



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2009
E11 – ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U1
0906- TMS ST 11	DOSSIER CORRECTION	4H COEF.3

CORRECTION
CRDP de l'academie de Montpellier

Des pages 2 à 17 / 23 : Proposition de correction

Des pages 18 à 23 / 23 : Proposition de barème

Document réponses : DR 1

a) Identification et fonction des différents composants du circuit de production d'ECS solaire /

Repère	Nom de l'élément	Fonction de l'élément
1	<i>Panneaux ou capteurs solaires</i>	<i>Récupérer l'énergie solaire permettant de réchauffer le fluide caloporteur circulant à l'intérieur du circuit.</i>
2	<i>Ballon de stockage</i>	<i>Système à accumulation, il permet la production et le stockage de l'ECS.</i>
3	<i>Circulateur</i>	<i>Assurer le débit fluide caloporteur dans l'installation.</i>
4	<i>Vase d'expansion</i>	<i>Permet d'absorber l'augmentation du volume de fluide dû à l'échauffement du fluide.</i>
5	<i>Purgeur automatique</i>	<i>Permet de chasser automatiquement l'air présent dans le circuit.</i>
6	<i>Clapet de non retour (clapet anti-retour)</i>	<i>Evite une circulation parasite à contre-courant dans l'installation.</i>
7	<i>Soupape de sûreté</i>	<i>Permet l'évacuation de l'eau lorsque la pression du circuit dépasse celle de tarage de la soupape.</i>
8	<i>Robinet de barrage</i>	<i>Permet d'isoler le circuit.</i>
9	<i>Mitigeur thermostatique</i>	<i>Permet de mélanger l'ECS sortie du ballon de stockage avec l'eau de ville afin de d'obtenir l'ECS à la température consignée.</i>
10	<i>Régulateur</i>	<i>Commande la V3V, le fonctionnement de la résistance électrique et le circulateur en fonction des T° de stockage et du fluide caloporteur et de la consigne paramétrée.</i>

Question sur 5 points : 0,2 point par élément identifié

0,3 point par fonction correctement citée

Document réponses : DR 1b

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

- b) Détermination de la quantité d'énergie électrique en [kWh] consommée annuellement par le ballon d'ECS électrique :

Quantité de chaleur échangée journallement pour réchauffer le ballon d'ECS :

$$\Phi = m \cdot C_{eau} \cdot \Delta T \text{ avec } \Phi \text{ en [kJ] ; } m \text{ en [kg] ; } C_{eau} \text{ en [kJ/kg.}^\circ\text{C] ; } \Delta T \text{ en [}^\circ\text{C]} \\ = 1000 \cdot 4,185 \cdot 45 = 188325 \text{ [kJ]}$$

Puissance de la résistance électrique du ballon d'ECS :

$$P = \Phi / t \text{ avec } P \text{ en [kW] ; } \Phi \text{ en [kJ] ; } t \text{ en [s]} \text{ (temps de fonctionnement = 8 heures)} \\ P = 188325 / (10 \cdot 3600) = 5,23 \text{ [kW]}$$

Quantité d'énergie électrique apportée par la résistance électrique annuellement :

$$E_c = P \cdot t \text{ avec } E_c \text{ en [kWh] ; } P \text{ en [kW] ; } t \text{ en [h]} \text{ (365 jours de fonctionnement par an)} \\ E_c = 5,23 \cdot (10 \cdot 365) = 19094 \text{ [kWh/an]}$$

- c) Déduction de l'économie financière en euros réalisée par la mise en place de la production d'ECS solaire :

Coût financier pour un an de fonctionnement du ballon électrique = $E_c \cdot P_u$

Avec Coût financier en euros, E_c en [kWh] et $P_u = 0,1106$ euros/kWh

Coût financier = $19094 \cdot 0,1106 = 2111,8$ euros

% d'ECS produite par les panneaux solaires : 70 % de la consommation annuelle

Economie financière = $2111,8 \cdot (70 / 100) = 1478,26$ euros

Document réponses : DR 2a

- a) Nom de l'équilibrage hydraulique des chaudières :

Boucle de Tickelman

Principe de l'équilibrage hydraulique des chaudières :

Les 2 chaudières sont équilibrées hydrauliquement par une boucle de Tickelman permettant d'avoir la même longueur de tuyauterie entre l'aller et le retour pour chacune des 2 chaudières.

- b) Point correspondant à la combustion de chacune des chaudières et type de combustion :

Implantation à faire sur le diagramme d'Oswald DR 2b.

Type de combustion Chaudière 1 :

Combustion complète avec excès d'air (ou combustion oxydante avec excès d'air)

Type de combustion Chaudière 2 :

Combustion incomplète avec excès d'air

- c) Relevé des paramètres de combustion :

	CO ₂ [%]	O ₂ [%]	CO [%]	Excès d'air [%]	Manque d'air [%]
Ch. 1	12,5	3,8	0	25	0
Ch. 2	12	3	1,8	13,5	0

- d) Corrections éventuelles à apporter aux réglages des brûleurs

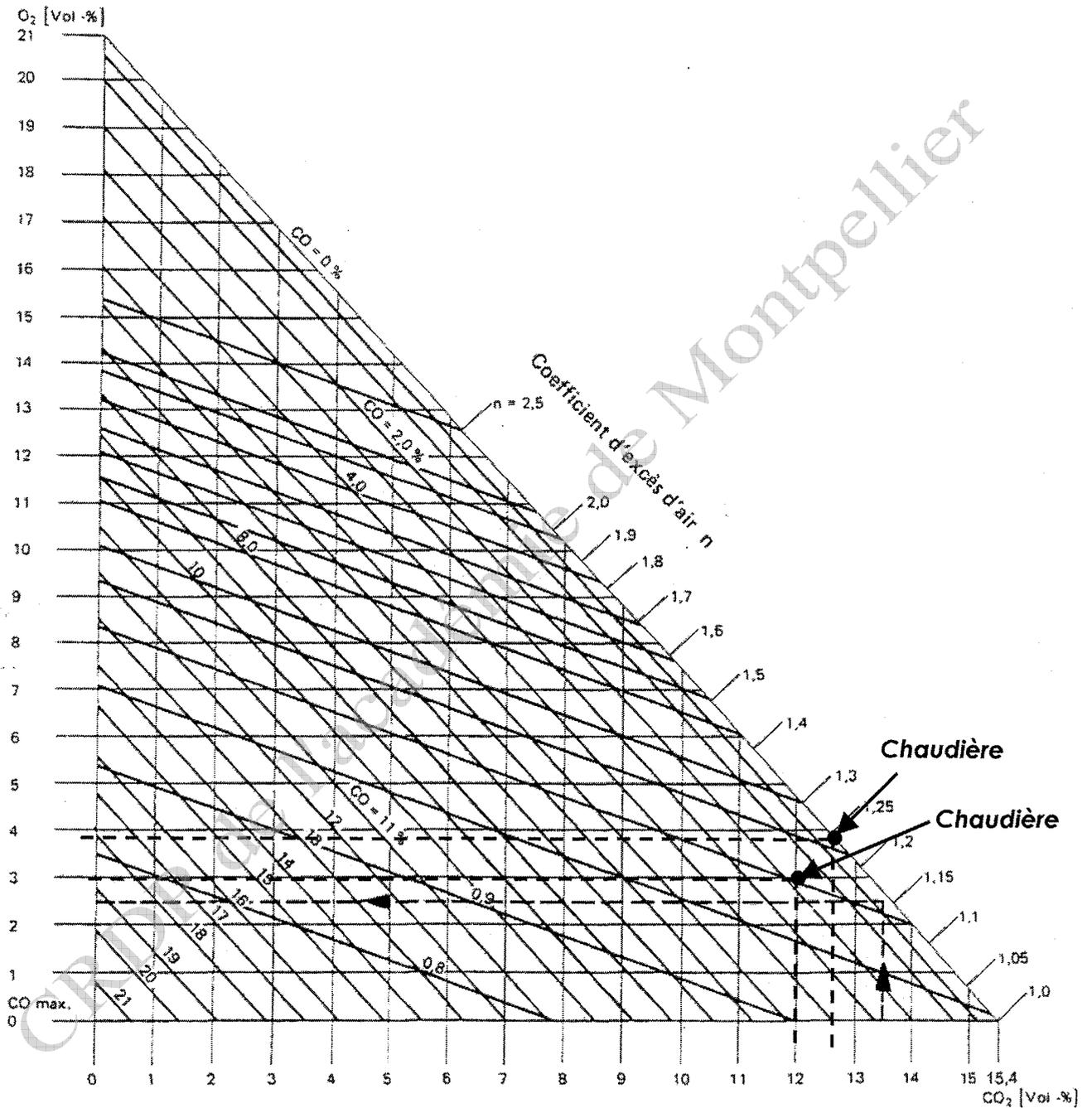
Brûleur chaudière 1 :

La combustion étant complète avec excès d'air (25 %) ne produit pas de CO. Il n'y a pas de correction à apporter aux réglages réalisés.

Brûleur chaudière 2 :

Corrections à apporter : réglage du volet d'air, réglage de la tête de combustion.

Document réponses : DR 2b



Document réponses : DR 3a

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

- a) Détermination du débit volumique d'air neuf en [m³/h] « hiver » :

Section du conduit d'air neuf en [m²] :

$$S = L \cdot l \quad \text{avec } L \text{ en [m] ; } l \text{ en [m] ; } S \text{ en [m}^2\text{]}$$

$$L = 800 \text{ [mm] soit } 0,8 \text{ [m], } l = 600 \text{ [mm] soit } 0,6 \text{ [m]}$$

$$S = 0,8 \cdot 0,6 = 0,48 \text{ [m}^2\text{]}$$

Débit volumique d'air neuf en [m³/h] :

$$Q_v = S \cdot v_{\text{moyen}} \quad \text{avec } S \text{ en [m}^2\text{] ; } v_{\text{moyen}} \text{ en [m/s] ; } Q_v \text{ en [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_v = 0,48 \cdot 4,75 = 2,28 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_v = 2,28 \cdot 3600 = 8208 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

- b) Tracé de l'évolution de l'air neuf « Hiver » :

Tracé à faire sur le diagramme de l'air humide DR 3b.

Relevés des caractéristiques aux différents points :

	θ sèche [°C]	HR [%]	h [kJ/kg _{gas}]	r [kg _{eau} /kg _{gas}]	v' [m ³ /kg _{gas}]
Fonctionnement mode « hiver »					
A - Air Neuf Hiver	- 7	90	- 3	0,0018	0,756
B - Air Sortie batterie Récupération	5	34,9	9,5	0,0018	0,790
C - Air Soufflé Hiver	35	5,4	40,04	0,0018	0,875

Document réponses : DR 3c

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

Le débit volumique d'air neuf « Hiver » est de : $Q_v = 8200 \text{ [m}^3/\text{h]}$

c) Détermination de la puissance récupérée en hiver, de la puissance de la batterie chaude :

Fonctionnement « Hiver » :

Détermination du débit massique d'air neuf en $[\text{kg/s}]$:

$$Q_{mas} = Q_v / v'_A \text{ avec } Q_v \text{ en } [\text{m}^3/\text{s}] ; v'_A \text{ au point A en } [\text{m}^3/\text{kg}_{as}] ; Q_{mas} \text{ en } [\text{kg}_{as}/\text{s}]$$

$$Q_v = 8200 \text{ [m}^3/\text{h}] \text{ soit } 2,27 \text{ [m}^3/\text{s}] ; v' = 0,756 \text{ [m}^3/\text{kg}_{as}]$$

$$Q_{mas} = 8200 / 0,756 = 3,01 \text{ [kg}_{as}/\text{s}] \text{ soit } 3 \text{ [kg}_{as}/\text{s}]$$

Puissance récupérée en $[\text{kW}]$:

$$P = Q_{mas} \cdot (h_B - h_A) \text{ avec } P \text{ en } [\text{kW}] ; Q_{mas} \text{ en } [\text{kg}_{as}/\text{s}] ; h_B ; h_A \text{ en } [\text{kJ}/\text{kg}_{as}]$$

$$Q_{mas} = 3 \text{ [kg}_{as}/\text{s}] ; h_B = 9,5 \text{ [kJ}/\text{kg}_{as}] ; h_A = -3 \text{ [kJ}/\text{kg}_{as}]$$

$$P = 3 \cdot (9,5 - (-3)) = 37,5 \text{ [kW]}$$

Puissance de la batterie chaude en $[\text{kW}]$:

$$P = Q_{mas} \cdot (h_C - h_B) \text{ avec } P \text{ en } [\text{kW}] ; Q_{mas} \text{ en } [\text{kg}_{as}/\text{s}] ; h_C \text{ et } h_B \text{ en } [\text{kJ}/\text{kg}_{as}]$$

$$Q_{mas} = 3 \text{ [kg}_{as}/\text{s}] ; h_C = 40,04 \text{ [kJ}/\text{kg}_{as}] ; h_B = 9,5 \text{ [kJ}/\text{kg}_{as}]$$

$$P = 3 \cdot (40,04 - 9,5) = 91,62 \text{ [kW]}$$

d) Rendement du système de récupération (sachant que la température ambiante $\theta_D = 22 \text{ [}^\circ\text{C]}$) :

Fonctionnement « Hiver » :

D'après la documentation, le rendement est $\Phi = (\Delta t_{AN} / \Delta t_{max}) \cdot 100$

$$\Delta t_{AN} = \theta_A - \theta_B, \quad \Delta t_{max} = \theta_A - \theta_D$$

$$\Delta t_{AN} = -7 - 5 = -12 \text{ [}^\circ\text{C]} \text{ et } \Delta t_{max} = -7 - 22 = -29 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

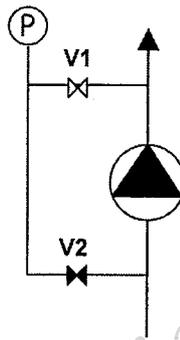
$$\Phi = (-12 / -29) \cdot 100 = 41,4 \text{ [%]}$$

Document réponses : DR 4a

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

- a) Mode opératoire pour mesurer la hauteur manométrique du circulateur à l'aide d'un « kit manométrique » :

Schéma de principe :



Explication du principe de mesure de la hmt de la pompe (les vannes devant être numérotées sur votre schéma de principe ci-dessus) :

$$\text{Hmt de la pompe} = P_{\text{refoulement}} - P_{\text{aspiration}}$$

Mesure de la pression de refoulement de la pompe : Vanne V1 ouverte / vanne V2 fermée / lecture de la pression de refoulement sur le manomètre.

Mesure de la pression d'aspiration de la pompe : Vanne V1 fermée / vanne V2 ouverte / lecture de la pression d'aspiration sur le manomètre.

Document réponses : DR 4b

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

b) Détermination des caractéristiques théoriques (Débit / Hmt) de la pompe :

Références des batteries de récupération :

KVS 100 / Type III

Débit d'eau théorique en [m³/h] :

6,8 [m³/h]

Nombre de batteries composant le système de récupération :

2

Pertes de charge sur l'eau des batteries de récupération en [kPa] :

Pertes de charges pour une batterie du système de récupération : 13 [kPa]

Pertes de charges pour deux batteries du système de récupération : PdC_{Batteries} = 26 [kPa]

Pertes de charge totales de l'ensemble de la tuyauterie en [kPa] :

Perte de charge totale par mètre = 200 [Pa/m] soit 0,2 [kPa/m]

Longueur totale de tuyauterie = 20 [m]

Pertes de charges totales de l'ensemble de la tuyauterie : PdC_{Tuyauterie} = 0,2 . 20 = 4 [kPa]

Pertes de charge totales de l'ensemble du circuit de récupération (batteries + tuyauterie) en [kPa] :

Pertes de charges totales de l'ensemble du circuit de récupération :

PdC_{Totales Circuit Récup} = PdC_{Tuyauterie} + PdC_{Batteries} = 4 + 26 = 30 [kPa]

Pertes de charge totales de l'ensemble du circuit de récupération (batteries + tuyauterie) en prenant en compte le glycol en [kPa] :

PdC_{Totales Circuit Récup} = 30 [kPa]

Teneur en glycol : 22 [% du volume]

Augmentation de la perte de charge due au glycol : 20 [%]

PdC_{Totales Circuit Récup Glycolé} = 30 + (30 . 0,2) = 36 [kPa]

Hauteur manométrique totale théorique de la pompe en [kPa] et en [mCE] :

Hmt théorique de la pompe = 36 [kPa] soit 3,6 [mCE]

Car 10 [kPa] ≈ 1 [mCE]

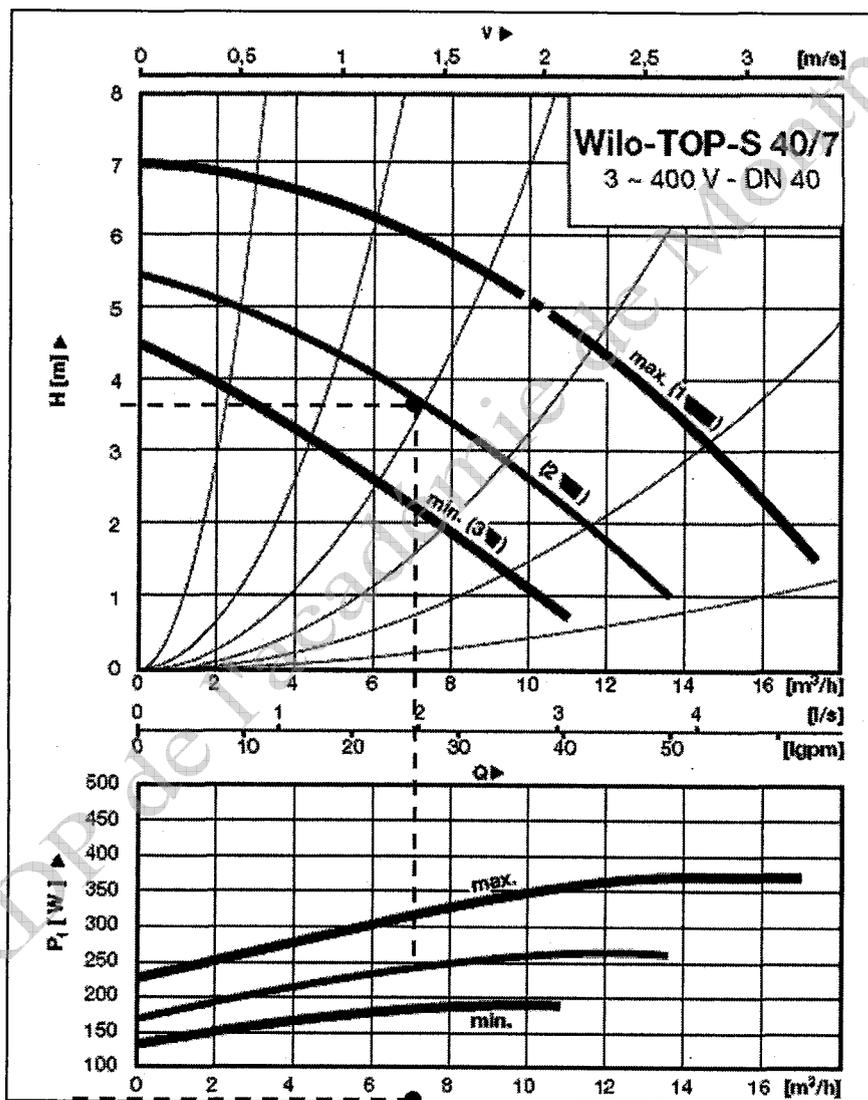
Document réponses : DR 4c

Les tracés permettant de déterminer la vitesse et la puissance absorbée doivent être représentés.

c) Positionnement du point de fonctionnement théorique de la pompe circuit de récupération :

Débit en [m³/h] : 6,8

Hmt en [mCE] : 3,6



Vitesse de fonctionnement à régler : 2

Puissance absorbée : 240 [W]

Document réponses : DR 5a

a) Fonction et réglage du thermostat antigel :

Rôle du thermostat antigel :

Le thermostat antigel permet la surveillance des températures des batteries chaudes pour éviter / protéger les dégâts dus au gel.

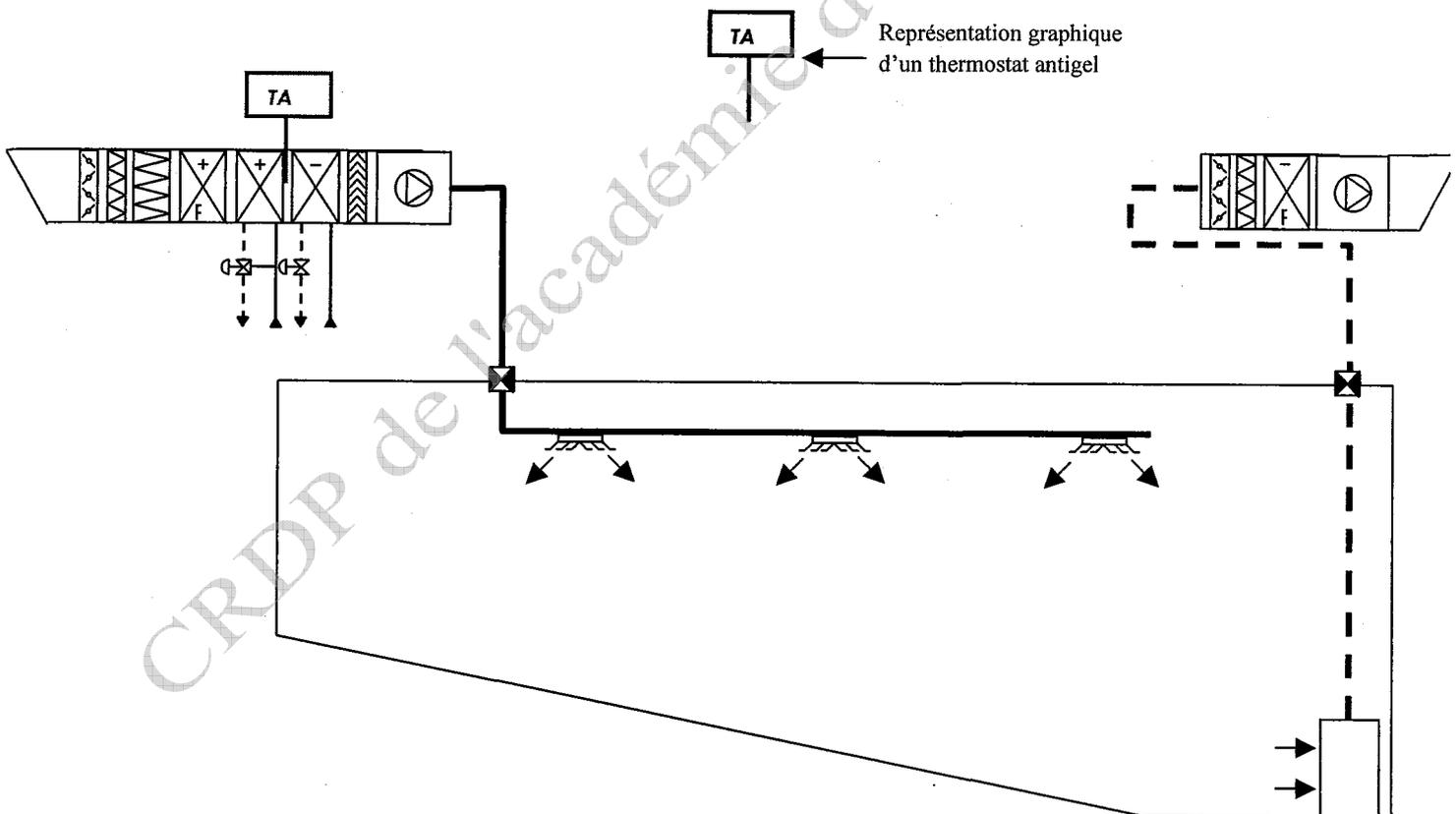
Actions générées par le déclenchement du thermostat antigel :

Dans le cas de notre installation, les actions générées par le déclenchement du thermostat antigel sont : Arrêt des ventilateurs / Fermeture des registres d'air extérieur / Ouverture à 100 [%] de la vanne de régulation de la batterie chaude / Génération d'une alarme sonore et/ou visuelle / Mise en marche de la pompe du circuit de récupération (acceptée).

Valeur de réglage du thermostat antigel en [°C] adaptée à la CTA :

Seuil de réglage du thermostat antigel : 5 [°C]

b) Emplacement du thermostat antigel :



Document réponses : DR 5b

- c) Sélection et réglage du disjoncteur moteur adapté à la pompe TOP-S 40/7 :

Type du disjoncteur moteur GV2 ME / Justification du choix :

Tension de fonctionnement : 400 [V] TRI

Sélection du disjoncteur moteur par rapport à l'intensité plaquée maxi. en vitesse 3 : 0,76 [A]

Type du disjoncteur moteur sélectionné : GV2 ME 05

Plage de réglage et réglage à effectuer avant la mise en service / Justification du choix :

Plage de réglage du disjoncteur moteur : 0,63 à 1 [A]

Réglage à 0,76 [A] correspondant à l'intensité maxi plaquée sur le moteur de la pompe

Document réponses : DR 6a

Les tracés permettant de sélectionner la vanne 3 voies doivent être représentés.

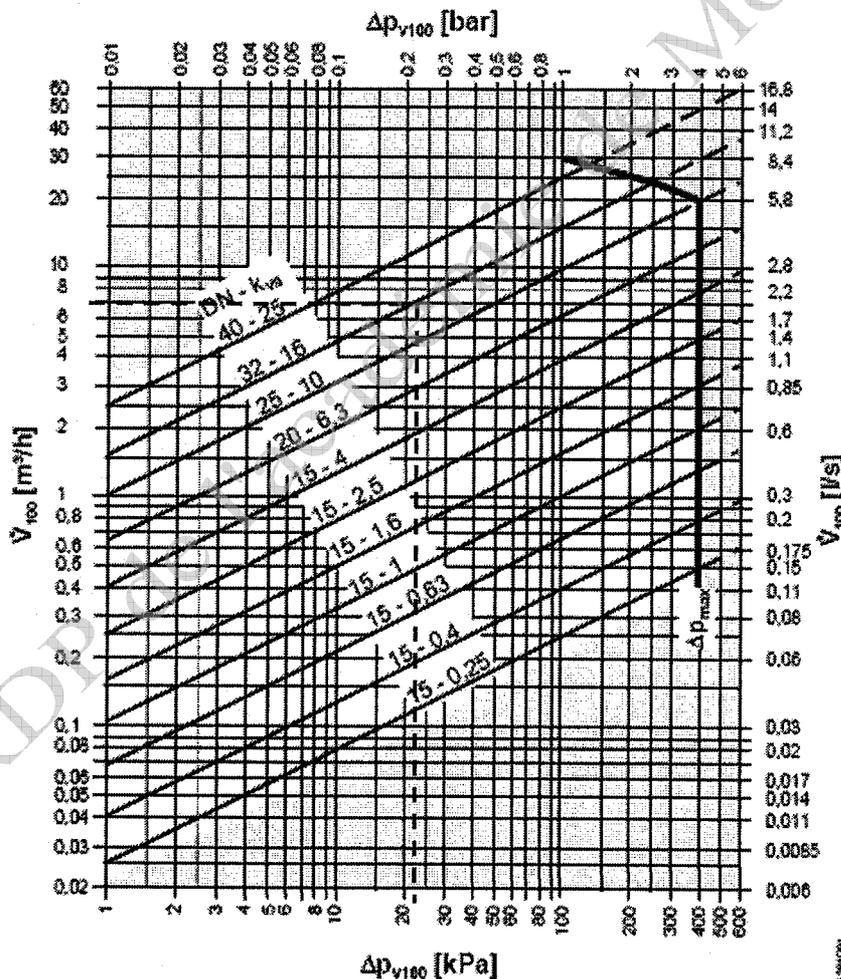
a) Le type de montage de la vanne 3 voies est :

La vanne 3 voies est montée en mélange.

b) Sélection de la vanne 3 voies :

Débit volumique en [m³/h] : 6,8 [m³/h]

Pertes de charge du circuit réglé en [kPa] : 22 [kPa]



- Δp_{max} = pression différentielle maximale admissible sur la voie de régulation de la vanne, pour la totalité de la plage de positionnement de l'entité vanne/servomoteur
- Δp_{v100} = pression différentielle sur la vanne entièrement ouverte et la voie de régulation pour un débit volumique V_{100}
- V_{100} = débit volumique au travers de la vanne entièrement ouverte (H_{100})
- 100 kPa = 1 bar = 10 mCE
- 1 m³/h = 0,278 l/s d'eau à 20 °C

Document réponses : DR 6b

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

Détermination de la vanne 3 voies :

Par lecture sur l'abaque de sélection des vannes de régulation, la vanne 3 voies adaptée à l'installation est celle de DN 32 et de Kvs 16.

Référence de la vanne 3 voies sélectionnée : VXG 44.32.16

Autorité de la vanne de la vanne 3 voies sélectionnée :

$$a = \Delta P \text{ vanne de régulation} / (\Delta P \text{ vanne de régulation} + \Delta P \text{ du réseau régulé})$$

avec $\Delta P \text{ vanne de régulation} = 20 \text{ [kPa]}$ et $\Delta P \text{ du réseau régulé} = 22 \text{ [kPa]}$

$$a = 20 / (20 + 22)$$

$$a = 0,47$$

Document réponses : DR 6c

Les tracés permettant de déterminer le réglage de la vanne d'équilibrage doivent être représentés.

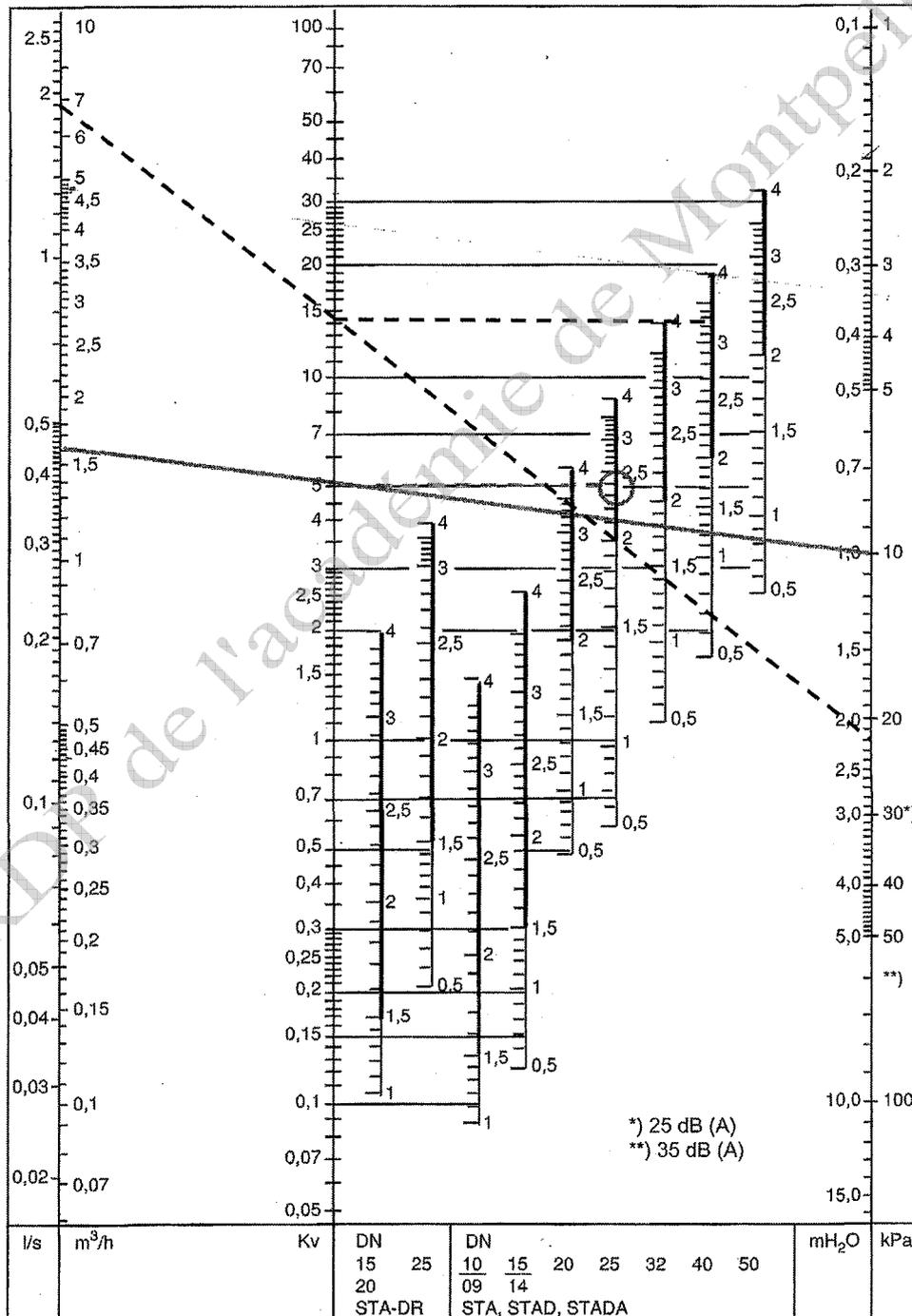
c) Réglage de la vanne d'équilibrage du bipasse :

Débit volumique en [m³/h] : 6,8

Pertes de charge à créer dans le bipasse en [kPa] : 22

Type de la vanne d'équilibrage : STAD 40

Position de réglage de la vanne d'équilibrage en [nbre de tour] : 3,25 TOURS



Document réponses : DR 7

Les formules doivent être posées, les unités des différents termes mentionnées et les calculs détaillés.

- a) Calcul du volume de fluide contenu dans le réseau glycolé :

Section intérieure en $[m^2]$ d'un tube $\varnothing 60,3 \times 2,9$:

$$\varnothing_{int} = \varnothing_{ext} - (2 \cdot \text{épaisseur}) \text{ avec } \varnothing_{ext} = 60,3 [mm] ; \text{épaisseur} = 2,9 [mm]$$

$$\varnothing_{int} = 60,3 - (2 \cdot 2,9) = 54,5 [mm]$$

$$S_{int} = (\pi \cdot \varnothing_{int}^2) / 4 \rightarrow S_{int} = (\pi \cdot 54,5^2) / 4 = 2332,8 [mm^2]$$

$$2332,8 [mm^2] = 2,332 \cdot 10^{-3} [m^2] \text{ soit } 0,002332 [m^2]$$

Volume de fluide glycolé en $[m^3]$ et en [litre] contenu dans la tuyauterie :

$$V = S_{int} \cdot l_g \text{ avec } S_{int} = 0,002332 [m^2] \text{ et } l_g = 20 [m]$$

$$V = 0,002332 \cdot 20 = 0,04664 [m^3] \text{ soit } 46,6 [\text{litre}]$$

Volume de fluide glycolé en $[m^3]$ et en [litre] contenu dans le système de récupération (tube + batteries) :

Le volume de fluide contenu dans une batterie de récupération est de 18 litres. Le système de récupération comportant 2 batteries, le volume de fluide est de 36 litres soit $0,036 [m^3]$.

Le volume de fluide glycolé contenu dans le système de récupération (tube + batteries) est de :

$$V_{total} = 0,04664 + 0,036 = 0,08264 [m^3] \text{ soit } 82,64 [\text{litre}]$$

- b) Détermination du volume de glycol en [litre] à injecter dans le circuit pour obtenir une concentration de 22 [%] de glycol :

Le volume de glycol à injecter dans le circuit est :

$$V_{glycol} = V_{total} \cdot \text{concentration de glycol avec } V_{total} = 82,64 [\text{litre}] ; \text{concent. glycol} = 22 [\%]$$

$$V_{glycol} = 82,64 \cdot 0,22 = 18,18 [\text{litre}]$$

Le volume de glycol à injecter dans le réseau pour obtenir une concentration de 22 [%] est 18,18 [litre].

- c) Le volume utile du système de récupération de l'eau glycolé est-il adapté à l'installation ?

OUI / NON

Justification de votre réponse :

Le volume utile du système de récupération de l'eau glycolée est de 100 litres, volume supérieur au volume d'eau glycolé contenu dans le système de récupération (82,64 litres.)

Proposition de barème de notation

1°/ ENERGIE RENOVELABLE

- a) Identification et fonction des différents composants du circuit production ECS solaire :

Question sur 5 points : 0,2 point par élément identifié

0,3 point par fonction correctement citée

- b) Détermination de la quantité d'énergie électrique en [kWh] consommée annuellement par le ballon ECS électrique :

Quantité de chaleur échangée journallement pour réchauffer le ballon d'ECS :

Question sur 1 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 1 pt

résultat juste avec unité seulement = 0,8 pt

formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,2 pt

Puissance de la résistance électrique du ballon d'ECS :

Question sur 1 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 1 pt

si résultat juste avec unité seulement = 0,8 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,2 pt

Quantité d'énergie électrique apportée par la résistance électrique annuellement :

Question sur 1 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 1 pt

si résultat juste avec unité seulement = 0,8 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,2 pt

- c) Déduction de l'économie financière en euros réalisée par la mise en place de la production ECS solaire :

Question sur 2 points : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 2 pts

si calcul développé et résultat juste avec unité seulement = 1,5 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,5 pt

2°/ PRODUCTION THERMIQUE

- a) Nom de l'équilibrage hydraulique des chaudières :

Question sur 0,5 point : le type d'équilibrage est connu = 1 pt sinon 0 pt

Principe de l'équilibrage hydraulique des chaudières :

Question sur 0,5 point : le principe d'équilibrage est expliqué = 0,5 pt sinon 0 pt

- b) Point correspondant à la combustion de chacune des chaudières et type de combustion :

Question sur 3 points : 0,5 point par point de combustion placé correctement sur le diagramme

1 point par combustion citée correctement

- c) Relevé des paramètres de combustion :

Question sur 1,5 point : 0,25 pt par valeur trouvée

- d) Corrections éventuelles à apporter aux réglages des brûleurs

Question sur 2,5 points : à l'appréciation des correcteurs

3°/ TRAITEMENT DE L'AIR

- a) Détermination du débit volumique d'air neuf en [m³/h] en « hiver » :

Section du conduit d'air neuf en [m²] :

Question sur 1 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 1 pt

si résultat juste avec unité seulement = 0,8 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,2 pt

Débit volumique d'air neuf en [m³/h] :

Question sur 1 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 1 pt

si résultat juste avec unité seulement = 0,8 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,2 pt

- b) Tracés de l'évolution de l'air en « Hiver » :

Question sur 6 points : tracé de l'évolution à travers la batterie de récupération = 0,5 pt

tracé de l'évolution à travers la batterie chaude = 0,5 pt

les différents points d'entrée et de sortie de l'air sont identifiés précisément sur le diagramme ainsi que le sens de l'évolution de l'air = 0,6

caractéristiques de l'A.H. des différents points = 0,4 pt par valeur juste

- c) Détermination de la puissance récupérée en hiver, de la puissance de la batterie chaude :

Détermination du débit massique d'air neuf en [kg/s] :

Question sur 1 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 1 pt

si résultat juste avec unité seulement = 0,8 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,2 pt

Puissance récupérée en [kW] :

Question sur 1,5 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 1,5 pt

si résultat juste avec unité seulement = 1 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,4 pt

Puissance de la batterie chaude en [kW] :

Question sur 1,5 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 1,5 pt

si résultat juste avec unité seulement = 1 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,4 pt

- e) Rendement du système de récupération (sachant que la température ambiante $\theta_D = 22$ [°C]) :

Question sur 4 points : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 4 pts

si calcul développé et résultat juste avec unité seulement = 3,5 pts

si résultat juste avec unité seulement = 2,5 pts

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,5 pt

4°/ HYDRAULIQUE

- a) Mode opératoire pour mesurer la hauteur manométrique du circulateur à l'aide d'un « kit manométrique » :

Question sur 3 points : le schéma réalisé est juste et les vannes identifiées = 1 pt

les explications données sont justes = 1,5 pt

la formule est mentionnée = 0,5 pt

- b) Détermination des caractéristiques théoriques (Débit / Hmt) de la pompe :

Caractéristiques des batteries de récupération :

Question sur 0,5 point : le type de la batterie est identifié = 0,5 pt

Débit théorique en [m³/h] :

Question sur 0,5 point : le débit théorique de la batterie est identifié = 0,5 pt

Nombre de batteries composant le système de récupération :

Question sur 0,5 point : le nombre de batteries est identifié = 0,5 pt

Pertes de charge des batteries de récupération en [kPa] :

Question sur 0,5 point : les PdC des batteries sont identifiées = 0,5 pt

Pertes de charge totales de l'ensemble de la tuyauterie en [kPa] :

Question sur 1 point : la PdC du réseau est déterminée, les calculs sont développés = 1 pt

Pertes de charge totales de l'ensemble du circuit de récupération (batteries + tuyauterie) en [kPa] :

Question sur 1 point : les PdC de l'ensemble sont déterminées = 1 pt

Pertes de charge totales de l'ensemble du circuit de récupération (batteries + tuyauterie) en prenant en compte le glycol en [kPa] :

Question sur 1 point : Les PdC avec le glycol déterminées sont justes, le calcul développé = 1 pt

Hauteur manométrique totale théorique de la pompe en [kPa] et en [mCE] :

Question sur 1 point : La hmt de la pompe est déterminée, l'unité correcte = 1 pt

c) Positionnement du point de fonctionnement théorique de la pompe circuit de récupération :

Débit en [m³/h] : 0,5 pt

Hmt en [mCE] : 0,5 pt

Le tracé sur le courbier est réalisé, le point de fonctionnement identifié = 2 pts

Vitesse de fonctionnement à régler : 1 pt

Puissance absorbée : 1 pt

5°/ ELECTRICITÉ

a) Fonction et réglage du thermostat antigel :

Rôle du thermostat antigel :

Question sur 2 points : Les éléments protégés et les risques sont nommés = 1 pt

Actions générées par le déclenchement du thermostat antigel :

Question sur 2 points : 0,5 pt par action générée par un défaut antigel

Valeur de réglage du thermostat antigel en [°C] adaptée à la CTA :

Question sur 2 point : valeurs proposées entre 3 et 5 °C = 2 pts

valeurs proposées entre 2 à 3°C et 5 à 6 °C = 1 pt

valeurs proposées < 2°C et > 6 °C = 0 pt

b) Emplacement du thermostat antigel :

Question sur 2 points : le thermostat est représenté sur le schéma de principe entre la batterie chaude et la batterie froide ou juste après la batterie froide = 2 pts

Tous les autres cas = 0 pt

- c) Sélection et réglage du disjoncteur moteur adapté à la pompe TOP-S 40/7 :

Type du disjoncteur moteur GV2 ME / Justification du choix :

Question sur 3 points : le disjoncteur magnétothermique sélectionné est juste, le choix justifié = 3 pts
Le disjoncteur magnétothermique sélectionné est juste, mais pas de justification = 1,5 pt

Plage de réglage et réglage à effectuer avant la mise en service / Justification du choix :

Question sur 2 points : la plage de réglage du disjoncteur magnétothermique sélectionné est juste = 0,5 pt
la valeur de réglage du disjoncteur magnétothermique est adaptée au moteur, le choix est justifié = 1,5 pt
la valeur de réglage du disjoncteur magnétothermique est adaptée au moteur, mais pas justifié = 1 pt

6°/ RÉGULATION

- a) Le type de montage de la vanne 3 voies est :

Question sur 3 points : le type de montage de la V3V est juste = 3 pts

- b) Sélection de la vanne 3 voies :

Débit volumique en [m³/h] : 0,5 pt

Pertes de charge du circuit régulé en [kPa] : 0,5 pt

Détermination de la vanne 3 voies :

Question sur 1 point : les tracés sont effectués sur l'abaque de sélection = 1 pt

Référence de la vanne 3 voies sélectionnée :

Question sur 1 point : la vanne sélectionnée est adaptée = 1 pt

Autorité de la vanne 3 voies sélectionnée :

Question sur 2 points : si formule, calcul détaillé et résultat juste sont indiqués = 2 pts
si calcul développé et résultat juste avec unité seulement = 1,5 pt
si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,5 pt

- c) Réglage de la vanne d'équilibrage du bypass :

Débit volumique en [m³/h] : 0,5 pt

Pertes de charge à créer dans le bypass en [kPa] : 0,5 pt

Type de la vanne d'équilibrage : 0,5 pt

Position de réglage de la vanne d'équilibrage en [nbre de tour] :

Question sur 2,5 points : si tracé sur abaque et résultat juste sont indiqués = 2,5 pts
si résultat juste seulement = 1,5 pt

7°/ PRÉVENTION DE L'ENVIRONNEMENT

- a) Calcul du volume de fluide contenu dans le réseau glycolé :

Section intérieure en [m²] d'un tube Ø 60,3 x 2,9 :

Question sur 1 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec unité sont indiqués = 1 pt

si calcul développé et résultat juste avec unité seulement = 0,75 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,25 pt

Volume de fluide glycolé en [m³] et en [litre] contenu dans la tuyauterie :

Question sur 1,5 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec les différentes unités indiqués = 1,5 pt

si calcul développé et résultat juste avec unité seulement = 1 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,25 pt

Volume de fluide glycolé en [m³] et en [litre] contenu dans le système de récupération (tube + batteries) :

Question sur 1,5 point : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec les unités indiqués = 1,5 pt

si calcul développé et résultat juste avec unité seulement = 1 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,25 pt

- b) Détermination du volume de glycol en [litre] à injecter dans le circuit pour obtenir une concentration de 22 [%] de glycol :

Question sur 2 points : si formule, calcul détaillé et résultat juste avec les unités indiqués = 2 pts

si calcul développé et résultat juste avec unité seulement = 1,5 pt

si formule mentionnée uniquement mais résultat non trouvé = 0,5 pt

- c) Validation du volume utile du système de récupération de l'eau glycolée :

Question sur 2 points : la réponse est juste et justifiée = 2 pts

la réponse est juste mais non justifiée = 1 pt