

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

Baccalauréat Professionnel

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

Session 2019

DOSSIER SUJET-RÉPONSE

« FRANCE TELECOM MIRAIL/REYNERIE »

Les situations professionnelles		Temps conseillé	Pages
S1	<input type="checkbox"/> Prise de connaissance de l'installation	30 min	2/13
S2	<input type="checkbox"/> Production thermique	45 min	4/13
S3	<input type="checkbox"/> Hydraulique	45 min	6/13
S4	<input type="checkbox"/> Régulation	45 min	8/13
S5	<input type="checkbox"/> Traitement de l'air	30 min	10/13
S6	<input type="checkbox"/> Production frigorifique	45 min	12/13

Sous-épreuve E.21 - Unité U.21

« L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé ».

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES		CODE 1909-TMS T	SESSION 2019	DOSSIER SUJET- RÉPONSE
ÉPREUVE U21	19TLS MRT	DURÉE 4h	COEFFICIENT 3	PAGE DSR 1/13

S1	PRISE DE CONNAISSANCE DE L'INSTALLATION
-----------	--

Contexte :

Dans le cadre de cette visite de maintenance générale annuelle, vous devez faire un relevé de chaudière pour actualiser le dossier technique du site et vérifier l'alimentation gaz des chaudières pour éviter tout « décrochage » lors des phases de démarrage à pleine puissance.

Vous disposez : (conditions ressources)

- du descriptif technique (DT 1 page 2/15).
- du schéma de principe général (DT 4 page 5/15).
- de la documentation technique de la chaudière (DT 5 page 6/15).
- de la formule de calcul du volume gaz nécessaire :

$$\text{Volume nécessaire} = \frac{\text{Débit gaz} \times 1000}{500} \quad \text{pour une pression d'utilisation} \leq 30 \text{ mbars}$$

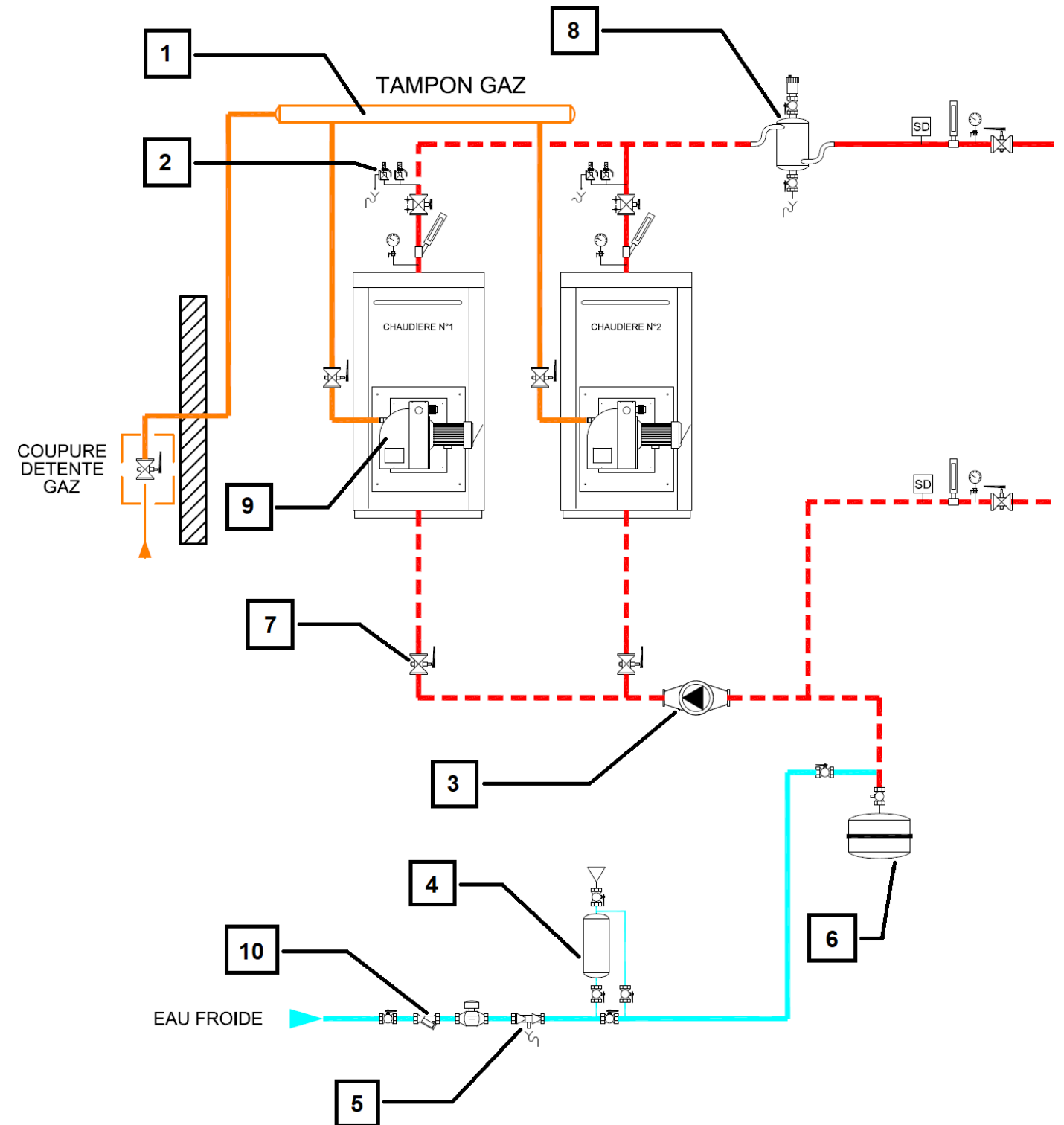
$$\text{Volume nécessaire} = \frac{\text{Débit gaz} \times 1000}{1000} \quad \text{pour une pression d'utilisation} > 30 \text{ mbars}$$

avec : Volume nécessaire en [litres] et débit gaz en [m³/h].

- de la contenance par mètre de la tuyauterie en DN125 : 13,6 [litre/m].
- de la longueur de la bouteille tampon gaz : 6 [m].

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
1) Compléter le tableau indiquant le nom et la fonction des éléments repérés.	- Les composants sont identifiés et les fonctions sont énoncées.
2) Calculer le volume minimum du tampon gaz nécessaire pour le bon fonctionnement de cette installation.	- La vérification du volume tampon permet le bon fonctionnement.
3) Vérifier si le dimensionnement de la bouteille tampon gaz est suffisant pour cette installation.	- La vérification est effectuée.

1) Compléter le tableau indiquant le nom et la fonction des éléments repérés.



n°	NOM de l'appareil	FONCTION dans le circuit
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2) Calculer le volume minimum du tampon gaz nécessaire pour le bon fonctionnement de cette installation.

a) Donner le type de gaz utilisé (cocher la case correspondante) :

Gaz Naturel Type H

Gaz Naturel Type L

GPL

b) Donner la pression d'utilisation du réseau gaz [mbar] :

.....
.....
.....

c) Donner le débit horaire maximum de gaz à pleine charge [m³/h] :

.....
.....
.....

d) Calculer le volume du tampon gaz [litres] :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3) Vérifier si le dimensionnement de la bouteille tampon gaz est suffisant pour cette installation.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Contexte :

À la suite des opérations d'entretien de l'installation de chauffage vous procédez à la mise en service des deux chaudières De Dietrich C230-170 Eco de puissance unitaire 179 [kW]. Vous décidez de contrôler la combustion de la chaudière n°1 et de vérifier la conformité de la ventilation basse de dimensions 40 × 40 [cm].

Vous disposez : (conditions ressources)

- du ticket d'analyse de combustion (DSR page 4/13).
- du diagramme d'Ostwald du gaz naturel (DSR page 5/13).
- de la documentation technique du brûleur gaz (DT 5 page 7/15).
- de la formule de calcul du rendement de combustion (formule de Siegert) :

$$\eta_{\text{comb}} = 100 - 0,46 \times \frac{T_{\text{fumées}} - T_{\text{air}}}{\%CO_2} \quad \text{avec } \eta_{\text{comb}} \text{ en } [\%], T_{\text{fumées}} \text{ en } [^{\circ}C], T_{\text{air}} \text{ en } [^{\circ}C] \text{ et } \%CO_2 \text{ en } [\%].$$

- de la formule de calcul de la ventilation basse de la chaufferie gaz (selon DTU 65.4) :

$$\text{Section} \geq \frac{P_n \text{ maxi}}{23,2} \quad \text{avec Section en } [dm^2] \text{ et } P_n \text{ maxi en } [kW].$$

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
4) Indiquer, à partir du ticket imprimé lors de l'analyse de combustion, si les caractéristiques de la combustion en grande allure sont conformes aux valeurs attendues.	- Les informations du tableau sont correctement renseignées.
5) Calculer le rendement de combustion η_{comb} [%] à l'aide de la formule de Siegert.	- Le rendement calculé est juste.
6) Vérifier la conformité de la ventilation basse.	- Le calcul et la conclusion sont corrects.
7) Placer le point correspondant à la combustion sur le diagramme d'Ostwald.	- L'utilisation du diagramme est correcte.
8) Déterminer le type de combustion obtenue.	- La détermination du type de combustion est correcte.
9) Donner l'impact de cette combustion sur l'environnement et proposer un réglage si nécessaire sur le bloc gaz en grande allure.	- L'analyse des résultats et les réglages proposés sont corrects.

4) Indiquer, à partir du ticket imprimé lors de l'analyse de combustion, si les caractéristiques de la combustion en grande allure sont conformes aux valeurs attendues.

TESTO 330-2 LL	
V1.06	01971837/F
TOULOUSE	
01.10.17	15:02:24
Installat° INSTALLATION Type installation	
Air soufflé	
Combustible Gaz naturel	
O2 réf :	3 %
CO2Max :	11,9 %
Combustion	
01.10.17	14:56:03
133.8 °C T fumées	
7.63 % CO2	
1.50 Excès d'air	
48 ppm CO	
7.51 % Oxygène	
--- % R PCI	
--- % P PCI	
16.1 °C T comburant	

Paramètres	Conforme (mettre une croix si conforme)	Non conforme (mettre une croix si non conforme)	Valeurs attendues
Température des fumées [°C]			> 110 [°C]
Teneur en CO ₂ [%]		
Facteur d'air			Entre 1,18 et 1,25
Teneur en CO [ppm]			< 20 [ppm]
Teneur en O ₂ [%]			Entre 3,4 et 4,5 [%]

5) Calculer le rendement de combustion η_{comb} [%] à l'aide de la formule de Siegert.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6) Vérifier la conformité de la ventilation basse.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

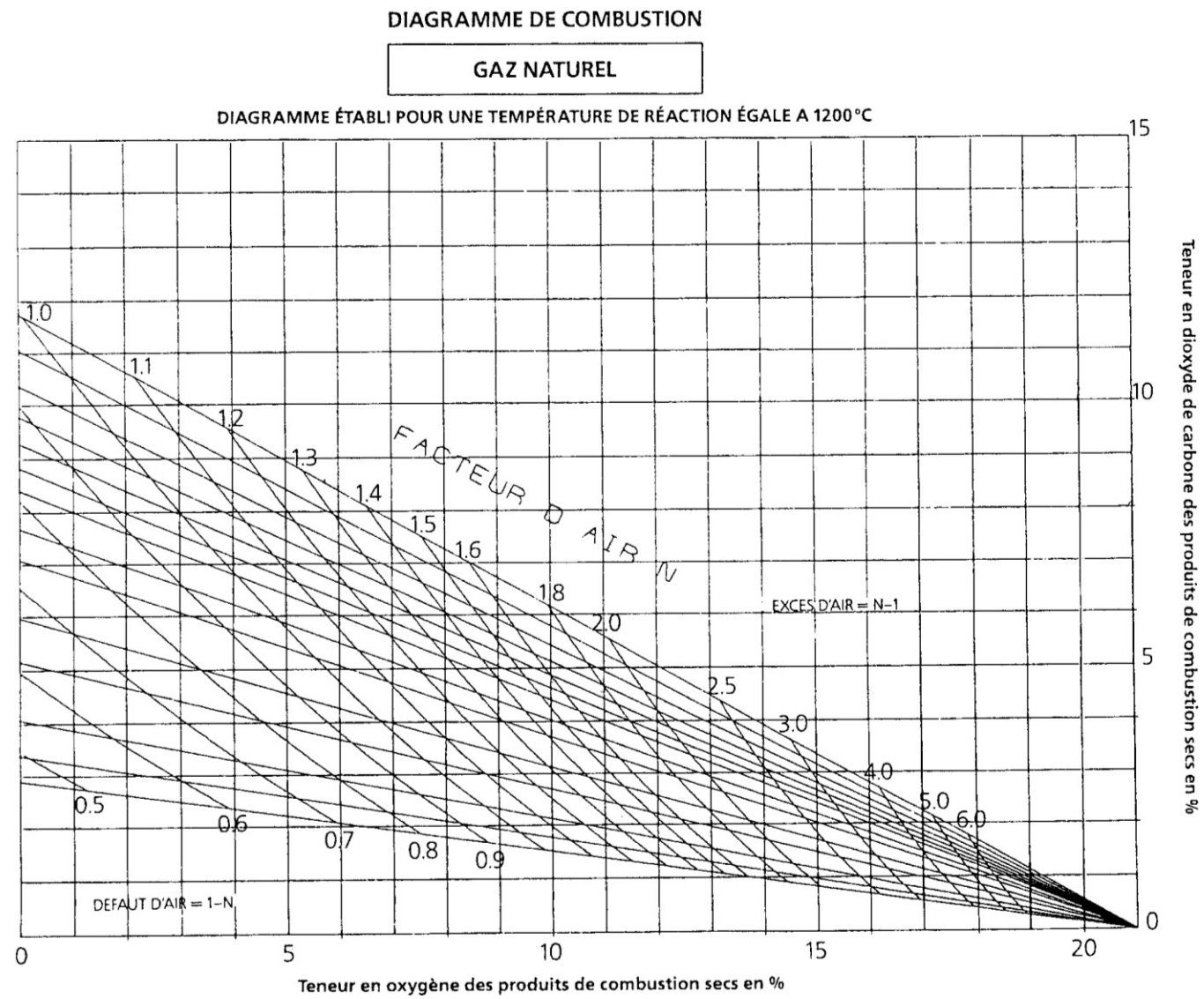
.....

.....

.....

.....

7) Placer le point correspondant à la combustion sur le diagramme d'Ostwald.



8) Déterminer le type de combustion obtenue.

Type de combustion :

9) Donner l'impact de cette combustion sur l'environnement et proposer un réglage si nécessaire sur le bloc gaz en grande allure.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Contexte :

Vos clients ont signalé des problèmes d'inconfort de chauffage dans les locaux du bâtiment A lors de certaines périodes en plein hiver. Vous profitez de votre passage pour vérifier les paramètres de régulation hydraulique et optimiser l'installation.

Vous disposez : (conditions ressources)

- du schéma de principe général (DT 4 page 5/15).
- de l'abaque de réglage des vannes d'équilibrage TA (DSR page 7/13).
- des données mesurées lors de la visite de contrôle de l'installation :

Perte de charge du réseau primaire (côté chaudière)	0,8 [mCE]
Perte de charge du réseau secondaire (côté radiateurs)	2,6 [mCE]
Perte de charge à créer sur la vanne d'équilibrage TA DN20 pour équilibrer le réseau bâtiment A	1,4 [mCE]
Débit fourni par le circulateur	1,8 [m³/h]
Perte de charge (ΔP_{v100}) de la vanne 3 voies Danfoss modèle WXG44.20-6,3	0,09 [bar]
Kvs de la vanne 3 voies Danfoss modèle WXG44.20-6,3	6,3 [m³/h]

- de la formule de l'autorité de la vanne : $a = \frac{\Delta P_v}{\Delta P_v + \Delta P_r}$

Avec : ΔP_v : Perte de charge de la vanne 3 voies
 et ΔP_r : Perte de charge de la partie du réseau à débit variable.

Vous devez : (travail demandé)

A/ Étude de la vanne 3 voies

- 10) Compléter le tableau puis indiquer le type de montage de la vanne 3 voies sur le départ du circuit « Radiateurs – Bâtiment A ».
- 11) Justifier pourquoi ce type de montage a été choisi pour cette partie du circuit.
- 12) Déterminer l'autorité de la vanne 3 voies montée sur cette partie de circuit.
- 13) Conclure sur la conformité de la vanne 3 voies en tenant compte de son Kvs.

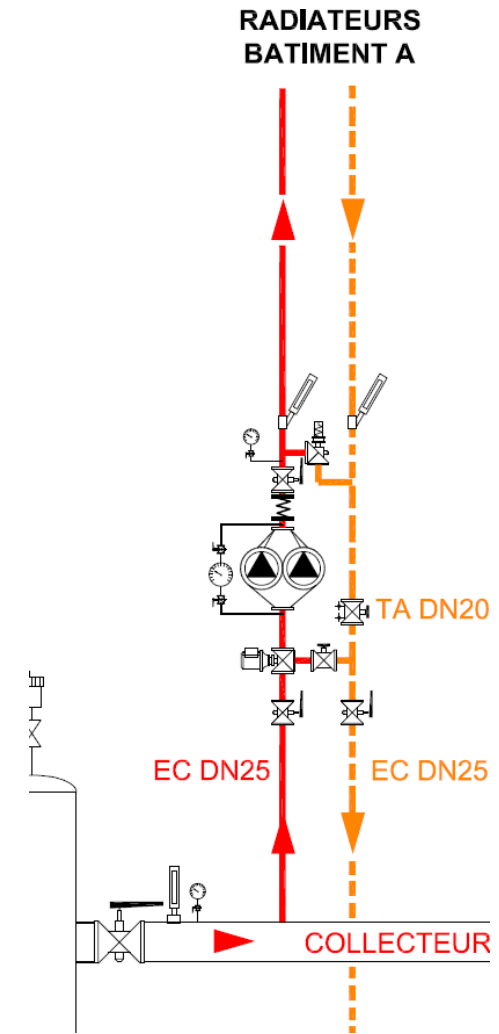
B/ Étude de la vanne d'équilibrage

- 14) Proposer le réglage à réaliser sur la vanne d'équilibrage TA DN20 pour le réseau « Radiateurs – Bâtiment A ». Indiquer votre sélection sur l'abaque du constructeur.

Critères d'évaluation

- Le tableau est correctement renseigné.
- La justification est claire et correcte.
- Le calcul est correct.
- L'explication permet de conclure sur la conformité de la vanne.
- La réponse est correcte.

10) Compléter le tableau puis indiquer le type de montage de la vanne 3 voies sur le départ du circuit « Radiateurs – Bâtiment A ».



	Entourer la bonne réponse	
	Avant	Après
Position de la pompe double par rapport à la vanne 3 voies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Débit dans le circuit coté radiateurs	<input type="checkbox"/> Variable	<input type="checkbox"/> Constant
Température dans le circuit coté radiateurs	<input type="checkbox"/> Variable	<input type="checkbox"/> Constante
Nom du montage de la vanne 3 voies	.....

11) Justifier pourquoi ce type de montage a été choisi pour cette partie du circuit.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12) Déterminer l'autorité de la vanne 3 voies montée sur cette partie de circuit.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

13) Conclure sur la conformité de la vanne 3 voies en tenant compte de son Kvs.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

14) Proposer le réglage à réaliser sur la vanne d'équilibrage TA DN20 pour le réseau « Radiateurs – Bâtiment A ». Indiquer votre sélection sur l'abaque du constructeur.

Réglage (nombre de tours) : tours

Abaque

Une ligne droite relie les échelles de débits, Kv et pertes de charge. Elle permet d'obtenir la correspondance entre les différentes données. Détermination de la position de réglage en fonction d'un débit et d'une perte de charge donnés.

Pour avoir la position correspondant aux différentes dimensions de vannes, tracer une ligne horizontale au départ du Kv obtenu.

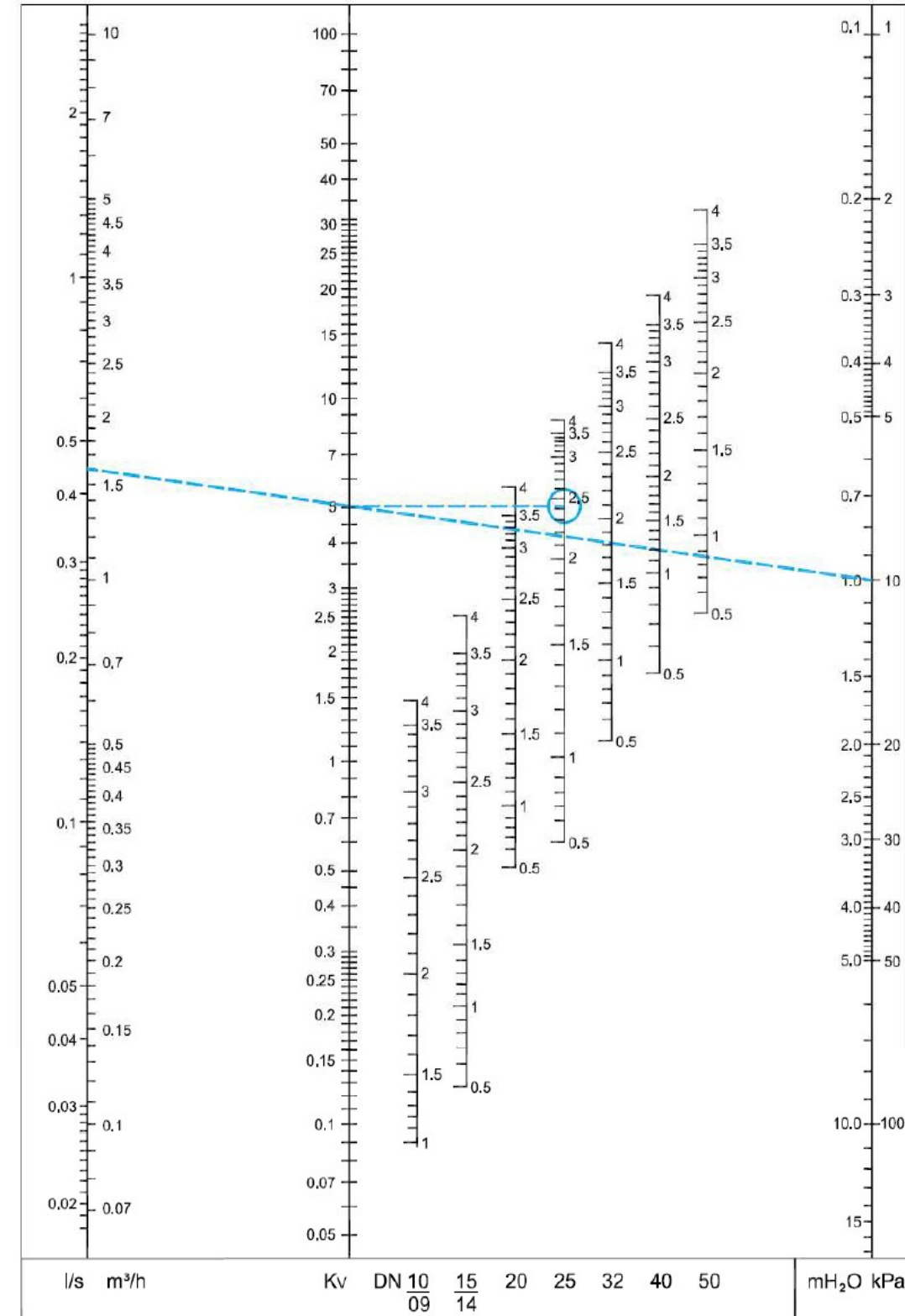
Exemple

Diamètre de la vanne: soit DN 25

Débit: 1,6 m³/h. Perte de charge: 10 kPa.

Solution:

Tracer une ligne entre 1,6 m³/h et 10 kPa pour obtenir un Kv de 5. Tracer ensuite une ligne horizontale partant de ce Kv jusqu'à l'échelle correspondant à la vanne de DN 25, ce qui donne 2,35 tours.



Contexte :

Les clients se plaignent de la température trop basse dans les locaux du Bâtiment A. Vous constatez que la température des radiateurs est insuffisante. Vous décidez de contrôler le fonctionnement de la régulation.

Vous disposez : (conditions ressources)

- du schéma de principe général (DT 4 page 5/15).
- de la notice technique du régulateur RVL480 (régulation 3 points) (DT 11 page 13/15).
- de la notice technique de la sonde extérieure QAC32 (DT 12 page 13/15).
- de la notice technique de la sonde de départ QAD22 (DT 13 page 14/15).
- des paramètres de fonctionnement :

$$T_{\text{ext base}} = -5 \text{ [}^\circ\text{C]}, T_{\text{départ radiateurs}} = 75 \text{ [}^\circ\text{C]}, T_{\text{non chauffage}} = 20 \text{ [}^\circ\text{C]}, T_{\text{ambiante}} = 20 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
15) Donner les causes probables de ce problème.	- Le tableau est correctement renseigné.
16) Vérifier le fonctionnement des sondes de température.	- Les valeurs attendues sont correctes.
17) Donner les règles à respecter pour l'emplacement de la sonde extérieure.	- Les règles à respecter sont correctement définies.
18) Tracer la courbe de chauffe et calculer la pente.	- Le tracé et le calcul de la pente sont corrects.
19) Tracer à la règle la pente à positionner sur le régulateur RVL480 selon les paramètres de fonctionnement voulus et compléter le tableau de valeurs.	- La pente positionnée et les valeurs sont correctes.

15) Donner les causes probables de ce problème à l'aide d'une croix.

Cause envisagée	Possible	Impossible
Coupure sonde départ		
Mauvaise valeur transmise par la sonde extérieure		
Arrêt du circulateur		
Mauvais réglage de la pente sur le régulateur		
Régulateur non alimenté électriquement		

16) Vérifier le fonctionnement des sondes de température.

	Valeur mesurée [Ω] à l'ohmmètre	Valeur attendue [Ω]
Sonde extérieure QAC32 à 10 [°C]	600 [Ω]	.....
Sonde de départ QAD22 à 75 [°C]	1363,5 [Ω]	.....

Conclure sur le fonctionnement des sondes :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

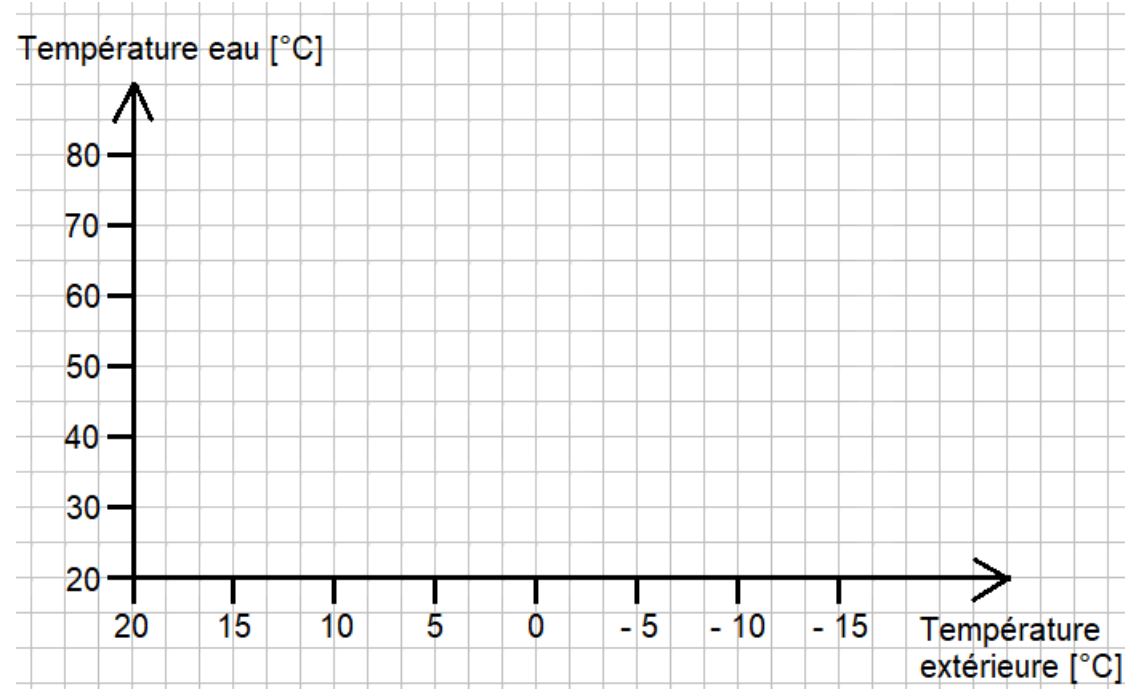
.....

.....

17) Donner les règles à respecter pour l'emplacement de la sonde extérieure.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

18) Tracer la courbe de chauffe correspondant aux paramètres de fonctionnement.

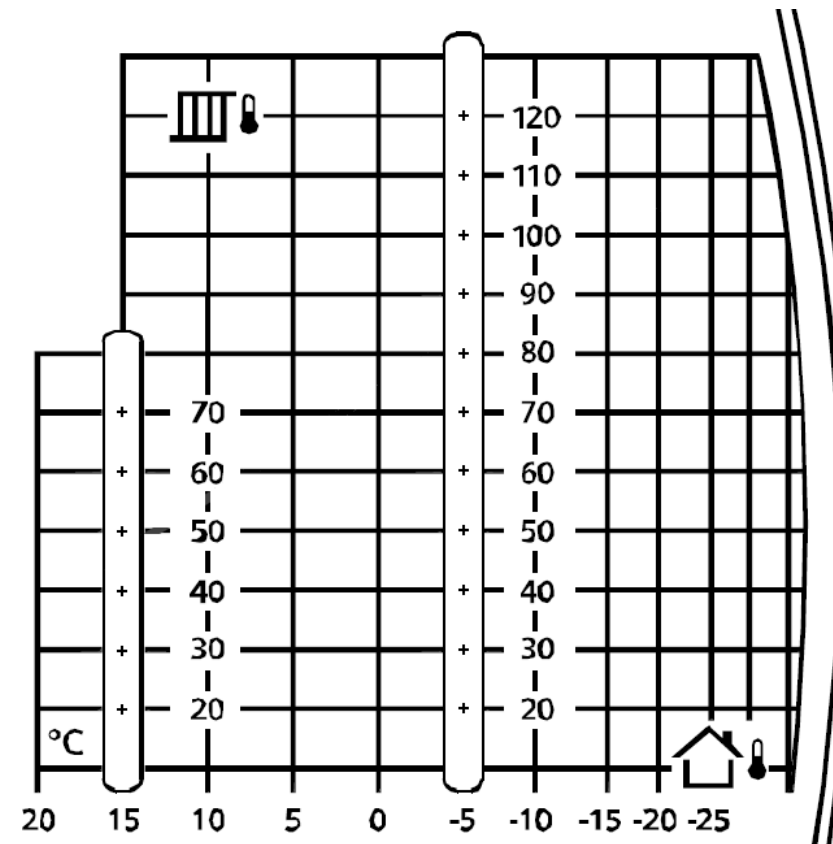


Calculer la pente de la courbe de chauffe :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Vous constatez que la pente du régulateur était réglée via bus local avec la valeur 1,4 ce qui entraînait une température de départ vers les radiateurs trop basse.

19) Tracer à la règle la pente à positionner sur le régulateur RVL480 selon les paramètres de fonctionnement voulus et compléter le tableau de valeurs.



Température départ radiateurs pour 15 [°C] extérieur :

.....[°C]...

Température départ radiateurs pour -5 [°C] extérieur :

.....[°C]...

Réglage de la consigne de température de départ par -5 °C extérieur

Réglage de la consigne de température de départ par 15 °C extérieur

Contexte :

Vous êtes chargé de vérifier les performances de la centrale de traitement d'air Power Box 95 installée dans une salle de réunion. Afin d'éviter le bruit dans les réseaux d'air, vous devez vérifier les vitesses d'air dans les gaines de ventilation.

Vous disposez : (conditions ressources)

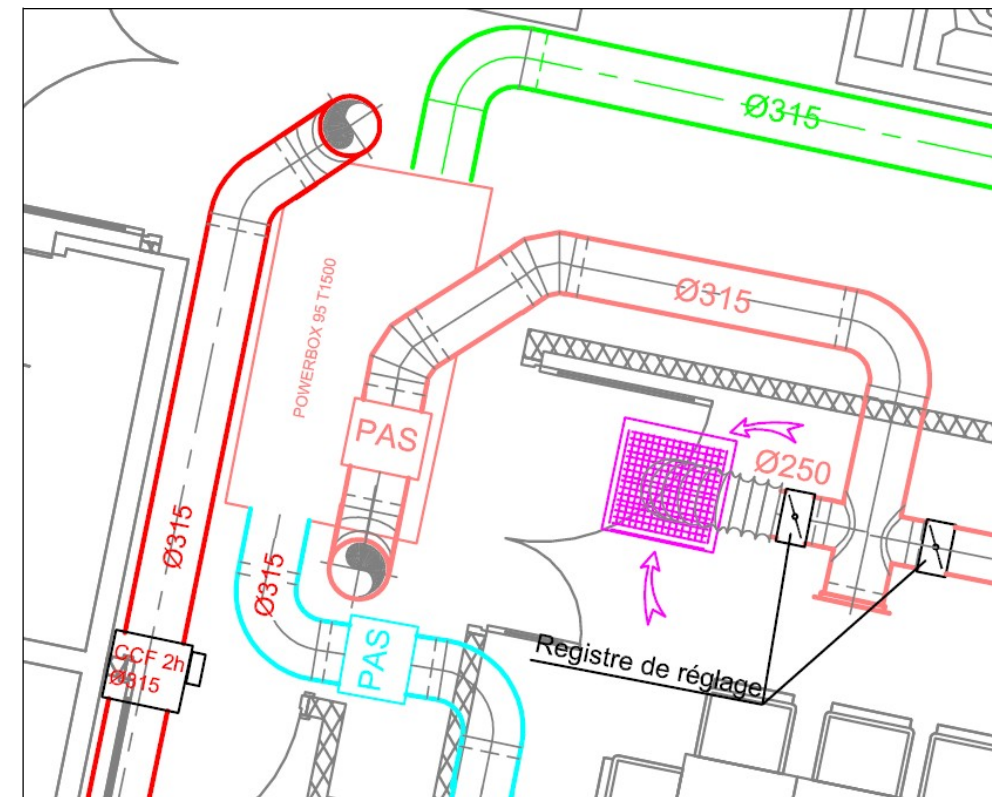
- du descriptif technique (DT 1 page 2/15).
- du schéma de principe « Ventilation » (DT 2 page 3/15).
- de la vue de détail de la centrale de traitement d'air (DSR page 10/13).
- des conditions d'air extérieure et intérieure : selon CCTP (DT 1 page 2/15).
- des relevés de fonctionnement de la centrale double flux Power Box 95 (DT 6 page 9/15).
- du débit de renouvellement d'air des salles de réunion : selon CCTP (DT 1 page 2/15).
- de la vitesse d'air maximale admise dans les gaines : selon CCTP (DT 1 page 2/15).
- de la formule de calcul de la vitesse d'air : $V = Q / S$ avec V en [m/s], Q en [m³/s] et S en [m²]
- de la formule de calcul de la surface d'un disque : $S = \pi \times D^2 / 4$

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
<p>20) Calculer le débit d'air nécessaire [m³/h] pour la ventilation de la salle de réunion.</p> <p>21) Déterminer les caractéristiques techniques de l'installation.</p> <p>22) Vérifier si le débit d'air soufflé lors du relevé de fonctionnement est suffisant. Justifier votre réponse.</p> <p>À partir de cette question on utilisera un débit d'air soufflé de 1100 [m³/h].</p> <p>23) Calculer la vitesse d'air [m/s] dans la gaine d'air soufflé et vérifier sa conformité par rapport à la vitesse maximale demandée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le calcul du débit nécessaire est correct. - Le tableau est correctement renseigné. - La réponse est correcte et justifiée. - Le résultat et la vérification sont corrects.

20) Calculer le débit d'air nécessaire [m³/h] pour la ventilation de la salle de réunion.

Nombre de personnes	.....
Débit de renouvellement d'air [m ³ /h/occupant]	.....
Débit d'air nécessaire [m ³ /h]	.....

21) Déterminer les caractéristiques techniques de l'installation.



Vue en plan de l'implantation de la centrale Power Box 95

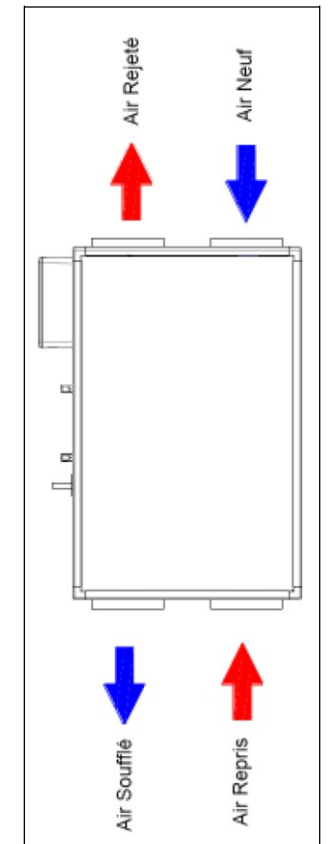


Schéma de raccordement de la centrale Power Box 95

	Air soufflé	Air repris
Diamètre gaine [mm]
Débit d'air total [m ³ /h] mesuré lors des relevés de fonctionnement

22) Vérifier si le débit d'air soufflé lors du relevé de fonctionnement est suffisant. Justifier la réponse.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

À partir de cette question on utilisera un débit d'air soufflé de 1100 [m³/h].

23) Calculer la vitesse d'air [m/s] dans la gaine d'air soufflé et vérifier sa conformité par rapport à la vitesse maximale demandée.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

S6	PRODUCTION FRIGORIFIQUE
-----------	--------------------------------

Contexte :

Conformément au contrat de maintenance, votre entreprise doit fournir un suivi des performances de la production frigorifique et de la charge en fluide de l'installation. Ce suivi s'appuie sur un relevé du groupe en fonctionnement réalisé par un de vos techniciens. Vous devez analyser l'installation et proposer si nécessaire une action d'optimisation.

Vous disposez : (conditions ressources)

- de la documentation du groupe d'eau glacée (**DT 8 page 10/15**).
- du tracé du cycle frigorifique sur le diagramme enthalpique (**DSR page13/13**).
- des relevés effectués sur site au manifold et au thermomètre à contact :

Haute pression	22 [bars]
Température sortie compresseur	78 [°C]
Température sortie condenseur	50 [°C]
Basse pression	4 [bars]
Température à l'aspiration du compresseur	10 [°C]

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
24) Identifier le fluide frigorigène utilisé. Indiquer la particularité de ce fluide et s'il est conforme à la législation en vigueur.	- L'identification du fluide est complète.
25) Compléter le tableau à partir du diagramme enthalpique tracé par le technicien lors de sa campagne de relevés sur site.	- Le tableau est correctement rempli.
26) Déterminer la valeur de la surchauffe. Indiquer si le résultat obtenu est conforme à la valeur pour un fonctionnement correct.	- Le calcul et la vérification de la conformité sont corrects.
27) Déterminer la valeur du sous-refroidissement. Indiquer si le résultat obtenu est conforme à la valeur pour un fonctionnement correct.	- Le calcul et la vérification de la conformité sont corrects.
28) Conclure sur le fonctionnement de l'installation.	- Le fonctionnement de l'installation est correctement analysé.
29) Calculer l'efficacité frigorifique (EER) de l'installation à partir du relevé du technicien et du tableau complété par vos soins à partir du diagramme enthalpique.	- Le calcul et le résultat sont corrects.

24) Identifier le fluide frigorigène utilisé dans le groupe d'eau glacée et indiquer quelle est la particularité de ce fluide et s'il est conforme à la législation en vigueur.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

25) À partir du diagramme enthalpique tracé par le technicien lors de sa campagne de relevés sur site, compléter le tableau suivant.

Points de mesures	État physique	Pression [bars]	Température [°C]	Enthalpie [kJ/kg]
Sortie compresseur		22	78	
Entrée compresseur		4	10	
Entrée condenseur				
Sortie du condenseur			50	
Entrée détendeur				
Entrée évaporateur				
Sortie de l'évaporateur				

26) Déterminer la valeur de la surchauffe. Indiquer si le résultat obtenu est conforme à la valeur pour un fonctionnement correct.

Méthode de calcul de la surchauffe	Température - Température
Calcul de la surchauffe	..... [°C]
Valeur attendue	..... [°C]
Cette valeur est-elle conforme ?	Oui Non

27) Déterminer la valeur du sous-refroidissement. Indiquer si le résultat obtenu est conforme à la valeur pour un fonctionnement correct.

Méthode de calcul du sous-refroidissement	Température - Température
Calcul du sous-refroidissement	..... [°C]
Valeur attendue	..... [°C]
Cette valeur est-elle conforme ?	Oui Non

28) Conclure sur le fonctionnement de l'installation.

.....

29) Calculer l'efficacité frigorifique (EER) de l'installation à partir du relevé du technicien et du tableau complété par vos soins à partir du diagramme enthalpique.

$$EER = \frac{\text{Energie frigorifique}}{\text{Energie fournie au compresseur}}$$

.....

