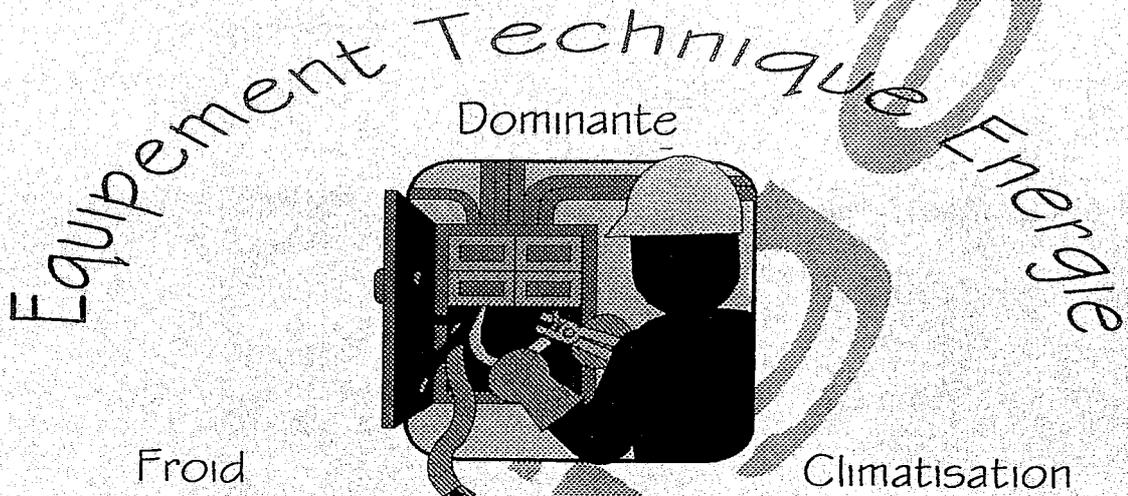


EXAMEN BEP ETE

SESSION 2001

SESSION 2001



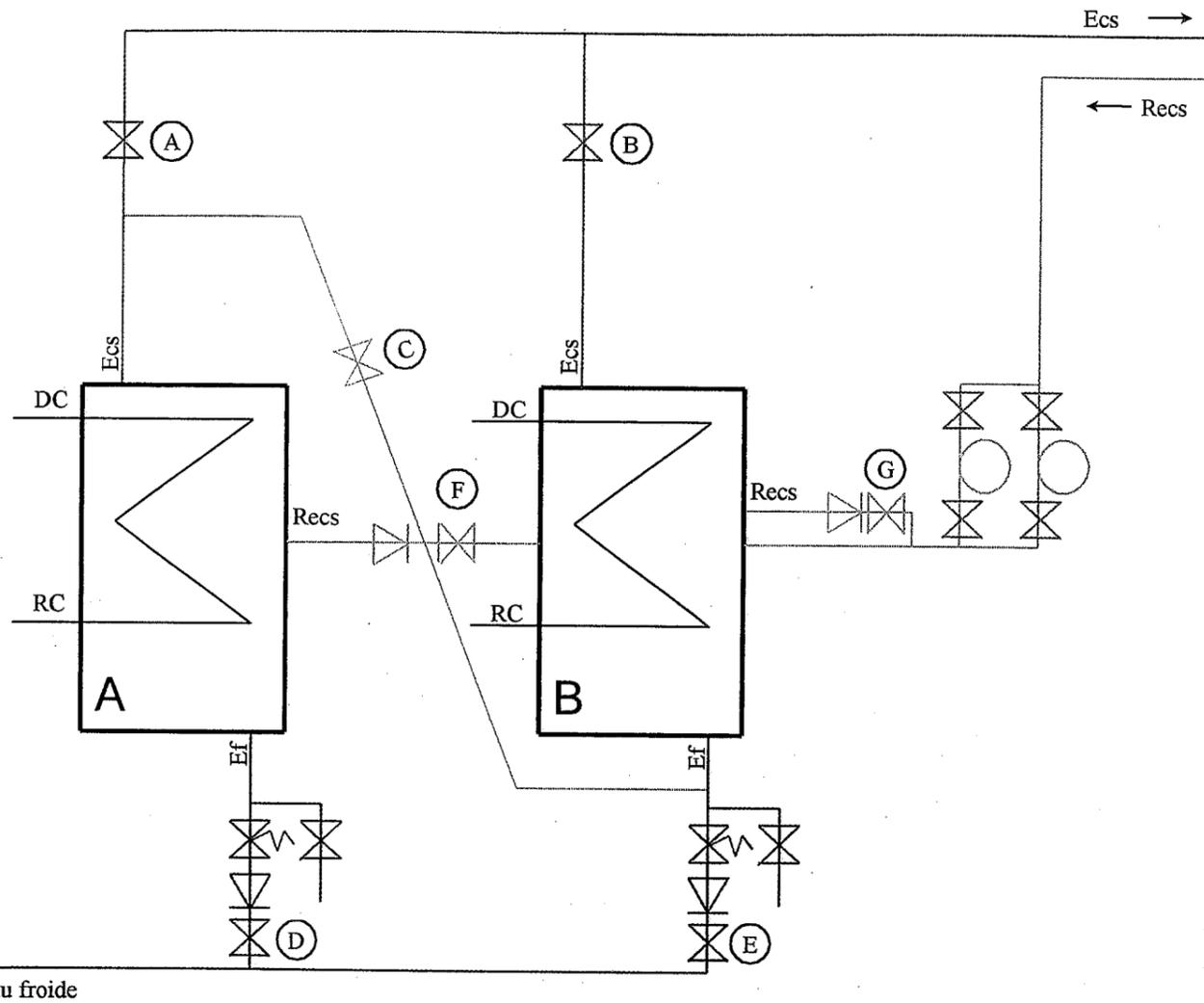
Vous venez de prendre connaissance de votre nouveau chantier, et celui-ci est la rénovation d'un complexe sportif avec possibilité d'hébergement. Les documents techniques référencés DT 1/11 et 2/11 représentent respectivement la sous stations de chauffage et les cuisines. C'est principalement dans ces deux parties du bâtiment que vous allez avoir à intervenir.

SOMMAIRE

DOSSIER CORRIGE COMPOSE DE 13 FEUILLES
REPEREES DC1/13 à DC 13/13

| Groupement académique "Est" | Session 2001 | Sujet | TIRAGES |
|--|----------------------------|----------------------|---------|
| 3.E.P. Equipement Technique et Energie | Code(s) examen(s) : | | |
| 3.E.P. ETE dominante froid et climatisation | | | |
| Épreuve : EP2 – Analyse d'un dossier et rédaction d'un mode opératoire | Durée totale B.E.P. : 4h00 | Coef. B.E. P. : 6 | |
| partie écrite (20 points) | Durée B.E.P. : 4h00 | Page de garde | |

CIRCUITS THERMIQUES : (temps conseillé 1 heure)



Réponse 1.1 :

| Raccordement \ Robinet | O = fermé ; I = ouvert | | | | | | |
|------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G |
| A seul. | I | O | O | I | O | I | O |
| B seul. | O | I | O | O | I | O | I |
| A et B en série. | O | I | I | I | O | I | O |
| A et B en parallèle. | I | I | O | I | I | I | I |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Réponse 1.2 :

Lorsque l'on a une grosse consommation d'eau chaude sanitaire, par conséquent d'importante préparation, il est fortement conseillé de le faire avec plusieurs chauffe eau par accumulation. Ceux ci seront raccordés en série ou en parallèle, ou les deux à la fois.

Raccordement en série de deux préparateurs.

Avantage : lorsque l'on consomme une certaine quantité d'eau, on est certain que celle ci passera dans les deux préparateurs.

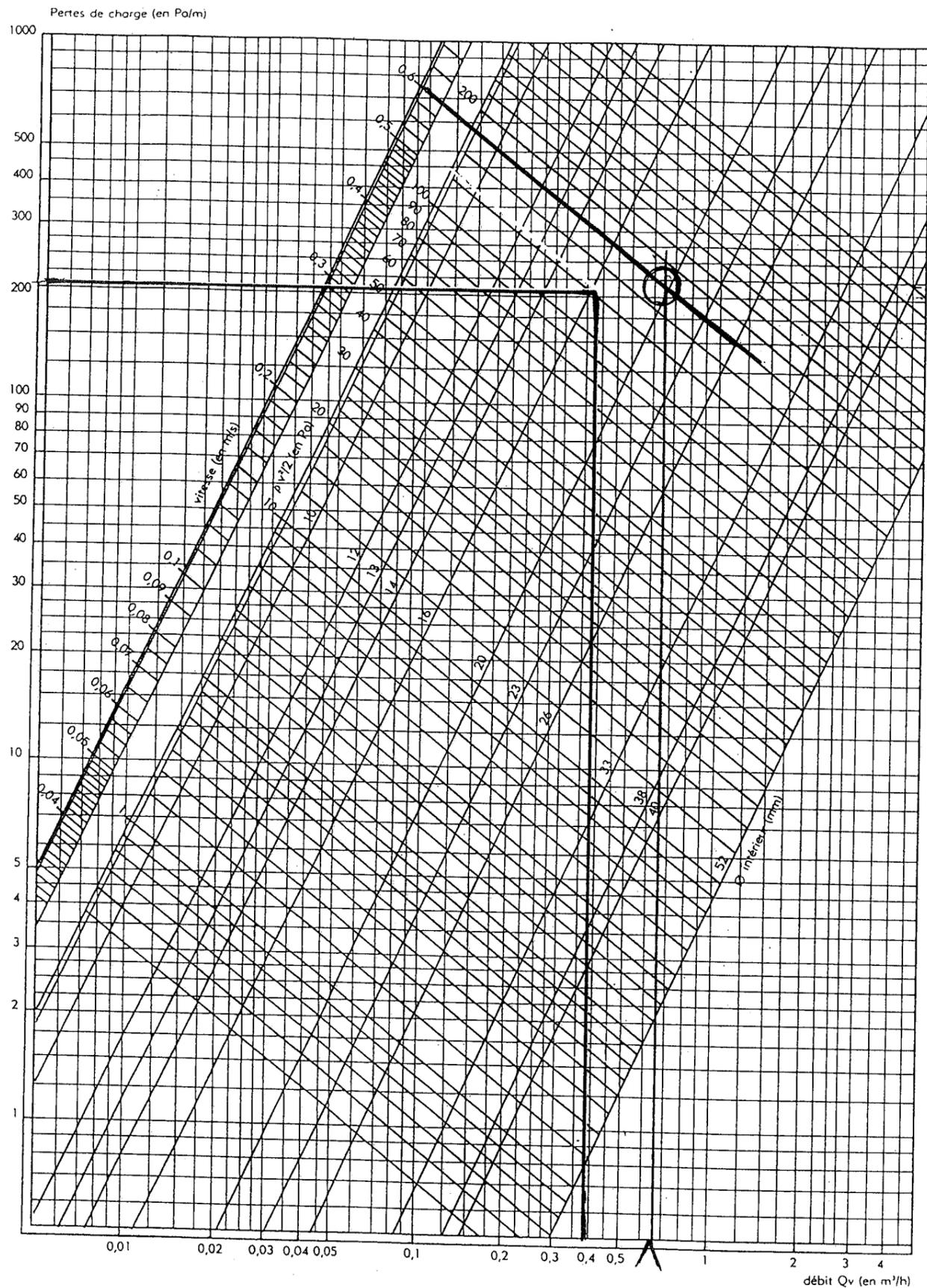
Inconvénient : si un des deux préparateurs vient à être en panne, et que pour la réparation on soit obligé de l'isoler, c'est toute l'installation qui ne fonctionne plus.

Raccordement en parallèle de deux préparateurs.

Avantage : si un des deux préparateurs vient à être en panne, et que pour la réparation on soit obligé de l'isoler, avec un système judicieux de positionnement de robinets d'arrêts, on peut continuer de fonctionner avec le second.

Inconvénient : le raccordement hydraulique demande une étude toute particulière du réseau, du respect des consignes de cette étude et des règles de l'art lors de la mise en œuvre (débits égaux des deux préparateurs)

Conclusion : adopter le raccordement en série et parallèle de plusieurs préparateurs d'eau chaude sanitaire, c'est minimiser les inconvénients et doubler les avantages.



Sur cet abaque on peut évaluer le diamètre connaissant le débit Q_v (en m^3/h) et la vitesse (en m/s).

Ex: $Q_v: 0,378 (m^3/h)$. $V: 0,5 m/s$.

On se trouve dans cet exemple à proximité du diamètre intérieur de 16 mm.

Question N° 2 14 Points

Sur le document technique sous station DT 2/11, le départ des émetteurs est prévu en tube cuivre .

On donne

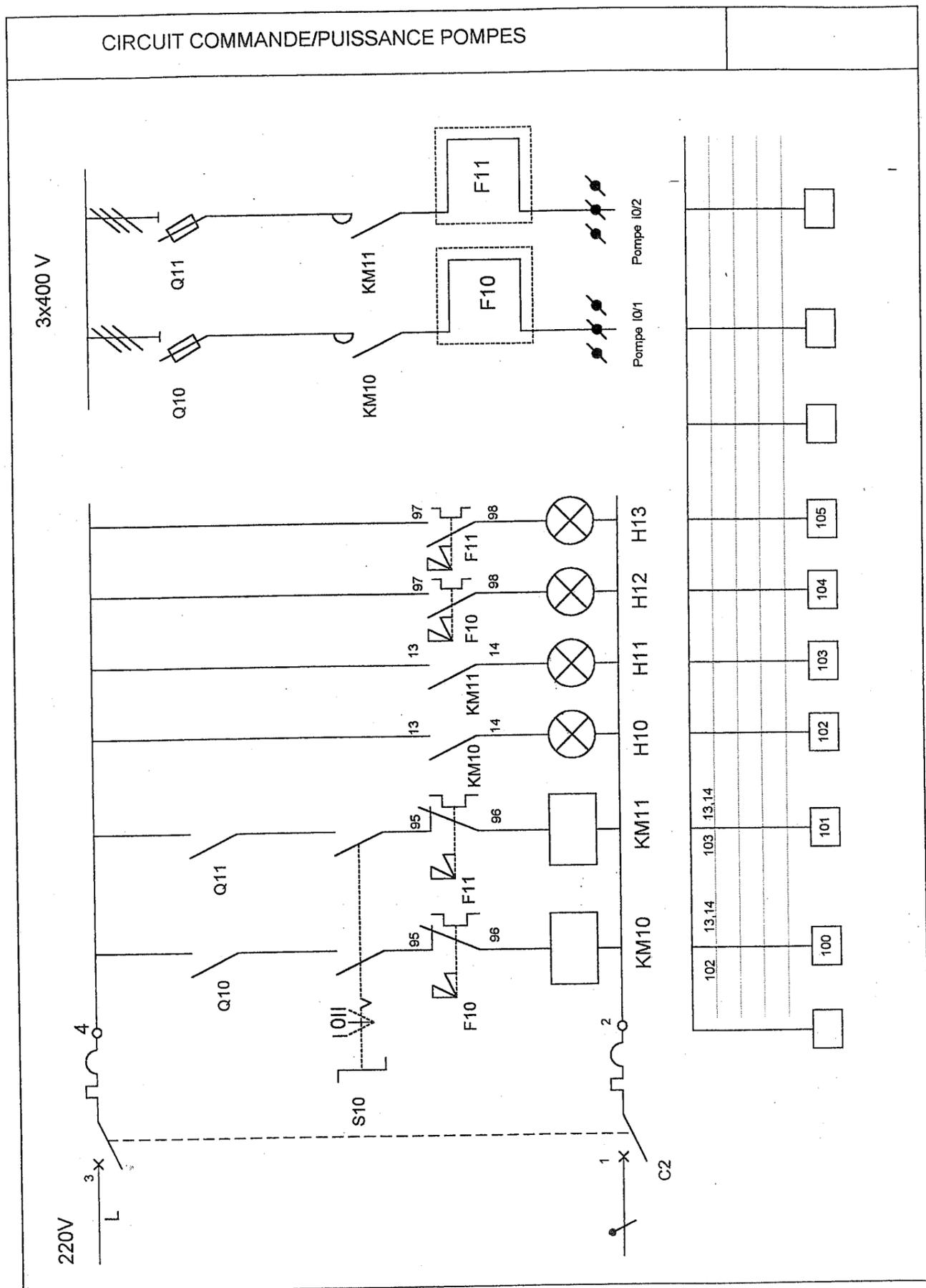
- la puissance demandée pour alimenter ces émetteurs . 15000 W .
- Le tableau de débit (ci dessous) .
- Une vitesse de circulation de 0,6 m/s
- Une différence de température $\delta t = 20^\circ C = (\delta = \Delta)$
- Un abaque de perte de charge par frottement (ci contre) .

On demande

- 2.1. Lire dans le tableau le débit dans les tubes Débits = 0,645 /5
- 2/2. Tracer sur l'abaque le diamètre intérieur de tubes Diamètre = 20 /5
- 2/3. Déterminer le diamètre normalisé du tube Cuivre Diamètre normalisé = 22/1 /4

Débit d'eau dans les tubes de cuivre en fonction de la puissance véhiculée et de la chute de température dans les radiateurs

| Puissance W | Débits (m^3/h) | | | | |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | $\delta t = 10^\circ C$ | $\delta t = 15^\circ C$ | $\delta t = 20^\circ C$ | $\delta t = 30^\circ C$ | $\delta t = 45^\circ C$ |
| 200 | 0,017 | 0,011 | 0,009 | 0,006 | 0,004 |
| 300 | 0,026 | 0,017 | 0,013 | 0,009 | 0,006 |
| 400 | 0,034 | 0,023 | 0,017 | 0,011 | 0,008 |
| 500 | 0,043 | 0,029 | 0,022 | 0,014 | 0,010 |
| 750 | 0,065 | 0,043 | 0,032 | 0,022 | 0,014 |
| 1000 | 0,086 | 0,057 | 0,043 | 0,029 | 0,019 |
| 1250 | 0,108 | 0,072 | 0,054 | 0,036 | 0,024 |
| 1500 | 0,129 | 0,086 | 0,065 | 0,043 | 0,029 |
| 1750 | 0,151 | 0,100 | 0,075 | 0,050 | 0,033 |
| 2000 | 0,172 | 0,115 | 0,086 | 0,057 | 0,038 |
| 2250 | 0,194 | 0,129 | 0,097 | 0,065 | 0,043 |
| 2500 | 0,215 | 0,143 | 0,108 | 0,072 | 0,048 |
| 2750 | 0,237 | 0,158 | 0,118 | 0,079 | 0,053 |
| 3000 | 0,258 | 0,172 | 0,129 | 0,086 | 0,057 |
| 3500 | 0,301 | 0,201 | 0,151 | 0,100 | 0,067 |
| 4000 | 0,344 | 0,229 | 0,172 | 0,115 | 0,076 |
| 4500 | 0,387 | 0,258 | 0,194 | 0,129 | 0,086 |
| 5000 | 0,430 | 0,287 | 0,215 | 0,143 | 0,096 |
| 6000 | 0,516 | 0,344 | 0,258 | 0,172 | 0,115 |
| 7000 | 0,602 | 0,401 | 0,301 | 0,201 | 0,134 |
| 8000 | 0,688 | 0,459 | 0,344 | 0,229 | 0,153 |
| 9000 | 0,774 | 0,516 | 0,387 | 0,258 | 0,172 |
| 10000 | 0,860 | 0,573 | 0,430 | 0,287 | 0,191 |
| 12500 | 1,075 | 0,717 | 0,538 | 0,358 | 0,239 |
| 15000 | 1,290 | 0,860 | 0,645 | 0,430 | 0,287 |
| 17500 | 1,505 | 1,004 | 0,753 | 0,502 | 0,335 |
| 20000 | 1,720 | 1,147 | 0,860 | 0,573 | 0,382 |
| 25000 | 2,151 | 1,434 | 1,075 | 0,717 | 0,478 |
| 30000 | 2,581 | 1,720 | 1,290 | 0,860 | 0,573 |



Le circuit de chauffage (DT 2/11) est équipé de 2 pompes triphasées DCX 50-25 montées en parallèles. Ces deux pompes fonctionnent alternativement à l'aide du commutateur S10.

/6 pts Question 3

Compléter le tableau ci dessous à l'aide des documents constructeurs (DT 3/11) et du schéma électrique (DR 3/13) de commande et de puissance des pompes.

| DESIGNATION | REPERE |
|-------------------|------------|
| Disjoncteur | C2 |
| Sectionneur | Q10, Q11 |
| Relais thermiques | F10, F11 |
| Contacteurs | KM10, KM11 |

/3 pts Question 4

A l'aide du document constructeur des pompes (DT 3/11) donner la valeur de réglage des relais thermiques des pompes en vitesse 3.

0,75A

/4 pts Question 5

En vous aidant du schéma de commande et de puissance (DR 3/13), préciser la nature des indications des voyants H10 et H13

- H10: mise en service pompe N° 1.

- H13: arrêt de la pompe N°2 par déclenchement du relais thermique.

/3pts Question 6

Donner la référence du bloc moteur de rechange des pompes du circuit de chauffage (DT 3/11).

- RL 180-2

/4pts Question 7

En vue de l'échange du bloc moteur de la pompe, citer les 4 équipements nécessaires pour effectuer les opérations de vérification d'absence de tension sur le circuit électrique d'alimentation du moteur.

- Vérificateur d'absence de tension (VAT).

- Une paire de gants d'électricien .

- Une paire de lunette.

- Un tapis isolant .

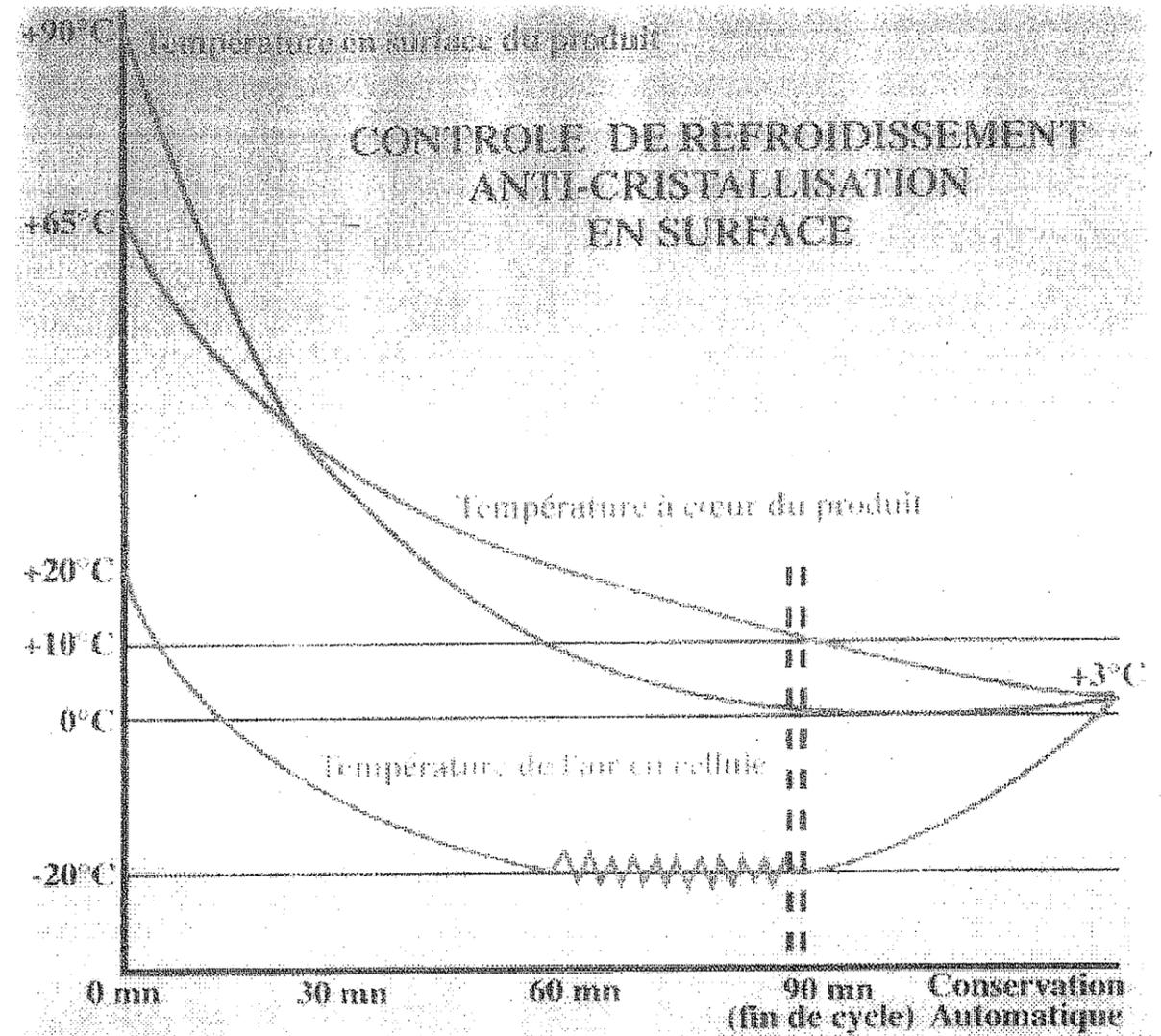
**CELLULE de REFROIDISSEMENT RAPIDE
(temps conseillé 3 H)**

Face aux risques d'intoxication alimentaire, en cuisine traditionnelle, collective et industrielle, la préparation des plats cuisinés à l'avance est régie par la loi et nécessite l'utilisation d'un matériel de refroidissement rapide.

Cette deuxième partie consiste en l'étude d'une installation frigorifique qui répond aux exigences énoncées ci-dessus.

- Cellule de refroidissement rapide modèle : CE2R
- Fluide frigorigène : R404a (FX70).
- Groupe de condensation à air
- Température d'évaporation : $\theta_o = - 25^\circ\text{C}$.
- Température ambiante = + 32°C.
- Température de condensation $\theta_k = + 40^\circ\text{C}$.
- Sous - refroidissement : 8K.
- Surchauffe à l'évaporateur : 10K.
- Surchauffe de la ligne d'aspiration: 5K.

/6pts Question 8



A l'aide du réseau de courbes ci-dessus, compléter le tableau suivant (DT 4/11) :

| | Température en surface du produit | Température à cœur du produit | Température de l'air en cellule |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Début de cycle t = 0 | +90°C | +65°C | +20°C |
| Fin de cycle t = 90 min | 0°C | +10°C | -20°C |

/3pts

Question 9

Quelle est la masse de plat cuisinés qui peut-être refroidie de + 65°C à + 10°C à cœur dans un cycle de 90 min. en refroidissement rapide (DT 4/11).

160 kg

/6pts

Question 10

A l'aide des tableaux (DT 5/11) donner la désignation de l'alarme lorsque le code A 03 est signalé.

Défaut compresseur.

Quelle est l'incidence de ce défaut sur l'installation.

- Arrêt compresseur.
- Arrêt ventilateur.
- Utilisation de la cellule impossible.

/4pts

Question 11

Relever les vérifications à effectuer à la suite de l'apparition de ce défaut pour remettre l'installation en service (DT5/11).

Vérifier la chaîne des sécurités du compresseur.

- disjoncteur magnétothermique du compresseur.
- pressostat BP.
- ipsotherm du compresseur (sécurité sur la température des enroulements moteur)
- pressostat différentiel d'huile.

/5pts

Question 12

Quelle est la puissance frigorifique de la cellule de refroidissement nécessaire pour effectuer un cycle de refroidissement rapide dans les conditions de température : $\theta_0 = -25^\circ\text{C}$; $\theta_k = +40^\circ\text{C}$. (DT 4/11).

8500W

/5pts

Question 13

A l'aide de la puissance frigorifique trouvée précédemment ,des caractéristiques de l'installation (DR 4/13) et du document constructeur (DT 6/11), sélectionner le type du groupe de condensation à air nécessaire au bon fonctionnement de la cellule de refroidissement rapide.

LH104/2N-7.2(Y)

/7pts

Question 14

a) En vue de la préparation à la fixation de ce groupe de condensation sélectionné ci-dessus, donner les cotes d'entre-axe des trous de fixation (DT 7/11)

| Dimensions | Lettre | Cote |
|------------|--------|--------|
| Longueur | F | 1060mm |
| Largeur | E | 870mm |

| | |
|--------------------------------|------|
| Diamètre de perçage du châssis | 18mm |
|--------------------------------|------|

b) Donner le diamètre des canalisations qui seront raccordées à ce compresseur (DT 7/11).

| Désignation | Diamètre en pouce |
|-----------------------|-------------------|
| Conduite d'aspiration | 1 1/8 |
| Conduite liquide | 5/8 |

/4pts

Question 15

Décrire la procédure permettant de supprimer la sécurité de transport pour un compresseur de type II : après montage (DT 8/11).

Après montage, desserrer l'écrou autobloquant 1 jusqu'à ce que la rondelle entaillée 4 puisse être enlevée.

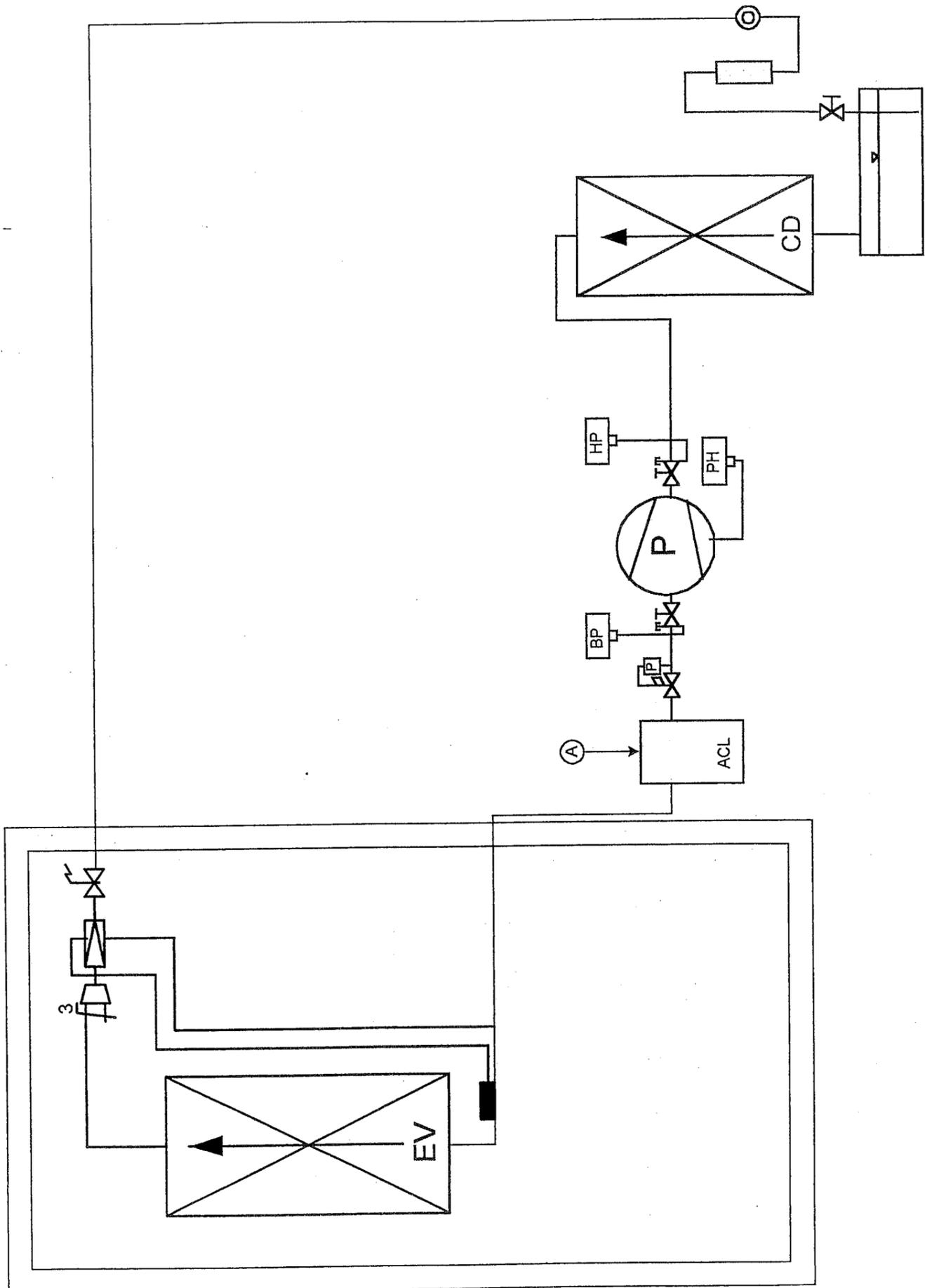
/9pts

Question 16

a) En vous aidant du schéma fluidique de l'installation (DR 6/13) et du document constructeur (DT 10/11) donner le nom et le rôle du régulateur placé sur la ligne d'aspiration.

- Nom: **Régulateur de démarrage.**

- Rôle: **Protège le moteur du compresseur contre les surcharges au démarrage, après un arrêt prolongé ou après une période de dégivrage.**



b) Quel est le mode de fonctionnement de ce régulateur. Compléter le tableau ci-dessous par la proposition qui convient: **s'ouvre** ..., **se ferme** ..., **sans influence** ...

| | |
|-----------------------|--|
| S'ouvre. | à baisse de pression côté sortie régulateur. |
| Se ferme. | à augmentation de pression côté sortie régulateur. |
| Sans influence | à baisse de pression côté entrée régulateur. |
| Sans influence | à augmentation de pression côté entrée régulateur. |

/8pts

Question 17

a) A l'aide des documents constructeur (DT 10/11) et des caractéristiques de l'installation (DR 4/13), sélectionner le type de régulateur que vous devez installer sur le circuit. Quel est son numéro de code.

| | |
|-------------------|-----------------|
| TYPE | KVL 28 |
| N° DE CODE | 034L0046 |

b) Relever dans les documents constructeur le diamètre et le mode de raccordement de ce régulateur.

- 1 1/8.
- A souder.

/6pts

Question 18

Quel est le nom et le rôle de l'élément repère A (DR 6/13) .

Nom: **Bouteille anti-coup de liquide ou bouteille d'aspiration.**

Rôle: **Protège le compresseur contre un éventuel coup de liquide par évaporation du fluide .**

/10pts

Question 19

Sur le diagramme de Mollier (DR 9/13) tracer le cycle thermodynamique de cette installation à partir des conditions de fonctionnement (DR 4/13) . Ne pas tenir compte du régulateur pour effectuer ce tracé.

/9pts

Question 20

Après avoir effectué le tracer compléter le tableau ci-dessous.

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Enthalpie : entrée évaporateur. | 250 kJ/kg |
| Enthalpie : sortie évaporateur. | 368 kJ/kg |
| Enthalpie : entrée condenseur | 412 kJ/kg |
| Enthalpie : sortie condenseur. | 250 kJ/kg |

| | |
|---|------------------------------------|
| Volume massique du fluide à l'entrée compresseur. | $V' = 0,085 \text{ m}^3/\text{kg}$ |
|---|------------------------------------|

| | |
|-------------------------------------|---------|
| Pression de condensation (absolue). | 19 bar |
| Pression d'évaporation (absolue). | 2,7 bar |

/12pts

Question 21 (formulaire DR 13/13)

a) Calculer le taux de compression.

$$\tau = 19 : 2,7 = 7$$

b) Calculer le rendement volumétrique.

$$\eta_v = 1 - 0,05 \times 7 = 0,65$$

c) Calculer l'énergie absorbée à l'évaporateur pour 1 kg de fluide en circulation.

$$\Delta H = 368 - 250 = 118 \text{ kJ/kg}$$

d) Calculer le débit masse de fluide en circulation dans l'installation.

$$Q_m = 8500 : 118\,000 = 0,072 \text{ kg/s}$$

/4pts

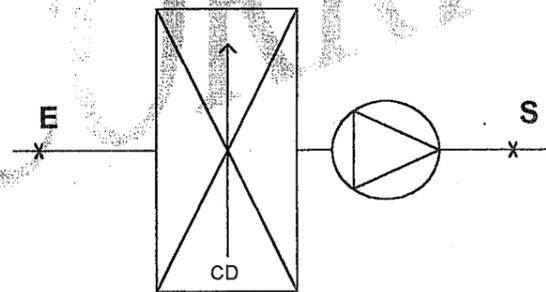
Question 22

A l'aide des documents constructeur (DT 6/11) donner le débit d'air du ventilateur du groupe de condensation sélectionné.

$$Q_v = 7250 \text{ m}^3/\text{h}$$

/8pts

Question 23



$$\theta = 23^\circ\text{C}$$

$$H_r = 60\%$$

$$\theta = 28^\circ\text{C}$$

$$H_r = 45\%$$

A partir des valeurs ci-dessus, placer les points E (entrée condenseur) et S (sortie condenseur) sur le diagramme psychrométrique (DR 10/13).

A l'aide d'une flèche tracer l'évolution de l'air.

/10pts **Question 24 : pour les questions 24 et 25 on attribuera au maximum la moitié des points si la démarche est bonne**

a) Relever le volume massique aux points E et S.

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Volume massique point E | 0,853m ³ /kg as |
| Volume massique point S | 0,867m ³ /kg as |

b) Calculer la masse d'air qui circule sur le condenseur en 1heure.

$$Q_m = 7250 : 0,867 = 8362 \text{ kg}$$

Calculer la différence d'enthalpie entre les points E et S.

$$\Delta H = 55,1 - 50 = 5,1 \text{ kJ/kg as}$$

/6pts

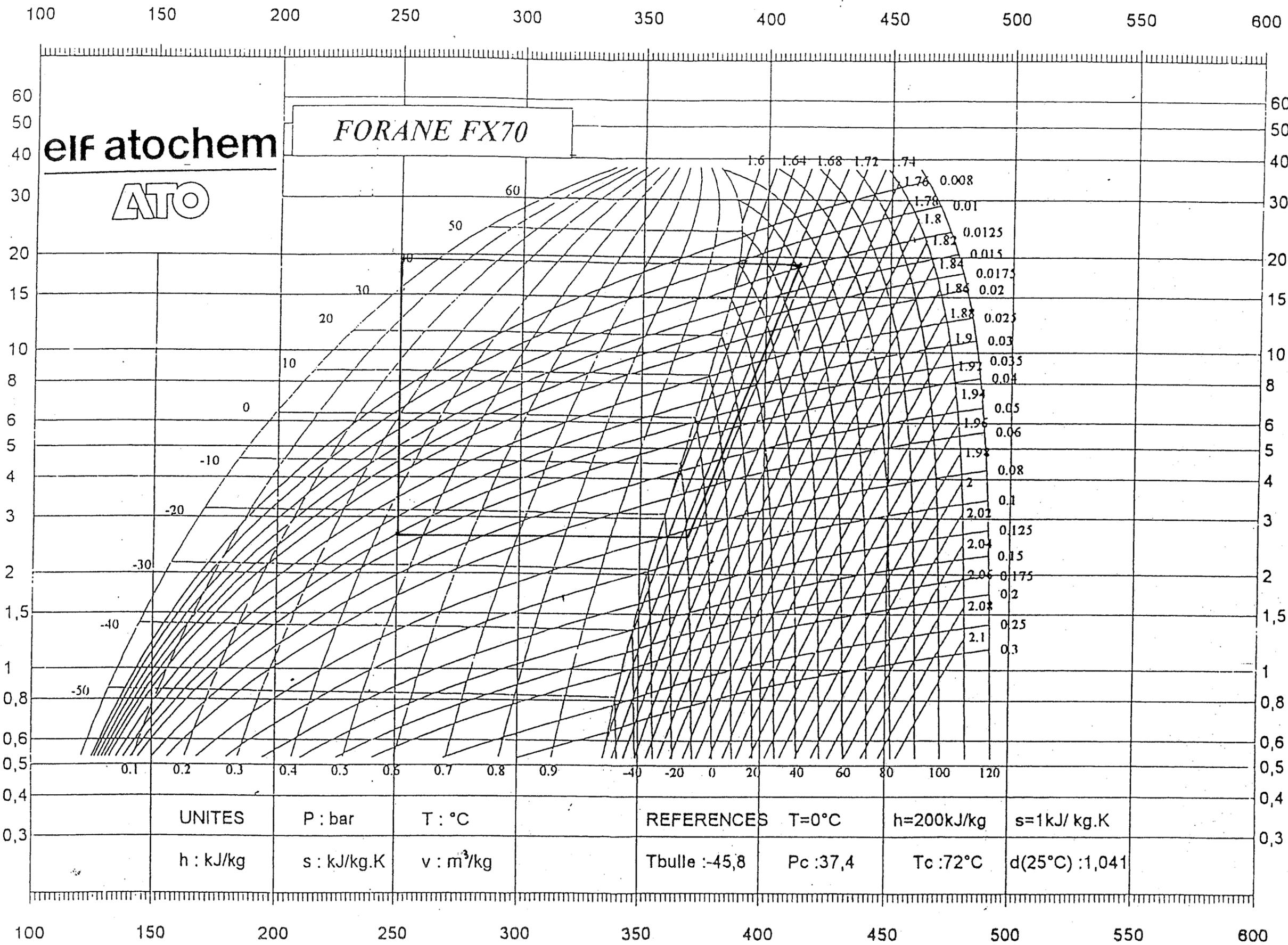
Question 25

a) Calculer l'énergie évacuée par le condenseur en 1heure.

$$W = 5100 \times 8362 = 42\,647 \text{ kJ}$$

b) Calculer la puissance du condenseur.

$$P = 42\,647\,000 : 3600 = 11\,846 \text{ W}$$



elf atochem
ATO

FORANE FX70

| | | | | | | |
|-----------|-------------|------------------------|----------------|-----------|------------|-----------------|
| UNITES | P : bar | T : °C | REFERENCES | T=0°C | h=200kJ/kg | s=1kJ/ kg.K |
| h : kJ/kg | s : kJ/kg.K | v : m ³ /kg | Tbulle : -45,8 | Pc : 37,4 | Tc : 72°C | d(25°C) : 1,041 |

/12pts Question 26 Mode opératoire

Au cours d'un dépannage vous devez changer le régulateur que vous avez sélectionné précédemment, décrire les différentes étapes pour effectuer cet échange.

- Poser le bipasse .
- **Ramener le fluide à la bouteille (fermer la vanne départ liquide).**
- Arrêter l'installation (s'assurer quelle ne puisse pas démarrer).
- Mettre la vanne d'aspiration du compresseur en siège avant .
- Supprimer la canalisation entre la bouteille anti-coup de liquide et la vanne d'aspiration du compresseur .
- Refaire une nouvelle canalisation en tenant compte de la mise en place du régulateur .
- Réaliser les brasures sous protection d'azote (protéger le régulateur avec un chiffon mouillé)
- Effectuer un contrôle d'étanchéité de la partie modifiée.
- Mettre au vide le coté basse pression.
- Procéder à la remise en service.
- Remettre la vanne basse pression du compresseur en siège intermédiaire.
- Mettre l'installation en fonctionnement.
- Effectuer le réglage du régulateur.
- Vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation .

/4pts Question 27

A l'aide du document technique (DT 9/ 11), compléter la ligne de sécurité du compresseur dans le schéma de commande (DR 12/ 13).

/3pts Question 28

Pour quelle raison les deux ventilateurs du condenseur ne sont pas commandés en même temps . Voir schéma de télécommande (DR 12/13).

Les deux ventilateurs ne sont pas commandés en même temps pour pouvoir régler la pression de condensation.

/3pts Question 29

Indiquer le réglage des disjoncteurs moteurs suivants (DT 11/ 11 et DT 6/11) :

F1: 18A ; F2: 1,47A ; F3: 1,47A .

/2 pts Question 30

Donner la valeur de la temporisation du système de contrôle OMS lors d'un défaut de pression d'huile.(DT 9/ 11)

Réponse: 90 secondes

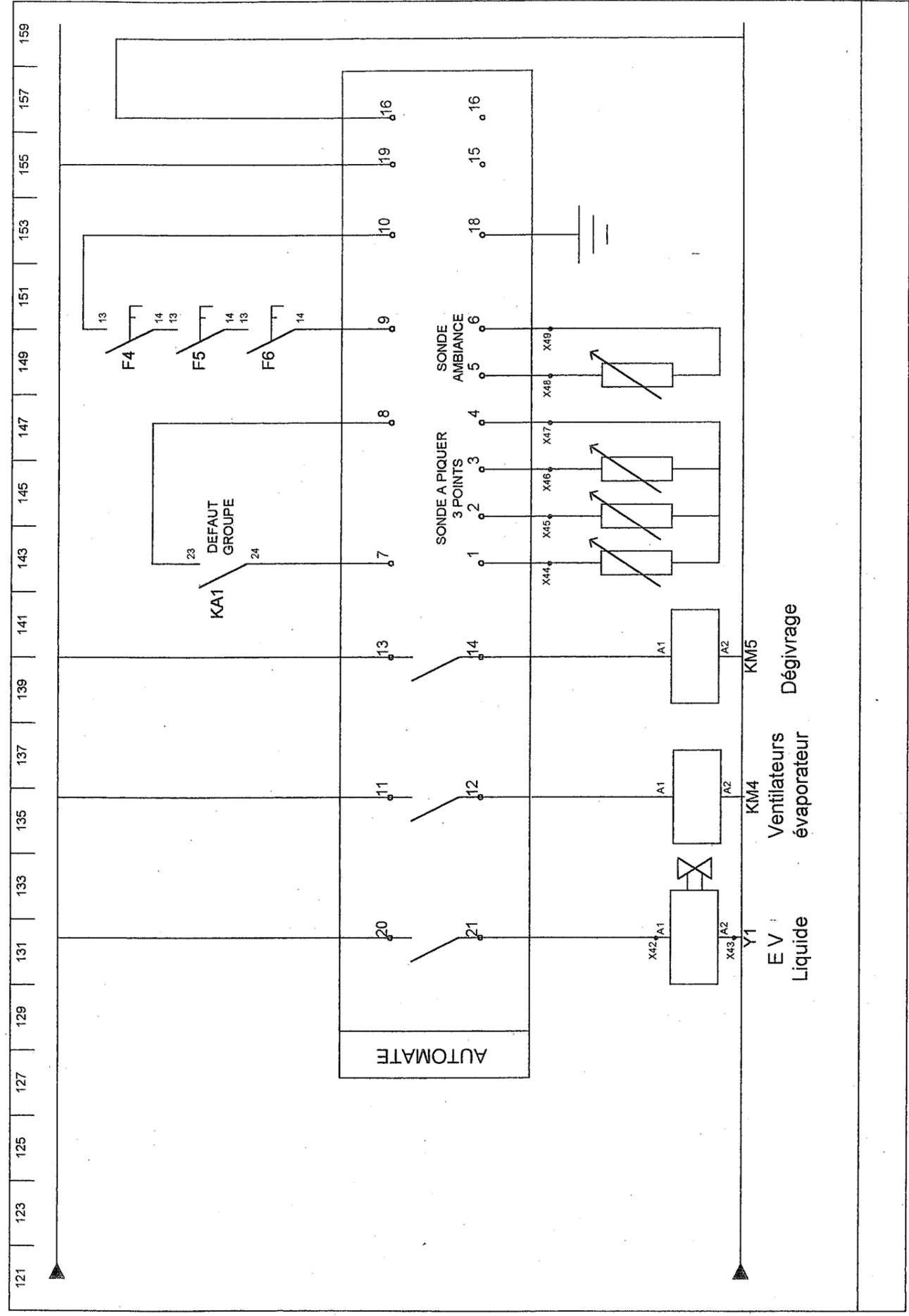
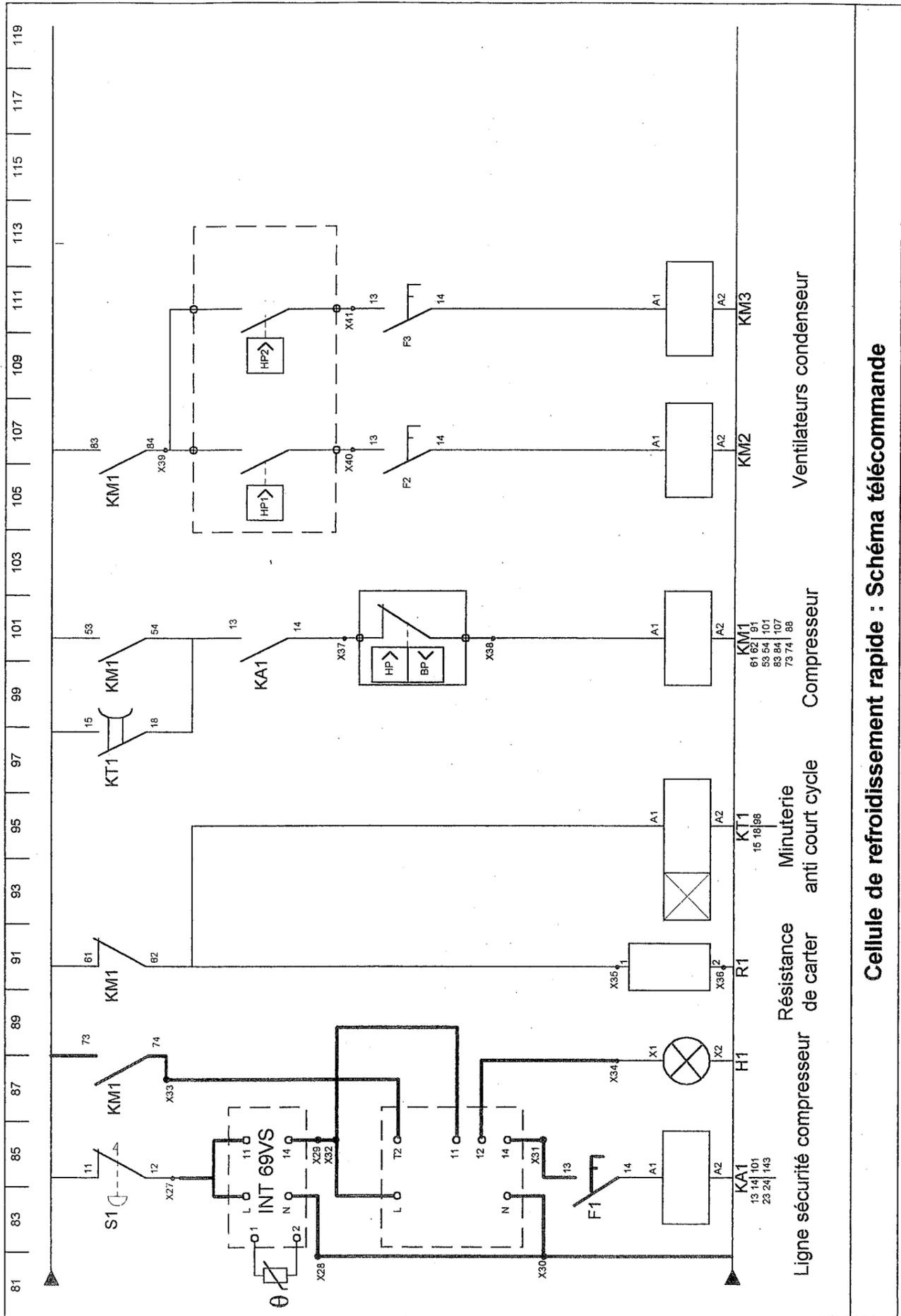
/4pts Question 31

Donner la référence de l'appareil que l'on nomme boîtier KRIWAN sur le schéma de commande (DR 12 /13).

Référence: INT 69 VS

Quelle est sa fonction?

Il assure la protection des enroulements du moteur du compresseur contre les échauffements anormaux.



FORMULAIRE

P_o : Pression d'évaporation

P_k : Pression de condensation

θ_o : Température d'évaporation

θ_k : Température de condensation

\mathcal{C} : Taux de compression

V_b : Volume balayé

η_v : Rendement volumétrique

q_m : Débit massique

q_v : Débit volumique

V' : Volume massique

h : Enthalpie

Φ_o : Puissance frigorifique

Φ_k : Puissance calorifique

H_r : Humidité relative

$\Delta\theta$: Ecart de température

$\mathcal{C} = P_k : P_o$

$\eta_v = 1 - (0,05 \times \mathcal{C})$

$$q_m = \frac{V_b \times \eta_v}{V'}$$

$\Phi_o = q_m \times \Delta h_o$

Récapitulatif des notes

| | | |
|-------------------|-------------|------------------|
| Page 1/13 | Question 1 | / 16 pts |
| Page 2/13 | Question 2 | / 14 pts |
| Page 3/13 | Question 3 | / 6 pts |
| | Question 4 | / 3 pts |
| | Question 5 | / 4 pts |
| | Question 6 | / 3 pts |
| | Question 7 | / 4 pts |
| SOUS TOTAL | | / 50 pts |
| Page 4/13 | Question 8 | / 6 pts |
| Page 5/13 | Question 9 | / 3 pts |
| | Question 10 | / 6 pts |
| | Question 11 | / 4 pts |
| | Question 12 | / 5 pts |
| | Question 13 | / 5 pts |
| | Question 14 | / 7 pts |
| | Question 15 | / 4 pts |
| | Question 16 | / 9 pts |
| SOUS TOTAL | | / 49 pts |
| Page 6/13 | Question 17 | / 8 pts |
| Page 7/13 | Question 18 | / 6 pts |
| | Question 19 | / 10 pts |
| | Question 20 | / 9 pts |
| | Question 21 | / 12 pts |
| SOUS TOTAL | | / 45 pts |
| Page 8/13 | Question 22 | / 4 pts |
| | Question 23 | / 8 pts |
| | Question 24 | / 10 pts |
| | Question 25 | / 6 pts |
| SOUS TOTAL | | / 28 pts |
| Page 11/13 | Question 26 | / 12 pts |
| | Question 27 | / 4 pts |
| | Question 28 | / 3 pts |
| | Question 29 | / 3 pts |
| | Question 30 | / 2 pts |
| | Question 31 | / 4 pts |
| SOUS TOTAL | | / 28 pts |
| TOTAL | | / 200 pts |