

SESSION 2009

**CONCOURS INTERNE DE RECRUTEMENT
DE PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
ET CONCOURS D'ACCÈS A L'ÉCHELLE DE RÉMUNÉRATION**

**Section : GÉNIE CIVIL
Option : ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES - ÉNERGIE**

**ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE
ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE ET/OU D'UN OUVRAGE**

Durée : 6 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

SOMMAIRE

1. NOTES PRELIMINAIRES page 1

2. PRESENTATION DU THEME page 2 et 3

3. TRAVAIL DEMANDE SUR DOCUMENT REPONSE

FROID.	Page 4
CLIMATISATION.	Page 10
FILTRATION.	Page 13
REPRESENTATION GRAPHIQUE.	Page 14
THERMIQUE	Page 15
HYDRAULIQUE.	Page 18
REGULATION.	Page 22
ELECTROTECHNIQUE.	Page 25

4. ANNEXES TECHNIQUES

FROID.	Page 1
CLIMATISATION.	Page 4
FILTRATION.	Page 7
REPRESENTATION GRAPHIQUE.	Page 10
THERMIQUE.	Page 11
REGULATION.	Page 15
ELECTROTECHNIQUE.	Page 16

Les différentes parties du sujet sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre laissé au choix du candidat.

Documents à rendre : Dossier réponse.

NOTES PRELIMINAIRES

- L'épreuve permet d'évaluer :
 - les connaissances scientifiques et techniques du candidat ;
 - la qualité des analyses conduites et la pertinence des choix ;
 - l'exactitude des résultats ;
 - la pertinence et la cohérence des solutions proposées ;
 - la qualité graphique des documents produits, la rigueur du vocabulaire technique, le respect des normes, des textes en vigueur et des conventions de représentation ;
 - la clarté et la rigueur de l'expression écrite et de la composition.

- Les appareils de l'installation ne sont pas tous représentés sur le schéma de principe.
- Les résultats numériques ne seront pris en compte qu'avec les unités S.I.
- La clarté des documents, la qualité graphique et le détail des calculs sont pris en compte.
- Toute copie ajoutée doit être repérée avec le numéro de la partie concernée.
- Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ et chaleur massique de l'eau : $4,18 \text{ [kJ/kg}^\circ\text{C]}$
- Chaleur massique de l'air sec : $1 \text{ [kJ/kg}^\circ\text{C]}$

Tout renseignement technique manquant sera laissé à l'initiative des candidats.

1. PRESENTATION DU DOSSIER

Le thème a pour support la climatisation, le chauffage, la ventilation et la production d' ECS d'une salle de calcul informatisée, d'un logement et de bureaux.

Cette installation est située dans l'est de la France.

Conditions extérieures :

Saisons	Température sèche [°C]	Humidité relative [%]
Eté	+ 32	40
Hiver	- 13	90

Le logement est chauffé par des radiateurs « 4 orifices ». La température de non chauffage est de 18°C

Conditions intérieures :

locaux	Température sèche [°C]	Humidité relative [%]
Salle info	+ 22 (± 1k)	50(± 10%)
logement	+ 19	indifférent

Production de froid

Elle est assurée par des armoires de climatisation à détente directe comprenant 1 ou 2 compresseurs en fonction des modèles.

La puissance frigorifique est de 53,7 KW pour le modèle « 46 UF » et 26,6 KW pour le modèle « 26 UF » (annexes techniques p.1/16).

Ces armoires sont à condensation à eau.

Un aéroréfrigérant (freecooler) et ses accessoires (une pompe double, un vase d'expansion, un filtre, une soupape de sécurité un manomètre un purgeur et une vanne de réglage) parachèvent l'installation.

Le renouvellement d'air est assuré par une centrale tout air neuf.

La puissance calorifique à évacuer au condenseur est de 68 Kw pour le type « 46 UF » et de 38 Kw pour le type « 26 UF». Tenir compte de l'extension.

Production de chaleur

La production calorifique nécessaire aux besoins de chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire est assurée par une chaudière de marque **Chappée** équipée d'un brûleur au fioul domestique **Sigma**.

Chaque armoire de climatisation est équipée d'une batterie additionnelle pour permettre le chauffage des locaux en période de non exploitation de la salle de calcul. (10Kw pour le modèle F 46 UF et 7.5 KW pour le modèle 26 UF) Tenir compte de l'extension.

Une CTA tout air neuf soufflera à minima à 18°C vers les armoires de climatisation.

Le logement est chauffé par des radiateurs dont la température d'eau est régulée par une régulation Siemens RVP210 en fonction de la température extérieure agissant sur une vanne 3 voies. Ces radiateurs ont une puissance de 18Kw en régime 80/65 °C.

Un fonctionnement « ECO » et une réduction de nuit de 5°C sont prévus ainsi qu'un fonctionnement hors gel en cas d'innoculation des locaux.

Production d'eau chaude sanitaire

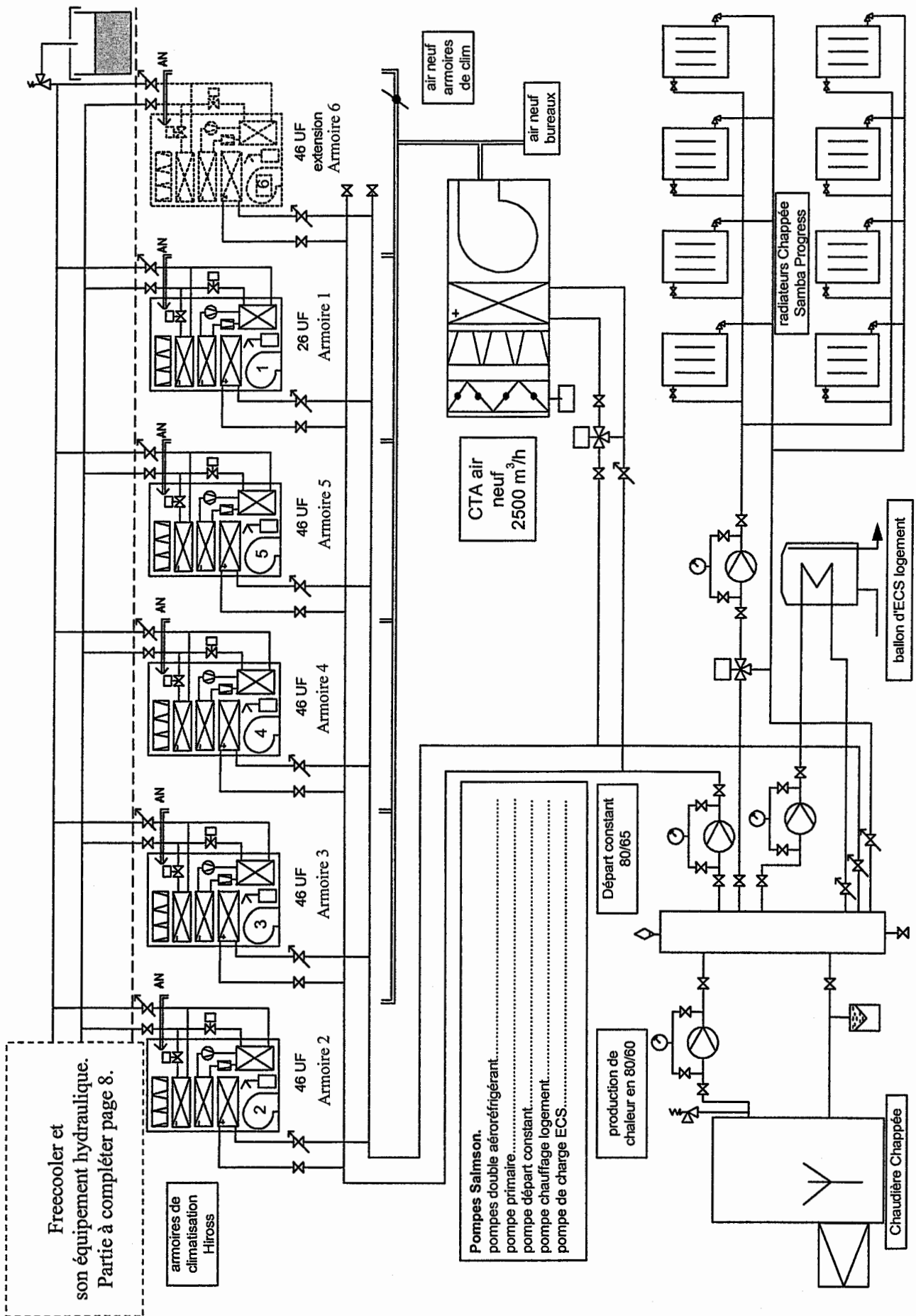
La production d'eau chaude sanitaire est unique pour l'ensemble du bâtiment, elle est gérée par le régulateur du logement. La consigne est fixée à 55°C.

La puissance de son faisceau est de 5Kw avec production d'eau chaude sanitaire en priorité.

Electricité

Réseau électrique triphasé 400 [V] plus neutre plus terre.

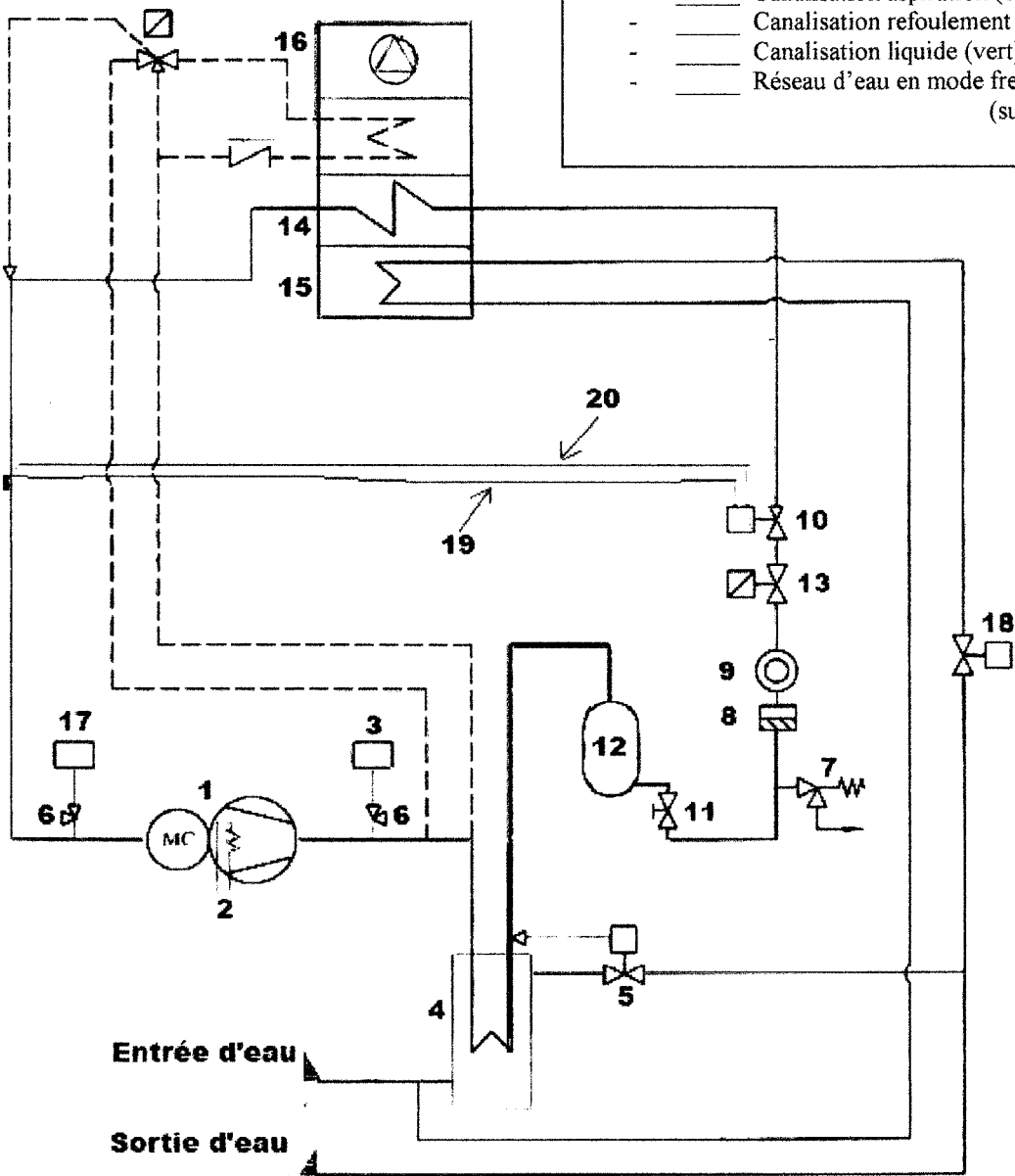
SCHEMA DE PRINCIPE DES INSTALLATIONS THERMIQUES ET CLIMATIQUES DU CENTRE DE CALCUL



CIRCUIT DE REFRIGERATION DE L'ARMOIRE N° 01

Code couleur et représentation des canalisations

- - - - - Canalisation en option
- - - - > Liaison sécurité (rouge)
- - - - > Liaison régulation (vert)
- - - - Canalisation aspiration (bleu)
- - - - Canalisation refoulement (rouge)
- - - - Canalisation liquide (vert)
- - - - Réseau d'eau en mode freecooling (surligneur)



Entrée d'eau

Sortie d'eau

Partie à compléter

NOMENCLATURE DU CIRCUIT DE REFRIGERATION DE L'ARMOIRE N° 01

N°	Elément	Rôle
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
16		
17		
19		
20		

Après intervention vous effectuez un ensemble de mesures de pression et de température vous permettant de vous assurer du bon fonctionnement du système.

On donne :

Document réponse page 8 et un diagramme enthalpique page 9.
Les mesures suivantes réalisées sur le système:

Température d'évaporation = 0°C.
Température de condensation = 42°C
Sous-refroidissement total = 10 K
Surchauffe totale = 10 K

On demande :

- 1) Tracer le cycle frigorifique sur le diagramme page 9, en négligeant les pertes de charge et en supposant dans un premier temps une compression isentropique.. **[..3]**
- 2) Déterminer la température réelle de fin de compression à l'aide des valeurs intermédiaires ci-dessous..... **[..3,5]**

Taux de compression :

.....

Travail théorique de compression :

.....

Rendement indiqué = Rendement volumétrique :

.....

Travail réel de compression :

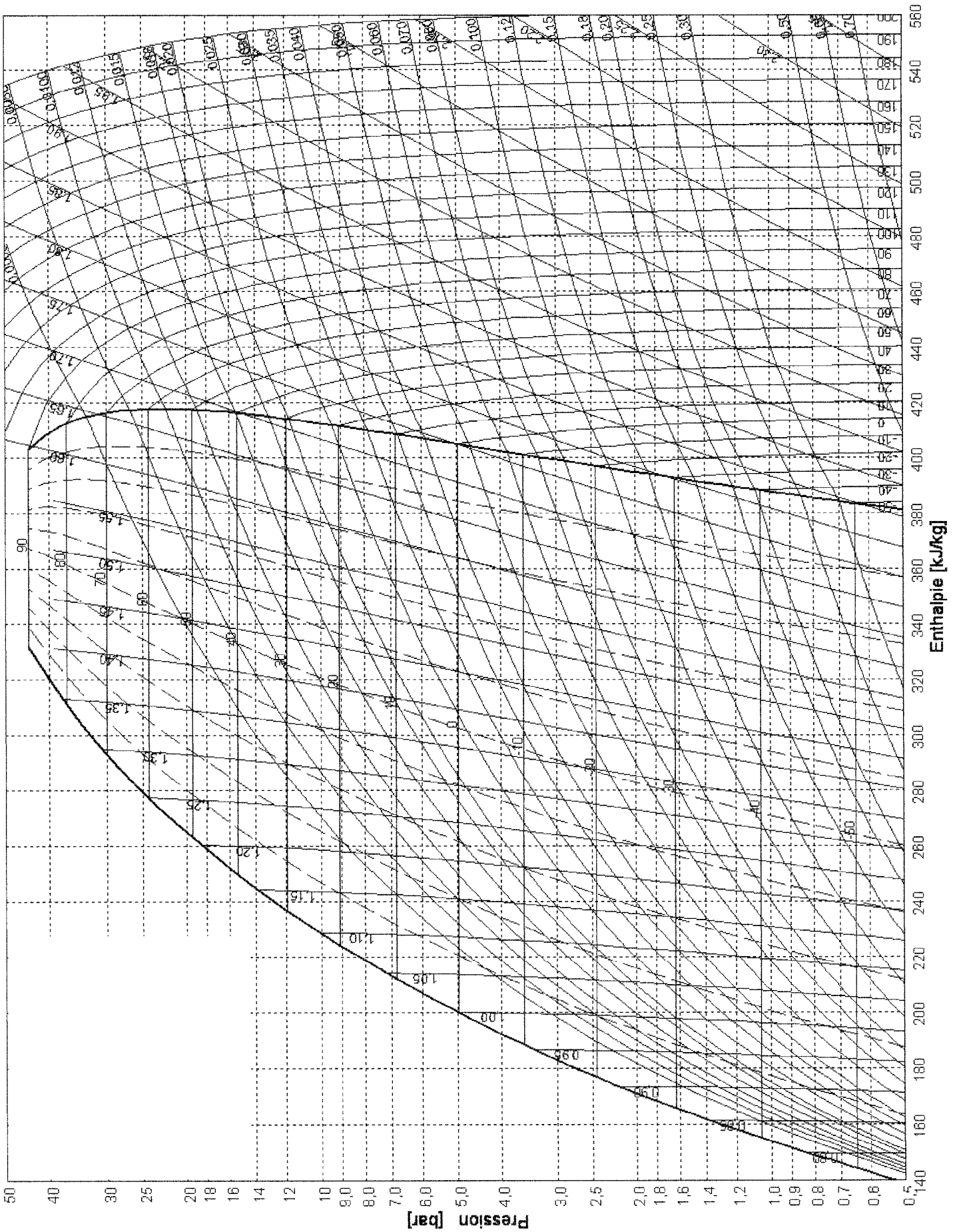
.....

Enthalpie de la vapeur en fin de compression :

.....

Température réelle de refoulement :

.....



Mise en situation :

- Le degré hygrométrique de l'air est anormalement bas ; après analyse du fonctionnement vous détectez un problème de production de vapeur sur l'humidificateur HUMIDAIR HAK 93H de l'armoire de climatisation N°01.

Afin de communiquer dans les meilleures conditions avec votre client vous identifiez le système.

On donne :

Document technique page 4, 5 et 6. Document réponse page 10, 11, et 12.

On demande :

1) Identifier ci-dessous les caractéristiques de l'humidificateur HAK 93H : /1,5

- Le type d'humidificateur
- L'alimentation
- La production de vapeur (Kg/h)

2) Identifier ci-dessous les principaux composants constituant l'humidificateur HAK 93H:..... .. /2

1	5
2	6
3	7
4	8

3) Expliquez ci-dessous le principe de fonctionnement de ce type d'humidificateur.

Principe de fonctionnement de l'humidificateur HAK 93H. /2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) Donner trois causes probables d'une absence de production de vapeur avec ce type d'humidificateur.. **..1,5**

- 1

- 2.....

- 3

5) L'humidificateur HUMIDAIR HAK 93H doit permettre d'amener l'air de l'état 1 à l'état 2.

- 1 Compléter le tableau ci-dessous. **..15**

- 2 Tracer sur le diagramme de l'air humide (document réponse page 12) l'évolution de l'air..... **..12**

Etat	θ_s [°C]	θ_h [°C]	θ_r [°C]	v [m ³ /Kgas]	h [kJ/kgas]	ϕ [%]	r [kg/kgas]
1	22					40	
2	22					50	

- 3) Déterminer la masse d'eau apportée lors de l'évolution dans l'armoire N°01. **..13**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 4) Déterminer la puissance de l'humidification pour assurer la production de vapeur. **..13**

.....

.....

.....

.....

.....

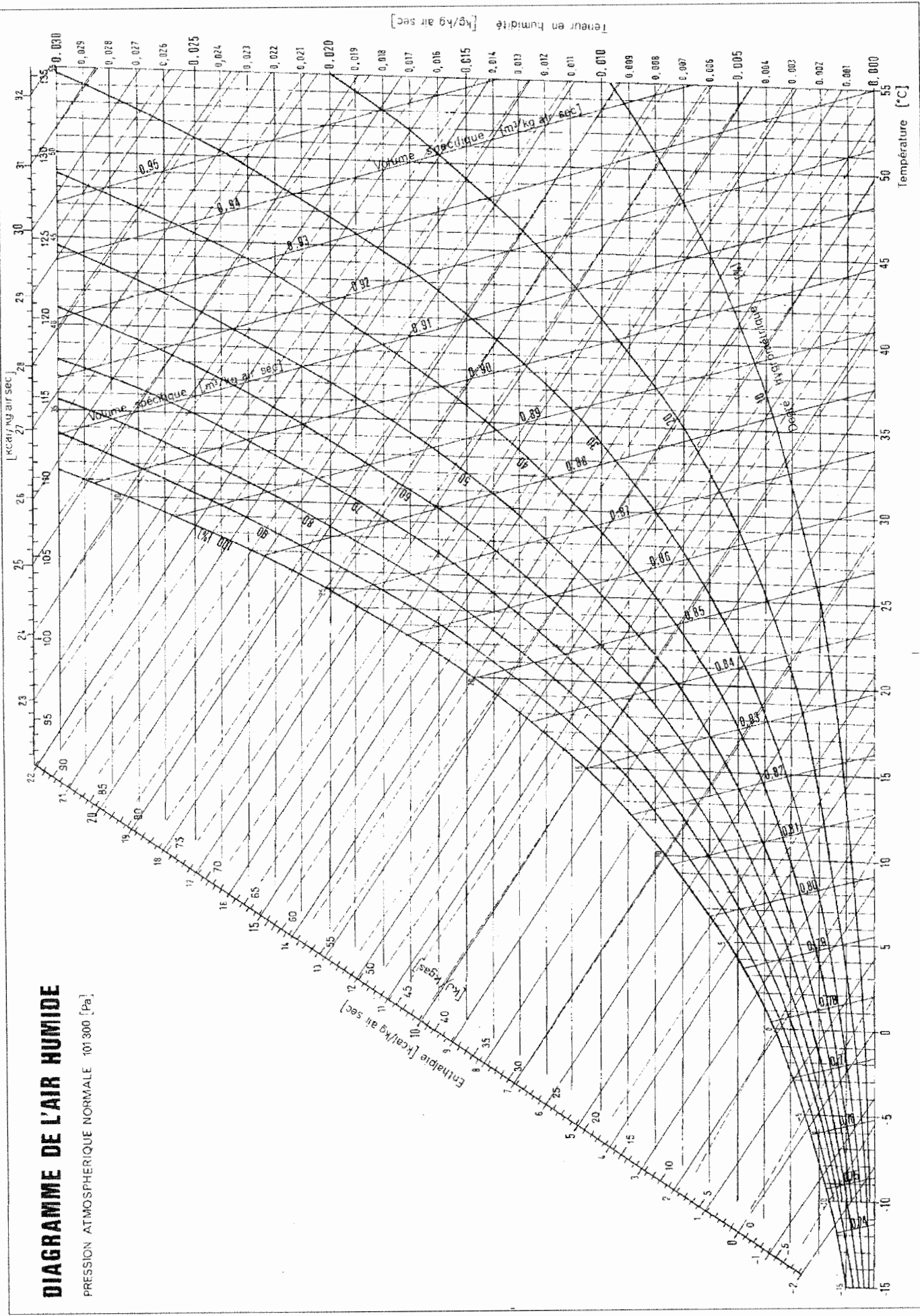
.....

.....

.....

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

PRESSION ATMOSPHERIQUE NORMALE 101300 [Pa]



Tournez la page S.V.P.

FILTRATION

..... / 20 Points

Mise en situation :

On souhaite optimiser et anticiper le remplacement des filtres HE 80-85% ashree AAF type VARICEL de l'armoire de climatisation N° 01, vous implanter un pressostat d'air.

On donne :

Annexes techniques pages 7, 8 et 9. Document réponse page 13.

On demande :

1) Déterminer la vitesse d'air.15

.....

.....

.....

2) Déterminer les pertes de charge initiales du filtre HE.12,5

.....

.....

3) Déterminer les pertes de charge finales du filtre HE.12,5

.....

.....

4) Expliquer ci-dessous la procédure pour implanter et régler le pressostat d'air.10

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Mise en situation :

Afin de réduire les nuisances sonores on souhaite implanter l'aéro-réfrigérant en terrasse.
Les canalisations sont implantées en façade extérieure du bâtiment.

1) Afin de communiquer dans les meilleures conditions avec votre client vous représentez sous forme de croquis la future implantation des canalisations.

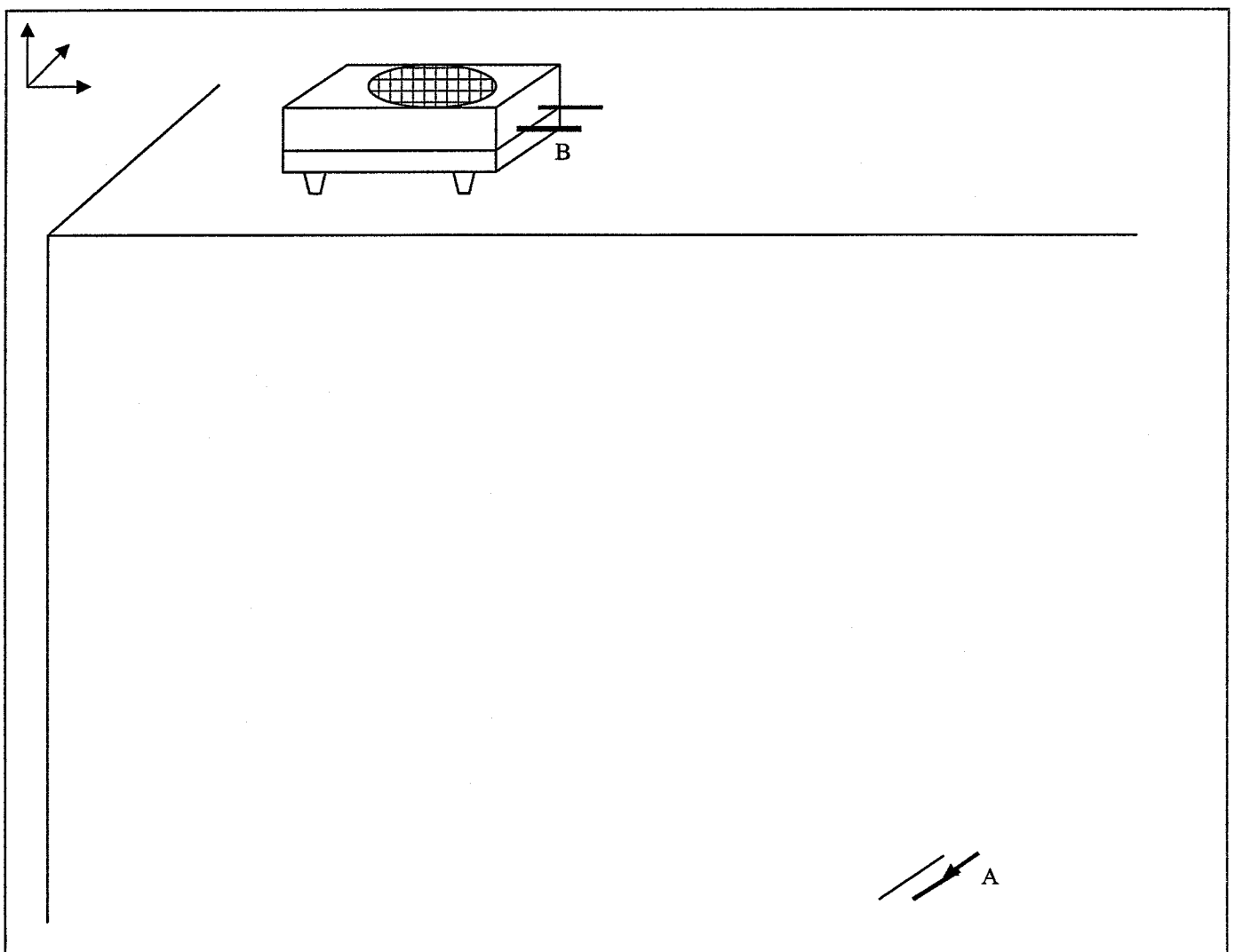
On donne :

Annexes techniques page 10. Document réponse page 14.

On demande :

- Représenter ci-dessous, à main levée et en perspective :/20

- Le tracé des canalisations depuis la sortie du bâtiment (point A) à l'aéroréfrigérant (point B).
- Les supports sont représentés.
- Les accessoires ne sont pas représentés.



THERMIQUE :

...../40

Documentation dans Annexes techniques pages 11 à 14/16.

Dans cette partie, vous aurez:

- Sélectionner une chaudière
- Sélectionner un brûleur et le régler.
- Sélectionner des radiateurs.

Les réglages de combustion donnent dans un premier temps les valeurs suivantes :

- température des fumées = 185°, Co² = 12%, excès d'air = 30%, PPM = 0 ppm
- « Smoke test » Blanc.
- Le gicleur fourni est un 2.5 US gal/h

1) Déterminer la puissance et le modèle de la chaudière sans surpuissance...../6

- Puissance chaudière =

.....

- Modèle retenu =

2) Déterminer la puissance du brûleur fioul...../5

- Puissance brûleur =

.....

- Débit de fioul =

3) Sélectionner un brûleur/5

- référence Brûleur =

.....

- justifier ce choix =

.....

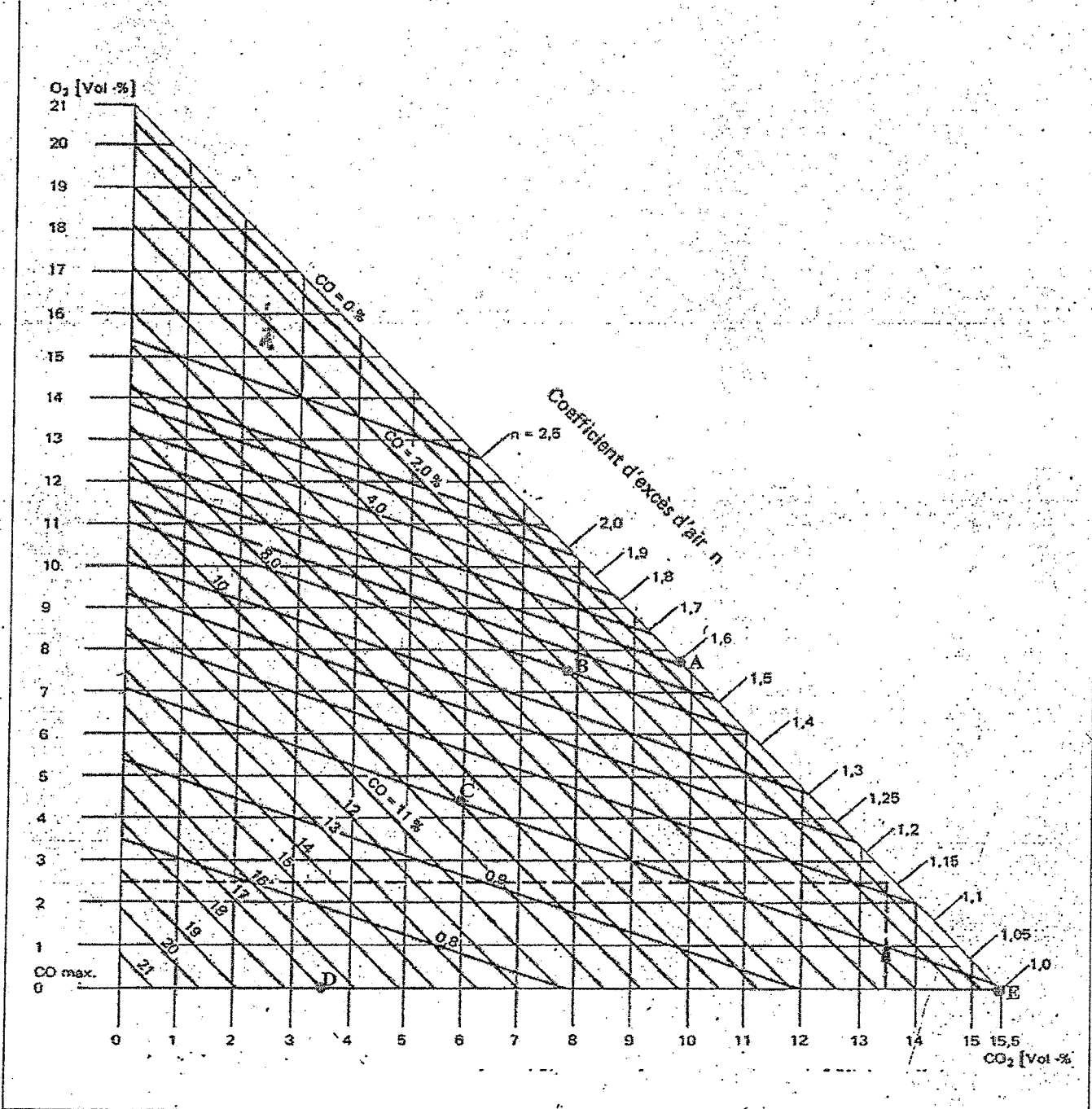
4) Déterminer la pression de réglage du gicleur/6

- pression de pulvérisation retenue =

.....

5) Indiquer le point de combustion sur le diagramme [DR ci-dessous]...../4

DIAGRAMME D'OSWALD



6) Compte tenu des informations en votre possession, que proposez vous pour améliorer la combustion ?...../6

.....

.....

.....

.....

.....

7) Sélectionner les radiateurs du logement. (tableau des Δt en annexe thermique)
 Les radiateurs à sélectionner sont de Marque « Chapée » et de type « Samba 21 hauteur
 600 imposés »./8

Indiquez le Δt retenu pour la sélection :
 $\Delta t =$

Indiquez la puissance retenue par élément:
 P =

Compléter le tableau de sélection :

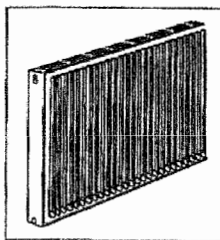
Pièces	Puissances dues	Nombre d'éléments sélectionnés	Modèles retenus	Puissances Effectives retenues
S à M	1500w			
S d B	1000w			
Cuisine	1200w			
Couloir	500w			
Ch 1	800w			
Ch 2	900w			

SAMBA

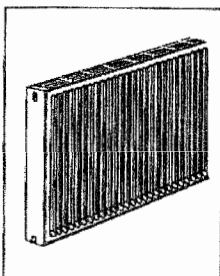
GAMME HABILÉE 4 ORIFICES

Esthétique, la gamme habillée SAMBA est réalisée avec un habillage comprenant des joues latérales aux coins arrondis et une tablette supérieure ajourée montées en usine.

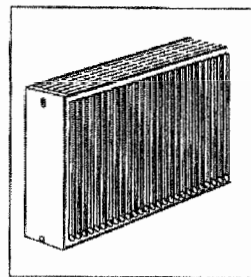
4 modèles 1, 2 ou 3 panneaux : 11, 21, 22 et 33.
 6 hauteurs de 300 à 900 mm.
 18 longueurs de 400 à 3000 mm.



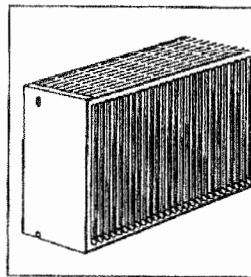
11
 Épaisseur 47 mm. Face arrière équipée d'ailettes. Tablette décorative et joues latérales montées en usine. Chaleur diffusée par rayonnement et convection.



21 réversible
 Épaisseur 72 mm. Assemblage de deux panneaux : un équipé d'une rangée d'ailettes et un sans ailette. Tablette décorative et joues latérales montées en usine. Chaleur diffusée par convection et rayonnement.



22 réversible
 Assemblage de deux panneaux avec ailettes. Épaisseur 101 mm. Tablette décorative et joues latérales montées en usine. Chaleur diffusée par convection et rayonnement.



33 réversible
 Assemblage de trois panneaux avec ailettes. Épaisseur 157 mm. Tablette décorative et joues latérales montées en usine. Chaleur diffusée par convection et rayonnement.

Dimensions

Longueur en mm	400	500	600	700	800	900	1000	1100
Nombre d'éléments	12	15	18	21	24	27	30	33

Longueur en mm	1200	1300	1400	1500	1700	1900	2100	2400	2700	3000
Nombre d'éléments	36	39	42	45	51	57	63	72	81	90

18 longueurs de 400 à 3000 mm, 1 élément = 33,3 mm.

Dans cette partie, vous aurez à sélectionner :

- Pompe double de circulation du circuit condenseur ;
- Pompe primaire de chauffage.
- La vanne 3 voies du logement

Données techniques :

Circuit aéroréfrigérant :

Pertes de charge :

- du circuit le plus éloigné = 3.2 [mCE]
- armoire n° 2 la plus éloignée = 850 [mmCE]
- aéroréfrigérant = 1800 [mmCE]
- diverses vannes = 0.2 [mCE]

Régime d'eau :

- l'aéroréfrigérant a été dimensionné avec un $\Delta\theta$ de 10°C

Circuit primaire chaudière :

Pertes charge :

- dans les tuyauteries et vannes= 500 [mmCE]

Régime d'eau :

- Δt de 20°C

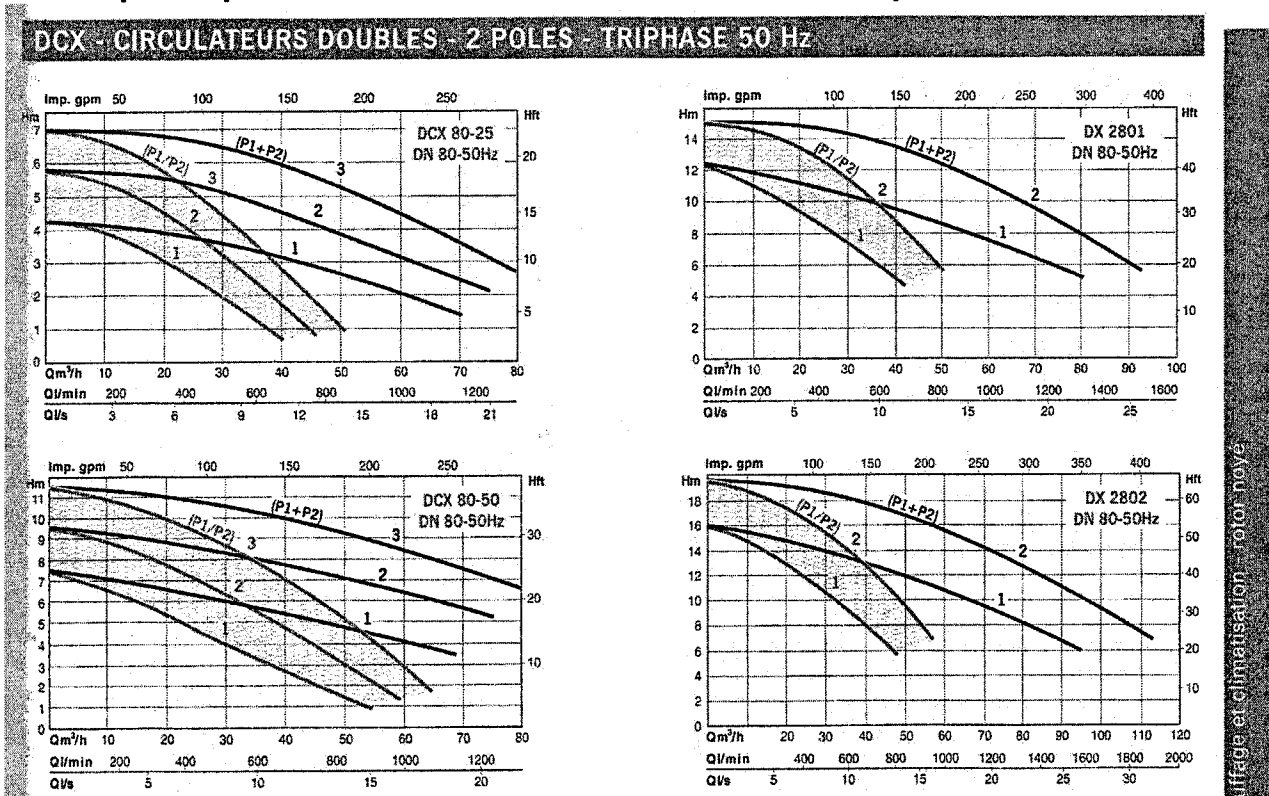
Circuit de chauffage du logement :

Pertes charge :

- dans le circuit radiateur : 1000 [mmCE]
- Raccordement sur bouteille de mélange : [2000 mmCE]
- Régime d'eau des radiateurs : [80 / 65]

Questions :

1) Sélection de la pompe double du circuit condenseur...../6
Indiquer le point de fonctionnement recherché sur abaque DR ci-dessous.



- **Puissance condenseur à évacuer =**

- **Débit circuit condenseur =**

- **Pertes charge circuit condenseur =**

- **Référence de la pompe =**

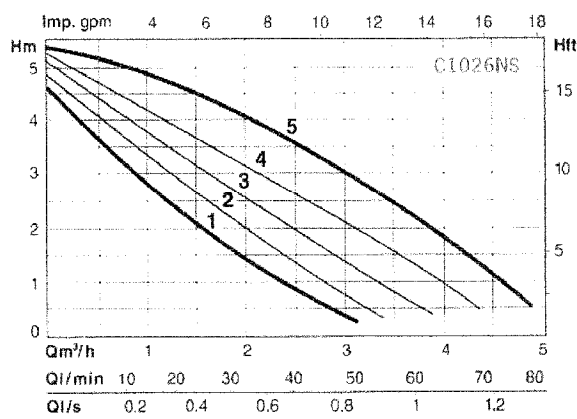
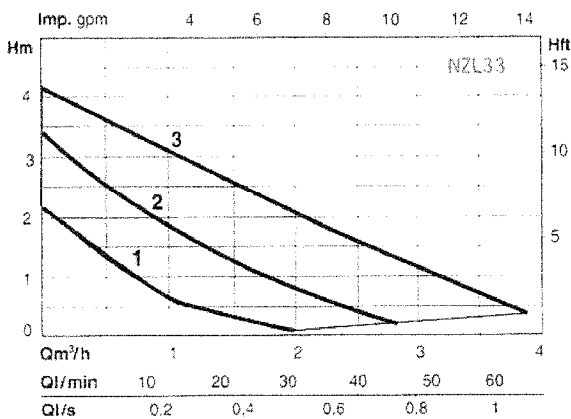
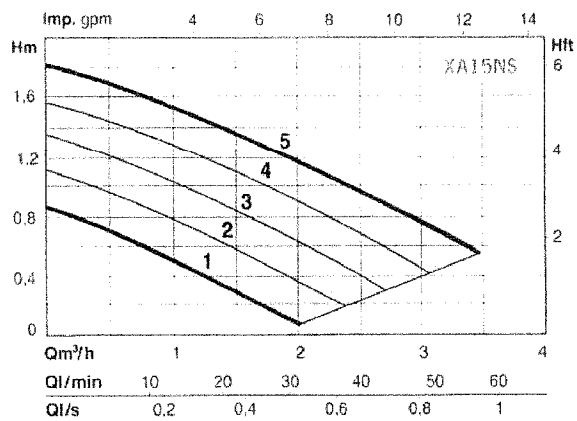
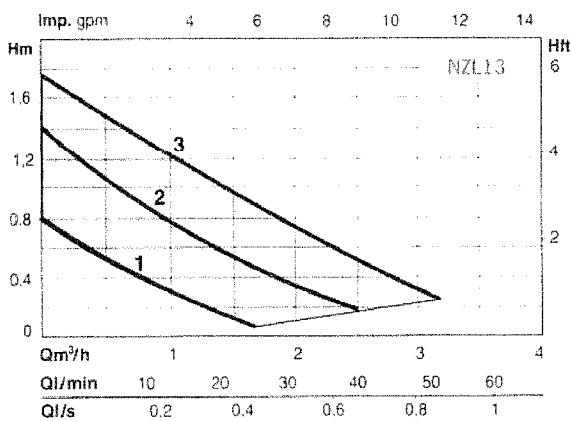
- **vitesse retenue =**

2) Sélection de la pompe primaire chauffage.....

.17

Vous devez respecter le débit nominal de la chaudière et ajouter si nécessaire une vanne de réglage.

Indiquer le point de fonctionnement recherché sur abaque DR ci-dessous.



- Débit nominal chaudière =

- Pertes charge circuit chaudière =

- Référence de la pompe =

- vitesse retenue =

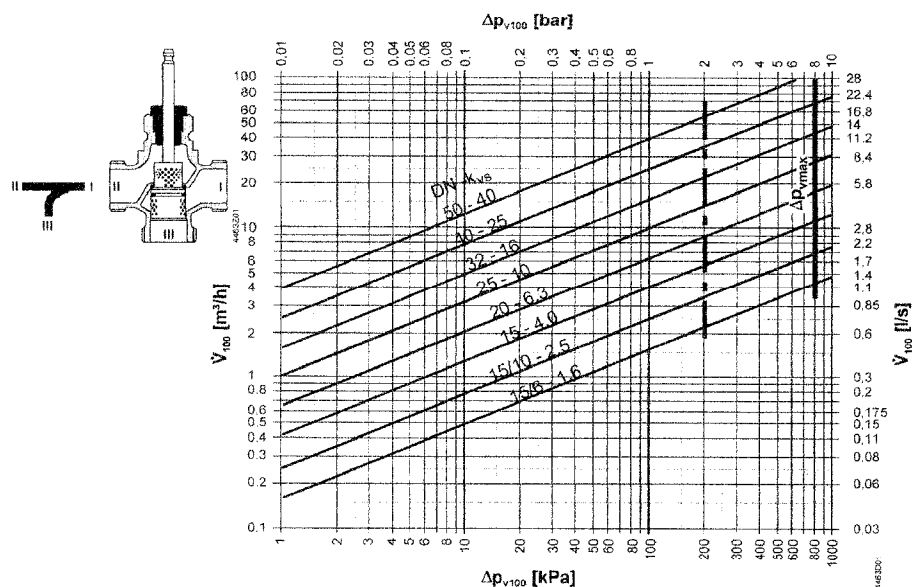
- pertes charge ajoutées par la vanne =

3) Sélectionner la vanne 3 voies du logement :17
 Indiquer le point de fonctionnement sur abaque DR ci-dessous.

Vue d'ensemble des vannes 3 voies VXG41..

SQX..	SKD..	SKB..	Raccord fiété	DN [mm]	kvs [m³/h]	Raccord à vis	Référence
ΔP_{max} [kPa]	ΔP_{max} [kPa]	ΔP_{max} [kPa]	[pouces]				
800	800	800	G 1 B	15	1,6	ALG15	VXG41.1301
800	800	800	G 1 B	15	2,5	ALG15	VXG41.1401
800	800	800	G 1 B	15	4	ALG15	VXG41.15
800	800	800	G 1 1/4 B	20	6,3	ALG20	VXG41.20
800	800	800	G 1 1/2 B	25	10	ALG25	VXG41.25
600	800	800	G 2 B	32	16	ALG32	VXG41.32
400	700	800	G 2 1/4 B	40	25	ALG40	VXG41.40
250	400	800	G 2 3/4 B	50	40	ALG50	VXG41.50

Diagramme de perte de charge et sens d'écoulement des vannes VXG41...



Tournez la page S.V.P.

- Débit nominal logement =

.....

- Référence vanne =

.....

- Kvs =

.....

- Autorité de la vanne =

.....

.....

REGULATION

...../20

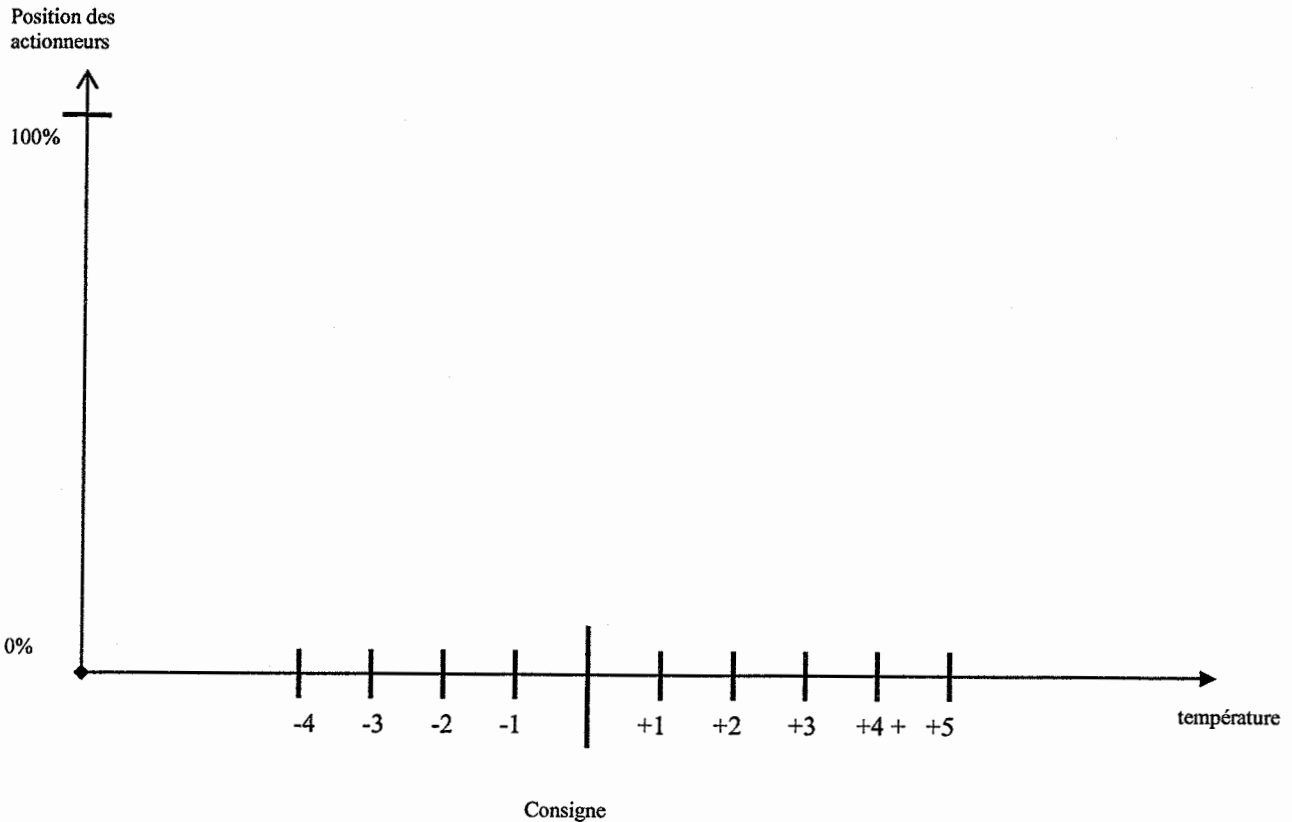
Documentation dans annexes techniques page 15.

1- température armoire de climatisation:

Les armoires de climatisation ont une régulation chaud / froid avec une bande neutre de 1°K. La bande proportionnelle en chaud est de 2°K et en froid de 2°K par compresseur.

La consigne est au début de l'action chaud.

1) - Faire le graphique de fonctionnement compte tenu des équipements en place. ..4



La régulation est de type : PI (proportionnelle – intégrale)

2) – Expliquer l'intérêt de ce type de régulation dans le cas présent. ..4

.....

.....

.....

.....

2- humidité armoire de climatisation:

Compte tenu des conditions exigées :

1) - A quels taux d'humidité la régulation de l'humidité va-t-elle agir ? ..4

- humidification :.....
- déshumidification.....

Tournez la page S.V.P.

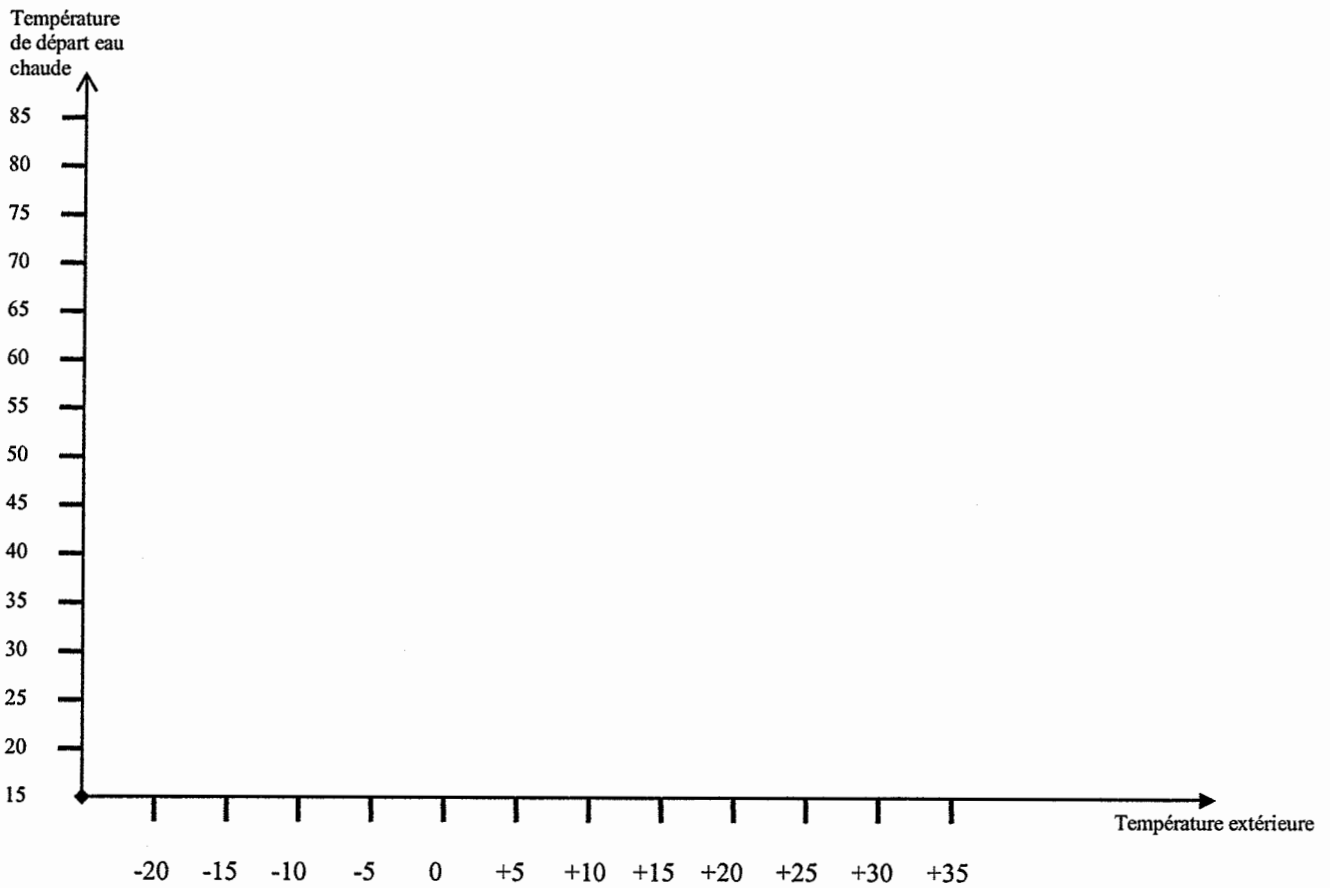
3- Régulation du logement:

Le principe de régulation retenu est celui de température départ d'eau variable en fonction de la température extérieure. Les valeurs mini et maxi de la température d'eau sont 20°C et 80°C.

1) -- Calculer la pente à régler sur le régulateur Siemens RVP 21012

- Pente =
.....
.....

2) – Faire le graphique de la loi de chauffage12



3) – Déterminer les paramètres du régulateur Siemens RVP 210...../4.
Compléter les tableaux suivants [voir documentation en annexe régulation]

Position des commutateurs de codage :

Potentiomètres de réglage :

Position des boutons :

Bouton 4		Bouton 5	
Bouton 6		Bouton 7	

a) Schéma électrique :

Gestion des pompes d'eau glacée:

Compléter le schéma électrique de commande des pompes du circuit condenseur, page 28.

- 1) - Pour que celles-ci soient en secours l'une de l'autre...../5
- 2) - Pour faire fonctionner les voyants marche et défaut...../2
- 3) -Expliquer le rôle des diodes installées sur le report de défaut..... /1

.....

.....

.....

- 4)- Expliquer le rôle du contact à ouverture du bouton poussoir test lampes...../1

.....

.....

.....

- 5) - Expliquer la séquence de défaut depuis le déclenchement du relais thermique F1 jusqu'à l'enclenchement du relais KA3...../2

.....

.....

.....

b) Mise en service :

relevés de fonctionnement :

Pour la pompe du circuit condenseur les intensités relevées sont :

- phase 1 : 1.8 A
- phase 2 : 1.7 A
- phase 3 : 1.85 A

Les tensions entre différentes phases : 398v ;402v ;399v.

Le facteur de puissance de ce moteur est de 0.88.

- 1) Calculer la puissance absorbée par cette pompe en fonctionnement /2

P=.....

- 2) Que pensez-vous du fonctionnement de cette pompe DCX 80-50 vitesse 2 /2

.....
.....
.....
.....

L'installation fonctionne en permanence. Le coût de l'énergie électrique est de : 0.1€/kwh TTC.

3) Quel est le coût annuel du fonctionnement de cette pompe..... ..12

- Coût.....
.....

c) Sécurité :

Dans les tâches d'habilitation B1V, il en est une qui consiste à faire des mesures sous ordre du chargé de travaux (B2).

Vous êtes B1V, vous devez mesurer l'intensité de la pompe de condensation.

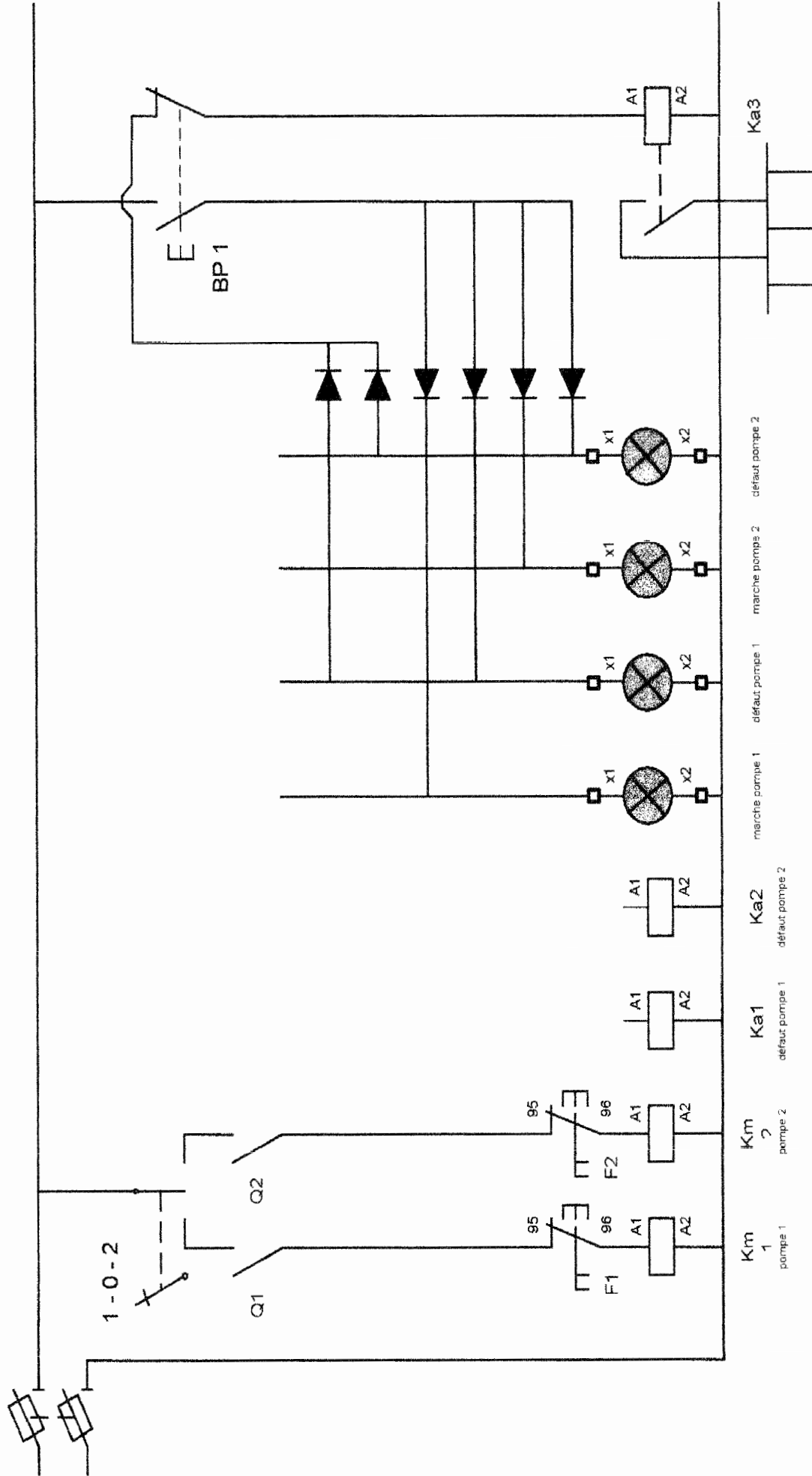
Conditions préalables :

- L'armoire électrique est ouverte sous tension ;
- La pompe est en fonctionnement.

1) - Décrire les différentes étapes de cette procédure..... ..13

1	ordre du chargé de travaux
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

schéma de commande des pompes de condensations



Q1 sectionneur
 F1 relais thermique
 BP1 bouton poussoir

contact disponible pour report de défaut