

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

Baccalauréat Professionnel
TECHNICIEN DE MAINTENANCE
DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES
ET CLIMATIQUES
Session 2023

**ELEMENTS DE
CORRECTION**

« 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	CODE 2309-TMS T 3	SESSION 2023	ELEMENTS DE CORRECTION
ÉPREUVE U21	DURÉE 4h	COEFFICIENT 3	PAGE DSR 1/10

S1	Découverte de l'installation - Analyse technologique
-----------	---

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)

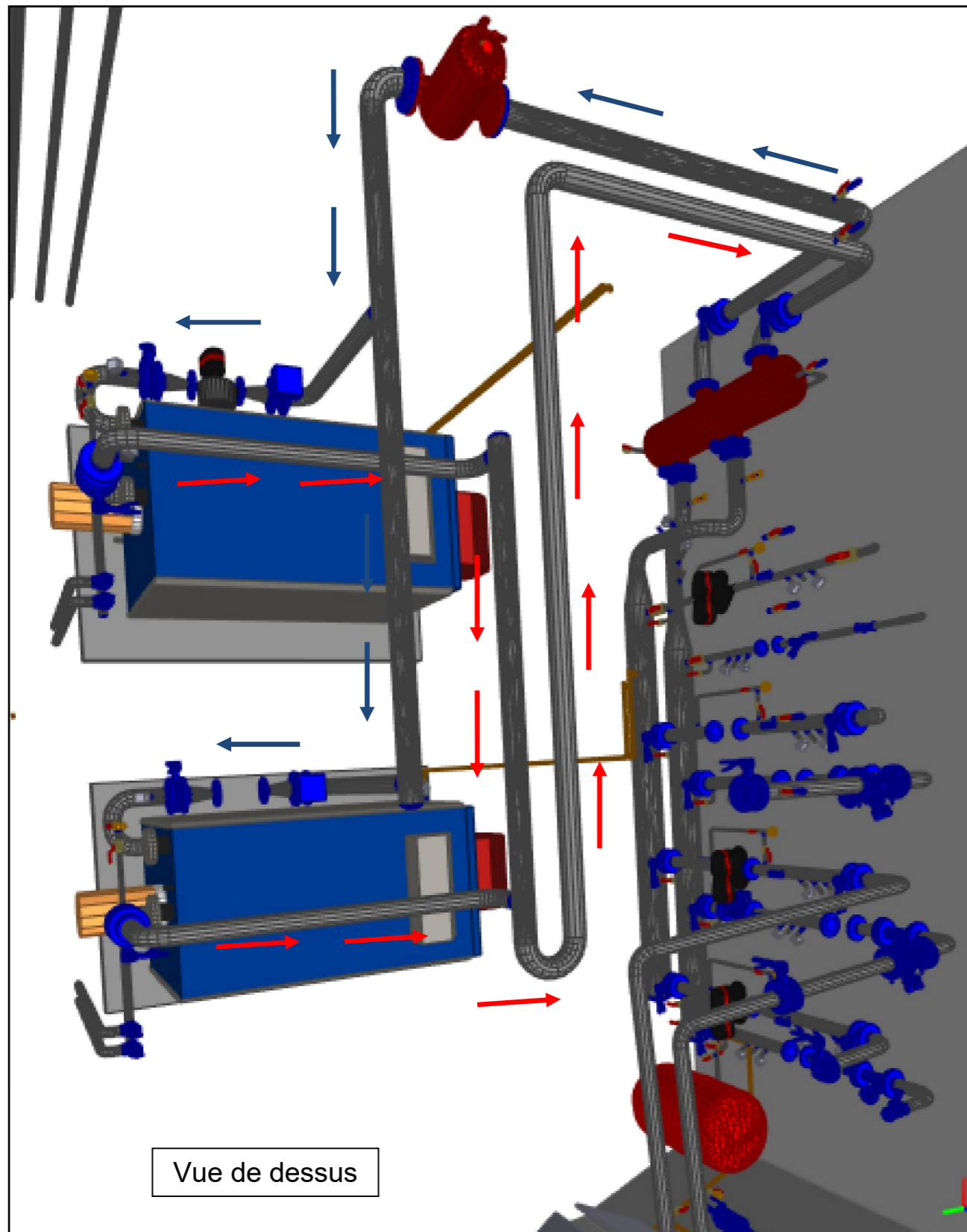
Capture BIM vues de la chaufferie DT2 page 3/17
 Document Brûleur fioul Riello DT3 page 4/17
 Document Brûleur gaz Riello DT4 page 5/17 et DT5 page 6/17
 Maquette BIM sur support informatique.ifc
 Dossier Technique en version .pdf

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
<p>1) Identifier et donner la fonction les 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: 20px;">Indiquer le type de raccordement 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	CHAUDIÈRE	GÉNÉRATEUR DE CHALEUR
2	BRÛLEUR	PRODUCTION DE CHALEUR
3	PURGEUR D'AIR	ÉVACUER L'AIR DU RESEAU
4	CIRCULATEUR DOUBLE	FAIRE CIRCULER L'EAU ET VAINCRE LES PERTES DE CHARGE
5	VANNE 3 VOIES	RÉGULER LA TEMPÉRATURE OU LE DÉBIT D'EAU
6	BOUTEILLE TAMPON	AUGMENTER LE VOLUME POUR CRÉER PLUS D'INERTIE
7	VASE D'EXPANSION	ABSORBER L'AUGMENTATION DE VOLUME DE L'EAU
8	SOUPAPE DE SECURITÉ	ÉVACUER LA SURPRESSION DU RÉSEAU
9	THERMOMÈTRE	MESURER UNE TEMPÉRATURE D'EAU
10	POT D'INJECTION	INJECTER DES PRODUITS DE TRAITEMENT DANS LE RÉSEAU

2) Sens de circulation



Type de raccordement des chaudières :

.....

3) Caractéristiques du brûleur Fioul

Coordonnées géographiques du brûleur « A » :

Repères	Coordonnées
X	8049,02781
Y	32660,0124
Z	193

Données d'identification et caractéristiques techniques :

Marque	RIELLO
Modèle	RL42 BLU
Puissance mini	191 kw
Puissance maxi	598 kw

4) Caractéristiques du brûleur Gaz de remplacement :

Marque	RIELLO
Modèle	RS 70
Puissance mini	192 kw
Puissance maxi	814 kw

Contexte :

Suite à l'évolution du bâtiment et du nouvel espace restauration 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/m³

$\Delta\theta = 15^\circ\text{C}$ écart de température en degrés Celsius

$C_p = 4185 \text{ j} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$ chaleur massique de l'eau

Vous devez : (travail demandé)

5) Calculer le débit d'eau nécessaire au réseau.

6) Retrouver le nom et le diamètre nominal de la bride du circulateur « C » sur la maquette BIM.

7) Compléter le tableau des caractéristiques du circulateur.

Le diamètre intérieur du circulateur sera identique au DN de la bride

8) Déterminer les caractéristiques du disjoncteur thermique standard mis en place dans le tableau de protection.

Critères d'évaluation

Le calcul est posé et le résultat est exact.

Les caractéristiques sont correctement relevées.

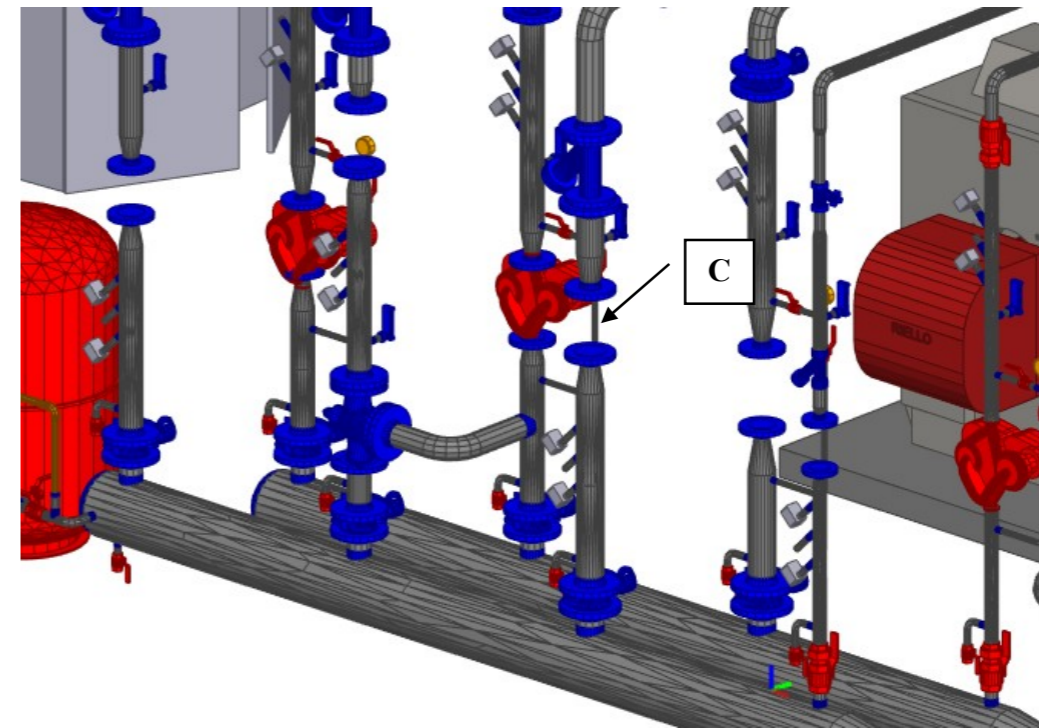
Les caractéristiques sont correctement renseignées.

Les caractéristiques sont correctement renseignées.

5) Calcul du débit

$$Q_m = P / (C_p \times \Delta\theta) = 70 / (4185 \times 15) = 1,115 \text{ kg/s} = 1,115 \text{ l/s}$$

6) Caractéristiques de la bride



Référence de la bride	BRIDE PN10 COLLERETTE STANDARD 4831335
DN de la bride	50 mm

7) Caractéristiques du circulateur « C » :

Diamètre intérieur du circulateur (D1)	50 mm
Référence du circulateur	MAGNA1 50-110F (N)
Courbe de vitesse	III
Tension d'alimentation	230 v
Intensité	1,90 A

8) Réglages du disjoncteur thermique

Référence du disjoncteur thermique	MPX 32 S
Plage de réglage	1,6 à 2,5 A
Valeur de réglage	1,9 A

Contexte :

Afin d'améliorer le confort de la salle de restauration, vous devez installer une vanne 3 voies motorisée en chaufferie.

La température de la salle sera gérée par un régulateur et une sonde extérieure.

Vous disposez : (conditions ressources)

Présentation générale DT1 page 2/17

Maquette BIM sur support informatique.ifc

Puissance de la boucle chauffage nouvelle 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) Donner 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.

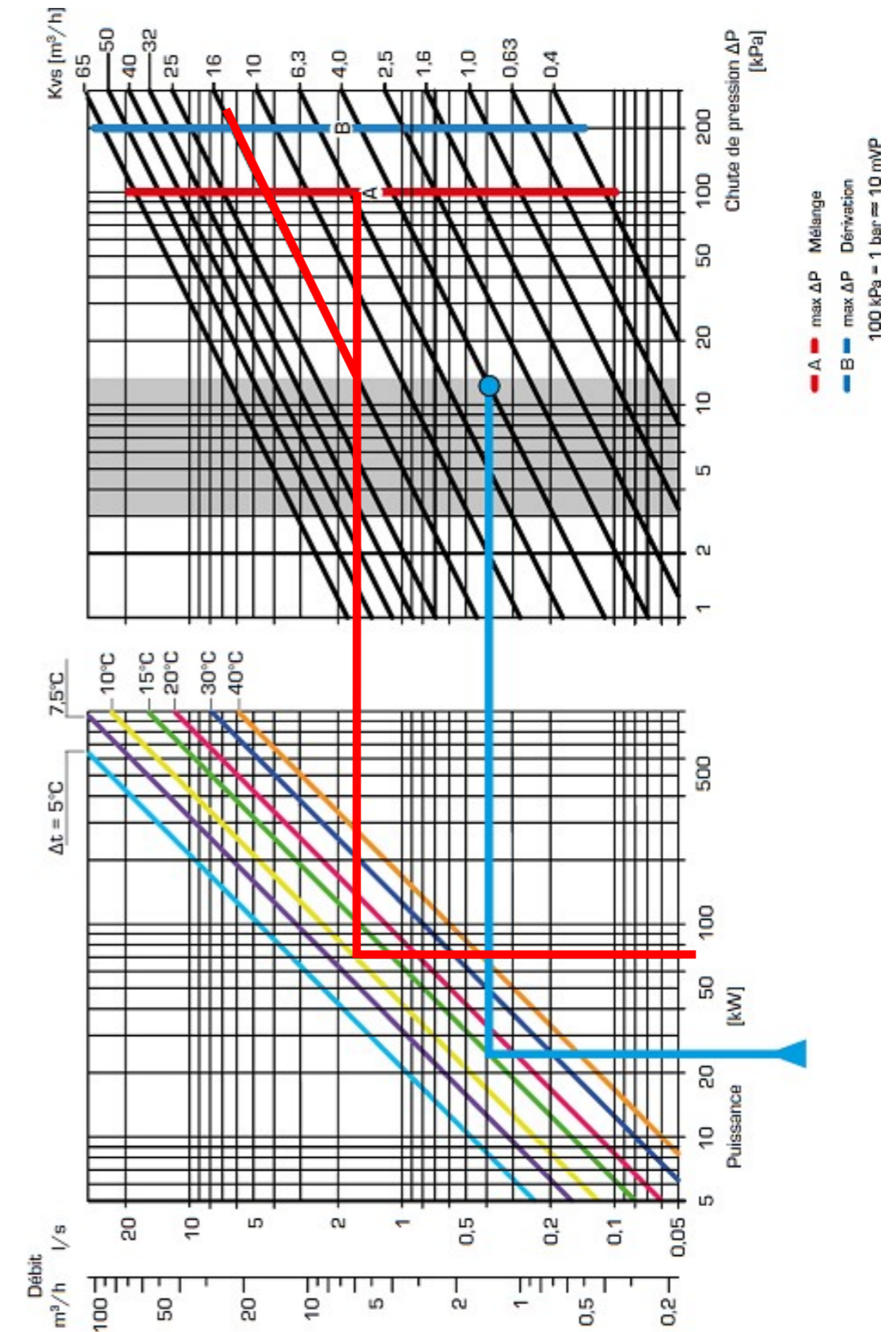
Les éléments sont correctement identifiés.

Le tracé et la pente sont exacts.

9) Type de montage.

MONTAGE EN MÉLANGE

10) KVS de la vanne : **16 m³/h**



11) Référence de la vanne :

Référence de la vanne	VRG 131 – DN 20
-----------------------	------------------------

12)Éléments nécessaires au montage :

Kit d'adaptation :

Nom de l'élément	Numéro
KIT D'ADAPTATION ESB VRG VRB	13

Alimentation électrique :

Nom de l'élément	Numéro
CORDON D'ALIMENTATION DE 1,5m AVEC PRISE	7

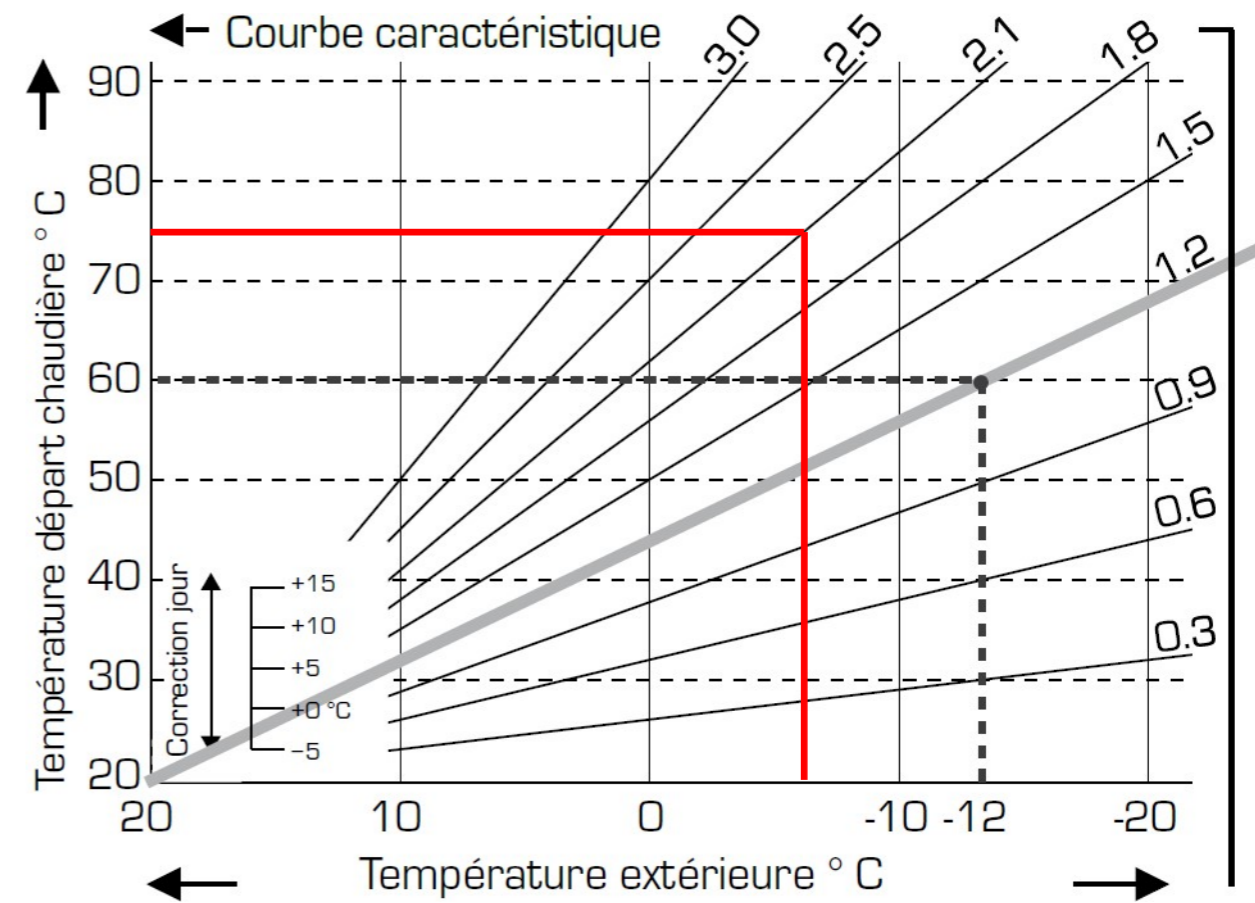
Entrées :

Nom des éléments	Numéro
SONDE EXTÉRIEURE	6

Sortie

Nom de l'élément	numéro
SONDE DE DÉBIT	9

13) Courbe de chauffe.



Numéro de la pente	2,1
--------------------	------------

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 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

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

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

$$S = 800 / 23 = 34,78 \text{ dm}^2$$

15) Dimensions de la grille France air.

Section de passage	0,35
Largeur	900

16) Dimensions de la grille en place.

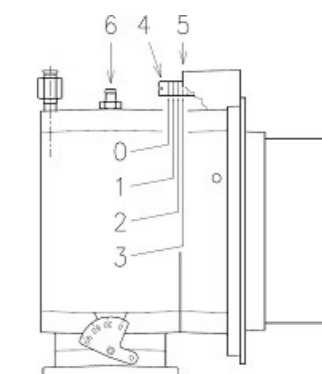
Largeur	1300 mm
Hauteur	700 mm
Adaptée	OUI

17) Analyse de combustion

Nom des paramètres mesurés.	Symboles	Valeurs	Conforme	Non conforme
TEMPÉRATURE FUMÉES	TF	200 °C	X	
TEMPÉRATURE AMBIANTE	T Amb	20°C	X	
EXCÈS D'AIR	Lambda λ	0.9		X
DIOXYDE DE CARBONE	% CO ₂	7.4		X
OXYGÈNE	% O ₂	2		X
MONOXYDE DE CARBONE	CO	50000		X
RENDEMENT DE COMBUSTION	η	88%		X
PERTES	Perte	12%		X
TIRAGE THERMIQUE	Tirage	-0.15 mbar	X	

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

Type de combustion	RÉDUCTRICE
Repère de l'organe de réglage	VIS DE RÉGLAGE 4



S 5	Production de froid
------------	----------------------------

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°K et sous-refroidissement total 7°k
 Diagramme enthalpique R410a page 9/10
 Documentation du groupe de froid DT12 page 13/17

Vous devez : (travail demandé)

19) À l'aide des relevés manifolds compléter les pressions et tracer l'évolution du groupe sur le diagramme du R410a

20) Compléter le tableau de valeurs.

21) Calculer la puissance frigorifique.

22) Comparer votre résultat à la documentation constructeur.

Critères d'évaluation

Les pressions sont exactes.
 Le tracé est bien réalisé.

Le tableau est correctement complété.

Le résultat est exact.
 Le calcul est bien posé.

La comparaison permet la vérification.

19) Tracé du cycle : relevé des pressions.

Pression aspiration relative	1 BAR
Pression refoulement relative	19 BAR

Pression aspiration absolue	2 BAR
Pression refoulement absolue	20 BAR



20) Tableau de relevés.

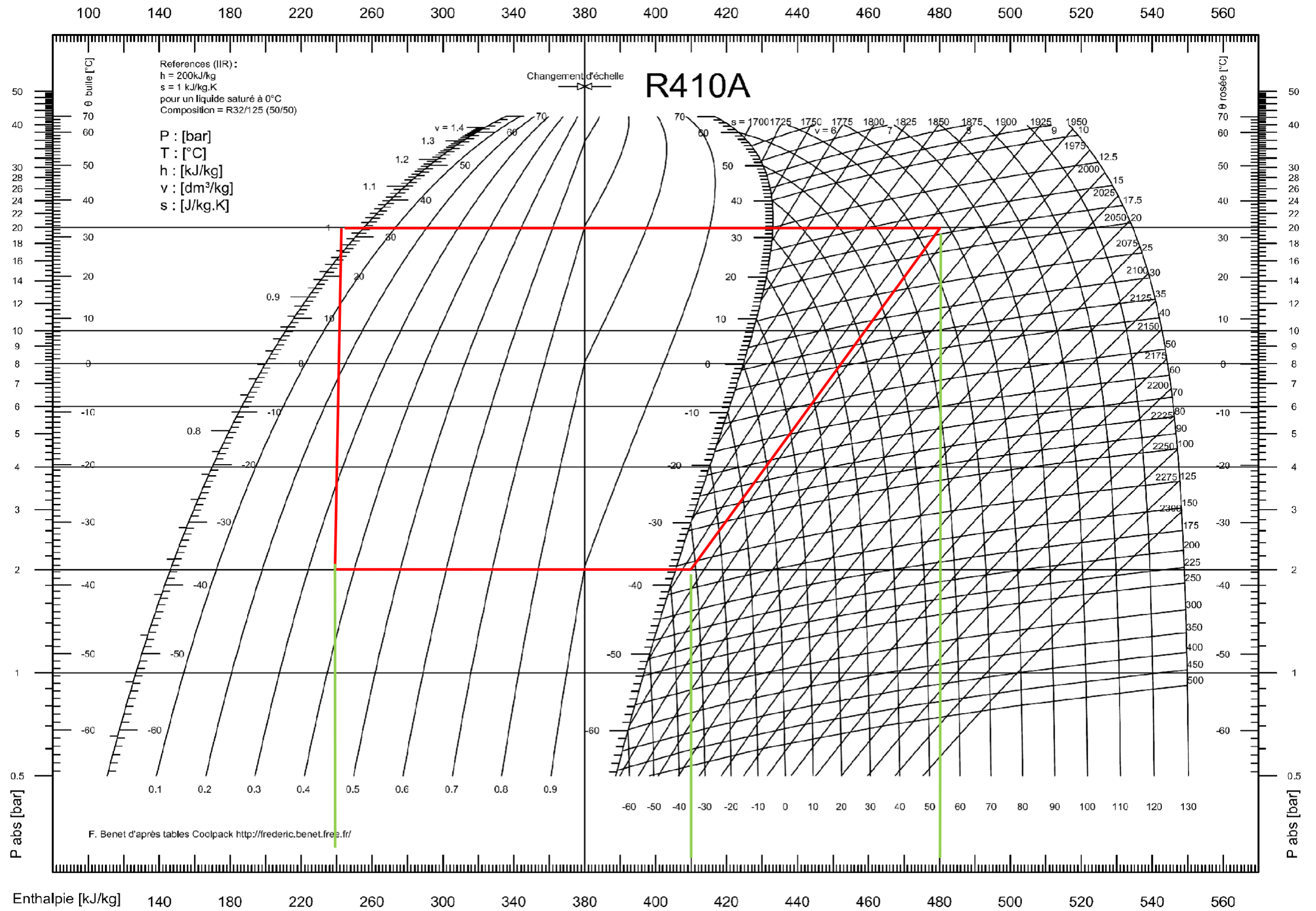
Points	Pression (Bar)	Température (°C)	Enthalpie (Kj /Kg.°C)
1	2	-32,5	410
2	20	76	480
3	20	25	240
4	2	-37,5	240

21) Calculer la puissance frigorifique.

$$P = Q_m \times (H1 - H4) = 0,128 \times (410 - 240) = 21,76 \text{ kw}$$

22) Conformité de la puissance fournie.

Puissance calculée	Puissance constructeur	Conformité (+ ou - 5%)
21,76 kw	22,4 kw	OUI



Contexte :

Le conseil d'administration souhaite vous impliquer dans l'étude de l'amélioration de l'isolation de la façade nord du bâtiment. Il vous demande de comparer les caractéristiques de trois isolants extérieurs présélectionnés.

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 $W/m^2 \cdot ^\circ C$
 $\Delta\theta$: température ambiante – température extérieure
 R : résistance thermique d'un composant du mur $R = e / \lambda$ en $m^2 \cdot ^\circ C/W$
 $R_{totale} = \sum R$ en $m^2 \cdot ^\circ C/W$
 Température ambiante : 20°C
 Température de base : -7 °C
 Surface à isoler : 1000 m²
 Calcul de l'énergie consommée / an : $E = U \times S \times D_{ju}$
 E : énergie en kWh
 Degrés jour unifié : 2268 °C
 Masse de CO₂ par kWh : 206 g / kWh de gaz
 La structure existante permet de poser un isolant d'une épaisseur de 150 mm.

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
23) Relever les caractéristiques thermiques des isolants et les classer du moins isolant au plus isolant.	Le relevé et le classement sont exacts.
24) 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 ₂ gagné grâce à la nouvelle isolation sur une année.	Le calcul est bien posé. Le résultat est exact.

23) Classer les isolants en fonction de leur pouvoir isolant

Nom de l'isolant	Conductivité thermique	Rang
Liège Webertherm XM natura	0,040 w/m.°c	3
Laine de roche	0,038 w/m.°c	1
Webertherm XM fibre de bois	0,039 w/m.°c	2

24) Citer les critères environnementaux :

BIOSOURCE, PAS D'ADDITIF CHIMIQUE, BILAN CARBONE POSITIF.

25) Calcul du gain de déperdition obtenu

Isolation	R _{totale} (m ² .°C/W)	U (W/m ² .°C)	S (m ²)	Δθ (°C)	Déperditions
Avant	2,36	0,423	1000	27	11421
Après	6,12	0,163	1000	27	4401
Gain					7020

Détail du calcul de U : **U avant = 1 / 2,36 = 0,423** **U après = 1 / 6,12 = 0,163**

26) Calculer l'équivalent tonne CO₂

Isolation	R (m ² .°C/W)	U (W/m ² .°C)	S (m ²)	D _{ju} (°C)	Énergie consommée/an
Avant	2,36	0,423	1000	2268	959354 Wh
Après	6,12	0,163	1000	2268	369684 Wh
Gain en énergie					589670 Wh

Gain en Tonne CO₂ :

E = 589670 Wh = 589,670 KWh

Gain = 589,670 × 206 = 121472 g soit 0,121 tonne