

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

**Baccalauréat Professionnel**

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

Session 2023

**DOSSIER SUJET-RÉPONSE**

« HÔPITAL Le Boursier du Coudray »

Les situations professionnelles		Temps conseillé	Pages
S1	<input type="checkbox"/> Découverte de l'installation <input type="checkbox"/> Analyse technologique	40'	2 et 3/10
S2	<input type="checkbox"/> Hydraulique	40'	4/10
S3	<input type="checkbox"/> Régulation, électricité	40'	5 et 6/10
S4	<input type="checkbox"/> Combustion	40'	7/10
S5	<input type="checkbox"/> Production de froid	40'	8 et 9/10
S6	<input type="checkbox"/> Performances énergétiques	40'	10/10

Sous-épreuve E.21 - Unité U.21

*L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.  
L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.*

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES ÉPREUVE U21	CODE 2309-TMS T 3 DURÉE 4h	SESSION 2023 COEFFICIENT 3	DOSSIER SUJET- RÉPONSE PAGE DSR 1/10
--	----------------------------------	-------------------------------	--

<b>S1</b>	<b>Découverte de l'installation - Analyse technologique</b>
-----------	---

**Contexte :**

Afin de prendre en charge l'entretien de la chaufferie vous devez identifier quelques éléments de la chaufferie et de son réseau pour pouvoir faire ensuite le changement des brûleurs fioul en brûleurs gaz.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

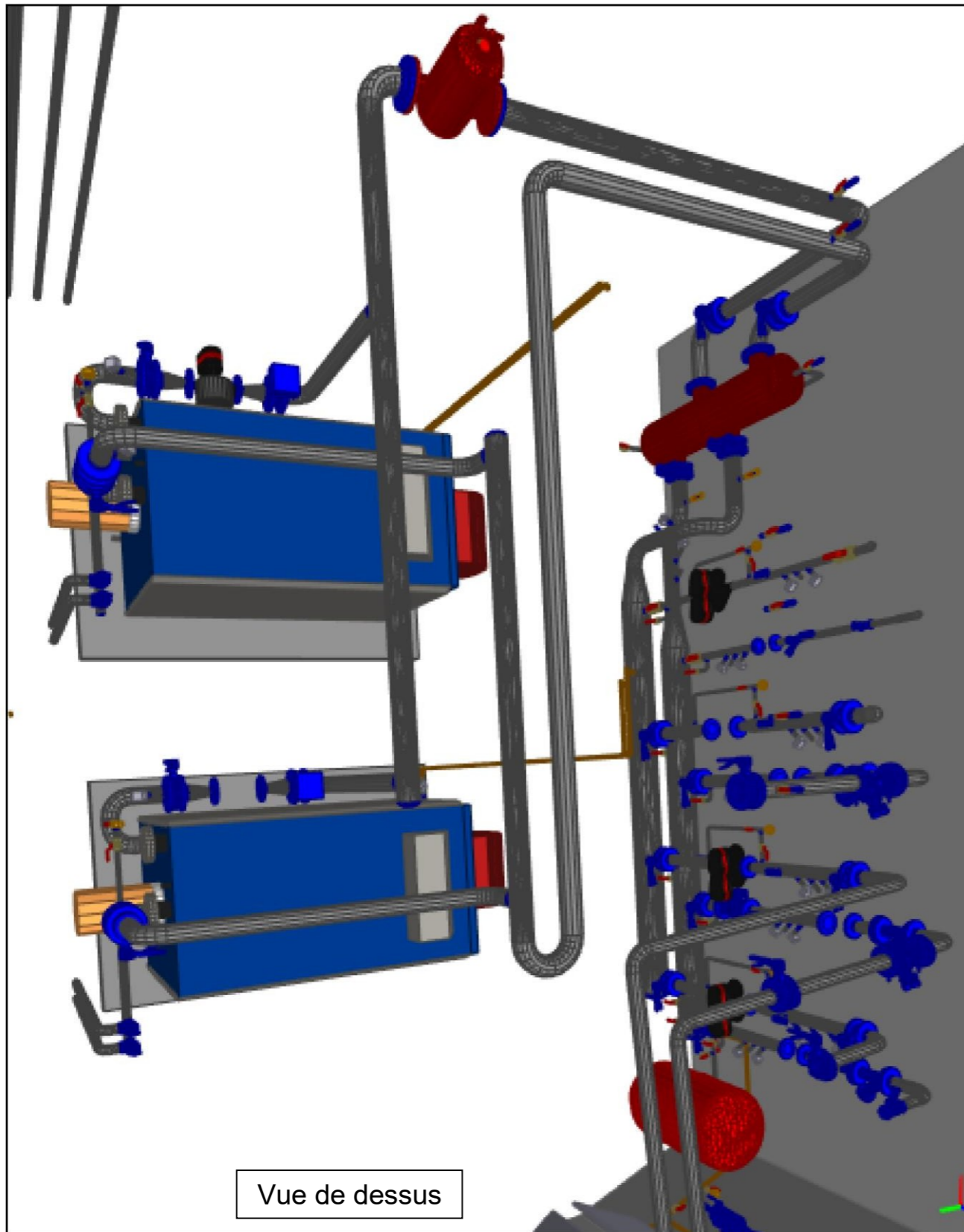
- Capture BIM vues de la chaufferie DT2 page 3/17
- Document caractéristiques du brûleur fioul Riello DT3 page 4/17
- Document Brûleur gaz Riello DT4 page 5/17 et DT5 page 6/17
- Maquette BIM sur support informatique.ifc
- Dossier Technique en version .pdf

<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
<p>1) Identifier et donner la fonction des éléments numérotés sur la capture BIM de la chaufferie. Compléter le tableau page 2/10.</p> <p>2) Tracer les réseaux départ en rouge, retour en bleu et les sens de circulation chaudière sur le schéma hydraulique page 3/10.</p> <p style="padding-left: 40px;">Indiquer le type de raccordement hydraulique des chaudières.</p> <p>3) À l'aide de la maquette BIM et des documents techniques, retrouver les coordonnées géographiques du brûleur fioul repéré « A » et ses caractéristiques techniques. Renseigner le tableau page 3/10.</p> <p>4) Pour le passage au gaz, retrouver le modèle et les caractéristiques du brûleur gaz qui convient en remplacement du brûleur fioul. Renseigner le tableau page 3/10.</p>	<p>Les éléments sont correctement identifiés.</p> <p>Les réseaux et les sens de circulation sont correctement repérés.</p> <p>Le type de raccordement est bien identifié.</p> <p>Les coordonnées sont correctement relevées.</p> <p>Le modèle permet le remplacement. Le tableau est bien renseigné.</p>

**1) Identification des éléments**

N°	NOMS	FONCTIONS
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2) Sens de circulation



Type de raccordement hydraulique des chaudières :

.....

3) Caractéristiques du brûleur Fioul

Coordonnées géographiques du brûleur « A » :

Repères	Coordonnées
X	
Y	
Z	

Données d'identification et caractéristiques techniques :

Marque	
Modèle	
Puissance mini	
Puissance maxi	

4) Caractéristiques du brûleur Gaz de remplacement

Marque	
Modèle	
Puissance mini	
Puissance maxi	

**Contexte :**

Suite à la restructuration de l'hôpital un nouvel espace restauration a été créé. Vous devez sélectionner le circulateur manquant repéré « C » dans la chaufferie.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

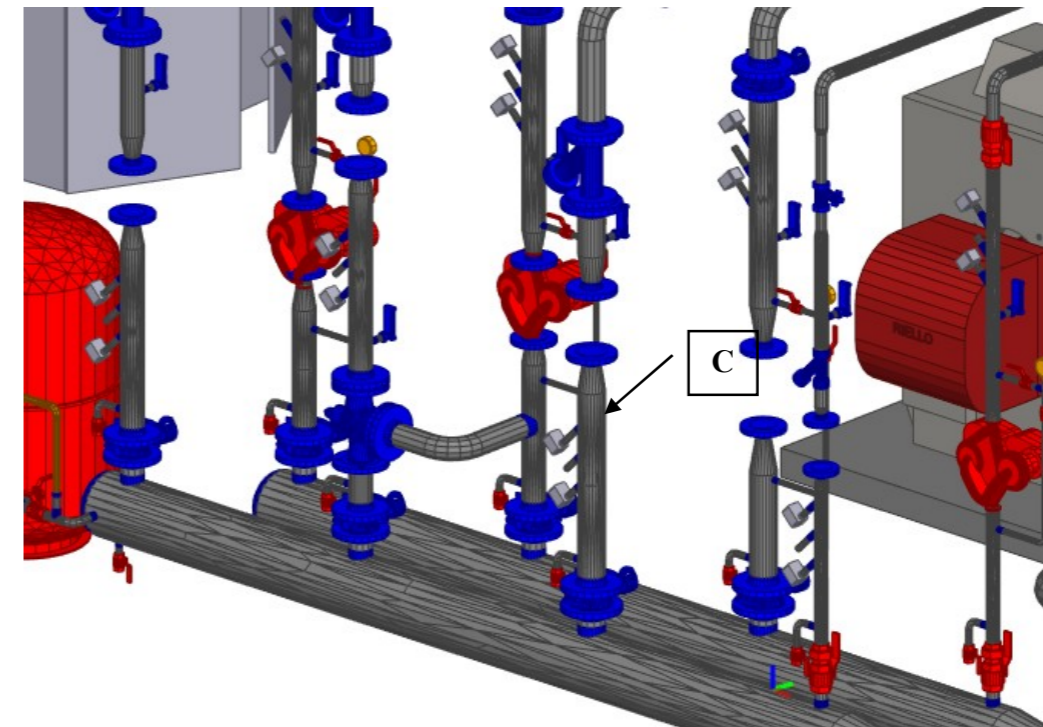
- Maquette BIM sur support informatique.ifc
- Dossier Technique en version .pdf
- Capture BIM chaufferie DT2 page 3/17
- Puissance de la boucle chauffage nouvelle salle de restauration = **70 kW**
- Perte de charge estimée de la boucle = **9.5 mce**
- Documentation Pompe Grundfoss DT6 page 7/17
- Documentation disjoncteur thermique DT7 page 8/17

$P = Q_m \times C_p \times \Delta\theta$   
 P = puissance en W  
 $Q_m$  = débit massique kg/s  
 On considérera que la masse volumique de l'eau est de 1000 kg/m<sup>3</sup>  
 $\Delta\theta = 15^\circ\text{C}$  écart de température en degrés Celsius  
 $C_p = 4185 \text{ j} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$  chaleur massique de l'eau

<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
5) Calculer le débit d'eau nécessaire au réseau.	Le calcul est posé et le résultat est exact.
6) Retrouver le nom et le diamètre de la bride du circulateur « C » sur la maquette BIM.	Les caractéristiques sont correctement relevées.
7) Choisir le circulateur et compléter le tableau des caractéristiques.  Le diamètre intérieur du circulateur sera identique au DN de la bride.	Les caractéristiques sont correctement renseignées.
8) Déterminer les caractéristiques du disjoncteur thermique standard mis en place dans le tableau de protection.	Les caractéristiques sont correctement renseignées.

5) Calcul du débit

6) Caractéristiques de la bride



<b>Nom de la bride</b>	
<b>DN de la bride</b>	

7) Caractéristique du circulateur « C »

<b>Diamètre intérieur du circulateur (D1)</b>	
<b>Référence du circulateur</b>	
<b>Courbe de vitesse</b>	
<b>Tension d'alimentation</b>	
<b>Intensité</b>	

8) Réglages du disjoncteur thermique

<b>Référence du disjoncteur thermique</b>	
<b>Plage de réglage</b>	
<b>Valeur de réglage</b>	

**Contexte :**

Afin d'améliorer le confort de la salle de restauration, vous devez installer une vanne 3 voies motorisé sur le réseau hydraulique.  
La température de la salle sera gérée par un régulateur et une sonde extérieure.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

Présentation générale DT1 page 2/17  
Puissance de la boucle chauffage de la salle de restauration = **70 kW**  
 $\Delta\theta = 10^{\circ}\text{C}$  écart de température en degrés Celsius  
Documentation de la vanne 3 voies ESBE et du servo moteur ESBE DT8 page 9/17  
Documentation régulateur ESBE DT9 page 10/17

**Vous devez : (travail demandé)**

- 9) Cocher le type de montage de la vanne 3 voies pour l'alimentation des radiateurs.
- 10) Déterminer et choisir la valeur la plus proche du KVS de la vanne 3 voies.
- 11) Retrouver la référence de la vanne 3 voies, on privilégiera un DN32. Page 6/10
- 12) Identifier les éléments nécessaires au montage. Page 6/10
- 13) Tracer et indiquer le numéro de la pente. Page 6/10

**Critères d'évaluation**

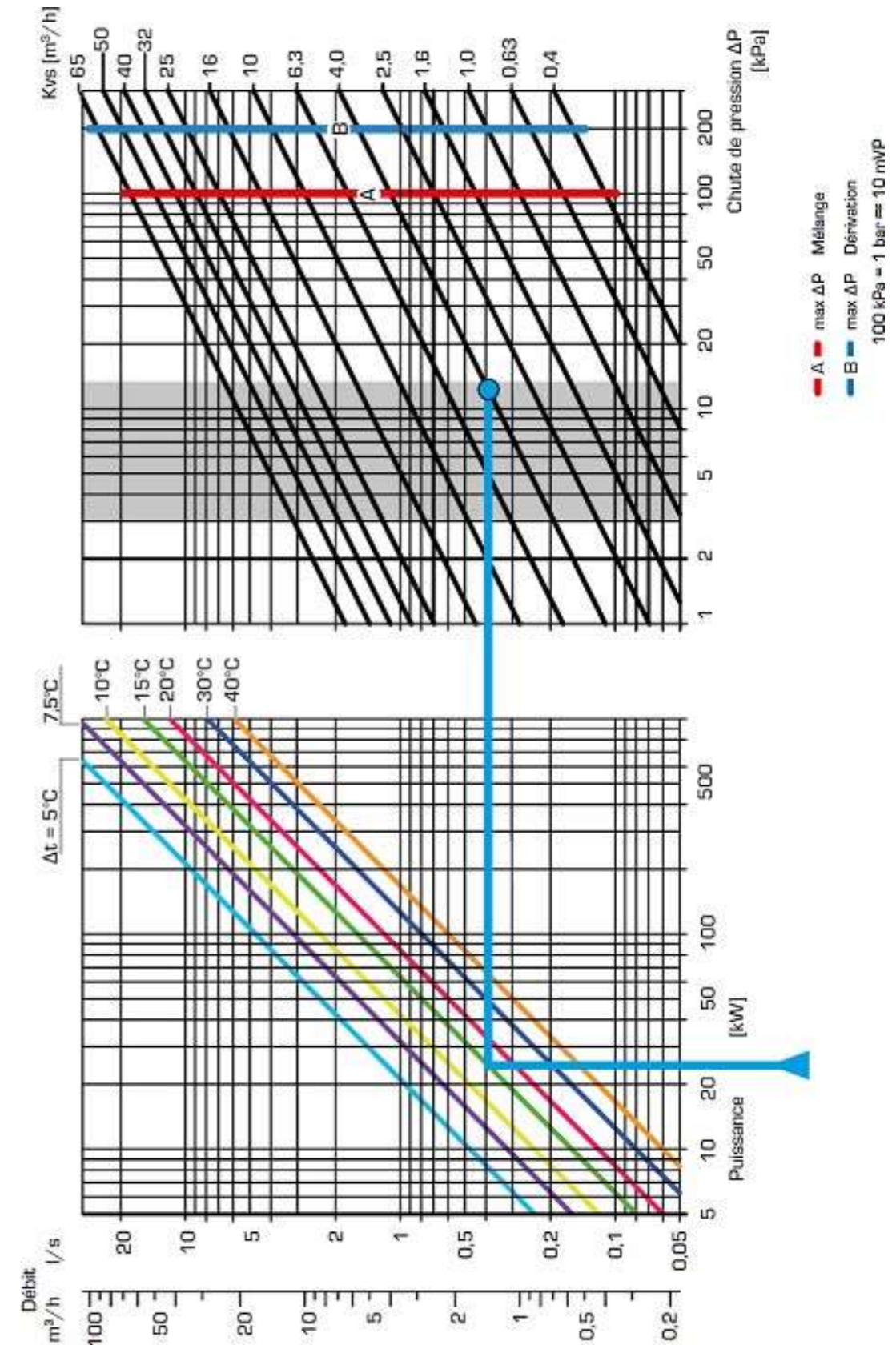
- Le montage est bien identifié.
- Le tracé permet le relevé.
- La référence est correctement relevée.
- Les éléments sont correctement identifiés.
- Le tracé et la pente sont exacts.

9) Type de montage

Mélange

Répartition

10) KVS de la vanne : .....



11) Référence de la vanne :

<b>Référence de la vanne</b>	
------------------------------	--

12) Éléments nécessaires au montage :

Kit d'adaptation du moteur de vanne :

Nom de l'élément	Numéro

Alimentation électrique :

Nom de l'élément	Numéro

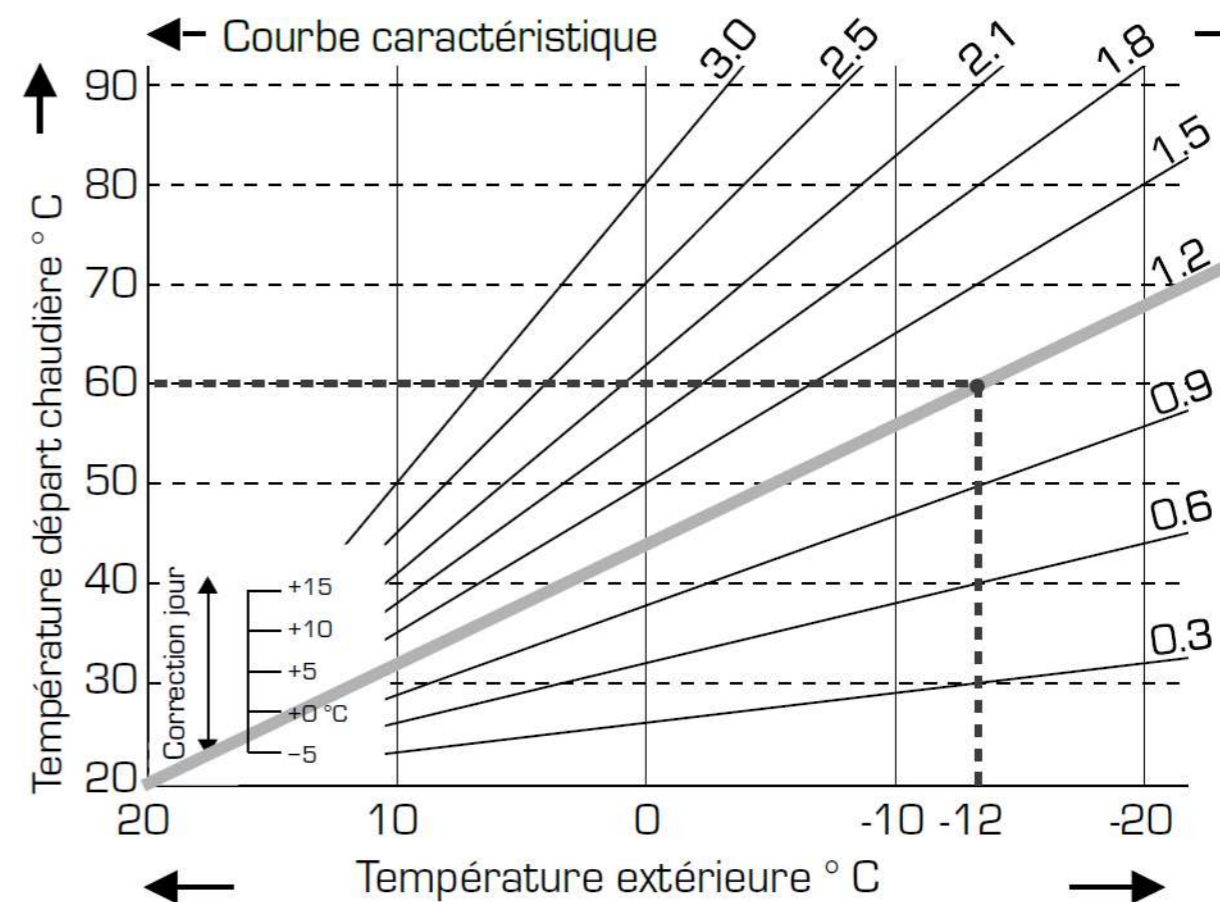
Entrées :

Nom des éléments	Numéro

Sortie :

Nom de l'élément	Numéro

13) Courbe de chauffe



<b>Numéro de la pente</b>	
---------------------------	--

**Contexte :**

Après mise en place des nouveaux brûleurs, vous devez contrôler la conformité de la grille d'amenée d'air, réaliser une analyse de combustion et les comparer aux préconisations de réglage.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

- Présentation générale DT1 page 2/17
- La nouvelle puissance installée en chaufferie est de 800 kW maximum.
- Maquette BIM sur support informatique.ifc
- Document Brûleur gaz Riello documentation DT4 page 5/17
- Document Brûleur gaz Riello documentation DT5 page 6/17
- Document technique Ventilation basse DT10 page 11/17
- Document normes techniques combustion du gaz DT10 page 11/17
- Document technique grille murale France air DT11 page 12/17

<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
14) Calculer la section de passage d'air utile.	Le calcul est posé et le résultat est exact.
15) Retrouver la largeur de la grille France air à installer sachant que la hauteur imposée est de 700 mm.	La dimension est correctement relevée.
16) À l'aide de la maquette BIM, vérifier si la grille en place est adaptée ?	La vérification est correcte.
17) Donner le nom des paramètres de combustion mesurés.  Comparer les valeurs d'analyse avec les préconisations et cocher la bonne réponse.	Les paramètres sont bien identifiés. Les comparaisons sont bien évaluées.
18) Citer le type de combustion et sur quel organe faut-il agir pour la rendre respectueuse de l'environnement.	Le type est exact. L'organe est bien repéré.

14) Calcul de la section de passage d'air utile.

.....

.....

15) Dimensions de la grille France air.

Section de passage	
Largeur	

16) Dimensions de la grille en place.

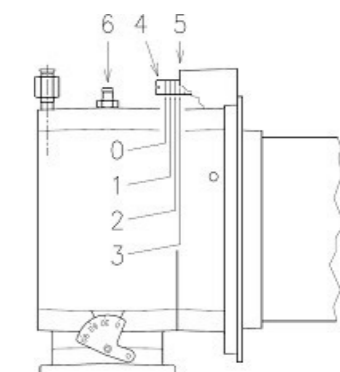
Largeur	
Hauteur	
Adaptée	

17) Analyse de combustion.

Nom des paramètres mesurés	Symboles	Valeurs	Conforme	Non conforme
	TF	200 °C		
	T Amb	20°C		
	Lambda λ	0.9		
	% CO <sub>2</sub>	7.4		
	% O <sub>2</sub>	2		
	CO	50000		
	η	88%		
	Perte	12%		
	Tirage	-0.15 mbar		

18) Type de combustion et repère de l'organe de réglage.

Type de combustion	
Repère de l'organe de réglage	



<b>S 5</b>	<b>Production de froid</b>
------------	----------------------------

**Contexte :**

**Vous faites le contrôle annuel du groupe PAC MMY-MAP0806HT8P. Vous comparez la puissance frigorifique fournie avec les valeurs de la documentation constructeur.**

**Vous disposez : (conditions ressources)**

Présentation générale DT1 page 2/17  
 Relevés MANIFOLD (pression relative)  
 Débit massique du fluide frigorigène  $Q_m = 0.128 \text{ kg/s}$   
 Puissance frigorifique :  $P_f = Q_m \times \Delta h$   
 Surchauffe  $5^\circ\text{K}$  et sous-refroidissement total  $7^\circ\text{K}$   
 Diagramme enthalpique R410a page 9/10  
 Documentation du groupe de froid DT12 page 13/17

<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
19) À l'aide des relevés manifolds compléter les pressions et tracer l'évolution du groupe sur le diagramme du R410a.	Les pressions sont exactes. Le tracé est bien réalisé.
20) Compléter le tableau de valeurs.	Le tableau est correctement complété.
21) Calculer la puissance frigorifique.	Le calcul est bien posé. Le résultat est exact.
22) Comparer votre résultat à la documentation constructeur.	La comparaison permet la vérification.

19) Tracé du cycle : relevé des pressions.

Pression aspiration relative	
Pression refoulement relative	

Pression aspiration absolue	
Pression refoulement absolue	



20) Tableau de relevés.

Points	Pression (Bar)	Température (°C)	Enthalpie (Kj /Kg.°C)
1			
2			
3			
4			

21) Calculer la puissance frigorifique.

.....

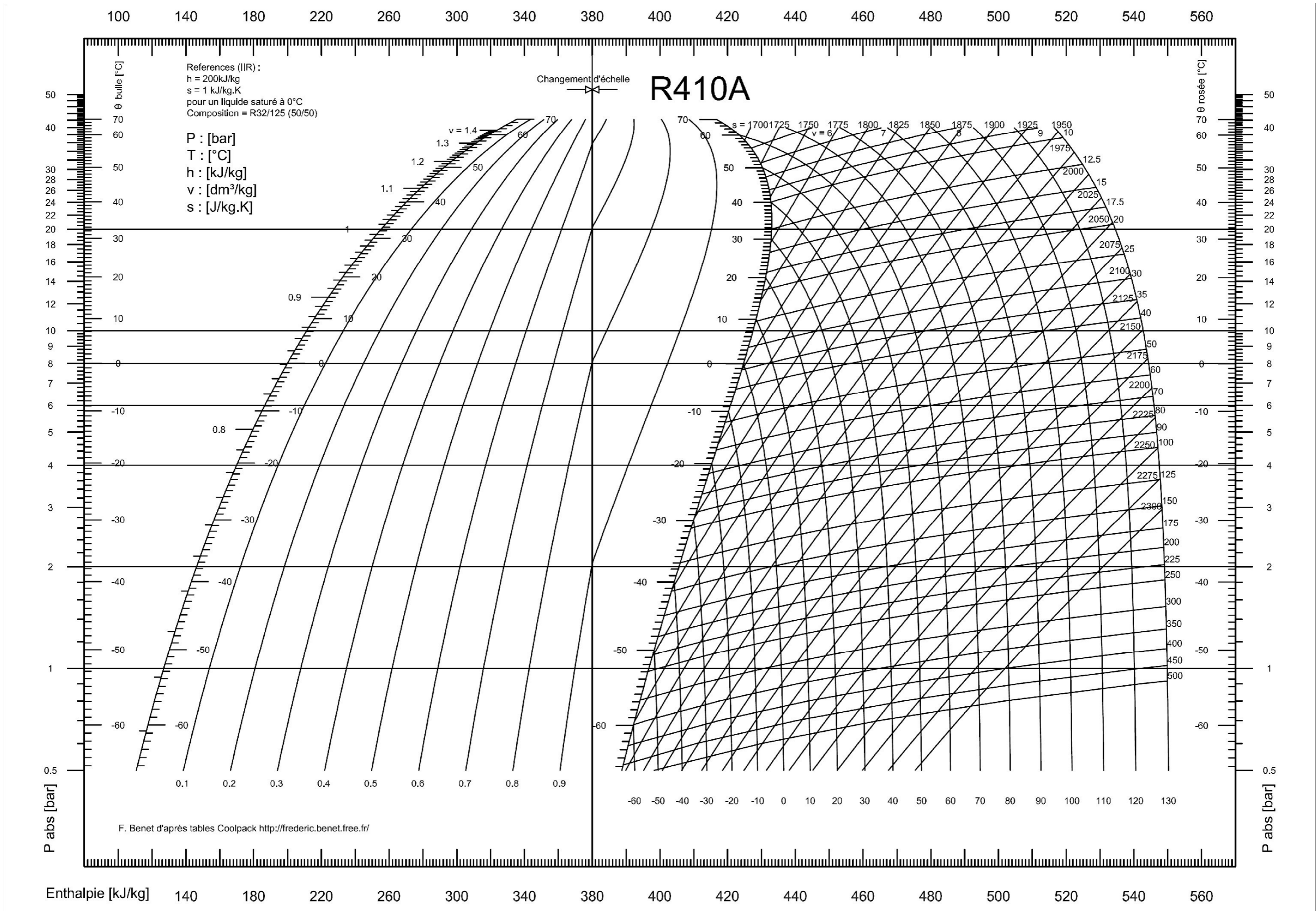
.....

.....

22) Conformité de la puissance fournie.

Puissance calculée	Puissance constructeur	Conformité (+ ou - 5%)





**Contexte :**

Le conseil d'administration souhaite vous impliquer dans l'étude de l'amélioration de l'isolation de la façade nord du bâtiment d'une surface de 1000 m<sup>2</sup>. Il vous demande de comparer les caractéristiques de trois isolants extérieurs présélectionnés pour une température intérieure de 20°C et de -7°C pour la température extérieure.

**Vous disposez : (conditions ressources)**

Présentation générale DT1 page 2/17  
 Documentation d'isolants WEBER DT13 page 14/17  
 Capture d'écran d'un logiciel thermique DT14 page 14/17  
 Calcul des déperditions :  $D = U \times S \times \Delta\theta$   
 D : Déperdition en Watt  
 U : Conductivité globale avec  $U = 1 / R_{totale}$  en W/m<sup>2</sup>.°C  
 $\Delta\theta$  : Température ambiante – Température extérieure  
 R : résistance thermique d'un composant du mur  $R = e / \lambda$  en m<sup>2</sup>.°C/W  
 $R_{totale} = \Sigma R$  en m<sup>2</sup>.°C/W  
 Calcul de l'énergie consommée / an :  $E = U \times S \times D_{ju}$   
 E : énergie en kWh  
 Degrés jour unifié : 2268 °C  
 Masse de CO<sub>2</sub> par kWh : 206 g / kWh de gaz  
 La structure existante permet de poser un isolant d'une épaisseur de 150 mm.

<b>Vous devez : (travail demandé)</b>	<b>Critères d'évaluation</b>
23) Relever les caractéristiques thermiques des isolants et les classer du moins isolant au plus isolant.	Le relevé et le classement sont exacts.
24) Le conseil d'administration a retenu le liège pour ses qualités environnementales, donner les avantages de ce produit par rapport à la laine de roche.	Les avantages sont bien identifiés.
25) Calculer le gain de déperdition obtenu.	Le calcul est bien posé. Le résultat est exact.
26) Déterminer l'équivalent Tonne CO <sub>2</sub> gagné grâce à la nouvelle isolation sur une année.	Le calcul est bien posé. Le résultat est exact.

23) Relever les caractéristiques et classer les isolants en fonction de leur pouvoir isolant.

Nom de l'isolant	Conductivité thermique	Rang
Liège Webertherm XM natura		
Laine de roche		
Webertherm XM fibre de bois		

24) Citer les critères environnementaux :

- .....
- .....
- .....

25) Calcul du gain de déperdition obtenu.

Isolation	R <sub>totale</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	S (m <sup>2</sup> )	Δθ (°C)	Déperditions
Avant					
Après					
<b>Gain</b>					

Détail du calcul de U : .....

26) Calculer l'équivalent tonne CO<sub>2</sub>

Isolation	R (m <sup>2</sup> .°C/W)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	S (m <sup>2</sup> )	D <sub>ju</sub> (°C)	Énergie consommée/an
Avant					
Après					
<b>Gain en énergie</b>					

Gain en Tonne CO<sub>2</sub> :  
 .....  
 .....  
 .....