

**U.21 : Analyse scientifique et technique  
d'une installation**

**Baccalauréat Professionnel**  
**TECHNICIEN DE MAINTENANCE**  
**DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES**  
**ET CLIMATIQUES**  
Session 2015

**CORRIGÉ**

« Étude d'une exploitation thermique de bureaux »

Les situations professionnelles		Temps conseillé	Pages
S1	<input type="checkbox"/> Production d'eau glacée	45 min	2/7 3/7
S2	<input type="checkbox"/> Hydraulique	40 min	4/7
S3	<input type="checkbox"/> Régulation climatique	35 min	5/7
S4	<input type="checkbox"/> Climatisation	40 min	6/7
S5	<input type="checkbox"/> Chauffage	35 min	7/7
S6	<input type="checkbox"/> Isolation thermique	45 min	7/7

Sous-épreuve E.21 - Unité U.21

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	CODE	SESSION 2015	CORRIGÉ
ÉPREUVE U21	Sujet 15AD32	DURÉE 4h	COEFFICIENT 3
			PAGE 1/7

## DR1 / Production d'eau glacée

1) À l'aide du DT4 p. 4/13 qui détaille le groupe de production d'eau glacée, compléter le tableau du document réponse N°1 en indiquant le nom et la fonction de chaque élément représenté.

Repère	Désignation	Fonction
1	Conduite d'égalisation externe	Prise en compte de la perte de charge de l'échangeur par le détendeur.
2	Échangeur chaud	Restitution des calories par l'eau.
3	Bouteille liquide	Réserve de liquide et expansion des fluctuations du détendeur.
4	Vanne de départ	Stockage du fluide frigorigène dans la bouteille liquide.
5	Flowswitch (contrôleur de débit d'eau)	Contrôle la circulation de l'eau dans l'échangeur froid.
6	Ballon tampon	Stockage de l'eau glacée pour éviter les court-cycles.
7	Thermostat de régulation d'eau glacée	Commande la production de froid.
8	Thermostat de sécurité antigel	Protège l'échangeur du gel.
9	Pressostat de régulation et sécurité basse pression.	Coupure si pression trop basse, notamment en cas de température d'évaporation trop faible.
10	Compresseur	Comprime les vapeurs de fluide frigorigène et les véhicule.
11	Pressostat de sécurité haute pression	Coupure en cas de pression trop forte.

2) Énumérer les appareillages et dispositifs de prévention du gel de l'échangeur identifiés sur le schéma de principe du GEG sur le DT4 p. 4/13.

Repère	Appareil	Action
8	Thermostat de sécurité antigel	Coupe la production de froid si la température d'eau atteint un seuil critique.
5	Flowswitch ou contrôleur de débit d'eau	Coupe la production de froid si l'eau ne circule plus dans l'échangeur.
9	Pressostat BP	Coupe la production de froid si la pression d'évaporation est trop basse, et ainsi la température d'évaporation.

## DR1 / Production d'eau glacée

3) En utilisant les données du DT4 p. 4/13, tracer sur le diagramme enthalpique suivant le cycle frigorifique de ce groupe de production d'eau glacée, puis compléter le tableau des relevés.

Tableau des relevés du tracé du cycle thermodynamique sur le diagramme enthalpique.

Points	Isobare Pression Bar abs	Isotherme Température °C	Isotitre de vapeur x %	Isenthalpe h kJ/kg	Isochore v m <sup>3</sup> /kg
1 Aspiration compresseur	2,8	16	1	412	0,080
2 Refoulement compresseur	18	84	1	455	0,0125
3 Sortie condenseur	18	63	0	284	
4 Entrée évaporateur	2,8	-1	0,43	284	
5 Bulbe du détendeur	2,8	6	1	403	

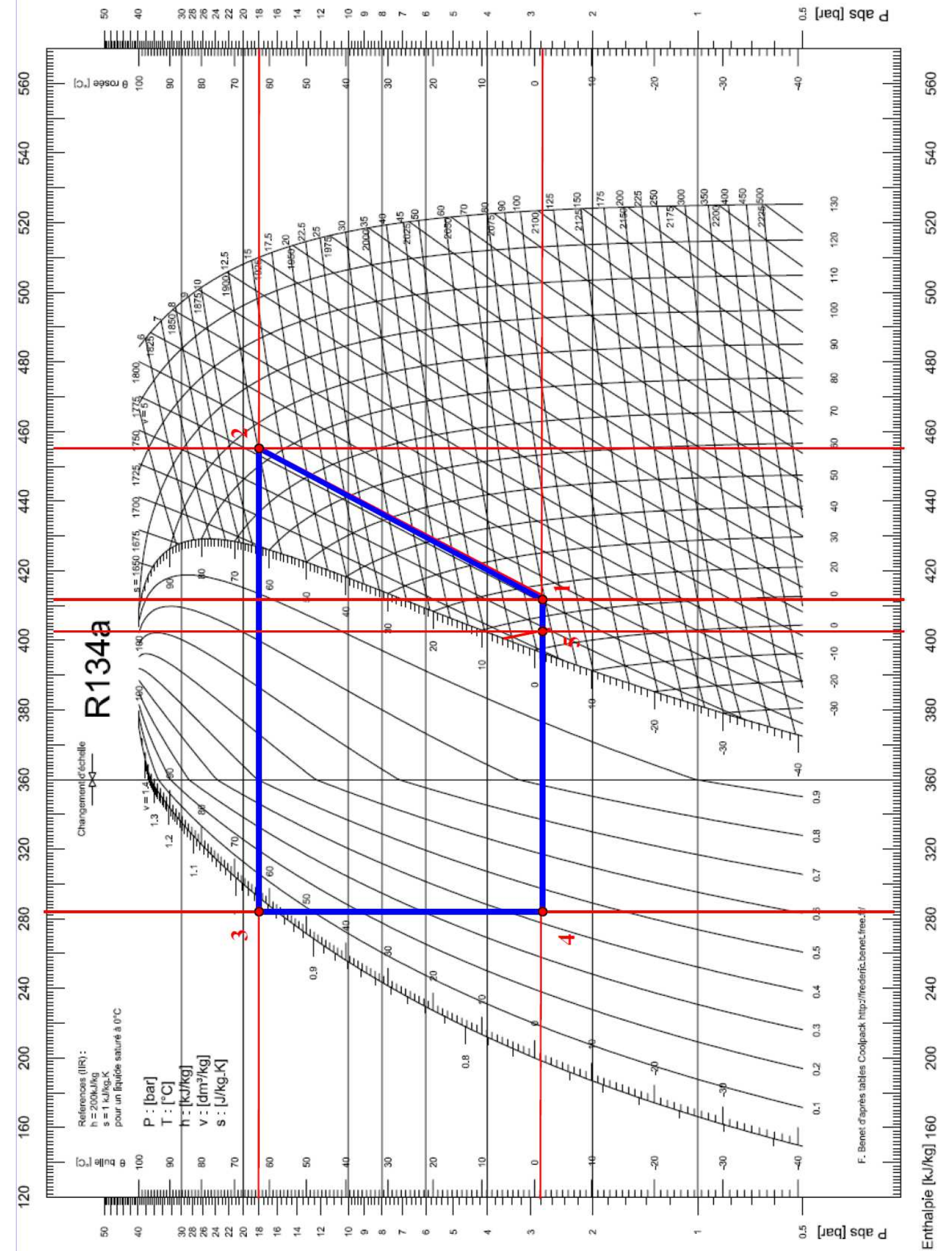
Débit masse du compresseur = 1,05 kg/s

Delta h compresseur : 455 – 412 = 43 kJ / kg

Soit débit masse =: Puissance kW / différence d'enthalpie

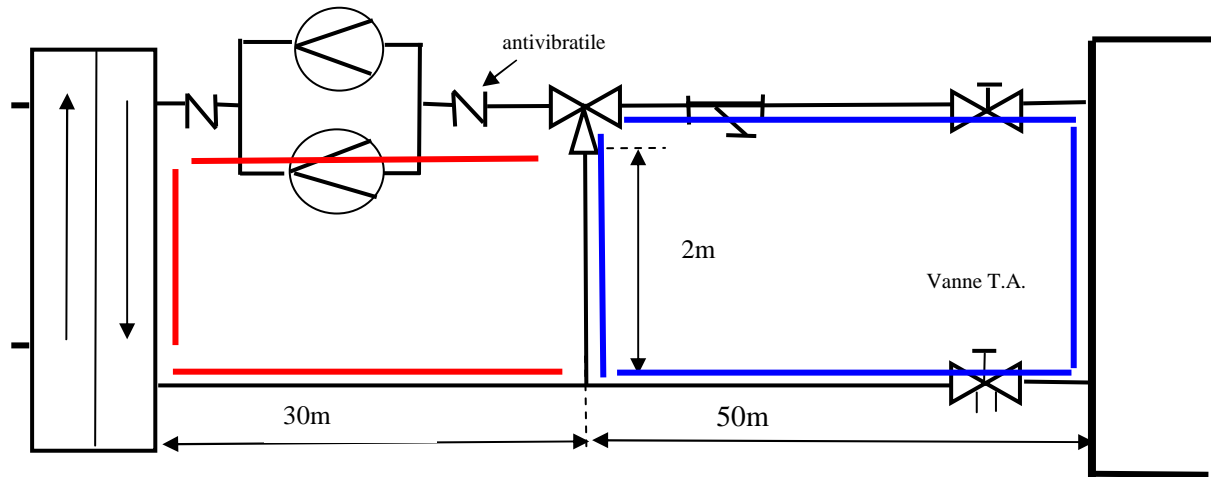
$$= 45 / 43$$

$$= 0,97 \text{ kg/s}$$



## DR2 / Hydraulique

- 1) Surligner en bleu la partie du tronçon « à débit variable » piloté par la vanne trois voies, et en rouge la partie du tronçon à débit constant.



- 2) Déterminer les pertes de charge linéaires du circuit à débit variable : J en mce

$$J = j \times L$$

Avec :

$$j = 0.033 \text{ mce/m}$$

$$L = 45 \text{ m}$$

$$J = 0.033 \times 45 = 1,485 \text{ mce}$$

- 3) Déterminer les pertes de charge singulières de ce circuit en considérant qu'elles sont égales à 20 % des pertes de charge linéaires

$$J_s = J \times 20\%$$

Avec :

$$J = 1,485 \text{ mce}$$

$$J_s = 1,485 \times 0,2 = 0,297 \text{ mce}$$

- 4) Déterminer les pertes de charge totales.

$$J_{\text{total}} = J + J_s + j_{\text{filtre}} + j_{\text{vanne TA}} + j_{\text{bouteille}}$$

$$J_{\text{total}} = 1,485 + 0,297 + 0,06 + 0,04 + 0,1$$

$$J_{\text{total}} = 1,982 \text{ mce}$$

$$\text{Soit } J_{\text{total}} = 19,82 \text{ kpa}$$

- 5) Choisir la vanne trois voies pour ce circuit.

KVS 38 DN 50

- 6) Vérifier l'autorité de la V3V ainsi obtenue et commenter ce résultat.

$$a = \Delta P_{V3V} / (\Delta P_c \text{ débit variable} + \Delta P_{V3V})$$

$$a = 20 / (19,82 + 20)$$

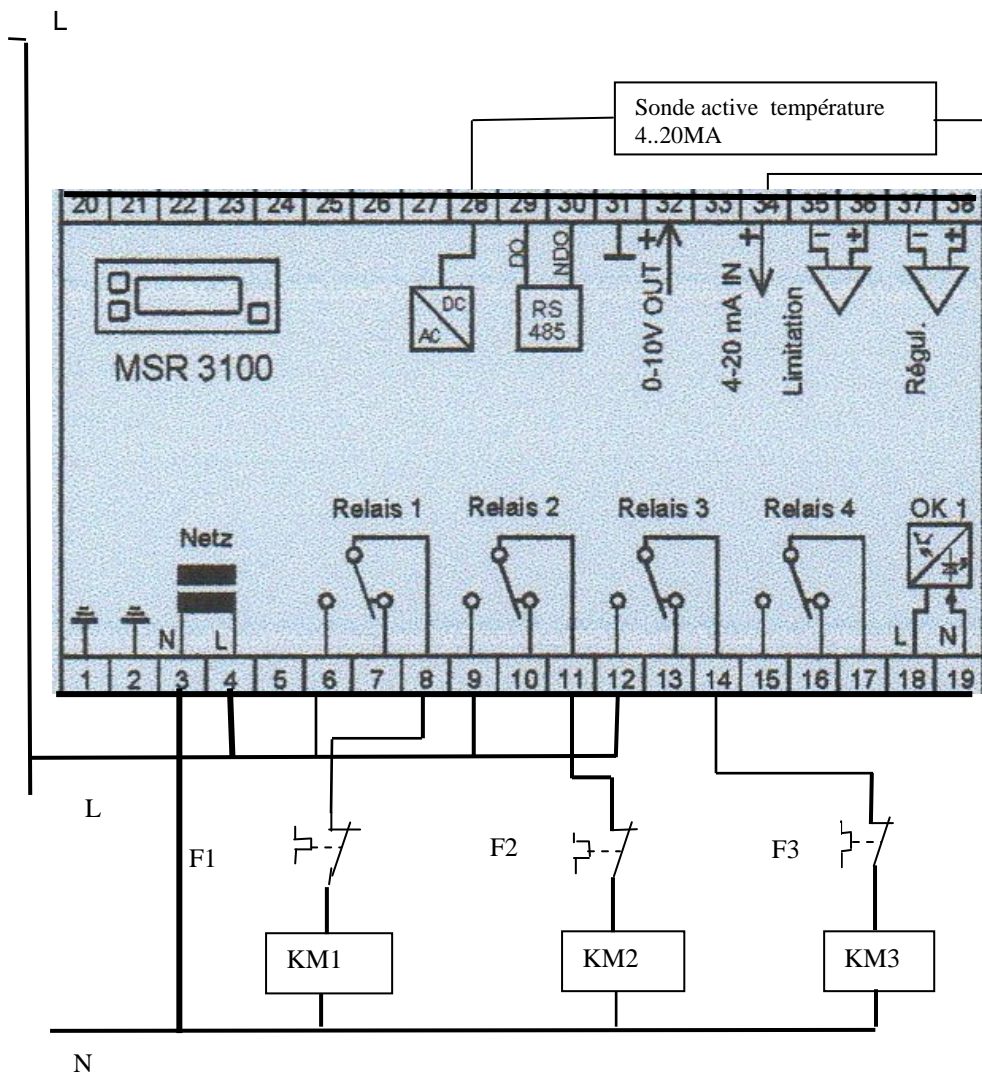
$$a = 0,5$$

L'autorité de la V3V est bonne.

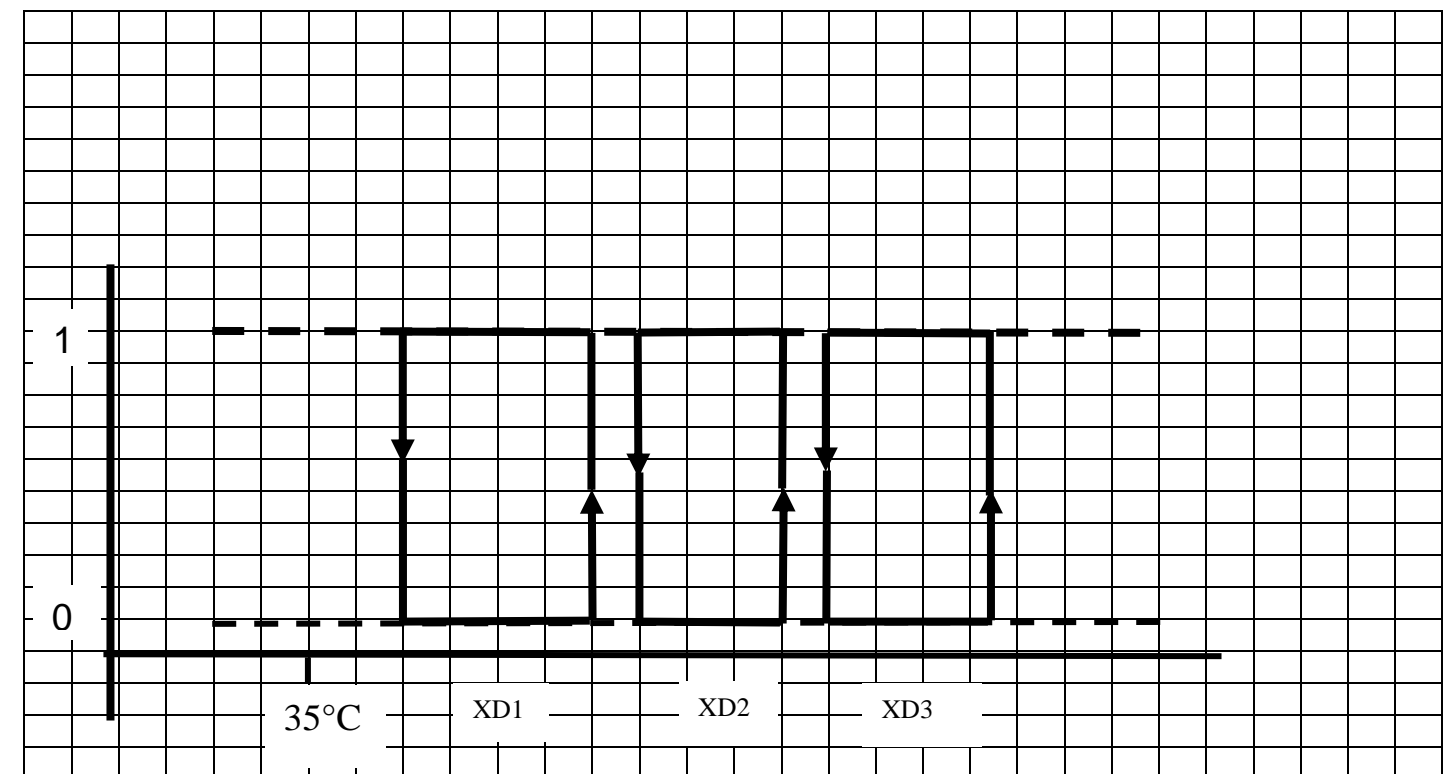
## DR3 / Régulation

- 1) En vous aidant du DT6 p. 6/13, sur laquelle est représentée la commande de 4 compresseurs en cascade, adapter et compléter le schéma de commande et de puissance des ventilateurs de l'aéroréfrigérant.

### Platine des ventilateurs à adapter



- 2) Tracer le diagramme séquentiel de fonctionnement des trois ventilateurs en fonction de la température de retour d'eau.



Nota : les étages pouvant être représentés « en escalier » .

## DR4 / Climatisation

- 1) Tracer l'évolution de l'air à travers cette CTA en situant les points suivants sur le diagramme de l'air humide, vous indiquerez le sens de l'évolution :

Sur diagramme de l'air humide :

Situation des points : AN ; B ; S

Évolution avec indication du sens

- 2) Puissance de la batterie chaude :

$$P = qm \times (h_s - h_b)$$

$$\text{Avec : } qm = (1/v) \times qv \quad v_{an} = 0,756 \text{ m}^3/\text{kg} \quad qv_{an} = 7340 / 3600 = 2,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Soit : } qm = (1 / 0,756) \times 2,04 = 2,7 \text{ kg/s}$$

$$\text{Avec : } h_s = 29,2 \text{ kJ/kg} \text{ et } h_b = 4,7 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Nous avons : } P = 2,7 \times (29,2 - 4,7) = 66,15 \text{ kW} \quad \text{soit } 66 \text{ kW}$$

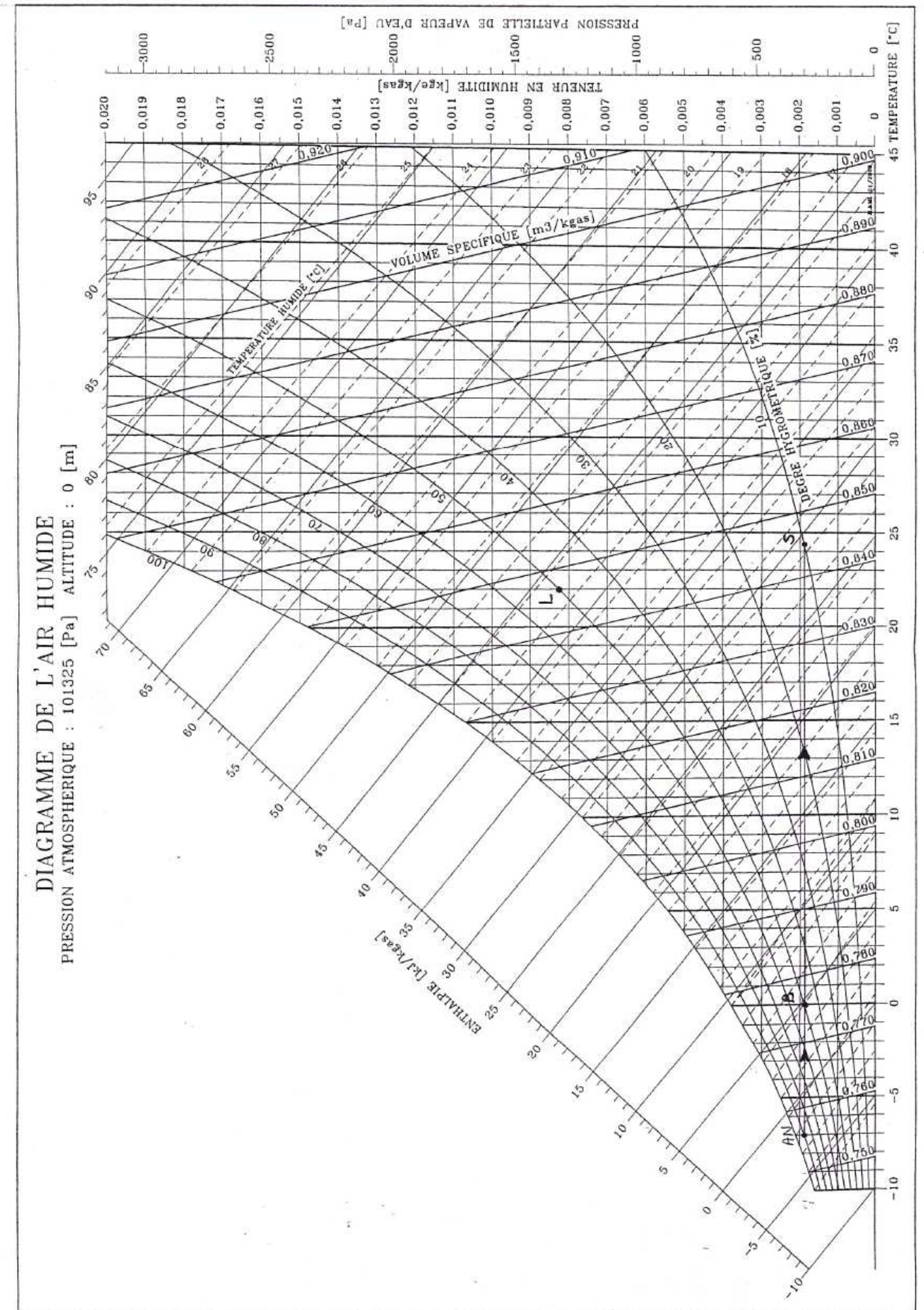
Vérifier l'adéquation avec la puissance retenue par le concepteur et justifier la différence de puissance éventuelle :

La puissance de la batterie chaude retenue par le concepteur est de 77 kW, cette différence correspond à une surpuissance de 15 % environ, afin de pallier aux conditions climatiques plus extrêmes, ou pour effectuer les remises en régime.

- 3) Situer sur le diagramme de l'air humide le point correspondant aux conditions du local : L

Justifier l'écart des conditions climatiques entre le soufflage (S) et le local (L) :

L'écart des conditions climatiques entre les points S et L correspond aux charges climatiques du local, charges en sensibles et charges en latents. Ces charges sont dues aux déperditions du local et aux apports (occupants, éclairage, appareils électriques ... ).



## DR5 / Chauffage

- 1) Rechercher le modèle des chaudières installées dans la chaufferie.  
Puissance génération : 170 kW assurée par deux chaudières de puissance identique.  
Puissance d'une chaudière :  $170 / 2 = 85 \text{ kW}$   
Modèle des chaudières : E 87 ( puissance : 86 kW )
- 2) Justifier l'irrigation en permanence des chaudières et indiquer quel appareil permet de la contrôler.  
L'irrigation en permanence des chaudières permet d'éviter une montée brutale de la température à l'arrêt de celles-ci (inertie).  
Un contrôleur de débit permet de vérifier cette irrigation.
- 3) Donner le débit nominal d'irrigation d'une chaudière.  
Le débit d'irrigation d'une chaudière E 87 est de  $3,75 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- 4) Déterminer la section des ventilations haute et basse nécessaires pour cette chaufferie.  
Chaufferie en rez-de-chaussée, surface chaufferie :  $21 \text{ m}^2$   
Section ventilation basse = puissance en th/h / 20  
Avec puissance = 74 th/h pour une chaudière  
Section ventilation basse =  $( 74 \times 2 ) / 20 = 7,4 \text{ dm}^2$   
Section minimale des ventilations =  $2,5 \text{ dm}^2$   
Donc section ventilation basse =  $7,4 \text{ dm}^2$   
  
Section ventilation haute = Surface chaufferie en  $\text{m}^2 / 10$   
Section ventilation haute =  $21 / 10 = 2,1 \text{ dm}^2$   
Section minimale des ventilations =  $2,5 \text{ dm}^2$   
Donc section ventilation basse =  $2,5 \text{ dm}^2$

## DR6 / Isolation thermique

- 1) Citer les avantages à isoler le bouclage ECS.
  - L'isolation du bouclage ECS permet de limiter les pertes de chaleur (déperditions)
  - Réaliser des économies d'énergie.
  - Etc ...
- 2) Identifier la valeur du coefficient de conductivité thermique de l'isolant Weber.therm XM Ultra 22 pour une épaisseur de 11 cm. Déduire sa résistance thermique.  
Conductivité thermique de l'isolant Weber.therm XM Ultra 22 pour une épaisseur de 11 cm :  $\lambda = 0,022 \text{ W} / (\text{m.K})$   
Résistance thermique :  $R = 5 (\text{m}^2.\text{K}) / \text{W}$
- 3) Calculer les épaisseurs de laine de verre et de polystyrène XPS à mettre en œuvre pour obtenir la même résistance thermique.  
Laine de verre :  $R = e_p / \lambda$   
 $e_p = R \times \lambda$        $e_p = 5 \times 0,035 = 0,175 \text{ m}$   
Soit épaisseur de laine de verre = 17,5 cm  
Polystyrène XPS :  $R = e_p / \lambda$   
 $e_p = R \times \lambda$        $e_p = 5 \times 0,029 = 0,145 \text{ m}$   
Soit épaisseur de polystyrène XPS = 14,5 cm
- 4) Justifier thermiquement l'emploi de l'isolant Weber.therm XM Ultra 22.  
L'utilisation de l'isolant Weber.therm XM Ultra 22 se justifie par sa performance thermique, pour une résistance de  $5 (\text{m}^2.\text{K}) / \text{W}$ , 11 cm suffisent alors que pour les mêmes performances il faut 14,5 cm de polystyrène XPS ou 17,5 cm de laine de verre.