1,64	1,69	1,76	1,86	2,03	*	*
-35°C	1,56	1,61	1,66	1,73	1,83	*	*
-30°C	1,48	1,53	1,57	1,62	1,69	*	*
-25°C	1,42	1,46	1,50	1,54	1,60	1,68	*
-20°C	1,37	1,40	1,44	1,48	1,53	1,60	*
-15°C	1,32	1,35	1,38	1,43	1,48	1,53	1,44
-10°C	1,28	1,31	1,34	1,37	1,42	1,46	1,40
-5°C	1,23	1,26	1,29	1,33	1,37	1,41	1,36
0°C	1,20	1,22	1,25	1,28	1,32	1,36	1,31
+5°C	1,16	1,19	1,21	1,24	1,28	1,31	1,28
+10°C	1,13	1,15	1,18	1,21	1,23	1,26	1,24

\* Hors limites d'utilisation d'un compresseur à un étage

#### C1 : Coefficient d'altitude

$C1 = (1 - 0,000075 \times H^*)$  \* H = Altitude en mètres au dessus du niveau de la mer

#### C2 : Coefficient de DT1

DT1	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
C2	0,53	0,60	0,67	0,73	0,80	0,87	0,93	1	1,07	1,13	1,20

#### C3 : Coefficient température ambiante t<sub>A,1</sub>

t <sub>A,1</sub>	15	20	25	30	35	40	45	50
C3	1,03	1,02	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,91

#### C4 : Coefficient fluide frigorigène

Fluide frigorigène	R134a	R22	R404A	R407A	R407C	R507
C4	0,93	0,96	1	0,83	0,87	1

#### C5 : Correction matériau ailette

	Aluminium	Aluminium protégé	Cuivre
C5	1	0,97	1,03

#### Correction pression sonore en fonction du nombre de ventilateurs

Ventilateur	Nb	1	2	3	4	5	6	8	10	12
Correction	dB(A)	0	3	5	6	7	8	9	10	11

#### Correction pression sonore en fonction de la distance

Distance	m	5	6	8	10	12	16	32	64	128
Correction	dB(A)	+6	+4,5	+2	0	-1,5	-4	-10	-16	-22

## Matériels embarqués

Nos appareils sont statiques. Inclus dans un système frigorifique, ils peuvent être excités par les moteurs, compresseurs, diesels, véhicules ou autres et entrer en vibration. Il appartient au maître d'oeuvre du système de vérifier que les fréquences d'excitation ne peuvent, en aucun cas, mettre les composants en résonance, sous peine de casse inévitable (notamment dans le cas d'un système embarqué).

## Sélection

"P" = puissance au condenseur.

En l'absence de documents spécifiques, on peut déterminer "P" à l'aide de l'un des deux tableaux (page précédente), à partir de la puissance frigorifique "Q0m". 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 5 coefficients ci-dessous :

- C1 coefficient d'altitude
- C2 coefficient de DT1
- C3 coefficient de la température ambiante
- C4 coefficient du fluide frigorigène
- C5 coefficient de matériau d'ailette

selon la formule :

$$P1 = \frac{P}{C1 \times C2 \times C3 \times C4 \times C5}$$

Sélectionner un modèle dans le tableau correspondant à la vitesse de rotation choisie et vérifier que le niveau sonore satisfait le niveau requis. Lorsque la sélection peut conduire à retenir un modèle Lou P, sans impératif dimensionnel, choisir le modèle le plus économique.

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

$$P = P1 \times (C1 \times C2 \times C3 \times C4 \times C5)$$

## Exemple

Puissance souhaitée "P"	58 kW
Altitude	200 m
DT1	14 K
Température ambiante	+30 °C
Fluide frigorigène	R134a
Ailettes à aluminium protégé	0,97
Pression sonore à 5 m (surface de mesure parallélépipédique)	37 dB(A)

Soit : C1 = 0,99 - C2 = 0,93 - C3 = 0,98 - C4 = 0,93 - C5 = 0,97

d'où :  $\frac{58}{0,99 \times 0,93 \times 0,98 \times 0,93 \times 0,97} = 71,5 \text{ kW}$

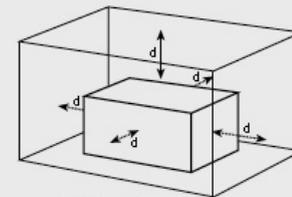
Niveau sonore de base  
Correction distance = 6 dB(A)  
37 - 6 = 31 dB(A)

On retiendra le modèle NEOSTAR SE 16D P02 D2.

Pression sonore à 10 m = 31 dB(A).

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

## Niveaux sonores



Niveau sonore LpA :

La pression sonore Lp indiquée dans les tableaux de caractéristiques a été mesurée à 10 mètres en champ libre sur plan réfléchissant, en accord avec la norme EN 13487 (surface de référence parallélépipédique). La relation entre pression sonore Lp et puissance sonore Lw est donnée par la formule suivante :

$$LpA = LwA - 10 \log \frac{S1}{S0}$$

S1 = surface parallélépipédique pour d = 10 m.

S0 = surface de référence 1 m<sup>2</sup>.

Seul le spectre de puissance acoustique et la valeur LwA sont contractuels. Pour une distance différente de 10 m, voir les facteurs de correction ci-dessous. Pour un calcul précis de la pression sonore sur site, prendre en compte la puissance sonore de chaque ventilateur et sa position ainsi que les caractéristiques de l'environnement (directivité, réflexions, ...).

Document annexe n° 4.3

R404A

DT1 = 15K



NEOSTAR POWER... P

		PN 06D P02 A1	PE 06D P02 A1	PU 06D P02 A1	PE 06D P02 B1	PN 06D P02 A2	PE 06D P02 A2	PE 06D P02 D1	PN 06D P02 B2	PE 06D P02 B2	PU 06D P02 D1	PU 06D P02 B2	PN 06D P02 D2	PE 06D P02 D2	PU 06D P02 B3	PU 06D P02 D2	PE 06D P02 D3	
Puissance [1]	DT1 = 15K	kW	78,4	81,7	86,8	95,3	100,3	104,2	112,6	115,1	121,1	121,2	130,3	134,7	143,0	148,1	154,9	162,6
Surface		m <sup>2</sup>	135	135	135	168	202	224	252	252	224	252	336	336	336	336	448	
Volume tubes circuits		dm <sup>3</sup>	17	17	17	22	26	29	33	33	29	33	43	43	43	43	58	
Débit d'air		m <sup>3</sup> /h	38570	42154	47860	45014	35407	37911	47692	38273	41757	54675	47376	41069	45425	43706	51845	43323
Acoustique	Lp [2]	dB(A)	51	56	59	56	51	56	56	51	56	59	59	51	56	59	59	56
	Lw	dB(A)	83	88	91	88	83	88	88	83	88	91	91	83	88	91	91	88
Ventilateurs	Nb x Ø		2 X 800	2 X 800	2 X 910	2 X 800	2 X 910	2 X 910	2 X 800	2 X 800	2 X 910	2 X 910	2 X 800	2 X 800				
Moteurs [3]	W tot.		3233	4553	4516	4452	3396	4724	4334	3249	4569	4181	4538	3120	4437	4699	4329	4511
Classe énergétique			E	E	E	E	E	E	D	E	E	E	D	D	D	D	D	D
Longueur totale		mm	1512	1512	1512	1842	1512	1512	2312	1842	2312	1842	2312	2312	1842	2312	2312	
Poids net		kg	269	269	273	293	291	291	318	323	323	322	358	358	354	362	393	

		PU 06D P04 A2	PN 06D P04 A2	PE 06D P04 A2	PU 06D P04 A2	PN 06D P04 B2	PE 06D P04 B2	PU 06D P04 A3	PU 06D P04 B2	PE 06D P04 B3	PU 06D P04 B3	PU 06D P04 B2	PN 06D P04 B4	PU 06D P06 A2	PN 06D P06 B2	PU 06D P06 D2	PE 06D P06 B2	
Puissance [1]	DT1 = 15K	kW	176,7	200,6	208,4	222,0	230,2	242,1	248,8	260,5	273,9	296,1	309,9	312,9	333,0	345,4	353,5	363,2
Surface		m <sup>2</sup>	448	404	404	404	505	505	538	505	673	673	841	605	757	897	757	
Volume tubes circuits		dm <sup>3</sup>	58	52	52	52	65	65	70	65	87	87	109	78	98	116	98	
Débit d'air		m <sup>3</sup> /h	49280	70814	75822	85239	76546	83513	76090	94752	77552	87411	103690	80621	127859	114819	98560	125270
Acoustique	Lp [2]	dB(A)	59	54	59	62	54	59	62	62	59	62	62	62	64	56	62	61
	Lw	dB(A)	91	86	91	94	86	91	94	94	91	94	94	94	96	88	94	99
Ventilateurs	Nb x Ø		2 X 910	4 X 800	4 X 800	4 X 910	4 X 800	4 X 800	4 X 910	4 X 910	4 X 800	4 X 910	4 X 910	4 X 910	6 X 910	6 X 800	4 X 910	6 X 800
Moteurs [3]	W tot.		4452	6792	9448	9492	6498	9139	9813	9076	9378	9398	8658	9660	14238	9746	8905	13708
Classe énergétique			D	E	E	E	D	E	E	E	D	D	D	D	D	D	D	E
Longueur totale		mm	2312	2712	2712	2712	3342	3342	2712	3342	3342	3342	4312	3342	3912	4842	4312	4842
Poids net		kg	397	510	510	518	564	564	561	572	618	626	654	679	747	815	725	815

		PU 06D P06 B2	PN 06D P08 A2	PE 06D P08 A2	PU 06D P06 B3	PN 06D P06 D2	PE 06D P06 B4	PU 06D P08 B2	PE 06D P08 A3	PU 06D P08 B2	PU 06D P06 D3	PU 06D P10 A2	PN 06D P06 D4	PU 06D P10 B2	PN 06D P08 B3	PU 06D P12 A2	PE 06D P08 D2	
Puissance [1]	DT1 = 15K	kW	390,8	401,3	416,7	444,2	464,8	469,4	484,3	497,6	521,1	530,2	555,0	567,2	575,6	592,3	601,9	619,7
Surface		m <sup>2</sup>	757	807	807	1009	1009	1261	1009	1076	1009	1345	1009	1682	1261	1346	1211	1345
Volume tubes circuits		dm <sup>3</sup>	98	104	104	130	130	163	130	139	130	174	130	217	163	174	156	174
Débit d'air		m <sup>3</sup> /h	142128	141628	151644	131117	155535	120931	167027	152180	189504	147840	213098	140606	191365	174823	212441	207380
Acoustique	Lp [2]	dB(A)	64	57	62	64	64	64	62	65	65	64	66	64	58	65	59	65
	Lw	dB(A)	96	89	94	96	96	96	94	97	97	96	98	96	90	97	91	97
Ventilateurs	Nb x Ø		6 X 910	8 X 800	8 X 800	6 X 910	6 X 910	6 X 910	8 X 800	8 X 910	8 X 910	10 X 910	10 X 910	6 X 910	10 X 800	8 X 910	12 X 800	8 X 910
Moteurs [3]	W tot.		13614	13584	18896	14097	12987	14490	18278	19626	18152	13357	23730	13683	16244	18797	20376	17317
Classe énergétique			E	E	E	D	D	D	E	E	D	D	D	D	D	D	D	D
Longueur totale		mm	4842	5112	5112	4842	6312	4842	6342	5112	6342	6312	6312	7998*	6342	7512	8438*	
Poids net		kg	827	950	950	906	946	984	1057	1051	1073	1054	1198	1112	1317	1185	1403	1244

		PU 06D P10 A3	PU 06D P10 B2	PU 06D P12 A2	PU 06D P12 A3	PN 06D P12 B2	PN 06D P14 A2	PU 06D P08 D3	PE 06D P10 D2	PE 06D P12 B2	PU 06D P10 B3	PU 06D P12 A3	PU 06D P10 D2	PU 06D P12 B2	PN 06D P10 B4	PN 06D P14 B2	PE 06D P14 A3	
Puissance [1]	DT1 = 15K	kW	622,0	651,3	666,0	678,0	690,7	702,2	706,9	715,1	726,4	740,3	746,4	774,7	781,6	782,3	805,8	817,5
Surface		m <sup>2</sup>	1345	1261	1211	1615	1514	1413	1794	1682	1514	1682	1615	1682	1514	2102	1766	1884
Volume tubes circuits		dm <sup>3</sup>	174	163	156	209	196	183	232	217	196	217	209	217	196	272	228	243
Débit d'air		m <sup>3</sup> /h	190225	236881	255718	195390	229638	247848	197120	227126	250540	218528	228270	259224	284257	201552	267911	240485
Acoustique	Lp [2]	dB(A)	66	66	67	59	59	59	65	63	64	66	67	66	67	66	59	64
	Lw	dB(A)	98	98	99	91	91	91	97	95	96	98	99	98	99	98	91	96
Ventilateurs	Nb x Ø		10 X 910	10 X 910	12 X 910	12 X 800	12 X 800	14 X 800	8 X 910	10 X 800	12 X 800	10 X 910	12 X 910	10 X 910	12 X 910	10 X 910	14 X 800	14 X 800
Moteurs [3]	W tot.		24532	22690	28477	21209	19499	23772	17810	22186	27417	23496	29439	21646	27228	24149	22741	34056
Classe énergétique			E	E	E	D	D	E	D	D	D	D	D	D	D	D	D	E
Longueur totale		mm	6312	7998*	7512	7512	9498*	8838*	8312	10438*	9498*	7842	7512	10438*	9498*	7842	10998*	8712
Poids net		kg	1309	1337	1427	1534	1571	1603	1390	1524	1571	1474	1558	1544	1595	1602	1833	1738

		PE 06D P12 B3	PE 06D P14 B2	PU 06D P14 A3	PU 06D P12 B3	PU 06D P14 B2	PU 06D P12 D2	PU 06D P12 B4	PE 06D P16 B2	PU 06D P16 A3	PU 06D P14 B3	PU 06D P12 D3	PE 06D P16 B3	PU 06D P12 D4	PU 06D P16 B3	PU 06D P16 B4	
Puissance [1]	DT1 = 15K	kW	821,7	847,4	870,8	888,4	911,9	929,6	938,8	968,5	995,2	1036,5	1060,4	1095,6	1134,4	1184,5	1251,7
Surface		m <sup>2</sup>	2018	1766	1884	2018	1766	2018	2523	2018	2355	2691	2691	3364	2691	3364	
Volume tubes circuits		dm <sup>3</sup>	261	228	243	261	228	261	326	277	278	304	348	348	435	348	435
Débit d'air		m <sup>3</sup> /h	232655	292297	266315	262234	331633	311069	241863	334053	304360	305939	295680	310207	281213	349645	322483
Acoustique	Lp [2]	dB(A)	64	64	67	67	67	67	67	65	68	67	67	65	67	68	68
	Lw	dB(A)	96	96	99	99	99	99	99	97	100	99	99	97	99	100	100
Ventilateurs	Nb x Ø		12 X 800	14 X 800	14 X 910	12 X 910	14 X 910	12 X 910	12 X 910	16 X 800	16 X 910	14 X 910	12 X 910	16 X 800	12 X 910	16 X 910	16 X 910
Moteurs [3]	W tot.		28135	31986	34345	28195	31767	25975	28979	36556	39252	32894	26714	37514	27365	37593	38639
Classe énergétique			E	E	E	D	E	D	D	E	E	D	D	E	D	D	D
Longueur totale		mm	9498*	10998*	8712	9498*	10998*	12312	9342	12342	10038*	10998*	12438*	12498*	12438*	12498*	12498*
Poids net		kg	1732	1833	1766	1756	1861	1839	1909	2078	1963	2039	2049	2280	2253	2312	2516

PN06D : 400 V/3/50 Hz - 2000 W max. - 4,30 A max [4] PE06D : 400 V/3/50 Hz - 2650 W max. - 6,00 A max [4] PU06D : 400 V/3/50 Hz - 2650 W max. - 6,00 A max [4]  
 PN06Y : 400 V/3/50 Hz - 1270 W max. - 2,50 A max [4] PE06Y : 400 V/3/50 Hz - 1650 W max. - 3,10 A max [4] PU06Y : 400 V/3/50 Hz - 1650 W max. - 3,10 A max [4]

\* Raccordements côtés opposés.

## Pressostat zone neutre Danfoss

### Raccordements

#### Raccordements nécessaires

Bornes :

25-26 Tension d'alimentation 230 V a.c.

3- 10 Raccordements de relais no. 1, 2, 3 et 4

12-13 Relais d'alarme

Il y a liaison entre 12 et 13 en cas d'alarme et si le régulateur est hors tension.

Signal de commande (voir aussi o10)

Soit

14-16 signal de tension de l'AKS 32R

ou

17-18 signal de courant de l'AKS 3000 ou de l'AKS 33

ou

15-16 Signal des capteurs AKS 21, AKS 12 ou EKS 111.

ou

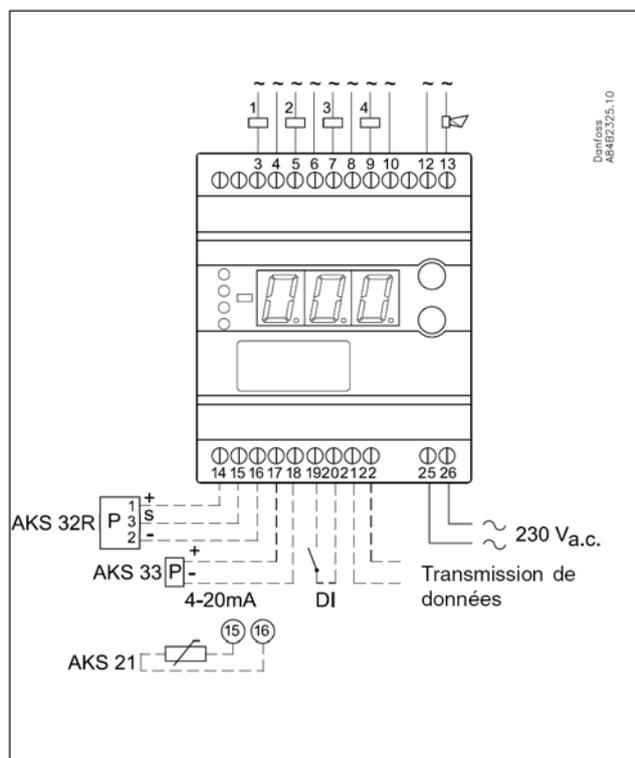
15-16 signal de tension d'une autre régulation.

#### Fonction de contact externe éventuelle

19-20 Fonction de contact pour le décalage de la référence ou le démarrage ou l'arrêt de la régulation ou pour la surveillance du circuit de sécurité.

#### Transmission de données éventuelle

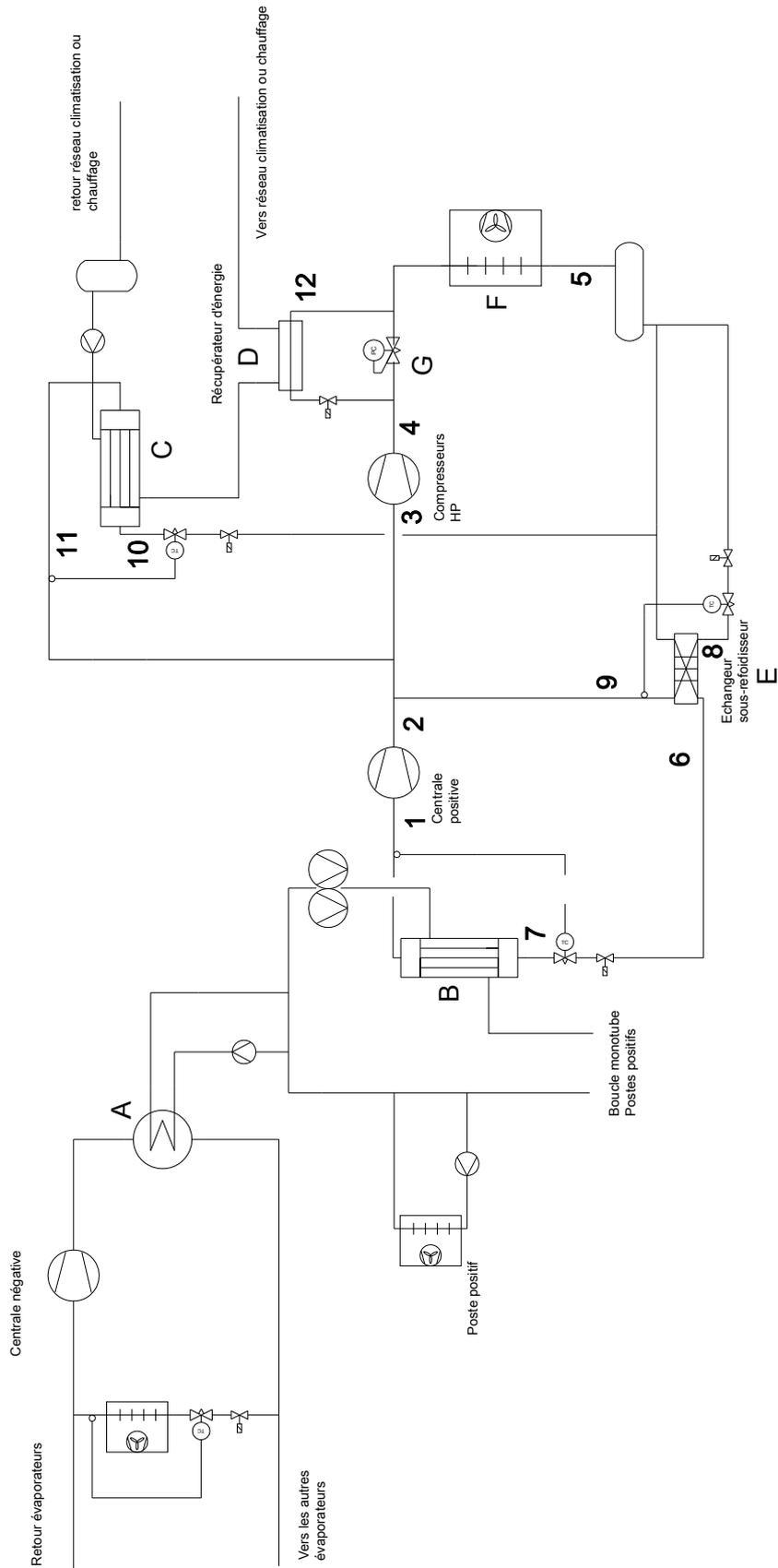
21-22 Ne faire ce raccordement qu'après installation du module de transmission de données. Il est très important que l'installation du câble de transmission soit effectuée correctement. Se reporter au document spécifique RC.8A.C.

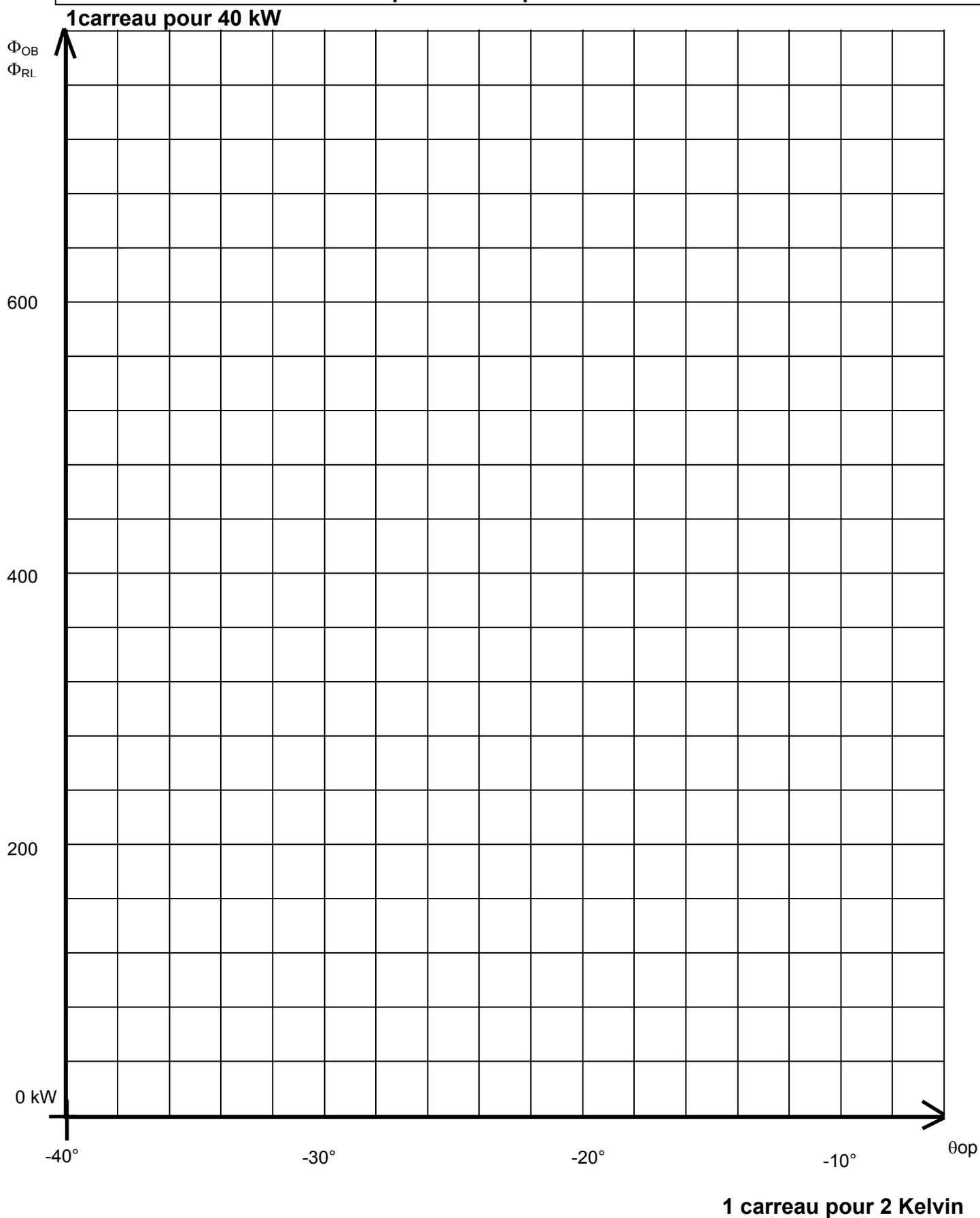


## IV - DOCUMENTS RÉPONSES

Document réponse n° 1 : schéma de principe de l'installation	page 16
Document réponse n° 2 : points de fonctionnement	page 17
Document réponse n° 3 : conception poste positif	page 18
Document réponse n° 4 : conception poste positif	page 19
Document réponse n° 5 : diagramme enthalpique	page 20
Document réponse n° 6 : tableau des points de mesure	page 21
Document réponse n° 7 : pressostat zone neutre	page 22
Document réponse n° 8 : schéma électrique	page 23
Document réponse n° 9 : aspect environnemental	page 24

# Document réponse n° 1 : schéma de principe de l'installation





**Tableau n°1:**

La pompe P1 fonctionne	La pression en A est supérieure à la pression en C	
	La pression en A est égale à la pression en C	
	La pression en A est inférieure à la pression en C	
La pompe P1 est à l'arrêt	La pression en A est supérieure à la pression en C	
	La pression en A est égale à la pression en C	
	La pression en A est inférieure à la pression en C	

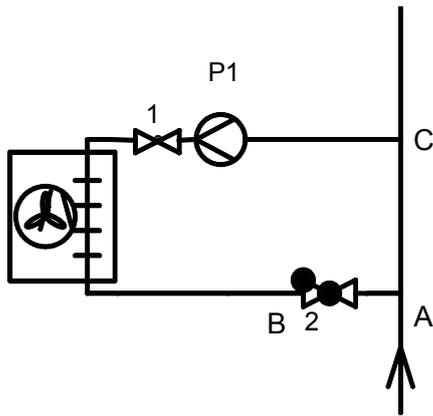
**Justification de la ou des réponses positives:**

**Tableau n° 2:**

La pompe P1 est à l'arrêt	Il existe un débit dans la branche ABC de A vers B	
	Il n'y a pas de débit dans la branche ABC	
	Il existe un débit dans la branche ABC de B vers A	

**Justification de la ou des réponses positives:**

**Partie 1:**

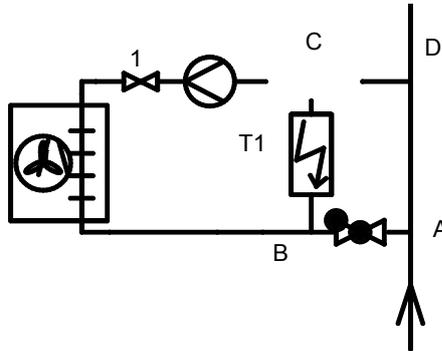


Poste positif

- Définir le rôle de l'organe n°1 :

- Définir le rôle de l'organe n°2 :

**Partie 2:**



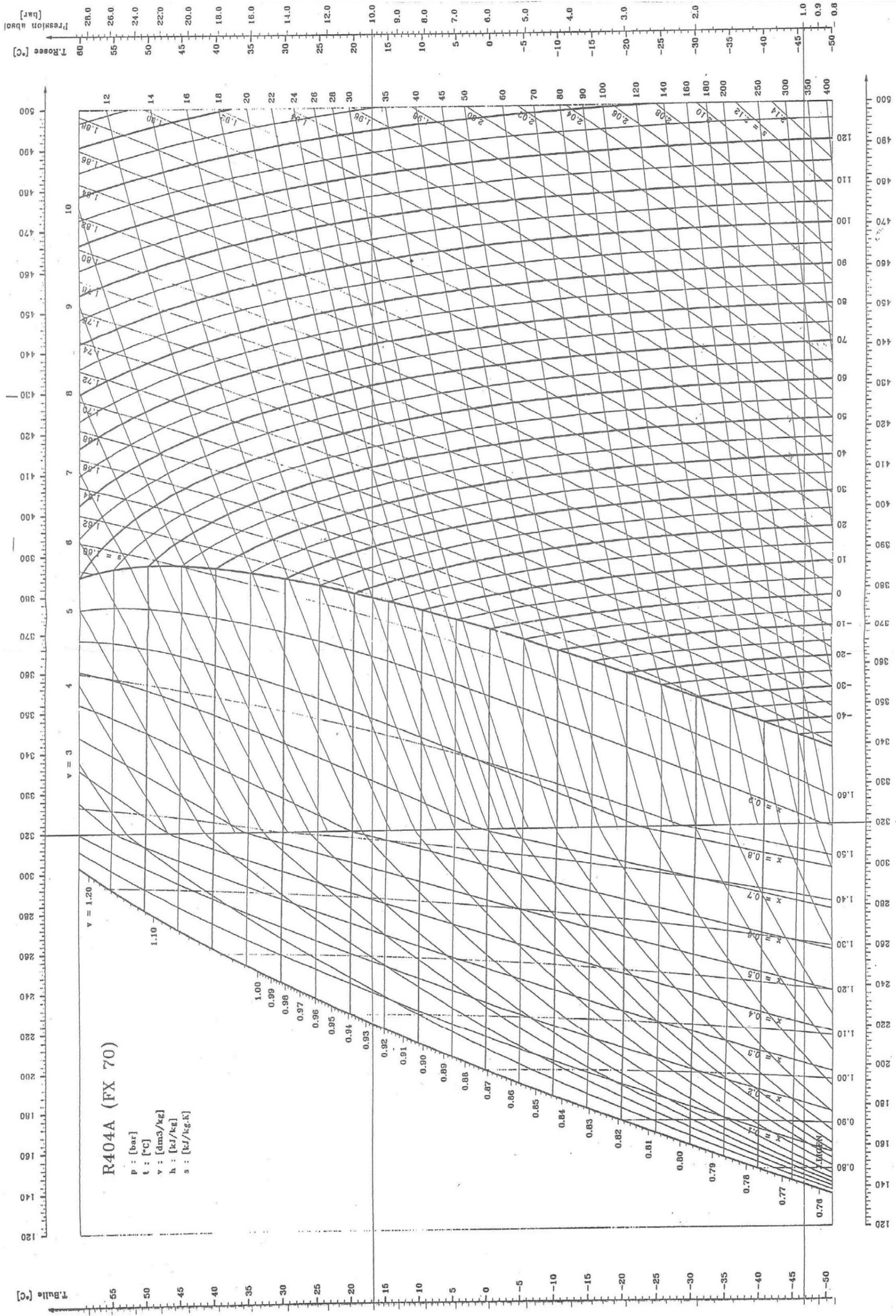
Poste positif

**Tableau n°1:**

**Pendant le dégivrage:**

La production de froid du poste positif continue	
La pompe P1 est en fonctionnement	
Peut-il y avoir un débit de A vers B	
Peut-il y avoir un débit de B vers A	
Peut-il y avoir un débit de C vers D	
Peut-il y avoir un débit de D vers C	

**Justification de la ou des réponses positives:**

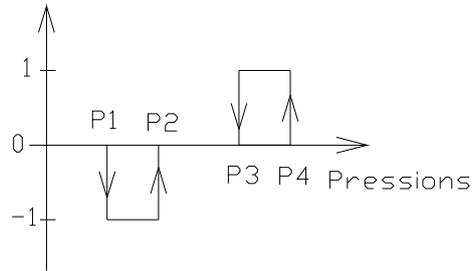


**Document réponse n° 6 : tableau des points de mesure**

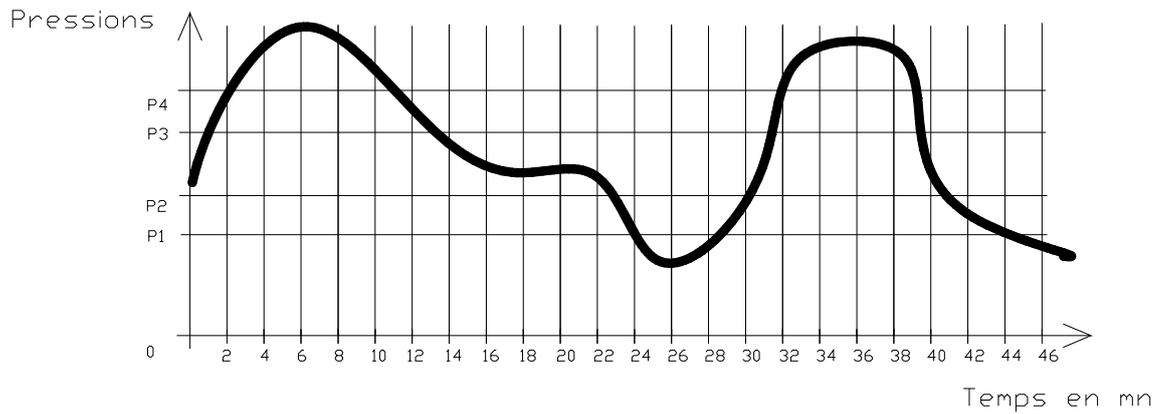
<b>Points</b>	<b>Températures [ °C ]</b>	<b>Températures de saturation [ °C ]</b>	<b>Pressions absolues [ bar ]</b>	<b>Enthalpies [ kJ.kg<sup>-1</sup> ]</b>
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>4</b>				
<b>5</b>				
<b>6</b>				
<b>7</b>				
<b>8</b>				
<b>9</b>				
<b>10</b>				
<b>11</b>				

# Document réponse n° 7 : pressostat zone neutre

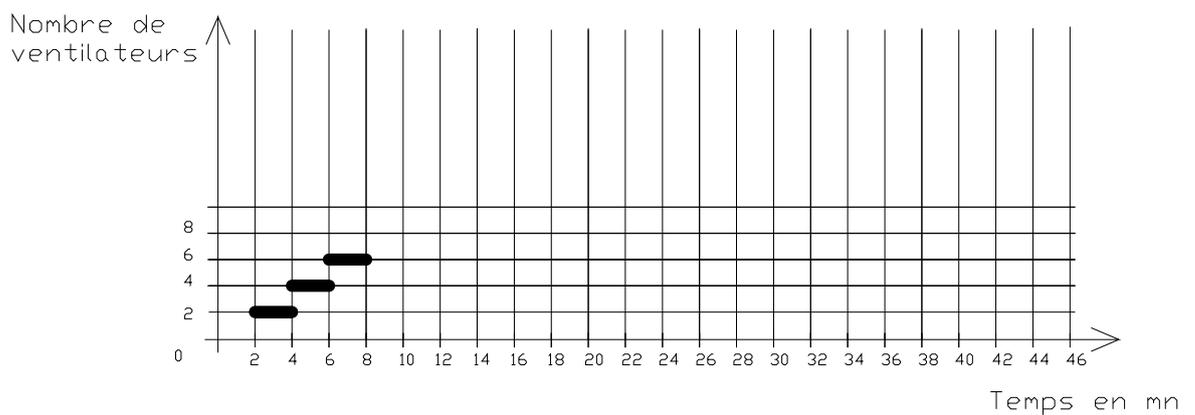
Graphe de régulation du  
pressostat zone neutre



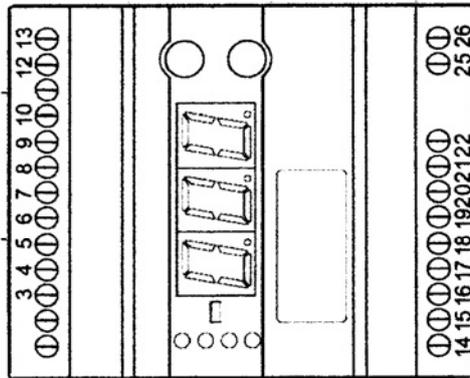
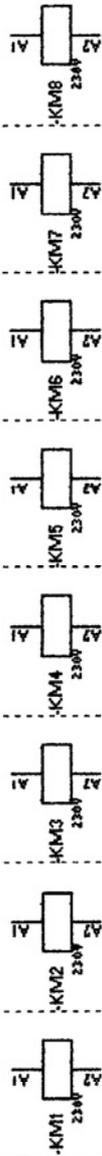
Graphe n°1



Graphe n°2



Contacteurs moteurs ventilateurs condenseur



AKS 33 P



**Tableau n° 1**

<b>Le récupérateur d'énergie est un :</b>	<b>Réponses :</b>
Désurchauffeur	
Condenseur	
Echangeur liquide-vapeur	

**Justifier la ou les réponses positives :**

**Tableau n° 2**

<b>Au moment où le récupérateur d'énergie fonctionne :</b>	<b>Réponses :</b>
La pression de condensation augmente	
La pression de condensation ne varie pas	
La pression de condensation diminue	

**Justifier la ou les réponses positives :**

**Tableau n° 3**

<b>Le rôle de la vanne G (voir schéma de principe page16) est de :</b>	<b>Réponses :</b>
Réguler la pression de condensation	
Réguler le débit de fluide frigorigène passant dans le récupérateur d'énergie	
Réguler la pression de refoulement	

**Justifier la ou les réponses positives :**

**Tableau n°4**

<b>Réglementation :</b>	<b>Réponses :</b>
Quelle est la fréquence des contrôles d'étanchéité ?	
Comment se nomme l'entreprise autorisée à effectuer ces contrôles ?	
Quel document officiel autorise cette entreprise à effectuer ces contrôles ?	
Quelle attestation doit posséder le technicien qui effectue ce contrôle ?	