

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

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

**CORRIGÉ**

« Mise en service et maintenance d'un I.T.E.P à Sées (61) »

Les situations professionnelles		Temps conseillé	Page
S1	Prise en main de l'installation	55 mn	2
S2	Production de chauffage	45 mn	3
S3	Hydraulique	40 mn	4
S4	Traitement de l'air	60 mn	6
S5	Production d'E.C.S solaire	40 mn	9

Sous-épreuve E.21 - Unité U.21

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	CODE	SESSION 2015	CORRIGÉ
ÉPREUVE U21	Sujet 15AD16	DURÉE 4h	COEFFICIENT 3
			PAGE 1/11

1. Prise en main de l'installation : nettoyage du réseau de chauffage du bâtiment principal

Question 1.1 :

PHOTO	DÉSIGNATION	REPÈRE	CARACTÉRISTIQUES
	Chaudière DE DIETRICH C 230 – 130 Eco	A	- Puissance unitaire : 130 KW. - Puissance totale chauffage : 260 KW.
	Soupape de sûreté	F	- Nombre de soupapes par chaudière : 2 - Valeur du tarage en bar de chaque soupape : 4
	Vase d'expansion	E	- Capacité en litres : 150 litres.
	Vanne d'équilibrage by-pass circuit plancher chauffant	C	- Débit théorique souhaité en l/h : 1700. - Nombre de tours (réglage vanne) : 4.
	Circulateur double SALMSON SIRIUX circuit plancher chauffant	D	- Débit théorique souhaité en m <sup>3</sup> /h : 1.9. - Perte de charge théorique en mCE : 4.8.
	Pot d'injection	B	- Capacité en litres : 12 litres.

1. Prise en main de l'installation : nettoyage du réseau de chauffage du bâtiment principal

Question 1.2 :

- Puissance de chauffage totale en KW: **P = 260 KW.**
- Puissance de chauffage moyenne en KW : **P<sub>moyenne</sub> = P<sub>totale</sub> × 2/3 = 260 × 2/3 = 173,33 KW.**
- Volume du réseau de chauffage en litres : **V = 2400 litres.**

Question 1.3 :

- Quantité = **1% × 2400 = 24 litres.**

Question 1.4 :

- Nombre de bidons = **24 / 1 = 24 bidons.**

Question 1.5 :

**Il faut introduire dans le circuit de chauffage 24 litres de produit nettoyant et le volume du pot d'injection est de 12 litres. Il faut donc effectuer 2 manipulations.**

Question 1.6 :

PHASES	VANNES	N°	V.O	V.F
<b>Exemple :</b> Fonctionnement normal	A			x
	B			x
	C		x	
	D			x
	E			x
<b>Phase N°1 :</b> Remplissage du produit inhibiteur dans le pot d'injection	A			x
	B			x
	C			x
	D		x	
	E			x
<b>Phase N°2 :</b> Introduction du produit dans le circuit	A	4	x	
	B	5	x	
	C	3		x
	D	1	x	
	E	2		x

Question 1.7 :

- \ Gants
- \ Lunettes de protection
- \ Chaussure de sécurité
- Casque
- \ Combinaison de travail

Question 1.8 :

**La fiche de sécurité indique qu'il faut éviter le rejet dans l'environnement : par exemple, vidange sur une pelouse. Cependant, il n'est pas interdit d'évacuer le produit nettoyant à l'égout.**

**2. Production de chauffage :** contrôle du débit de gaz absorbé lors de la mise en service de la chaufferie.

**Question 2.1**

Caractéristiques techniques		Unité	Valeur
Puissance au brûleur (P.C.I) (G20)	Minimum	kW	23
	Maximum		123
Débit de gaz aux conditions constructeurs	Minimum	m <sup>3</sup> / h	2.4
	Maximum		13

**Question 2.2**

Conditions constructeur	
P1 : Pression atmosphérique selon constructeur en mbar.	P1 = 1013 mbar.
T1 : Température du gaz selon constructeur en Kelvin <i>T en Kelvin = T en degrés Celsius + 273,15 °C</i>	T1 = 15 + 273.15 K. T1 = 288.15 K
Conditions de la chaufferie	
P2 : Pression atmosphérique à l'intérieur de la chaufferie + Pression du gaz au compteur.	P2 : 1013 +300 mbar. P2 : 1313 mbar.
T2 : Température à l'intérieur de la chaufferie <i>T en Kelvin = T en degrés Celsius + 273,15 °C</i>	T2 : 20 + 273.15 K T2 : 293.15 K

**Question 2.3**

**LOI DE MARIOTTE (GAZ PARFAIT)**

$$\frac{P_1 \times Q_{V1}}{T_1} = \frac{P_2 \times Q_{V2}}{T_2}$$

P<sub>1</sub> : Pression atmosphérique selon constructeur.

T<sub>1</sub> : Température du gaz en Kelvin selon constructeur. Rappel : 273 K = 0°C.

Q<sub>V1</sub> : Débit volumique du gaz en m<sup>3</sup>(n) / h selon constructeur.

P<sub>2</sub> : Pression atmosphérique aux conditions de la chaufferie.

T<sub>2</sub> : Température du gaz en Kelvin aux conditions de la chaufferie.

Q<sub>V2</sub> : Débit volumique de gaz en m<sup>3</sup> / h aux conditions de la chaufferie

**2. Production de chauffage :** contrôle du débit de gaz absorbé lors de la mise en service de la chaufferie

$$Q_{V2} = \frac{P_1 \times Q_{V1} \times T_2}{T_1 \times P_2}$$

$$Q_{V2} = \frac{1,013 \times 13 \times 293.15}{288.15 \times 1,313}$$

$$Q_{V2} = 10,20 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Le débit de gaz réel aux conditions de la chaufferie en grande allure d'un brûleur est de 10,20 m<sup>3</sup> / h.

**Question 2.4**

$$V = Q_v \text{ absorbé} \times \text{temps}$$

$$Q_v \text{ absorbé} = V \div \text{temps}$$

$$Q_v \text{ absorbé} = 1.02 \div 180$$

$$Q_v \text{ absorbé} = 0.00567 \text{ m}^3 / \text{s} = 20,40 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

Le débit de gaz absorbé par les 2 brûleurs en grande allure lors de la mise en service est de 20,40 m<sup>3</sup>/h.

**Question 2.5**

$$Q_{V \text{ brûleur 1 et 2}} = 10,20 + 10,20 = 20,40 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Le débit de gaz réel aux conditions de la chaufferie en grande allure des 2 brûleurs est de 20,40 m<sup>3</sup> / h.

3. **Hydraulique** : paramétrage du circulateur et réglage de la vanne d'équilibrage du réseau plancher chauffant.

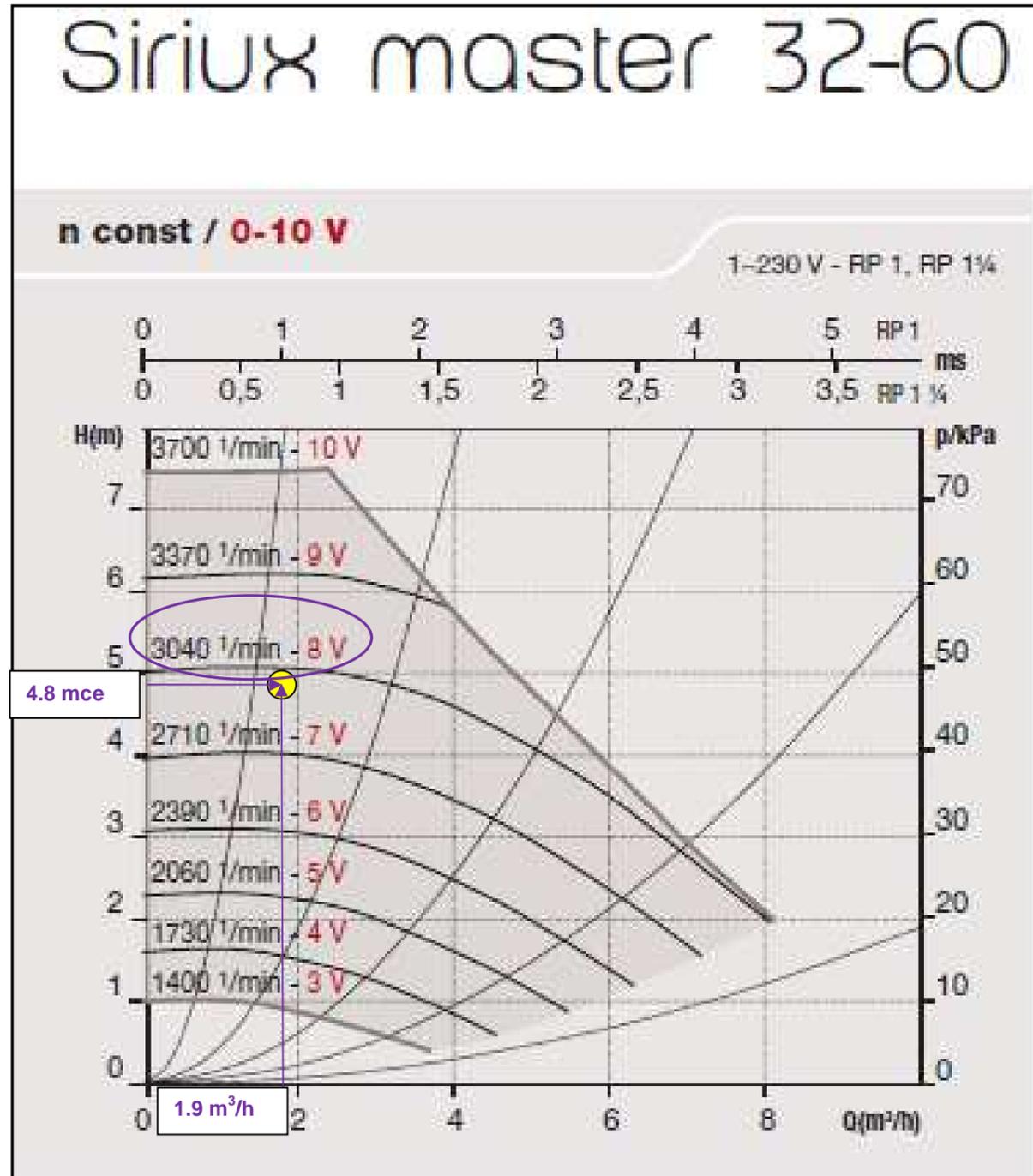
**Mise service de la pompe et du plancher chauffant**

**Question 3.1**

Qv : Débit volumique théorique en m<sup>3</sup>/h = **1.9 m<sup>3</sup>/h**

Hmt : Hauteur manométrique théorique totale en mCE = **4.8 mCE**

**Question 3.2**



Réglage de la vitesse à entrer en consigne : **3040 tr/min**.

3. **Hydraulique** : paramétrage du circulateur et réglage de la vanne d'équilibrage du circuit plancher chauffant.

**Question 3.3**

	Paramètres afficheur	Cocher la bonne réponse
Moteur de gauche	MA	
	SL	X
Moteur de droite	MA	X
	SL	
Mode de fonctionnement		
		X
Mode de régulation		X
Vitesse de rotation en	33,70	
	30,40	X
	27,10	
	23,90	
	20,60	

**3. Hydraulique** : paramétrage du circulateur et réglage de la vanne d'équilibrage du réseau plancher chauffant.

**Question 3.4**

Informations techniques du by-pass du circuit plancher chauffant		
Débit souhaité dans le by-pass	<b>1700 l/h</b>	<b>1.7 m<sup>3</sup> / h</b>
Perte de charge à créer dans le by-pass	<b>150 mCE</b>	<b>0.15 mCE</b>
Diamètre nominal de la vanne d'équilibrage du by-pass	<b>DN 32</b>	

**Question 3.5**

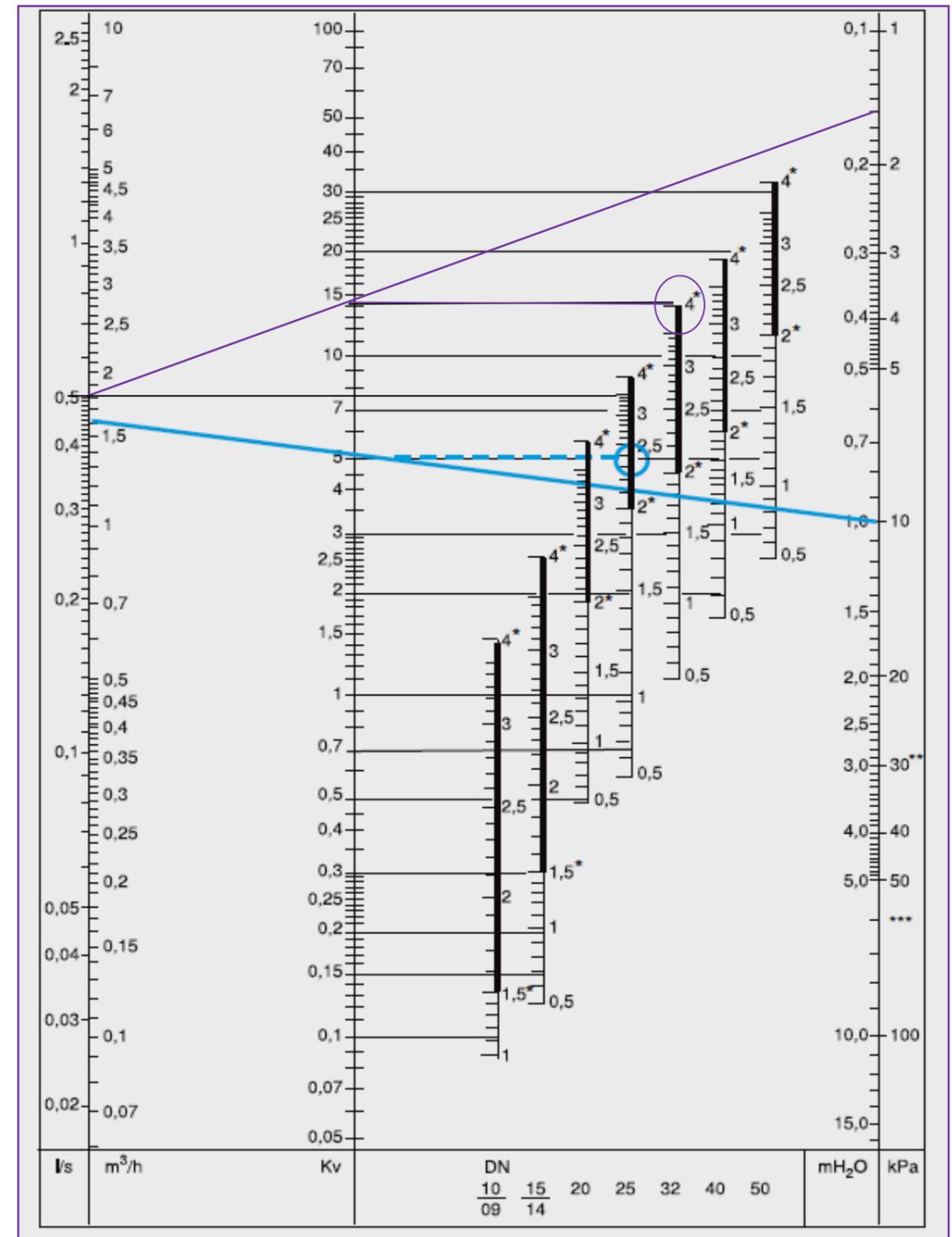
La fonction du by-pass est de mélanger une grande quantité d'eau de retour avec l'eau de départ venant de la V.3.V afin d'obtenir l'eau de départ à la température souhaitée ; ce montage permet une action de la V.3.V sur toute sa plage d'ouverture, améliore son autorité et protège le circuit des risques de départ au-dessus de 50°C.

**Question 3.6**

Position de la vanne TA DN 32 : **4** Tours

**3. Hydraulique** : paramétrage du circulateur et réglage de la vanne d'équilibrage du réseau plancher chauffant.

**Abaque des vannes d'équilibrage T.A**



**4. Traitement de l'air** : vérification des performances et câblage électrique de la V.M.C double flux. **D.R.9**

**Question 4.1**

**Conducteurs installés entre le TGBT et la centrale double flux**

Désignation	A/H07V-K
Section	1,5 mm <sup>2</sup>
Méthode de référence	B

- Le circuit électrique de la centrale double flux est :  Monophasé  Triphasé
- La tension d'alimentation du circuit électrique est de :  230 V  400 V
- La désignation des conducteurs correspond à la famille :  PVC  PR
- La valeur du courant admissible dans les conducteurs installés entre le TGBT et la centrale double flux est de : **15.5 A.**
- La valeur de l'intensité absorbée de la centrale double flux est de : **4.44 A.**

**La section des conducteurs installés entre le TGBT et la centrale double flux est :**

Conforme  Non conforme

**Question 4.2**

Référence du disjoncteur-moteur installé	GV2-ME10
--	----------

Justifications :

**Le disjoncteur-moteur GV2-ME10 est conforme pour la protection de la centrale double flux car la plage de réglage du déclenchement thermique est de 4 à 6,3 A.**

**L'intensité absorbée par la centrale double flux est de 4,44 A.**

Valeur de la protection thermique à régler	<b>4.44 A</b>
--	---------------

Justifications :

**On règle la protection thermique du disjoncteur-moteur à la valeur de l'intensité absorbée par la centrale.**

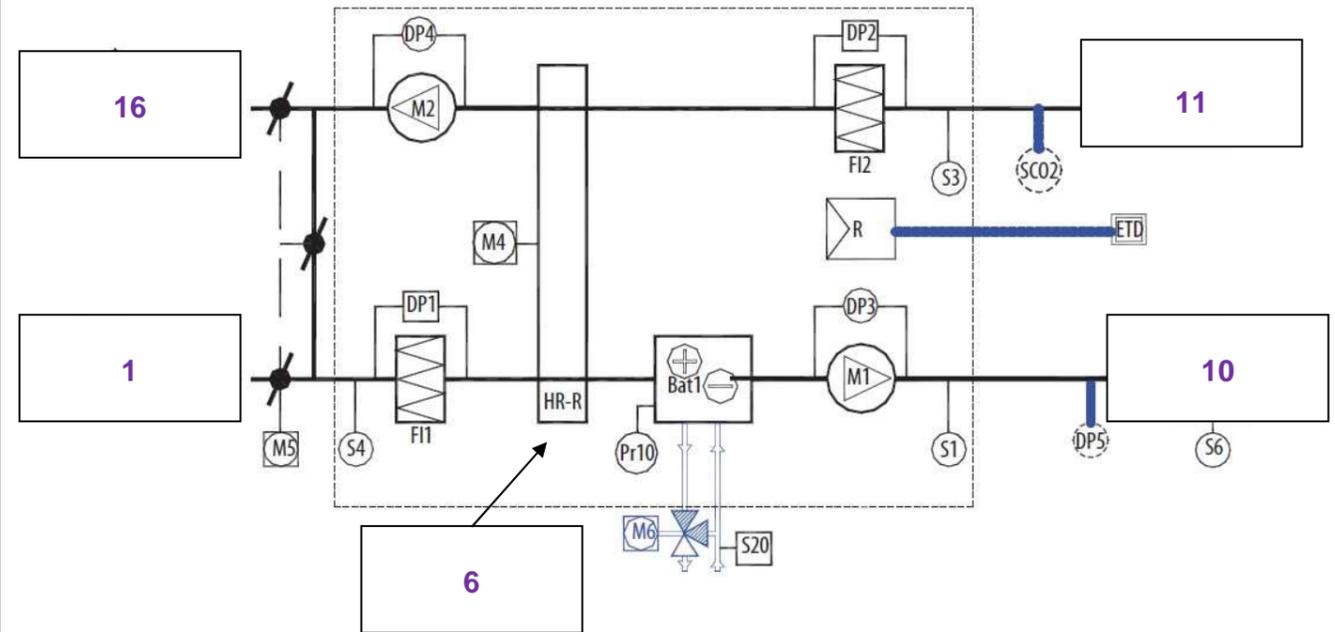
**4. Traitement de l'air** : vérification des performances et câblage électrique de la V.M.C double flux. **D.R.10**

**Question 4.3**

CAD O Integral EC - ER

Schéma de régulation pour batterie à eau

(1) batterie eau chaude et ou froide, (2) batterie froide, (3) batterie chaude



- M1 Moteur soufflage
- M2 Moteur extraction
- M4 Moteur échangeur rotatif
- M5 Registre motorisé Air neuf
- M6 Moteur de vanne 3V (accessoire)
- HR-R Echangeur rotatif
- Fi1 Filtre Air neuf
- Fi2 Filtre reprise
- DP1 Détection encrassement filtre air neuf
- DP2 Détection encrassement filtre reprise
- DP3 Capteur de pression ventilateur de soufflage
- DP4 Capteur de pression ventilateur d'extraction
- DP5 Capteur de pression gaine (option mode COP)
- Pr10 Sonde antigel
- Pr1/Pr2 Thermostat de sécurité (manu/auto)
- S20 Thermostat change-over
- Bat 1 Batterie à eau
- Bat 2 Batterie électrique
- R Régulateur
- ETD Commande d'ambiance tactile

**Question 4.4**

Tableau de Relevé des caractéristiques des points mesurés :

	$\theta_s$ [°C]	$h$ [kJ/kg <sub>as</sub> ]	$\phi$ [%]	$r$ [g/kg <sub>as</sub> ]	$v$ [m <sup>3</sup> /kg <sub>as</sub> ]
Air neuf	27	52,5	45	10	0,864
Soufflage	21	46,5	65	10	0,846

Calcul de la puissance récupérée par l'échangeur rotatif :

- $Q_v = Q_m \times v$   $Q_m = Q_v / v = 0,58 / 0,864 = 0,672$  kg/s.
- $P = Q_m \times \Delta h$  avec  $\Delta h = h_s - h_{an} = 46,5 - 52,5 = -6$  kJ/kg<sub>as</sub>
- $P = 0,672 \times (-6) = -4,03$  Kw.

**4. Traitement de l'air** : vérification des performances et câblage électrique de la V.M.C double flux. **D.R.11**

**Question 4.5**

- $= ((t_s - t_n) / (t_r - t_n)) \times 100$
- Avec  $t_s = 21 \text{ °C}$        $t_n = 27 \text{ °C}$        $t_r = 20 \text{ °C}$
- $= ((21 - 27) / (20 - 27)) \times 100 = 85,7 \%$

**Question 4.6**

**VÉRIFICATIONS DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES**

Section d'alimentation de la centrale [mm<sup>2</sup>] : **1.5.**

Tension du réseau [V] : **398.**

Réglage protection thermique [A] : **4.44 A.**

Raccordement des sondes et de la télécommande  conforme     Non conforme

Sens de rotation des ventilateurs                       conforme     Non conforme

**MISE EN ROUTE DE L'APPAREIL**

Températures et hygrométries relevées

Air neuf :    **27 °C**      **45 %**

Air soufflé : **21 °C**      **65 %**

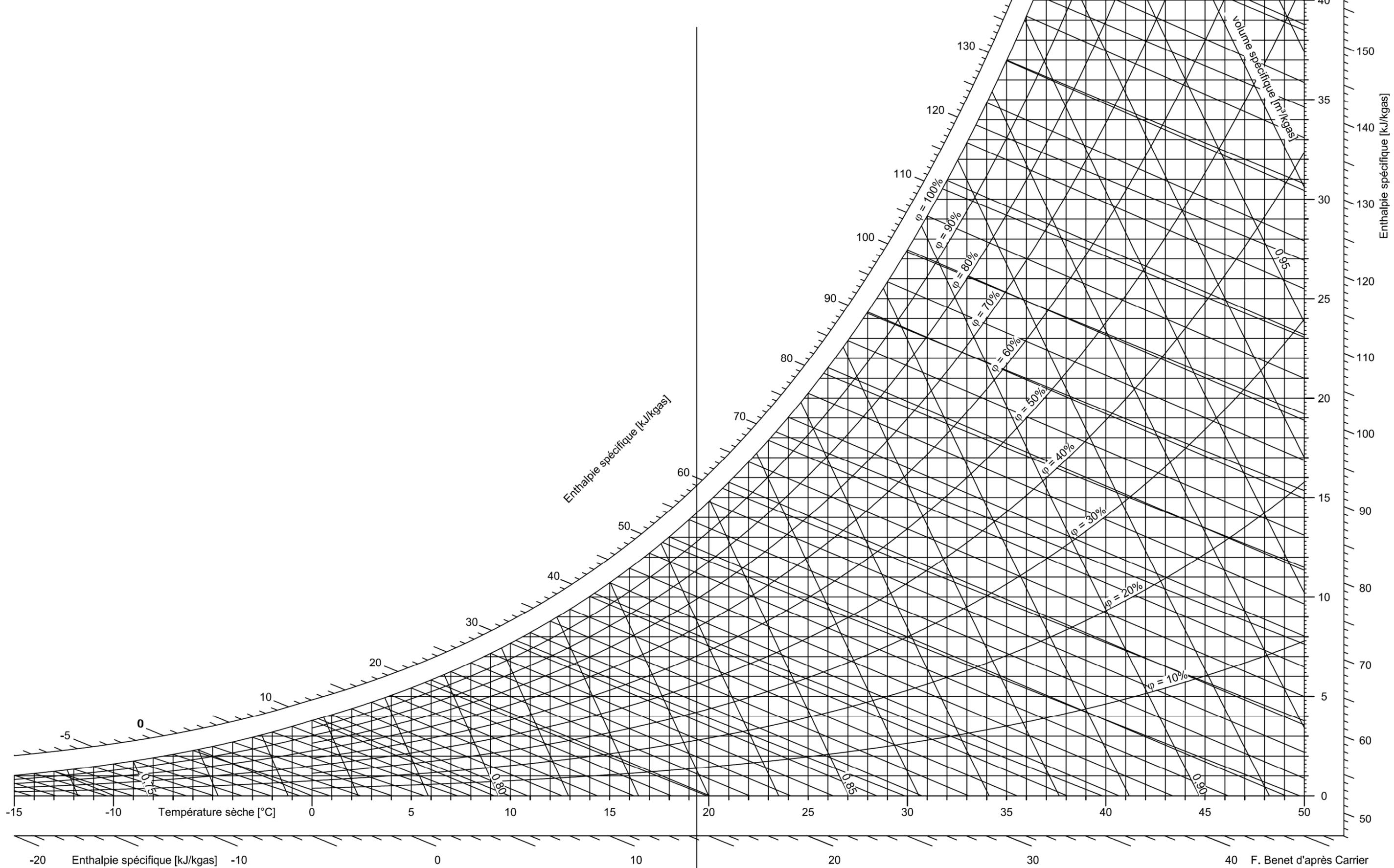
Air repris :    **20 °C**      **50 %**

Puissance récupérée par l'échangeur rotatif [kW] : **4.03 KW.**

Efficacité de l'échangeur rotatif [%] : **85.7**

Documentation constructeur :    **77 < E < 88**                      réelle : **85.7**

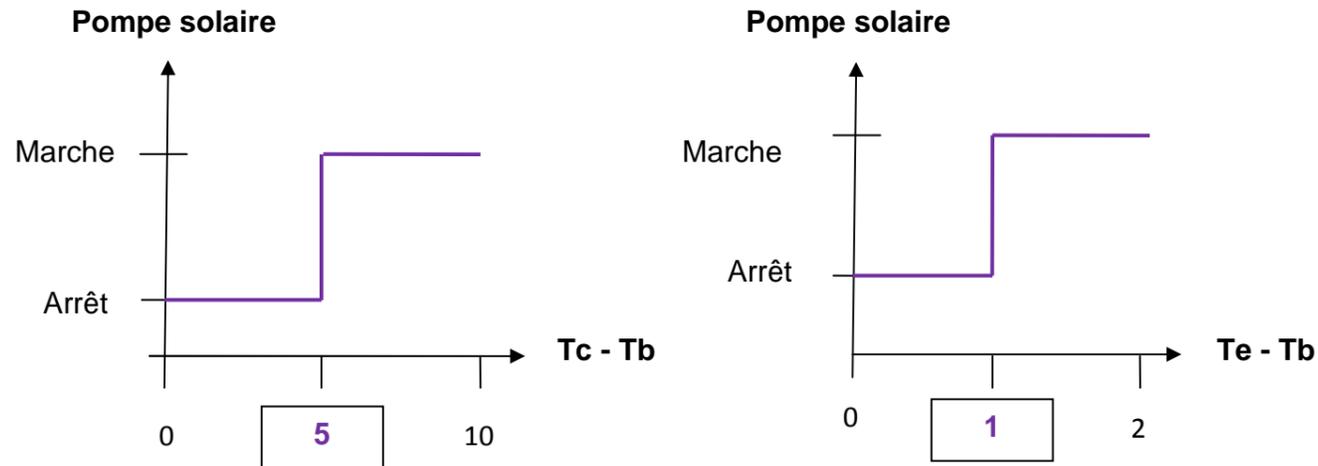
**4. Traitement de l'air** : vérification des performances et câblage électrique de la V.M.C double flux. **D.R.12**



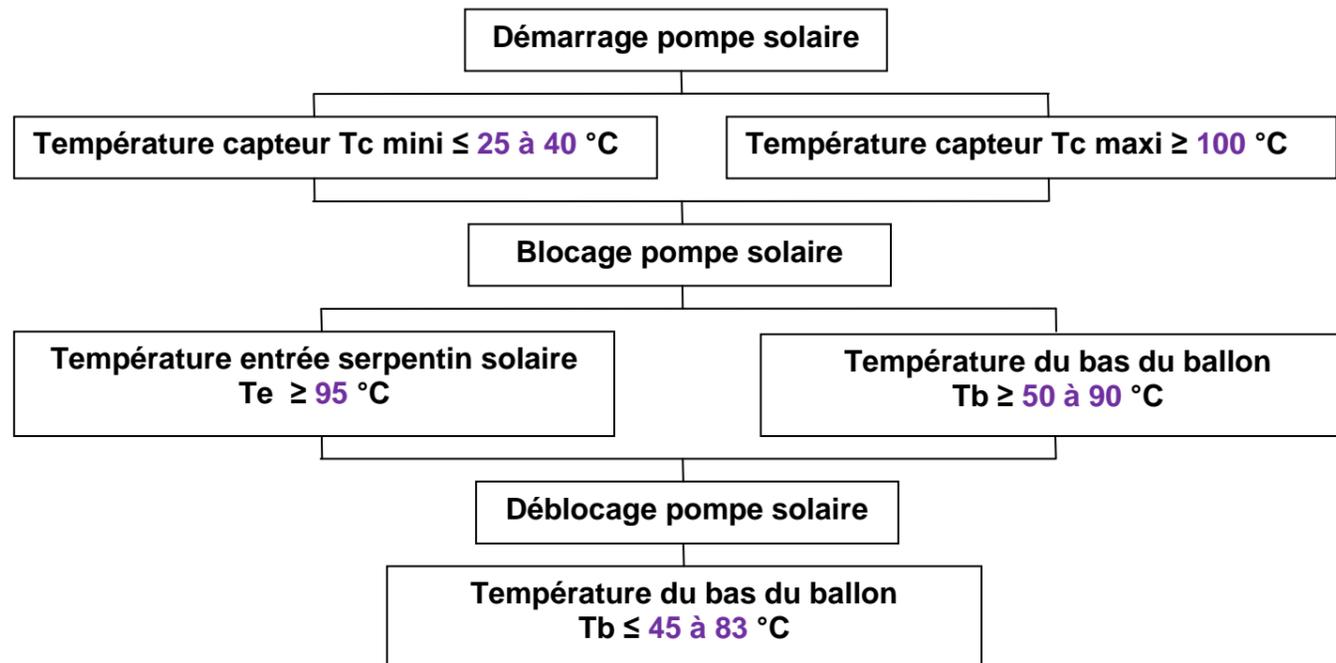
F. Benet d'après Carrier

**5. Production d'E.C.S solaire** : analyse fonctionnelle de la régulation, contrôle des températures E.F, E.C.S et du volume d'eau mitigée **D.R.13**

**Question 5.1**



**Question 5.2**



**Question 5.3**

Lorsque la pompe s'arrête, le fluide solaire contenu dans les capteurs redescend par gravité. Ce système permet d'éviter une surchauffe du fluide dans les capteurs. Une surchauffe engendre la détérioration du fluide solaire.

**5. Production d'E.C.S solaire** : analyse fonctionnelle de la régulation, contrôle des températures E.F, E.C.S et du volume d'eau mitigée **D.R.14**

**Question 5.4**

Points de surveillance : Température de l'eau à différents points de puisage.	Température en °C : Recommandée par le C.S.T.B Contexte réglementaire	Température en °C : Relevée sur site d'après le schéma de principe S.P.2
T1 : Entrée E.F ballon solaire	25°C MAXIMUM	19°C
T2 : Départ E.C.S ballon solaire	55°C MINIMUM	60°C
T3 : Retour E.C.S ballon solaire : Bouclage	50°C MINIMUM	52°C

**Question 5.5**

Pour chacun des réseaux d'eau chaude sanitaire, la température doit être contrôlée mensuellement.

**Question 5.6**

En cas de contamination du réseau par les légionnelles, le point de puisage présentant le risque maximum est la douche.

**Question 5.7**

La légionnelle est une infection provoquée par une bactérie de l'eau qui est transmise par la respiration d'eau contaminée diffusée sous forme d'aérosol ou de microgouttelettes. L'incubation d'une durée de 2 à 10 jours est semblable à une grippe et peut conduire jusqu'à une infection des poumons et la mort pour les personnes malades ou fragiles.

## Critères d'évaluation

### Situation 1

#### **Critères d'évaluation :**

- 1.1 Les éléments photographiés sont désignés et repérés. Les caractéristiques de ces éléments sont justes.
- 1.2 L'estimation du volume d'eau en litres du réseau de chauffage est déterminée. La démarche du fabricant est respectée.
- 1.3 La quantité en litres de produit nettoyant à injecter est juste.
- 1.4 Le nombre de bidons à prévoir est trouvé.
- 1.5 La nécessité d'incorporer le produit nettoyant en 2 fois est justifiée.
- 1.6 La position des vannes permet le remplissage du pot d'injection et l'introduction du produit nettoyant dans le circuit.
- 1.7 Les E.P.I nécessaires pour effectuer les opérations précédentes sont identifiés.
- 1.8 La nécessité ou non de récupérer le produit nettoyant lors de la vidange est justifiée.

### Situation 2

#### **Critères d'évaluation :**

- 2.1 Les caractéristiques techniques de la chaudière gaz DE DIETRICH C 230-130 ECO sont relevées et justes.
- 2.2 Les valeurs de pressions et de température du gaz aux 2 conditions sont collectées et correctes.
- 2.3 Le débit théorique de gaz réel en grande allure est calculé d'après la loi de Mariotte et juste.
- 2.4 Le débit de gaz absorbé en m<sup>3</sup>/h lors de la mise à feu à pleine puissance est calculé et juste.
- 2.5 Le débit de gaz absorbé correspond au débit théorique prévu. La réponse est justifiée.

### Situation 3

#### **Critères d'évaluation :**

- 3.1 Les caractéristiques hydrauliques du plancher chauffant sont relevées.
- 3.2 Le point de fonctionnement théorique est correctement placé. Le réglage de la vitesse du moteur en tr/min est donné.
- 3.3 Les paramètres de réglages du circulateur sont identifiés.
- 3.4 Les informations techniques relevées sont justes.
- 3.5 Les explications démontrent la maîtrise du fonctionnement hydraulique du circuit plancher chauffant.
- 3.6 Le tracé sur l'abaque de la vanne d'équilibrage est juste. La position de la vanne T.A est déterminée sans erreur.

### Situation 4

#### **Critères d'évaluation :**

- 4.1 Les affirmations sont cochées et complétées avec les unités correspondantes.
- 4.2 Le disjoncteur moteur installé au TGBT est adapté à l'installation. La plage de la protection thermique à régler est donnée.
- 4.3 L'échangeur rotatif ainsi que les entrées et sorties d'air sont repérés sur le synoptique de la centrale double flux.
- 4.4 L'évolution de l'air à travers l'échangeur rotatif est tracée sur le diagramme de l'air humide avec le sens de l'évolution. Les caractéristiques physiques de l'air sont déterminées, la puissance en kW de l'échangeur rotatif est calculée.
- 4.5 L'efficacité thermique en [%] de l'échangeur rotatif est calculée.
- 4.6 L'extrait du procès-verbal de mise en service est complété.

**Critères d'évaluation :**

**5.1** Le tracé du chronogramme de régulation pour analyser le fonctionnement de la pompe solaire est réalisé.

**5.2** Le tracé du chronogramme de régulation pour analyser le fonctionnement de sécurité de la pompe solaire est réalisé.

**5.3** L'intérêt du système auto-vidangeable est correctement expliqué.

**5.4** Le tableau de relevé des températures des points de surveillance est correctement rempli.

**5.5** La périodicité de contrôle des températures aux points de surveillance est juste.

**5.6** Le point de puisage présentant le risque maximum est identifié.

**5.7** Les conséquences d'une contamination majeure par des légionnelles sont déterminées.