

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MAINTENANCE DES SYSTÈMES

E.8 - INTÉGRATION D'UN BIEN

OPTION B : SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET FLUIDIQUES

Session 2026

ÉLÉMENTS DE CORRECTION

1	PRODUCTION D’EAU CHAUDE SANITAIRE	
		Durée conseillée : 60 min

Rappel de la problématique

La production d’eau chaude sanitaire actuelle était adaptée au label *** mais n’est pas suffisante pour assurer les besoins des 7 chambres supplémentaires. De plus, elle ne répond pas aux exigences environnementales du projet.

On souhaite passer au label ****, il convient de vérifier que l’installation sera adaptée à cette exigence.

1 - 1	Analyse de la solution retenue
-------	--------------------------------

Q.1-1-1	Document à consulter : DT1
---------	----------------------------

Indiquer l’énergie principale choisie pour la production d’eau chaude sanitaire des 7 nouvelles chambres et justifier ce choix.

Zone réponse :
Énergie principale → Solaire
Justification → Respect de la RT en vigueur + Environnement

Q.1-1-2	Documents à consulter : DT1, DT5
---------	----------------------------------

Indiquer les deux types d’appoints utilisés pour la production d’eau chaude sanitaire, préciser leur(s) intérêt(s).

Zone réponse :
Gaz → Chaudière en fonctionnement
Elect → En secours si chaudière HS

Q.1-1-3	Document à consulter : DT5
---------	----------------------------

Donner une des raisons justifiant la présence d’un réseau de bouclage d’eau chaude sanitaire.

Zone réponse :
Empêcher la prolifération de la légionnelle
Limiter le temps d’attente au puisage

Q.1-1-4	Document à consulter : DT5
---------	----------------------------

Compléter le tableau en indiquant le nom et la fonction technique de chaque équipement numéroté de 1 à 6 sur le synoptique des nouveaux équipements énergétiques.

Repère	Nom de l’équipement	Fonction technique
1	Disconnecteur	Protéger le réseau d’eau froide sanitaire contre les retours d’eau éventuels de l’installation.
2	Vase d’expansion solaire	Absorber le volume de dilatation du réseau primaire solaire.
3	Pompe solaire	Mettre en circulation le réseau primaire solaire
4	Clapet anti-retour	Eviter la décharge du ballon
5	Soupape de sureté	Eviter les surpressions dans le réseau solaire primaire pour protéger les équipements.
6	Vanne deux voies motorisée	Réguler l’énergie d’appoint par la chaufferie gaz existante

Données

- On note T_{BAL} la température du ballon de stockage d’eau chaude sanitaire
- On note T_{DS} la température de départ des panneaux solaires thermiques
- On note T_{RS} la température de retour des panneaux solaires thermiques

L’implantation des sondes des températures est définie sur le DT5.

La température de consigne du départ eau chaude sanitaire est fixée à T_{BAL} = 60 [°C]. Les résistances électriques sont un appoint qui n’est utilisé que lorsque la chaufferie existante est défaillante. La pompe solaire est mise à l’arrêt lorsque T_{DS} – T_{RS} < 3 [°C] ou lorsque T_{DS} > 160 [°C] ou lorsque la température de l’eau contenue dans le ballon de stockage est T_{BAL} > 85 [°C]. La pompe solaire est mise en marche lorsque que T_{DS} – T_{RS} > 5 [°C] et lorsque la température du ballon de stockage T_{BAL} < 60 [°C].

Q.1-1-5	Document à consulter : DT5
---------	----------------------------

Compléter le tableau en indiquant l'état de fonctionnement (marche (M) ou arrêt (A)) de chaque équipement suivant les conditions proposées.

On précise : **R.A.S.** : la chaufferie fonctionne correctement, **H.S.** : la chaufferie est défectueuse.

T _{BAL}	T _{DS}	T _{RS}	Chaufferie existante	Pompe solaire	Echangeur chaufferie	Résistance électrique
54°C	90	65	R.A.S.	M	A	A
61°C	90	65	R.A.S.	M ou A	A	A
52°C	16	15	R.A.S.	A	M	A
52°C	15	13	H.S.	A	A	M
65°C	17	15	R.A.S.	A	A	A
87°C	110°C	100°C	R.A.S.	A	A	A

Q.1-1-6	Document à consulter : DT5
---------	----------------------------

Indiquer dans quelle(s) condition(s) la pression dans le réseau primaire solaire dépasserait 6 [bar] (≈ 160 [°C]).

Zone réponse :	
Si T° du ballon ECS > T limite haute et que la T° capteur est très élevée (> 160 [°C])	

1 - 2	Vérification de la compatibilité au label **** pour un fonctionnement avec résistance électrique seule
-------	--

Données

- Un volume de 200 [L] à 60 [°C] d'eau pour la lingerie sera ajouté au volume total quotidien.
- Le temps de chauffe maximal du volume d'eau chaude sanitaire par l'appoint : t_{chauffemax} 6 [h]
- La puissance de l'appoint de chauffe électrique : P_{appoint} = 10 [kW]
- La capacité calorifique massique de l'eau : c_{pe} = 4,18 [kJ·kg⁻¹·K⁻¹]
- La température de consigne de stockage est de 60 [°C]
- La masse volumique de l'eau : ρ_e = 1 000 [kg·m⁻³]

Q.1-2-1	Documents à consulter : DT4, DT5, DT1
---------	---------------------------------------

Calculer le volume total d'eau chaude sanitaire quotidien à produire pour l'extension.
Comparer la valeur obtenue à la contenance du ballon d'eau chaude sanitaire retenue. **Conclure** sur son dimensionnement géométrique.

Zone réponse :	
V _{tot} = V _{eau lingerie} + V _{eau chambre} = 200 + 7 x 60 = 620 [L]	
V _{tot} < 900 [L] → OK	

Q.1-2-2	Documents à consulter : DT4, DT5
---------	----------------------------------

Relever la température minimale de l'eau froide suivant les relevés météo puis **calculer** l'énergie nécessaire à l'élévation en température du volume d'eau contenue dans le ballon.

Zone réponse :	
La température minimale de l'eau froide est T _{EF} = 11,27 [°C] en janvier.	
On a : 11,27) = 183 322 [kJ] = 51 [kWh]	

Q.1-2-3	Document à consulter : Aucun
---------	------------------------------

Calculer la puissance à fournir par l'appoint électrique pour chauffer le volume du ballon dans le cas où la température de l'eau froide est minimale.
Comparer cette valeur à celle de la résistance électrique et **conclure** sur son dimensionnement.

Zone réponse :	
P 8,5 [kW]	
P calculée < P installée → OK., dimensionnement correct	

Q.1-2-4	Documents à consulter : DT6, DT7
---------	----------------------------------

À partir du schéma électrique et de la documentation technique des disjoncteurs, **compléter** le tableau ci-dessous pour valider ou non le choix du disjoncteur repéré Q9 protégeant les résistances d’appoint.

Caractéristiques	Disjoncteur	
Référence	A9P71716	
Type d’alimentation (Entourer la réponse)	1P + N	3P + N
Calibre	16 [A]	
Calcul du courant absorbé (Alimentation des résistances entre phases sous 400V)		
Conformité du choix du disjoncteur (Entourer la réponse)	Oui	Non

Q.1-2-5	Documents à consulter : DT6, DT7
---------	----------------------------------

Relever les caractéristiques électriques de l’appareil repéré Q6. **Justifier** le calibre et le choix de la sensibilité de cet appareil.

Zone réponse :

Il s’agit d’un calibre 20 [A] (16 [A] + 2 [A] = 18 [A] donc OK) et d’une sensibilité de 30 [mA] obligatoire pour la protection des personnes.

2	CLIMATISATION DES CHAMBRES	
		Durée conseillée : 60 min

Le système de climatisation des chambres actuelles ne répond pas aux nouvelles exigences environnementales de l’hôtel. Un nouveau système pour l’extension a donc été mis en place. On se propose de l’étudier et de vérifier ses performances.

2 - 1	Analyse de la solution retenue
-------	--------------------------------

Q.2-1-1	Documents à consulter : DT1, DT9, DT11
---------	--

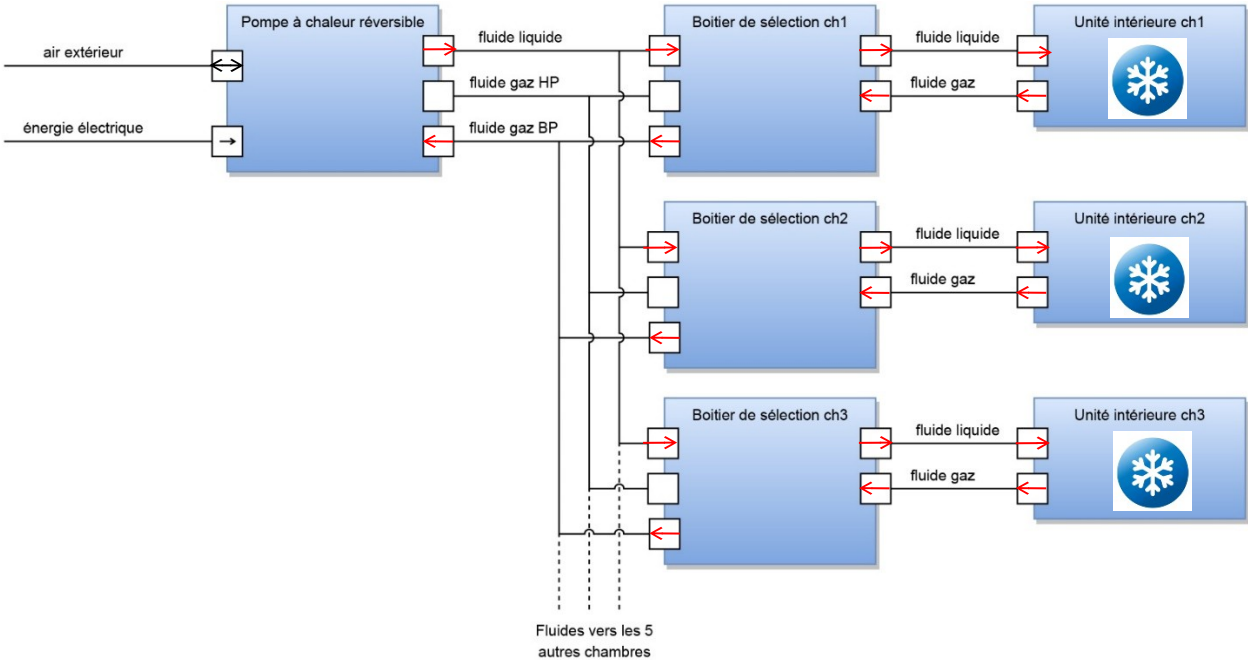
Indiquer du point de vue énergétique les avantages du système utilisé pour la climatisation des nouvelles chambres que n’apporte pas le système des chambres actuelles.

Zone réponse :

VRV 3 tubes. Possibilité de chaud et de froid en simultané par un seul équipement et récupération d’énergie

Q.2-1-2	Documents à consulter : DT8, DT9, DT11
---------	--

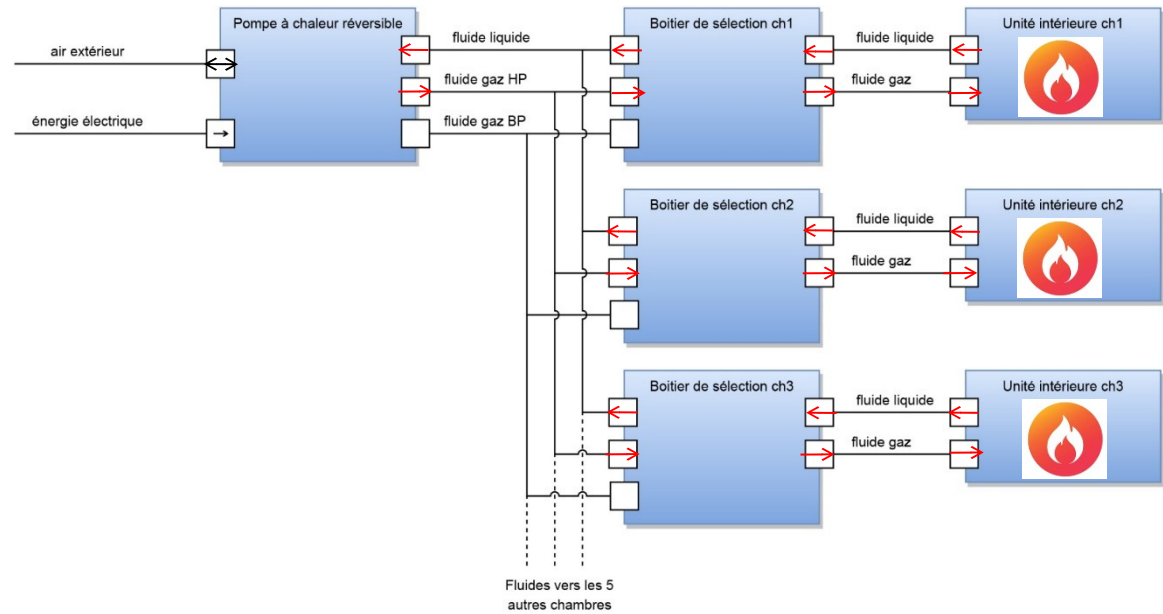
Compléter l’extrait du schéma de blocs internes en indiquant par des flèches le sens du fluide lorsque toutes les unités intérieures sont en demande de rafraîchissement (plein été).



Q.2-1-3	Documents à consulter : DT8, DT9, DT11
---------	--

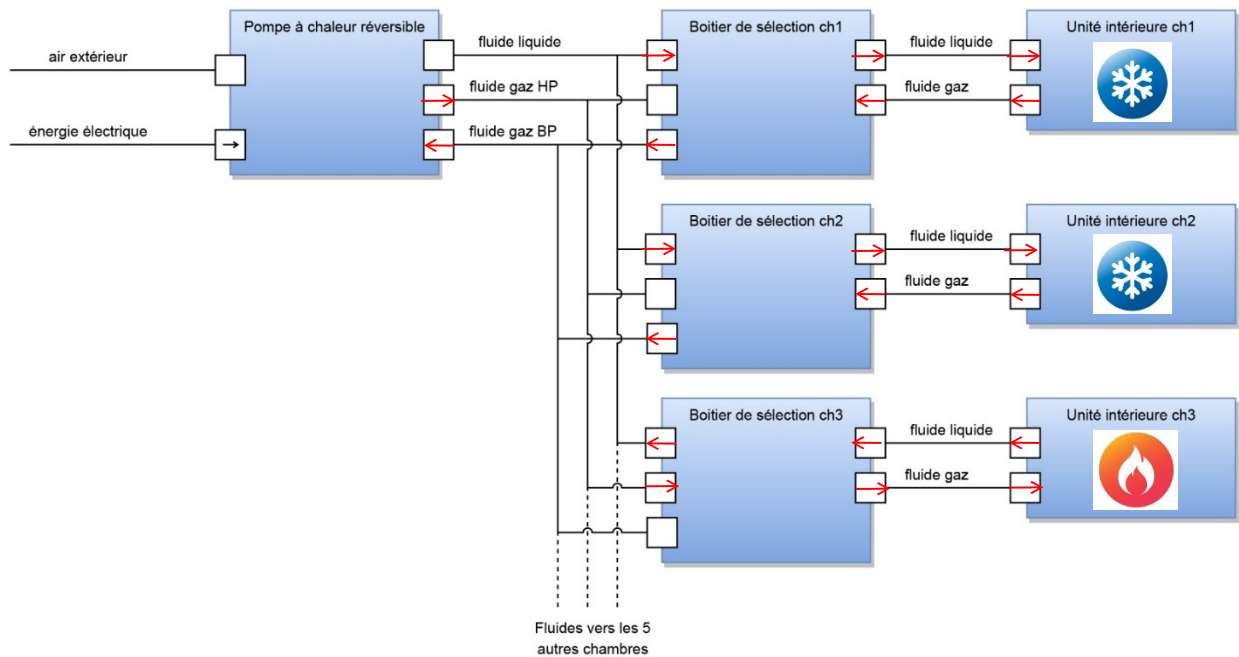
2 - 2	Vérification des performances de l'équipement
-------	---

Compléter l'extrait du schéma de blocs internes en indiquant par des flèches le sens du fluide lorsque toutes les unités intérieures sont en demande de chaleur (plein hiver).



Q.2-1-4	Documents à consulter : DT8, DT9, DT11
---------	--

Compléter l'extrait du schéma de blocs internes en indiquant par des flèches le sens du fluide lorsque les unités intérieures des chambres 1 et 2 sont en demande de rafraîchissement, la chambre 3 en demande de chauffage et lorsque la demande totale en rafraîchissement est égale à celle en chauffage.



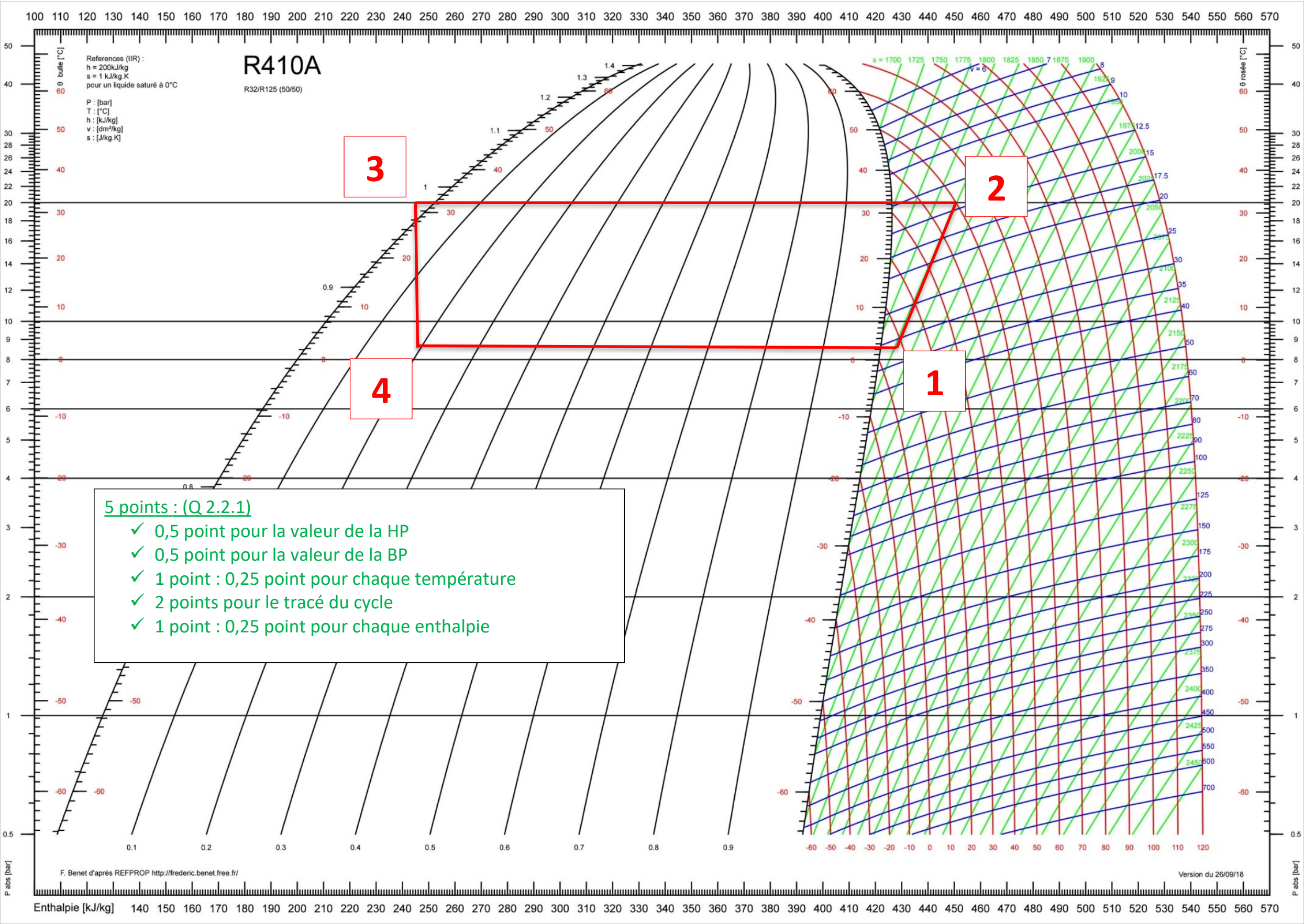
Lors d’une intervention de maintenance préventive en été, le technicien a relevé les valeurs suivantes :

- Manomètre HP : 19 [bar]
- Manomètre BP : 7,6 [bar]
- Température sortie de compresseur : 50 [°C]
- Surchauffe : 6 [°C]
- Sous-refroidissement : 4 [°C]

Q.2-2-1	Document à consulter : Aucun
---------	-------------------------------------

Tracer le cycle frigorifique sur le diagramme en page suivante et **compléter** le tableau des valeurs associées ci-dessous :

N° Point	Description	Température [°C]	Pression absolue [bar]	Enthalpie [kJ·kg ⁻¹]
1	Entrée compresseur	8	8.6	428
2	Sortie compresseur	50	20	452
3	Entrée détendeur	28	20	244
4	Sortie détendeur	2	8.6	244



Q.2-2-2	Document à consulter : Aucun
---------	-------------------------------------

On donne : $EER_{cycle} = \frac{\Delta h_{\text{évaporateur}}}{\Delta h_{\text{compresseur}}}$

Calculer à partir des valeurs précédentes le coefficient EER_{cycle} .
Avec un rendement de compresseur de 65 [%], **calculer** le $EER_{machine}$.

Zone réponse :

$$EER_{cycle} = \frac{\Delta h_{\text{évaporateur}}}{\Delta h_{\text{compresseur}}} = \frac{(428 - 244)}{(452 - 428)} = 7,7$$

$$EER_{machine} = EER_{cycle} \times \eta = 7,7 \times 0,65 = 5,0$$

Q.2-2-3	Documents à consulter : DT10 DT11
---------	--

Relever la valeur du EER donnée dans la documentation technique constructeur.
Comparer cette valeur à celle obtenue précédemment puis **conclure** sur le niveau de performances du système.

Zone réponse :

$EER_{constructeur} = 4,49 < EER_{réel} = 5,0 \rightarrow OK$

Q.2-2-4	Documents à consulter : DT10 DT11
---------	--

La même démarche effectuée a été réalisée en période hivernale. **Donner** le nom du coefficient recherché par cette démarche. La valeur obtenue est de 5,2. **Comparer** cette valeur à celle donnée par la documentation technique constructeur puis **conclure** sur le niveau de performances du système.

Zone réponse :

$COP_{réel} = 5,2 > COP_{constructeur} = 4,8 \rightarrow OK$

Q.2-2-5	Document à consulter : DT10
---------	------------------------------------

Indiquer l'inconvénient des deux coefficients utilisés précédemment. **Indiquer** quels coefficients serait-il préférable d'employer pour un suivi annuel. **Relever** leur valeur.

Zone réponse :

COP et $EER \rightarrow$ Instantanés
 $SCOP$ (1) et $SEER$ (2) $\rightarrow$ Saisonniers
 $SEER = 6,61$ et $SCOP = 8,4$

3	VENTILATION MECANIQUE DES CHAMBRES	
		Durée conseillée : 45 min

Des inconforts thermiques ont été constatés dans les chambres. De plus, le service maintenance a remarqué que la vanne de régulation de la batterie chaude de la centrale double flux VMC Extension demande un remplacement régulier. On se propose ici de déterminer l'origine de ces problèmes et de proposer une solution pour y remédier.

Données extraites du D.O.E

- Référence de la vanne deux voies motorisée : **60 281-115**
- Débit d'eau nominal dans la batterie chaude de la centrale double flux $q_{v,VMC} = 39 \text{ [L}\cdot\text{h}^{-1}]$
- Masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1\,000 \text{ [kg}\cdot\text{m}^{-3}]$
- Accélération de pesanteur : $g = 9,81 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-2}]$
- Conversion de pression : **1 [bar] = 10,2 [mCE]**
- Perte de charge du réseau à débit variable (hors vanne de régulation et batterie chaude) : **$\Delta p_{réseau} = 1000 \text{ [Pa]}$**
- Capacité thermique massique de l'eau : $C_{pm} = 4,18 \text{ [kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}]$

Q.3-1	Document à consulter : DT5
-------	-----------------------------------

Indiquer sur quelle grandeur agit la vanne deux voies installée sur le circuit retour de la batterie chaude de la centrale double flux des chambres.

Zone réponse :

Modulation de débit

Q.3-2	Document à consulter : DT12
-------	------------------------------------

Indiquer le Kvs de la vanne deux voies motorisée. **En déduire** la perte de charge de la vanne en [bar] puis en [Pa].

Zone réponse :

Q.3-3	Document à consulter : DT13
-------	------------------------------------

Calculer, pour le régime d'eau de la documentation constructeur, le débit volumique traversant la batterie. **Relever** la valeur de la perte de charges en Pa de la batterie dans cette condition.

Q.3-4	Document à consulter : DT12
-------	-----------------------------

En déduire la perte de charge de la batterie dans notre cas d'utilisation.

Zone réponse :	
Même débit donc même $\Delta p_{BC} = 40 \text{ [Pa]}$	

Q.3-5	Document à consulter : Aucun
-------	------------------------------

Calculer la perte de charge totale du réseau à débit variable hors vanne de régulation.

Zone réponse :	
$\Delta p = \Delta p_{BC} + \Delta p_{BC} \Delta p_{réseau} = 40 + 1000 = 1040 \text{ [Pa]}$	

Q.3-6	Document à consulter : DT12
-------	-----------------------------

Calculer l'autorité de la vanne.

Zone réponse :	
$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_r} = \frac{2433}{2433 + 1040} = 0,7$	

Mesure effectuée par le technicien avant remplacement de la batterie chaude :

- Pertes de charges de la batterie chaude $\Delta p_{BC} = 1 \text{ [mCE]}$

Q.3-7	Document à consulter : DT12
-------	-----------------------------

Calculer l'autorité réelle de la vanne. Comparer cette valeur à celle déterminée dans les conditions nominales. Déterminer une cause possible du dysfonctionnement et des inconforts thermiques constatés.

Zone réponse :
$\Delta p = 0,04 \text{ kPa} = 40 \text{ [Pa]}$

Zone réponse :
$\Delta p_{réseau} = \Delta p_{BC} + \Delta p_{BC} \Delta p_{réseau} = 1 + 0,1 = 1,1 \text{ mCE} = 11000 \text{ [Pa]}$
$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_r} = \frac{2433}{2433 + 11000} = 0,18$
$a_{nominale} > a_{mesurée}$
Encrassement de l'échangeur

Q.3-8	Document à consulter : DT12
-------	-----------------------------

Pour éviter les problèmes entraînant le pompage de la vanne deux voies mais aussi les inconforts thermiques ressentis par les usagers, deux solutions sont proposées. **Compléter** le tableau comparatif en vue du choix de solution à réaliser à l’aide des deux propositions données (1 ou 2) ci-dessous.

Solution technologique	Batterie électrique	Bouteille de découplage
Fonctionnement de la solution	Remplacement de la batterie à eau par une batterie électrique	Création d’une séparation hydraulique pour diminuer l’écart de température entre l’entrée et la sortie de la batterie chaude afin d’augmenter le débit.
Investissement financier	1	2
Maintenance	1	2
Mise en œuvre	1	2
Solution retenue :	Batterie électrique	

1 – Meilleure solution parmi les deux proposées
2 – Moins bonne solution parmi les deux proposées

DQR8 – Dossier Questions Réponses

4	TRAITEMENT D’AIR DU JARDIN D’HIVER	
		Durée conseillée : 30 min

Les clients de l’hôtel se plaignent d’odeurs persistantes dans le jardin d’hiver. Il convient d’identifier la cause de ce problème et d’y remédier.

Lors d’une maintenance préventive en plein hiver, le technicien a mesuré les valeurs suivantes :

- Débit de soufflage : 1588 [m³·h⁻¹]
- Température de soufflage : 30 [°C]
- Hygrométrie soufflage : 27 [%]
- Température extérieure : 0 [°C]
- Hygrométrie extérieure : 90 [%]
- Température ambiante : 19 [°C]
- Hygrométrie ambiante : 52 [%]

Q.4-1	Document à consulter : DT5
-------	-----------------------------------

Indiquer le débit de soufflage théorique de la centrale de traitement d’air. **En déduire** que la mesure réalisée sur place est conforme (marge admissible + ou -10 [%]).

Zone réponse :

Q_{théo} = 1500 [m³·h⁻¹]
10 [%] Q_{théo} = 150 [m³·h⁻¹]
→ OK (dans la plage)

Q.4-2	Document à consulter : Aucun
-------	-------------------------------------

Placer les points de soufflage, extérieur et d’ambiance sur le diagramme de l’air humide en page suivante.

Q.4-3	Document à consulter : Aucun	1,5 points :
		✓ 0,5 point par point bien placé

Tracer en rouge l’évolution de l’air lors de son passage sur la batterie chaude sur le diagramme de l’air humide en page suivante. **En déduire** la proportion d’air neuf.

Zone réponse :

Tx d’air neuf = 0 [%]

Des pistes de recherches sont mises en avant. **Indiquer** si celles-ci sont possibles ou non.

Hypothèse	Filtre encrassé (après mélange)	Ventilateur encrassé	Registre d’air repris bloqué fermé	Registre d’air neuf bloqué fermé	Gaine mal isolée
Possibilité de l’hypothèse	Non	Non	Non	Oui	Non

Q.4-5	Document à consulter : Aucun
-------	-------------------------------------

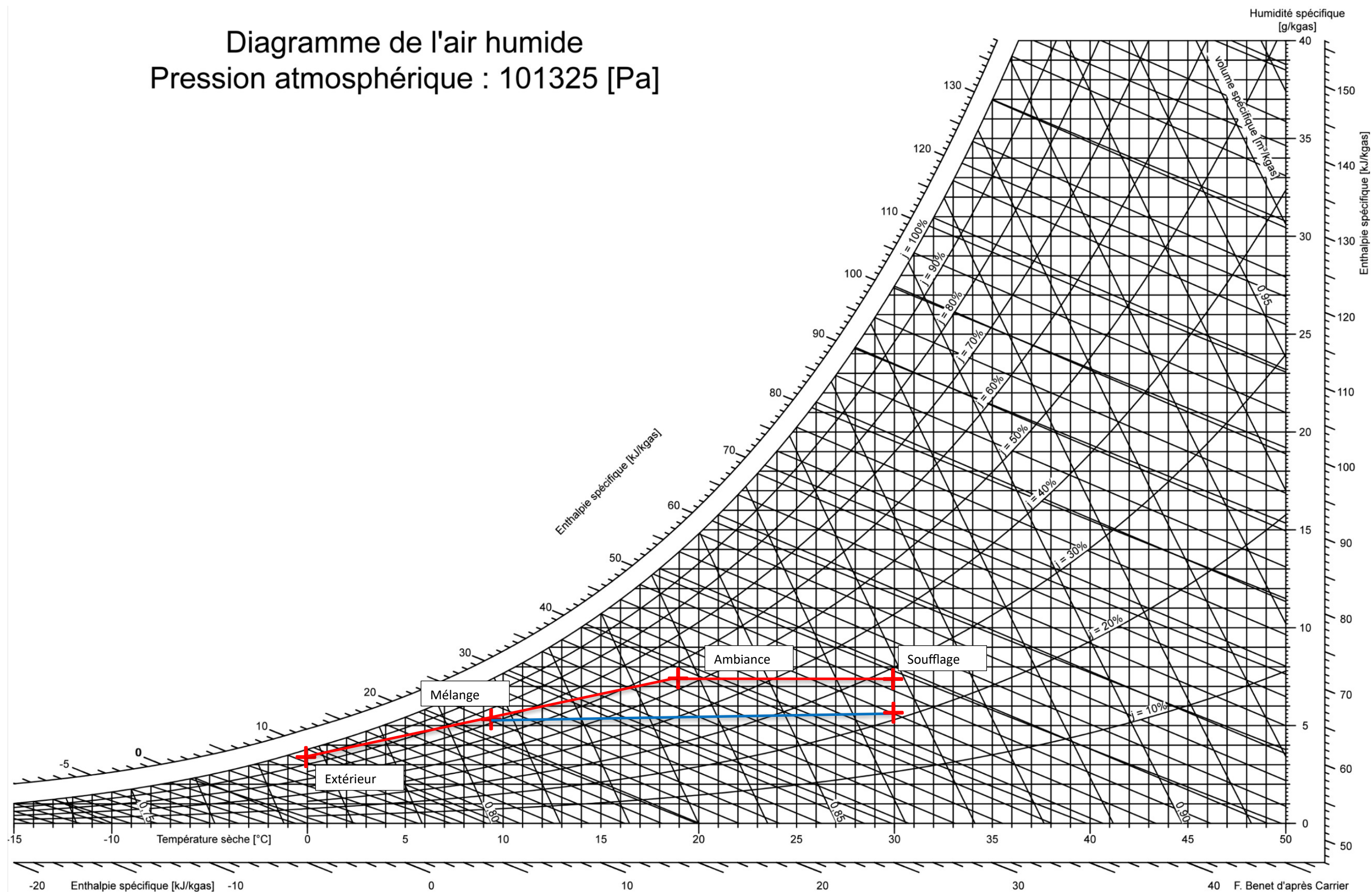
Le bureau d’études préconise un taux d’air neuf de 50 [%]. **Placer** le point de mélange préconisé sur le diagramme de l’air humide en page suivante et **tracer** en bleu l’évolution de l’air au travers de la batterie chaude. Après réparation, **expliquer** l’impact de ces préconisations sur la consommation énergétique future.

Zone réponse :

Augmentation de la consommation énergétique

Diagramme de l'air humide

Pression atmosphérique : 101325 [Pa]



5	CHAUFFAGE DES LOCAUX DE L'EXTENSION	
		Durée conseillée : 45 min

Une partie des locaux de l'extension sera chauffé par des radiateurs. Un nouveau départ doit être intégré dans la chaufferie existante. Pour cela, l'étude du raccordement électrique, de sa régulation et de son fonctionnement hydraulique doivent être vérifiés.

Le nouveau départ sera composé des équipements principaux suivants :

- ✓ Une vanne 3 voies
- ✓ Un circulateur de marque Salmson, type PRIUX Home 60
- ✓ Une sonde de température de départ

Q.5-1	Document à consulter : DT14
-------	-----------------------------

Indiquer l'intensité électrique maximale de la pompe du nouveau circuit radiateur.

Zone réponse :

$I_{max} = 0,44 \text{ [A]}$

Q.5-2	Document à consulter : DT16
-------	-----------------------------

Justifier le choix du disjoncteur GV2ME04 de protection du moteur de la pompe du nouveau circuit radiateur et préciser son réglage.

Zone réponse :

$Plage = 0,4 \text{ à } 0,63 \text{ [A]}$
 $I_{réglage} = 0,44 \text{ [A]}$

La pompe du nouveau réseau radiateur sera pilotée par un contacteur appelé KM11. Sa commande sera réalisée en 24 [V] AC.

Le disjoncteur de protection de la pompe sera équipé d'un module auxiliaire de défaut GVAD1001 avec contact NO. Ce contact informera le régulateur sur l'état thermique du moteur de la pompe.

Q.5-3	Documents à consulter : DT14, DT15
-------	------------------------------------

Justifier le choix du contacteur d'alimentation de la pompe (LC1K0610B7).

Zone réponse :

$40 \text{ [W]} \ll 1,5 \text{ [kW]}$
 $I = 0,44 \text{ [A]} \ll 6 \text{ [A]} \rightarrow \text{OK}$
 $B7 \rightarrow \text{commande en } 24 \text{ [V] AC}$

Q.5-5	Document à consulter : Aucun
-------	------------------------------

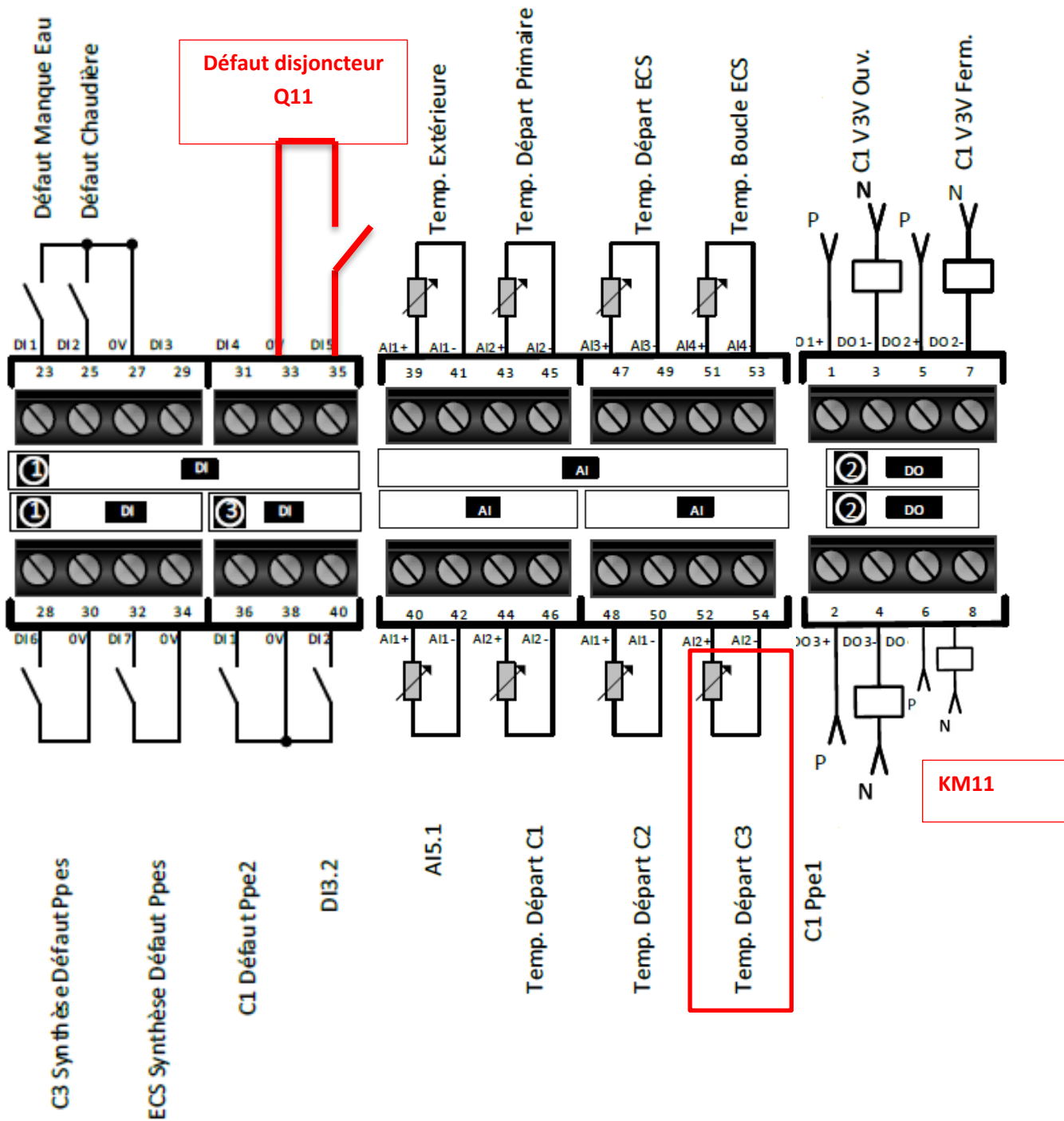
Indiquer si chacune des propositions de schéma de puissance à mettre en œuvre pour le raccordement du circulateur sont envisageables. Justifier votre réponse.

	Proposition de raccordement n°1		Proposition de raccordement n°2		Proposition de raccordement n°3	
Schéma de raccordement						
Solution envisageable	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
Justification	Surtension (alimentation entre phases)		Déséquilibre au niveau du disjoncteur → Déclenchement		Ok	

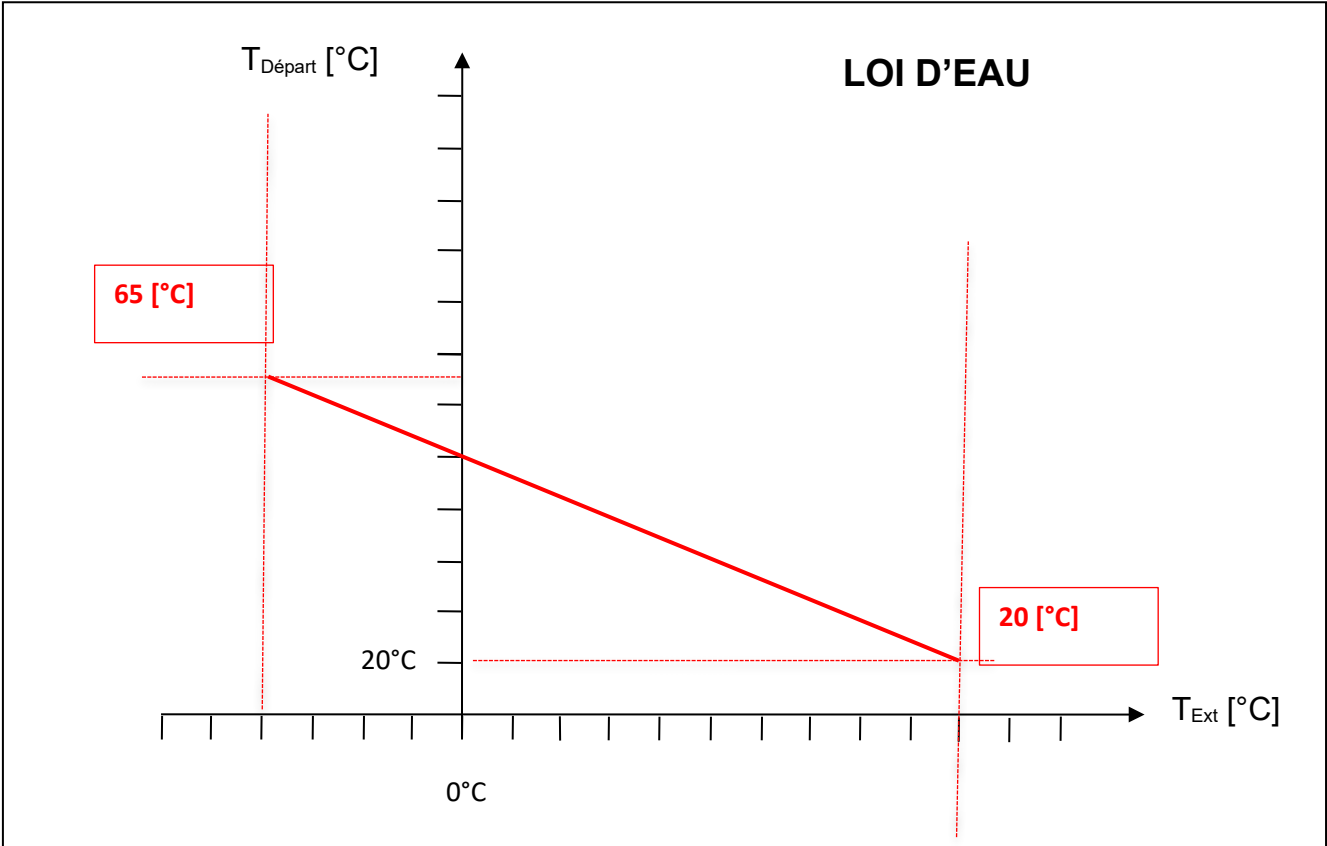
Q.5-6	Documents à consulter : DT4, DT5
-------	----------------------------------

Compléter le schéma de raccordement du régulateur Wit en ajoutant :

- la bobine du contacteur KM11
- le contact du module auxiliaire de défaut du disjoncteur Q11
- la sonde de température de départ



Compléter la loi d'eau suivante permettant de paramétrer le régulateur Wit. La consigne de température des chambres souhaitée est de 20 [°C].



Q.5-7 Document à consulter : DT5

Proposer une modification hydraulique pour obtenir un fonctionnement optimal de la vanne trois voies.

