

**Baccalauréat Professionnel**  
**TECHNICIEN DE MAINTENANCE**  
**DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES**  
**ET CLIMATIQUES**  
Session 2019

**DOSSIER CORRIGÉ**

« FRANCE TELECOM MIRAIL/REYNERIE »

Les situations professionnelles		Temps conseillé	sPages
S1	<input type="checkbox"/> Prise de connaissance de l'installation	30 min	1/6
S2	<input type="checkbox"/> Production thermique	45 min	1/6
S3	<input type="checkbox"/> Hydraulique	45 min	3/6
S4	<input type="checkbox"/> Régulation	45 min	4/6
S5	<input type="checkbox"/> Traitement de l'air	30 min	5/6
S6	<input type="checkbox"/> Production frigorifique	45 min	5/6

Sous-épreuve E.21 - Unité U.21

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

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

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	CODE 1909-TMS T	SESSION 2019	DOSSIER CORRIGÉ
ÉPREUVE U21	19TLS MRT	DURÉE 4h	COEFFICIENT 3
			PAGE DC 1/6

<b>S1</b>	<b>Prise de connaissance de l'installation</b>	<b>DR1</b>
-----------	--	------------

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

n°	NOM de l'appareil	FONCTION dans le circuit
1	Tampon gaz	Sert à éviter les désamorçages lors du démarrage du ou des brûleurs
2	Soupapes de sécurité	Permettent de relâcher de l'eau vers l'égout en cas de surpression au delà de la limite autorisée (généralement 3 bars)
3	Circulateur primaire	Permet de vaincre les pertes de charges du réseau primaire pour faire circuler le fluide caloporteur
4	Pot d'injection	Permet d'ajouter les produits de traitement (antigel, inhibiteurs de corrosion etc.), dans le circuit de chauffage
5	Disconnecteur	Permet d'éviter la pollution du réseau sanitaire en cas de surpression du réseau chauffage.
6	Vase d'expansion	Permet d'amortir les variations de pression liées à la dilatation de l'eau lors du fonctionnement de la chaudière
7	Vannes d'isolement	Permettent d'isoler des parties de circuit lors des opérations de maintenance
8	Dégazeur	Permet d'évacuer l'air résiduel au départ du circuit de chauffage
9	Brûleur gaz	Permet la combustion du gaz pour produire la chaleur dans le corps de chauffe
10	Filtre à tamis	Permet d'éviter l'introduction de petites particules solides (sables, boues...) lors du remplissage d'appoint en eau de l'installation

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] :

20 [mbars]

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

18 + 18 = 36 [m³/h]

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

(36 × 1000) / 500 = 72 [litres]

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

.....Longueur nécessaire pour la bouteille tampon :  $72 / 13,6 = 5,3$  [m] < 6 [m]

ou.....Volume tampon installé :  $6 \times 13,6 = 81,6$  [litres] > 72 [litres]

donc...Le dimensionnement de la bouteille tampon gaz est suffisant.

<b>S2</b>	<b>Production thermique</b>	<b>DR2</b>
-----------	-----------------------------	------------

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.

Paramètres	Conforme (mettre une croix si conforme)	Non conforme (mettre une croix si non conforme)	Valeurs attendues
Température des fumées [°C]	<b>X</b>		> 110 [°C]
Teneur en CO <sub>2</sub> [%]		<b>X</b>	Entre 8,5 et 9,1 [%]
Facteur d'air		<b>X</b>	Entre 1,18 et 1,25
Teneur en CO [ppm]		<b>X</b>	< 20 [ppm]
Teneur en O <sub>2</sub> [%]		<b>X</b>	Entre 3,4 et 4,5 [%]

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

$\eta_{comb} = 100 - 0,46 \times ((133,8-16,1) / 7,63) = 92,9$  [%]

6) Vérifier la conformité de la ventilation basse.

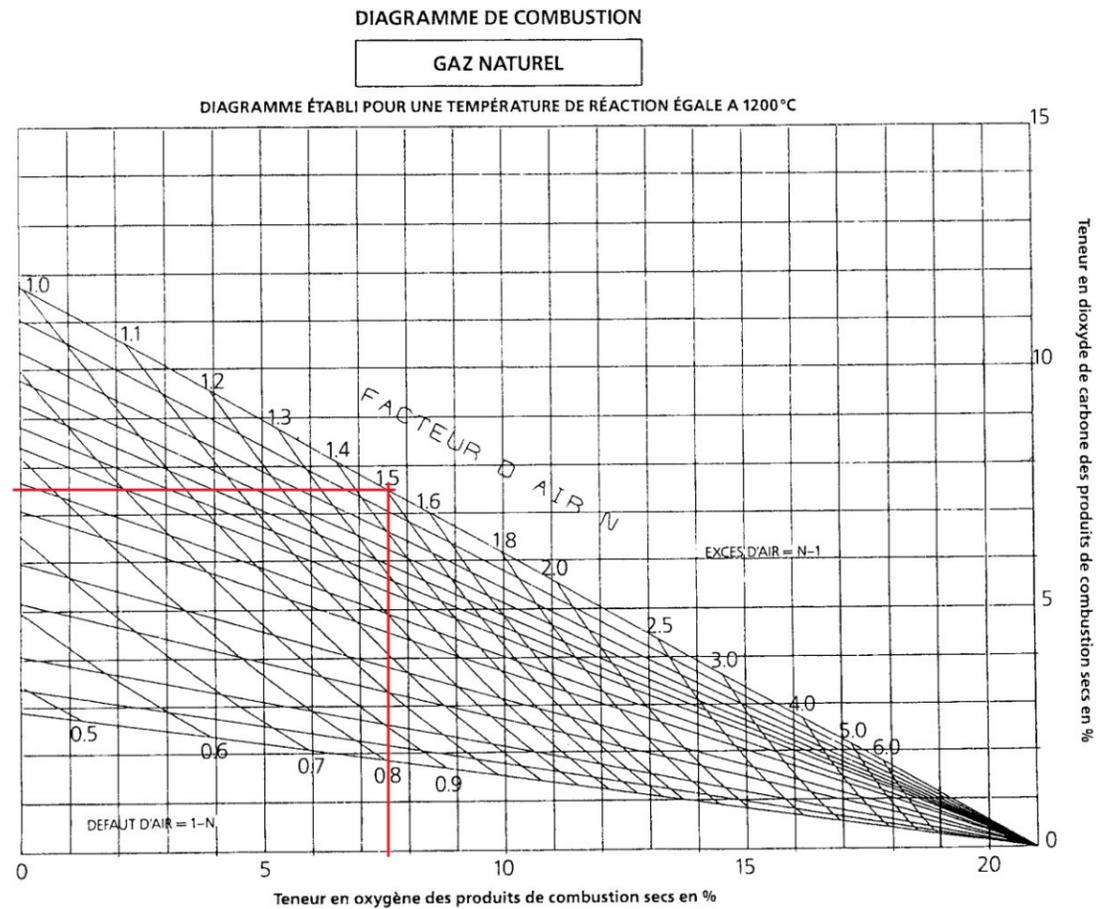
Puissance maxi =  $179 \times 2 = 350$  [kW].....

D'après le DTU 65.4 la section doit être supérieure à  $358 / 23,2 = 15,43$  [dm²].

...soit 1543 [cm²]

La ventilation basse a une section de  $40 \times 40 = 1600$  [cm²] elle est donc conforme aux règles en vigueur

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



8) Déterminer le type de combustion obtenue.

Type de combustion : **Combustion complète avec excès d'air 50 [%]**

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

Impact sur l'environnement :

- Production de CO.
- Baisse du rendement / surconsommation d'énergie.

Réglage sur le bloc gaz :

Il faut augmenter le pourcentage de CO<sub>2</sub>

- Retirer l'embout de la bobine V2 du bloc gaz.
- Régler la vis sous l'embout en tournant dans le sens antihoraire.
- Contrôler la flamme via le viseur de flamme, elle ne doit pas s'éteindre.
- Mesurer le pourcentage de CO<sub>2</sub>.....

S3

Hydraulique

DR3

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	
Position de la pompe double par rapport à la vanne 3 voies	Avant	<b>Après</b>	
Débit dans le circuit coté radiateurs	Variable	<b>Constant</b>	
Température dans le circuit coté radiateurs	<b>Variable</b>	Constante	
Nom du montage de la vanne 3 voies	<b>Montage en mélange</b>		

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

**Pour réguler de manière optimale et confortable une installation en chauffage, il faut que la température sur les émetteurs puisse varier en fonction des conditions climatiques mesurées par la sonde extérieure tandis que le débit doit être maintenu dans le réseau de distribution. Ce sont les caractéristiques du montage en mélange.**

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

$$a = 0,9 / (0,9 + 0,8) = 0,53$$

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

**Elle est comprise entre 0,33 et 0,66.**

**De plus son Kvs est de 6,3 [m<sup>3</sup>/h] pour un débit de 1,8 [m<sup>3</sup>/h].**

**Elle est donc conforme pour ce circuit.**

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) : .....**3,5**..... 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.

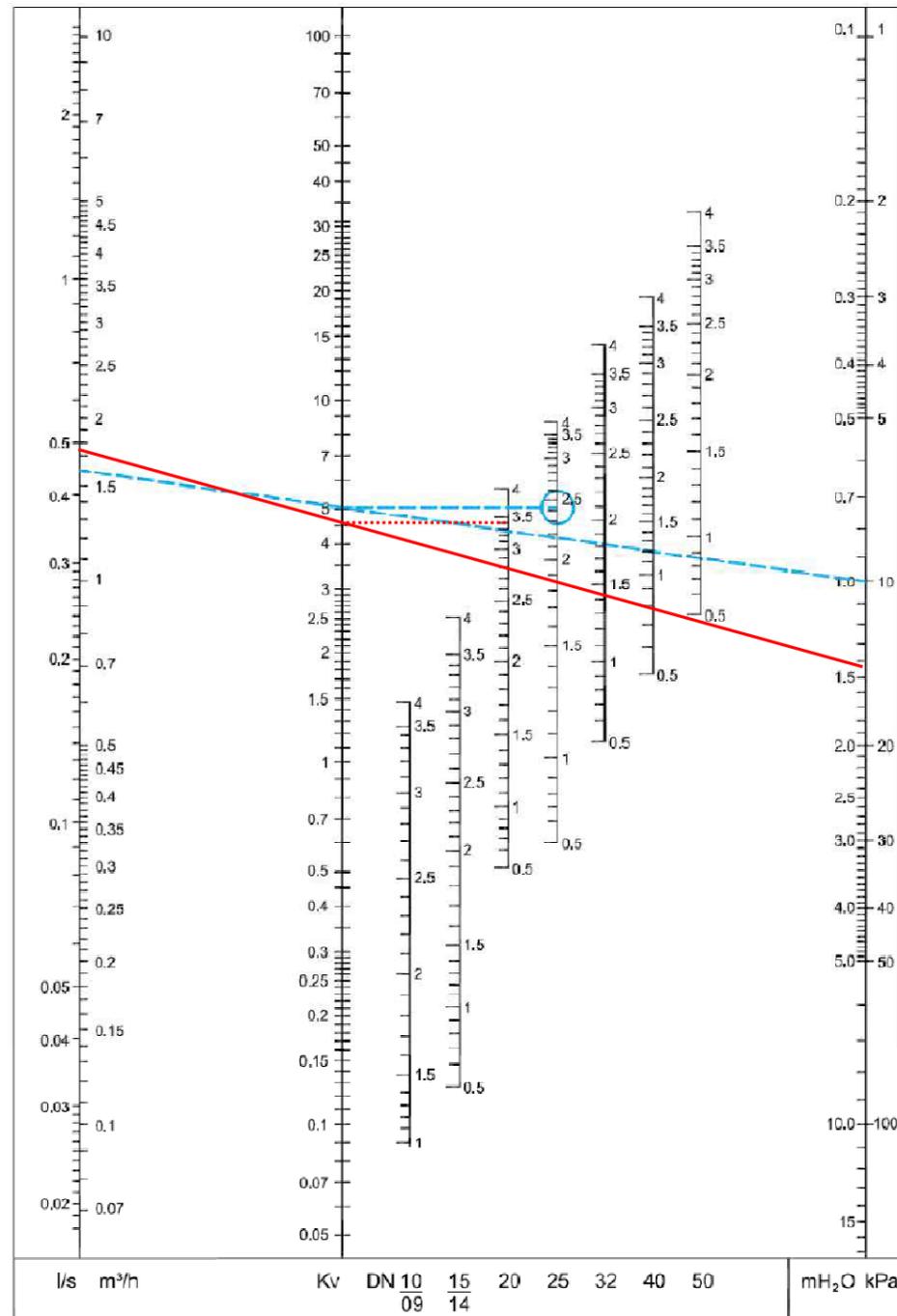
### Exemple

Diamètre de la vanne: soit DN 25

Débit: 1,6 m<sup>3</sup>/h. Perte de charge: 10 kPa.

Solution:

Tracer une ligne entre 1,6 m<sup>3</sup>/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.



S4

Régulation

DR4

### 15) Cocher les causes probables de ce problème.

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

### 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]	600 [Ω]
Sonde de départ QAD22 à 75 [°C]	1363,5 [Ω]	1363,5 [Ω]

Conclure sur le fonctionnement des sondes :

**Les sondes fonctionnent normalement**

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

- ...- à environ 2 [m] du sol
- ...- façade nord (possible au nord-ouest ou nord-est)
- ...- éloignée de l'influence d'un abri (balcon, toiture,...)
- ...- éviter le rayonnement solaire direct

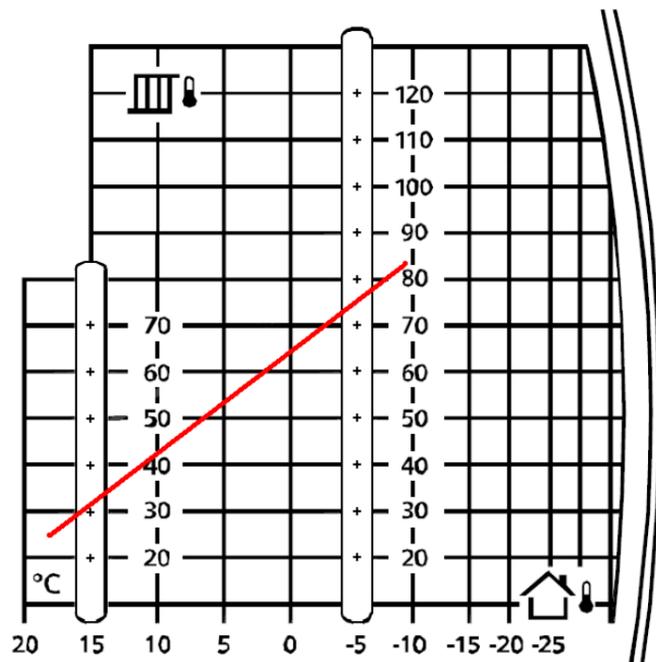
18) Tracer la courbe de chauffe correspondant aux paramètres de fonctionnement.



Calculer la pente de la courbe de chauffe :

$$\text{Pente} = (75 - 20) / (20 - (-5)) = 2,2$$

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 :

.....31.....[°C]...

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

.....75.....[°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

S5

Traitement de l'air

DR5

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

Nombre de personnes	<b>32 personnes</b>
Débit de renouvellement d'air [m³/h/occupant]	<b>25 [m³/h/occupant]</b>
Débit d'air nécessaire [m³/h]	<b>32 × 25 = 800 [m³/h]</b>

21) Déterminer les caractéristiques techniques de l'installation.

	Air soufflé	Air repris
Diamètre gaine [mm]	<b>315 [mm]</b>	<b>315 [mm]</b>
Débit d'air total [m³/h] mesuré lors des relevés de fonctionnement	<b>471 + 633 = 1104 [m³/h]</b>	<b>440 + 653 = 1093 [m³/h]</b>

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

**Le débit mesuré (1104 [m³/h]) est supérieur au débit nécessaire (800 [m³/h]). Il répond donc aux exigences du CCTP.....**

**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.

$$\text{Section de la gaine : } S = (\pi \times 0,315^2) / 4 = 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{Débit d'air soufflé : } Q = 1100 / 3600 = 0,306 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$\text{Vitesse d'air : } V = 0,306 / 7,8 \cdot 10^{-2} = 3,9 \text{ [m/s]}$$

**Le CCTP impose une vitesse maximale de 4 [m/s], la vitesse mesurée est donc conforme**

<b>S6</b>	<b>Production frigorifique</b>	<b>DR6</b>
-----------	--------------------------------	------------

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.

**Le fluide frigorigène est du R407C. C'est un fluide à glissement, mélange de plusieurs fluides dont les conditions de fonctionnement font « glisser » les températures de changement d'état physique qui ne sont plus constantes. Ces fluides sont appelés « zéotropes ».**

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	Vapeur	22	78	462
Entrée compresseur	Vapeur	4	10	424
Entrée condenseur	Vapeur	22	52	436
Sortie du condenseur	Liquide	22	50	278
Entrée détendeur	Liquide	22	44	268
Entrée évaporateur	Liquide	4	- 2	268
Sortie de l'évaporateur	Vapeur	4	3	416

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 <b>entrée compresseur</b> - Température <b>fin évaporation</b>	
Calcul de la surchauffe	<b>10 - 3 = 7 [°C]</b>	
Valeur attendue	<b>Moins de 12 [°C]</b>	
Cette valeur est-elle conforme ?	<b>Oui</b>	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 <b>fin de condensation</b> - Température <b>entrée détendeur</b>	
Calcul du sous-refroidissement	<b>50 - 44 = 6 [°C]</b>	
Valeur attendue	<b>Entre 4 et 7 [°C]</b>	
Cette valeur est-elle conforme ?	<b>Oui</b>	Non

28) Conclure sur le fonctionnement de l'installation.

**Les valeurs de sous refroidissement et de surchauffe sont conformes aux valeurs attendues. L'installation fonctionne correctement.**

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.

**$EER = (H \text{ entrée compresseur} - H \text{ entrée évaporateur}) / (H \text{ sortie compresseur} - H \text{ entrée compresseur})$**

$$EER = (424 - 268) / (462 - 424)$$

$$EER = 156 / 38$$

$$EER = 4,11$$