

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

**Baccalauréat Professionnel**

**TECHNICIEN DE MAINTENANCE  
DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES  
ET CLIMATIQUES**

Session 2018

**DOSSIER SUJET-RÉPONSE**

« Maintenances et dépannages d'une installation  
équipant une usine de produits médicaux »

Les situations professionnelles		Temps conseillé	Pages
S1	<input type="checkbox"/> Découverte de l'installation Analyse technologique	45 mn	2
S2	<input type="checkbox"/> Production de chauffage	30 mn	3
S3	<input type="checkbox"/> Hydraulique	30 mn	4
S4	<input type="checkbox"/> Production de froid	45 mn	5
S5	<input type="checkbox"/> Traitement de l'air	40 mn	7
S6	<input type="checkbox"/> Régulation - Électricité	30 mn	9
S7	<input type="checkbox"/> Énergies renouvelables	20 mn	11

Sous-épreuve E.21 - Unité U.21

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES		CODE : 1806-TMS T	SESSION 2018	DOSSIER SUJET- RÉPONSE
ÉPREUVE U21	Sujet 17PTSLRL2	DURÉE 4h00	COEFFICIENT 3	PAGE DSR 1/11

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE :

Suite à un appel d'offre, votre entreprise vient d'obtenir le contrat de maintenance et de dépannage des installations énergétiques d'une usine de production de produits stériles destinés au milieu médical.

L'installation est composée d'une chaufferie qui alimente en chauffage le bâtiment principal (composé de bureaux et de locaux techniques), et la batterie chaude de la CTA. (SG2)

Cette chaufferie est équipée de deux chaudières gaz à condensation DE DIETRICH C230-130

L'atelier principal est constitué d'une salle blanche climatisée à partir d'une centrale de traitement d'air dont l'eau alimentant la batterie froide est produite à partir d'un groupe de production d'eau glacée CIAT. (SG1)

L'eau chaude sanitaire est produite à partir de ballons électriques, et ne fait pas partie de l'étude.

Découvrant l'installation, vous allez devoir la prendre en main, faire un bilan et contrôler son bon fonctionnement.

Pour cela, votre travail portera plus particulièrement sur les domaines suivants :

1 - **Analyse globale de l'installation** : étude technologique des éléments la constituant.

2 - **Production thermique** : analyse de combustion, étude de la consommation.

3 - **Hydraulique** : contrôle du fonctionnement des vannes trois voies.

4 - **Production de froid** : contrôle du fonctionnement du groupe d'eau glacée. Dépannage.

5 - **Traitement de l'air** : contrôle de fonctionnement de l'humidificateur

6 - **Régulation – électricité** : contrôle du câblage – choix d'un élément à remplacer

7 - **Energies renouvelables** : propositions d'évolution de l'installation

**S1 Analyse globale de l'installation** : étude technologique des éléments la constituant.

**Contexte** : Vous découvrez l'installation. Afin d'en assurer efficacement la maintenance vous devez dans un premier temps faire une analyse technologique.

### **Vous disposez : (conditions ressources)**

- Du schéma de principe SG1 de la CTA équipant la salle blanche : page DT1

### **Vous devez : (travail demandé)**

- 1) La CTA permet de traiter l'air pour une salle blanche. Quelle est la particularité d'une « salle blanche » ?
- 2) Faire le bilan (somme des débits) des débits d'air soufflés et des débits d'air repris pour la salle blanche. Que constate-t-on ?
- 3) Donner l'intérêt d'une telle différence.
- 4) Donner le nom et la fonction des éléments repérés en complétant le tableau.

### **Critères d'évaluation**

- 1) Le terme est correctement défini.
- 2) Les bilans sont justes. La constatation est bonne.
- 3) L'intérêt de l'écart est bien expliqué.
- 4) Les noms et fonctions sont bons. Le vocabulaire utilisé est correct.

### **1) Quelle est la particularité d'une « salle blanche » ?**

.....  
.....

### **2) Bilan des débits d'air soufflés et des débits d'air repris pour la salle blanche :**

Débits d'air soufflés : .....

.....

Débits d'air repris : .....

.....

Constatation : .....

.....

3) Donner l'intérêt d'une telle différence :

.....

.....

4) Donner le nom et la fonction des éléments repérés en complétant le tableau :

Repère	Nom	Fonction
2		
7		
16		
20		
22		
26		
F7		

**S2** Production thermique : analyse de combustion, étude de la consommation.

**Contexte :** Lors de votre visite d'entretien périodique, vous devez faire un contrôle de la combustion et de la consommation de l'une des deux chaudières.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

- Du schéma de principe SG1 de la CTA équipant la salle blanche : page DT1
  - Du schéma de principe SG2 de la chaufferie : page DT2
  - D'un extrait de la documentation de la chaudière page DT3
  - Du ticket de relevés de combustion page DT4
  - De l'attestation d'entretien précédente page DT5
  - De la formule de conversion de ppm à mg/kWh :
- $$\text{NOx (mg/kWh)} = \left( \frac{21}{21 - \%O_2} \right) \times 1,864 \times \text{NOx (ppm)}$$
- Des relevés de consommations : 0,148 m<sup>3</sup> de gaz en 36 secondes dans les conditions corrigées de température et de pression.
  - Conversion de ppm à % : 1 ppm = 0,0001 %

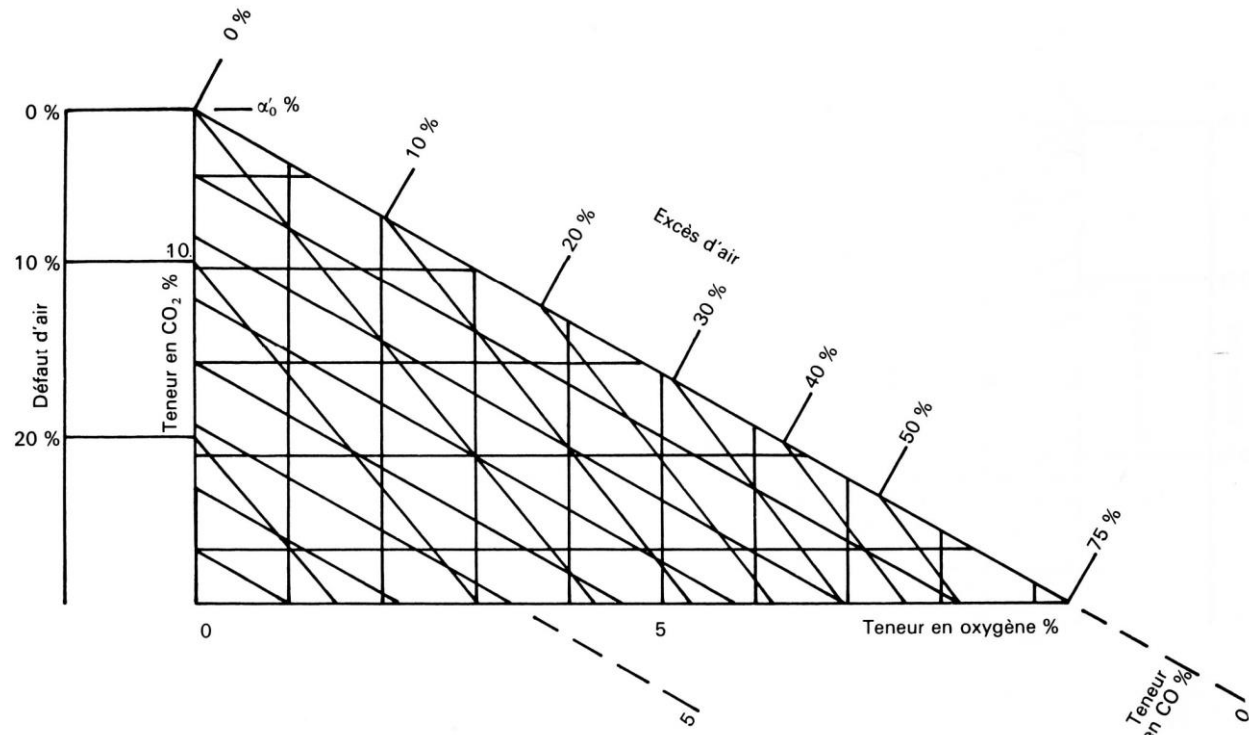
**Vous devez : (travail demandé)**

- 1) À partir des relevés de combustion, positionner le point sur le diagramme d'Oswald.
- 2) Donner la valeur du taux de CO. Est-elle correcte ?
- 3) À partir du ticket, calculer la teneur en NOx en mg/kWh. Cette valeur est-elle satisfaisante ?
- 4) Calculer le débit de gaz consommé en m<sup>3</sup>/h.
- 5) Le comparer au débit de gaz naturel H de la documentation constructeur. Que peut-on conclure ?

**Critères d'évaluation**

- 1) Le point est bien placé.
- 2) La valeur relevée est juste. La valeur normale est indiquée.
- 3) La valeur calculée est juste. La valeur normale est indiquée.
- 4) Le calcul est juste et détaillé. Les unités sont indiquées.
- 5) La comparaison est faite. Les conclusions sont judicieuses.

1) À partir des relevés de combustion, positionner le point sur le diagramme d'Oswald :



2) Donner la valeur du taux de CO :

Valeur du taux de CO : .....

Cette valeur est-elle correcte ? Pourquoi ?

.....  
 .....

3) À partir du ticket, calculer la teneur en NOx en mg/kWh :

.....  
 .....

Cette valeur est-elle satisfaisante ?

.....  
 .....

4) Calculer le débit de gaz consommé par chaudière en m<sup>3</sup>/h :

.....  
 .....

5) Le comparer à celui de la documentation constructeur (gaz naturel H). Que peut-on conclure ?

.....  
 .....

**Contexte** : Vous constatez une forte corrosion sur la vanne trois voies alimentant la batterie froide. Vous décidez, après accord du client, de la remplacer. La référence de la vanne que vous a livrée votre fournisseur ne correspond pas à celle commandée. Malgré tout, afin de ne pas perdre trop de temps vous cherchez à savoir si elle pourrait convenir.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

- Du schéma de principe SG1 de la CTA équipant la salle blanche : page DT1
- D'un extrait de la documentation des vannes trois voies page DT6
- De la référence de la vanne actuelle : R3025-6P3-S2
- De la référence de la vanne livrée : R3025-10-S2
- De la perte de charge de la batterie froide (circuit à débit variable) : 0.45 bars
- Du débit : 3,8 m<sup>3</sup>/h
- De l'expression de l'autorité :  $a = \frac{\Delta P_{\text{vanne}}}{\Delta P_{\text{vanne}} + \Delta P_{\text{circuit à débit variable}}}$
- 1 bar = 10,2 mCE = 10<sup>5</sup> Pa

<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
1) Identifier le type de montage de la vanne trois voies de la batterie froide. Indiquer pour ce type de montage, quel paramètre varie.	1) Le montage est parfaitement identifié. Le paramètre variable est identifié.
2) Déterminer l'autorité de la vanne livrée à l'aide de l'abaque de la page suivante.	2) Le calcul de l'autorité est juste et détaillé. Les tracés sur le diagramme page DSR 5 sont apparents.
3) Indiquer si cette vanne peut convenir ou non.	3) La réponse est justifiée.

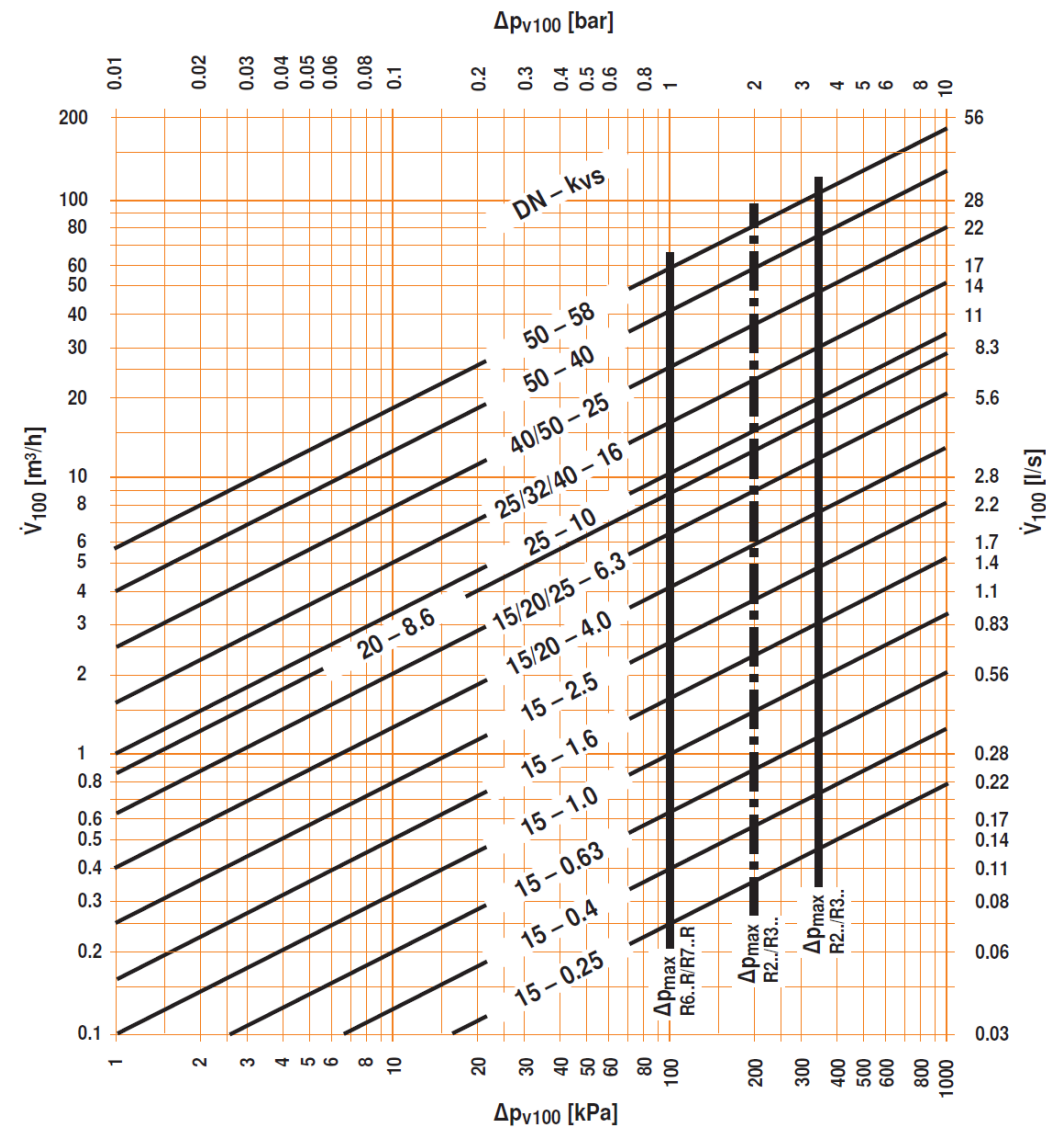
1) Identifier le type de montage de la vanne trois voies de la batterie froide :

.....  
 .....

Indiquer le paramètre variable :

.....  
 .....

**2) Déterminer l'autorité de la vanne livrée :**



**Calcul de l'autorité :**

.....

.....

.....

.....

**3) Indiquer si cette vanne peut convenir ou non :**

.....

.....

.....

**Contexte :** La température d'eau produite par le groupe d'eau glacée CIAT s'avère trop élevée et ne permet pas un refroidissement correct de l'air. Vous faites les relevés sur l'installation et devez déterminer l'origine du dysfonctionnement.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

- Du schéma de principe SG1 de la CTA équipant la salle blanche : page DT1
- Des relevés en fonctionnement normal et ceux que vous avez mesurés page DT7
- D'un extrait de tableau d'aide au dépannage page DT8

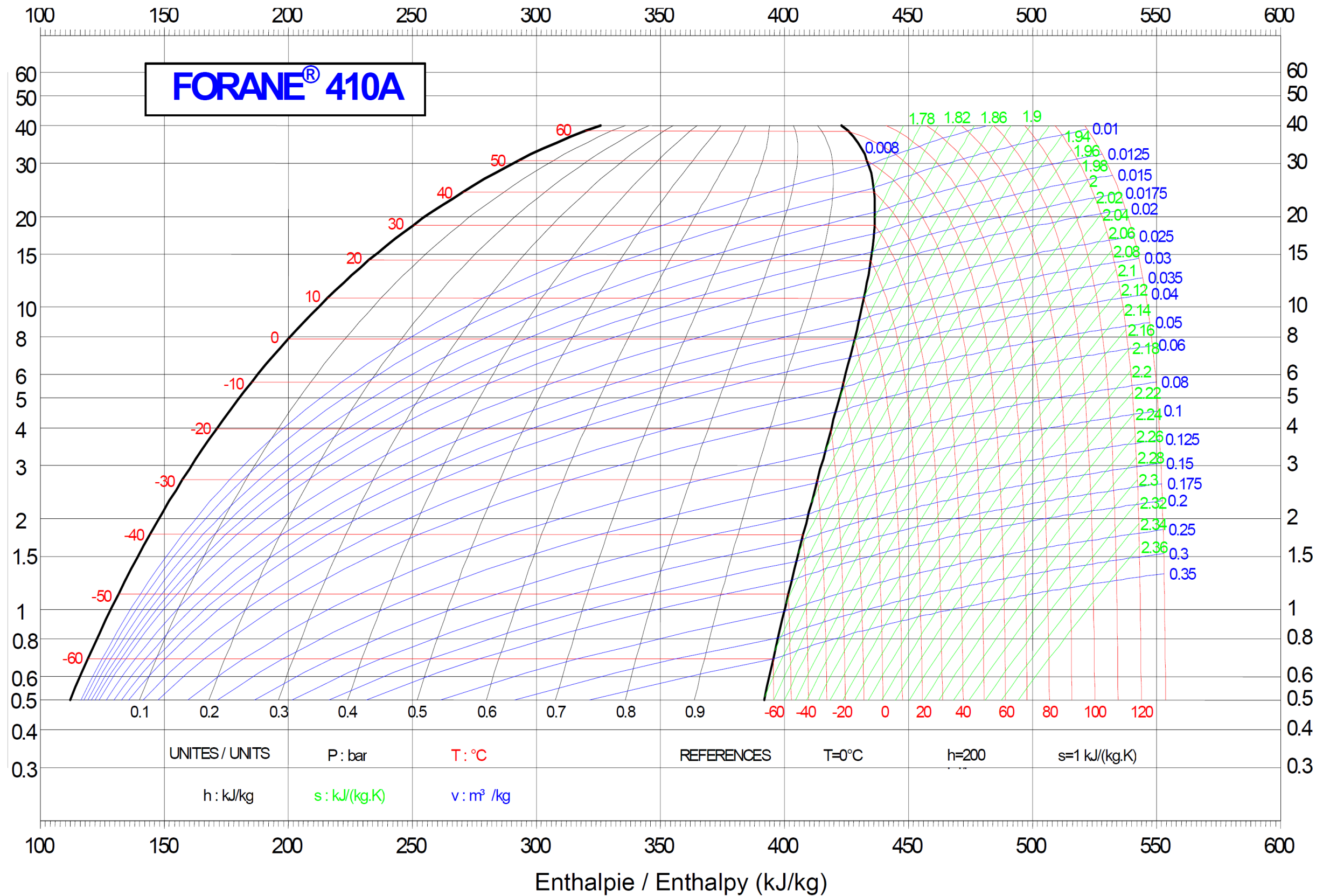
<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
1) Tracer le cycle frigorifique dans les conditions <b>mesurées</b> sur le diagramme enthalpique.	1) Le tracé est juste et correspond aux points mesurés.
2) Compléter le tableau des caractéristiques à partir de votre tracé.	2) Les caractéristiques sont justes et correspondent au tracé.
3) À partir des relevés effectués, déterminer la panne et indiquer son origine.	3) La panne est identifiée. Le raisonnement est détaillé et l'origine est réaliste.

1) Tracer le cycle frigorifique dans les conditions mesurées :

**CENTRE DE RECHERCHE RHÔNE-ALPES**



Pression absolue  
Absolute pressure (bar)



**2) Compléter le tableau des caractéristiques à partir de votre tracé :**

Point	P en bar abs	$\theta$ en °C	h en kJ/kg	x en %	v en m <sup>3</sup> /kg
1 : entrée compresseur					
2 : sortie compresseur					
3 : entrée condenseur					
4 : sortie condenseur					
5 : entrée détenteur					
6 : sortie détenteur					
7 : sortie évaporateur					

Les cases grisées ne sont pas à remplir

**3) À partir des relevés effectués, déterminer la panne et indiquer son origine :**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Contexte :** On vous demande de contrôler la consommation d'eau de l'humidificateur.

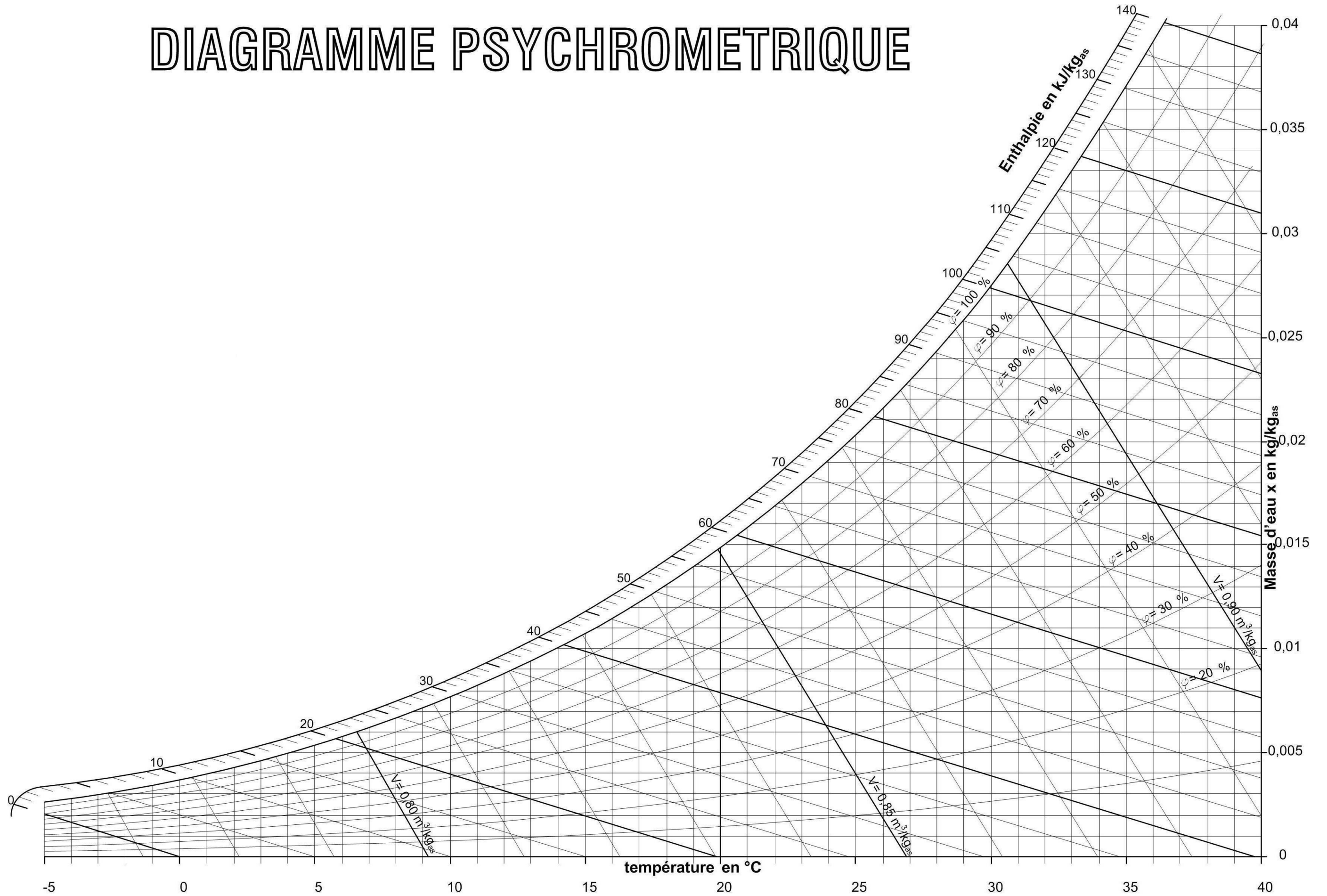
**Vous disposez : (conditions ressources)**

- Du schéma de principe SG1 de la CTA équipant la salle blanche : page DT1
- De la référence de l'humidificateur : MK5 Visual 10
- D'un extrait de la documentation de l'humidificateur page DT9
- Des caractéristiques de l'air relevées en entrée et en sortie d'humidificateur :  
 En entrée :  $\theta_{\text{entrée}} = 22^\circ\text{C}$  et  $\text{HR}_{\text{entrée}} = 35\%$   
 En sortie :  $\theta_{\text{sortie}} = 22^\circ\text{C}$  et  $\text{HR}_{\text{sortie}} = 41\%$
- Du rappel des formules :  $q_m = \frac{q_v}{v}$  et  $q_{m_{\text{eau}}} = q_{m_{\text{air}}} \cdot (x_{\text{sortie}} - x_{\text{entrée}})$   
 avec  $q_m$  en kg/s,  $q_v$  en m<sup>3</sup>/s et x en kg<sub>eau</sub>/kg<sub>a.s.</sub>
- De la position de l'interrupteur S1 sur l'humidificateur : position 6
- $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
1) Tracer l'évolution à travers l'humidificateur sur le diagramme de l'air humide.	1) Le tracé est correct.
2) Compléter le tableau des caractéristiques.	2) Les caractéristiques sont justes et correspondent au tracé.
3) Calculer le débit masse d'air soufflé en kg/h.	3) Le calcul est juste et détaillé. Les unités sont indiquées.
4) Calculer le débit d'eau fourni à l'air par l'humidificateur puis le comparer au débit théorique. Est-il correct ?	4) Le calcul est juste et détaillé. Les unités sont indiquées. La comparaison est faite.
5) Indiquer si la position de l'interrupteur S1 semble correcte. Donner la conséquence d'un éventuel mauvais réglage.	5) La position est indiquée. Les conséquences sont identifiées et justifiées.

1) Tracer l'évolution à travers l'humidificateur sur le diagramme de l'air humide :

# DIAGRAMME PSYCHROMETRIQUE





**2) Compléter le tableau des caractéristiques :**

Point	$\theta$ °C	$\theta_h$ °C	$\theta_r$ °C	x kg/kgas	$\varphi$ ( HR ) %	h kJ/kgas	v m <sup>3</sup> /kgas
Entrée							
Sortie							

**3) Calculer le débit masse d'air soufflé en kg/h :**

.....

.....

.....

.....

**4) Calculer le débit d'eau fourni à l'air par l'humidificateur puis le comparer au débit théorique :**

.....

.....

.....

.....

**5) Indiquer si la position de l'interrupteur S1 semble correcte :**

.....

.....

.....

**Donner la conséquence d'un éventuel mauvais réglage :**

.....

.....

.....

**S6 Régulation – électricité : contrôle du câblage – choix d'un élément à remplacer**

**Contexte :** Deux problèmes électriques sont apparus pendant votre intervention :

- Lors de la mise en service, le disjoncteur D2 disjoncte immédiatement et il répète la coupure quand vous essayez de redémarrer. Vous décidez de le remplacer.
- Malgré un encrassement apparent du filtre F7, aucun défaut n'est signalé et la température indiquée en soufflage semble incorrecte. Le câblage du régulateur semblant avoir été modifié vous décidez de totalement le refaire.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

- Du schéma de principe SG1 de la CTA équipant la salle blanche : page DT1
- D'un extrait du schéma de câblage du régulateur page DT10
- D'un extrait du schéma électrique de puissance page DT11
- D'un extrait de documentation sur les disjoncteurs page DT12

**Vous devez : (travail demandé)**

- 1) Donner une explication au déclenchement du disjoncteur.
- 2) Choisir un disjoncteur de remplacement dans la gamme IC 60 N pour le groupe d'eau glacée et donner sa référence complète.
- 3) Justifier la courbe du disjoncteur choisi.
- 4) Compléter le schéma électrique de câblage du régulateur tel que vous allez devoir le réaliser.

**Critères d'évaluation**

- 1) L'explication est réaliste et juste.
- 2) La référence est bonne. Les critères de choix sont détaillés.
- 3) Le choix de la courbe est correctement justifié.
- 4) Le schéma est correctement complété.

**1) Donner une explication au déclenchement du disjoncteur :**

.....

.....

**2) Choisir un disjoncteur de remplacement pour le groupe d'eau glacée et donner sa référence complète :**

.....

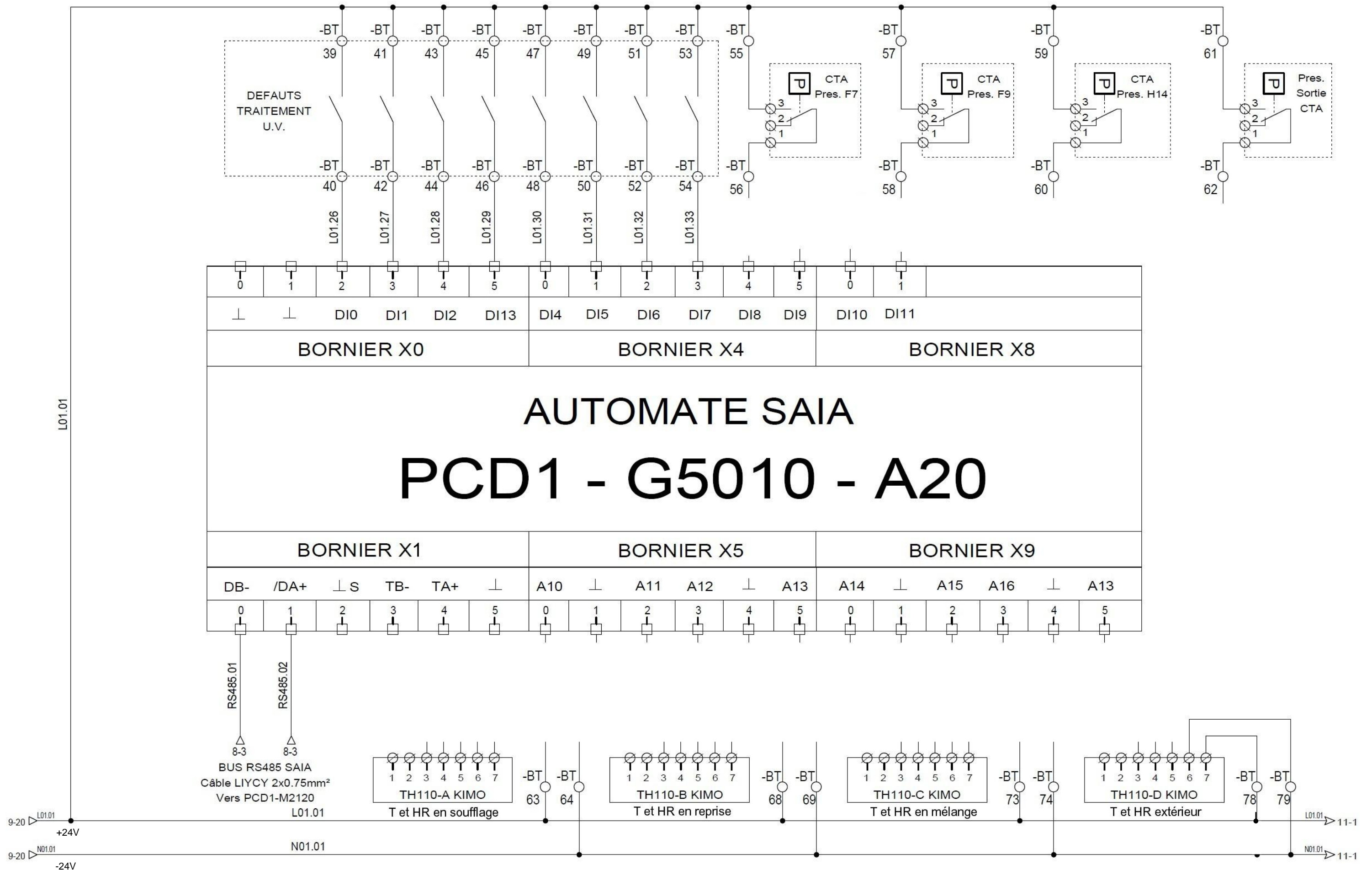
.....

**3) Justifier la courbe du disjoncteur choisi :**

.....

.....

4) Compléter le schéma électrique de câblage du régulateur :



**Contexte** : Le client souhaiterait faire évoluer son installation afin de réduire ses consommations d'énergies et de se conformer aux réglementations thermiques actuelles. Pour atteindre cet objectif, il souhaite se tourner vers les énergies renouvelables et supprimer l'installation de gaz existante.  
 Avant de faire appel à un bureau d'étude il vous demande votre avis en tant que professionnel de l'énergie.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

- Du schéma de principe SG1 de la CTA équipant la salle blanche : page DT1
- Du schéma de principe SG2 de la chaufferie : page DT2
- D'un comparatif des coûts des différentes énergies : page DT13
- D'un comparatif des émissions de CO<sub>2</sub> selon le mode de chauffage : page DT13

<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
1) En vous aidant des comparatifs des différents modes de chauffage et d'énergie, proposer une solution de remplacement pour les chaudières au gaz naturel.	1) La solution proposée est réaliste et permet des économies d'énergie en utilisant une énergie renouvelable.
2) Indiquer pour la solution choisie les avantages et inconvénients par rapport à la solution actuelle.	2) Les principaux avantages et inconvénients sont présentés en utilisant un vocabulaire correct.

**1) Solution de remplacement des chaudières au gaz naturel :**

.....

**2) Indiquer pour la solution choisie les avantages et inconvénients par rapport à la solution actuelle :**

Avantages : .....

.....

.....

.....

Inconvénients : .....

.....

.....