

Ne rien inscrire dans ce cadre

Ne rien inscrire	Académie :	Session :
	Examen :	Série :
	Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :
	Epreuve/sous épreuve :	
	NOM : (en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
Prénoms :	N° du candidat :	
Né(e) le : Note :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)	
	<i>Appréciation du correcteur :</i>	

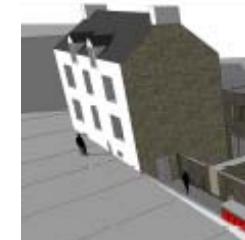
Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

MENTION COMPLEMENTAIRE TECHNICIEN EN ENERGIES RENOUVELABLES

EPREUVE E1 : PREPARATION D'UNE INTERVENTION

SESSION 2012

**Rénovation d'un logement en BBC
Rue de l'étang
22210 PLEMET**



CALCULATRICE AUTORISEE - AUCUN DOCUMENT AUTORISE

	DUREE CONSEILLEE	BAREME GENERAL
PARTIE 1 : « ANALYSE DE L'INSTALLATION »	45 min	40 pts
PARTIE 2 : « ETUDE DES SOLUTIONS TECHNIQUES »	2h30	120 pts
PARTIE 3 : « PREPARATION DE LA MISE EN ŒUVRE »	45 min	40 pts
TOTAL :	4 HEURES	200 pts

MENTION COMPLEMENTAIRE TECHNICIEN EN ENERGIES RENOUVELABLES

Code : Facultatif

SESSION : 2012

CORRECTION

EPREUVE E1

DUREE : 4 H

COEFFICIENT : 4

Page 1 / 15

Ne rien inscrire dans ce cadre

PARTIE 1 : « ANALYSE DE L'INSTALLATION »

Contexte de l'étude :

Un propriétaire décide de rénover une ancienne bâtisse en créant dans celle-ci une construction à ossature bois. Sensible aux économies d'énergie et au réchauffement climatique, le propriétaire décide également d'atteindre les performances d'une construction BBC. Le bureau d'étude choisi, fera d'ailleurs l'étude dans ce sens, en préconisant quelques améliorations possibles pour atteindre plus facilement le niveau BBC.

Question 1 :

Parmi les propositions d'amélioration des performances énergétiques faites par le bureau d'étude, vous allez en étudier 2 qui concernent l'enveloppe du bâti.

Le bureau d'étude propose en effet de:

- 1- Changer les menuiseries bois prévues en façade Nord Ouest par d'autres en bois mais équipées de triple vitrage.
- 2- Augmenter à 300 mm l'épaisseur de l'isolant qui est prévu au plafond du R+2.

On donne en annexe 2 :

- . Extrait du descriptif du lot N°4 : menuiserie extérieure.
- . Document technique menuiserie BIEBER, qui serait retenue par le propriétaire du projet.
- . Surface globale de l'ensemble des baies situées sur la façade Nord Ouest: **6,43 m²**.
- . L'épaisseur d'isolant au niveau R+2 initialement prévue est : 22 cm de ouate de cellulose.
- . Extrait de l'étude thermique concernant les résistances des parois.
- . Surface du plafond isolé du R+2 : **41,00 m²**.
- . Ecart moyen de températures annuelles entre l'intérieur et l'extérieur pour les côtes d'Armor : 9°C.
- . Les besoins de base en chauffage sont de 9336 kWh/an pour un ratio de 52,9 kWh/m²/an.
- . Hypothèse de gain énergétique annuel : 525 kWh/an.

On demande :

1. Etudier les gains énergétiques qui seraient réalisés sur le bâti si les préconisations du bureau d'étude étaient appliquées.
Donner les résultats en kWh/an.
 - 1.1 Gain sur les menuiseries en triple vitrage.
 - 1.2 Gain sur le renforcement de l'isolation du plafond du R+2.
2. Rechercher la nouvelle consommation de chauffage (en kWh/m²/an) qui serait obtenue après mise en œuvre des 2 préconisations du bureau d'étude

Réponse sur	Barème sur
DR1	24 pts
DR1	
DR1	6 pts

Ne rien inscrire dans ce cadre

Document réponse DR1 sur 24 points

Q1.1 Etude des gains énergétiques

1- Amélioration des transmissions surfaciques des menuiseries : $U = 1,5 - 0,76 = 0,74 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$ 2pts

Gains énergétiques en watt : $0,74 \times 9 \times 6,43 = 42,82 \text{ W}$ 3 pts

Gains énergétiques sur l'année : $42,82 \times 24 \times 365 = 375103,20 \text{ Wh/an} = 375,1 \text{ kWh}$ 3pts

2- Comparatif des 2 épaisseurs d'isolation :

- Solution initialement prévue : $U = 1 / R = 1 / 5,79 = 0,173 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$ 2 pts

- Solution proposée : $R = 0,3 / 0,038 = 7,89$ 2pts et $U = 1 / 7,89 = 0,127 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$ 2pts

- Gain de transmission surfacique : $0,173 - 0,127 = 0,046 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$ 2 pts

- Gains énergétiques en watt : $0,046 \times 9 \times 41 = 16,97 \text{ W}$ 3pts

- Gains énergétiques sur l'année : $16,97 \times 24 \times 365 = 148657 \text{ W}$ soit $148,66 \text{ kWh}$ 3pts

3- Gain global sur une année pour les 2 préconisations : $375,1 + 148,66 = 523,76 \text{ kWh}$ 2pts

Q1.2 Recherche de la consommation de chauffage

- Calcul de surface en m² : $9336 / 52,9 = 176,48 \text{ m}^2$ 2pts

- Nouvelle consommation annuelle en kwh : $9336 - 525 = 8811 \text{ kWh}$ 2pts

- Nouveau ratio de consommation annuelle : $8811 / 176,48 = 49,93 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$ 2pts

Ne rien inscrire dans ce cadre

Question 2 :

En complément aux gains énergétiques calculés, d'autres opérations seront menées pour rechercher les gains en impact carbone et en économies financières annuelles pour le poste chauffage.

On donne :

- . Correspondances suivantes : 1m³ de gaz = 10 kWh, et 1kWh (gaz) = 234 grammes de CO2.
- . Hypothèse de gain énergétique annuel : 525 kWh.
- . Prix du kWh de gaz de ville : 5,20 cts d'euro TTC.

On demande :

2.1- Etudier les économies d'impact carbone réalisées sur le poste chauffage grâce aux améliorations préconisées par le bureau d'étude.
Donner les résultats en kg de CO2 pour 1 année.

Travail à réaliser sur le document réponse.

Réponse sur	Barème sur
DR2	10 pts

Document réponse DR2 sur 10 points

1- L'impact carbone de la consommation de 525 kWh de gaz de ville est le suivant :

Economie annuelle de CO2 **525 x 0,234 = 122,85 Kg de CO2 sur 5pts**

2- L'économie financière sur la consommation d'énergie est la suivante :

Economie financière annuelle : **525 x 0,052 = 27,30..Euro (TTC) sur 5 pts**

Ne rien inscrire dans ce cadre

PARTIE 2 : « ETUDE DES SOLUTIONS TECHNIQUES »

A- La Ventilation :

Le contexte :

Suite aux préconisations du grenelle de l'environnement, l'architecte de ce projet vous demande de lui proposer une solution pour réduire l'impact énergétique de la VMC simple flux. Vous lui proposez une solution de VMC double flux. On vous demande de sélectionner le matériel et de vérifier le rendement de cette VMC.

On donne :

- Les plans SG1, SG2, SG3, SG4.
- Un schéma de principe d'une VMC double flux.
- Un extrait de l'arrêté du 24 mars 1982.
- La documentation technique du caisson de VMC double flux.
- Les relevés suivants :
 - Air neuf : température d'entrée 2°C/ humidité relative 40%.
 - Air pollué rejeté : température 7°C/ humidité relative 89%.
 - Air soufflé : température de 19°C/ humidité relative 13%.
 - Air repris : température 21°C/ humidité relative 50%.
- Débit massique : $Q_{mas} = Qv/v'$ avec Q_{mas} en kgas/s, Qv débit volumique en m³/h, v' volume spécifique en m³/kgas.
- Puissance échangée sur l'air : $P = Q_{mas} \cdot \Delta h$ avec P en kW, Q_{mas} en kgas/s, Δh différence d'enthalpie en kj/kgas.

Document technique et ressource

On demande :

1. A partir des plans fournis, lister les pièces principales de ce logement.
2. Déterminer les débits d'extraction et d'insufflation pour chaque pièce.
3. Sélectionner le caisson de VMC double flux et lister ses caractéristiques principales.
4. A partir des relevés, tracer sur le diagramme de l'air humide et les évolutions de l'air au travers du récupérateur de chaleur.
5. Relever les caractéristiques de l'air aux différents points et compléter le tableau des réponses.
6. Calculer les puissances échangées sur le récupérateur de chaleur côté extraction et côté soufflage. Calculer le rendement du récupérateur.

Réponse sur	Barème sur 40
DR1	2 pts
DR2	8 pts
DR3	5 pts
DR4	8 pts
DR5	12 pts
DR6	5 pts

Ne rien inscrire dans ce cadre

Document réponse DR1 sur 2 points

1. lister les pièces principales de ce logement.

(la mezzanine ne sera pas considérée comme une pièce principale)

Séjour, chambre1, chambre2, chambre3, chambre,4

.....
.....

Document réponse DR 3 sur 5 points

3. Sélectionner le caisson de VMC double flux.

Marque :.....FRANCE AIR

Référence :.....COCOON2 MODELE 300

Débit (réglage usine) : 150 M³/h en PV et 225 M³/h en GV.....

puissance absorbée : 38 à 52 watt en PV et 74 à 112 watt en GV.....

Pression statique disponible : 19 à 75 pa en PV et 40 à 160 pa en GV.....

Document réponse DR2 sur 8 points

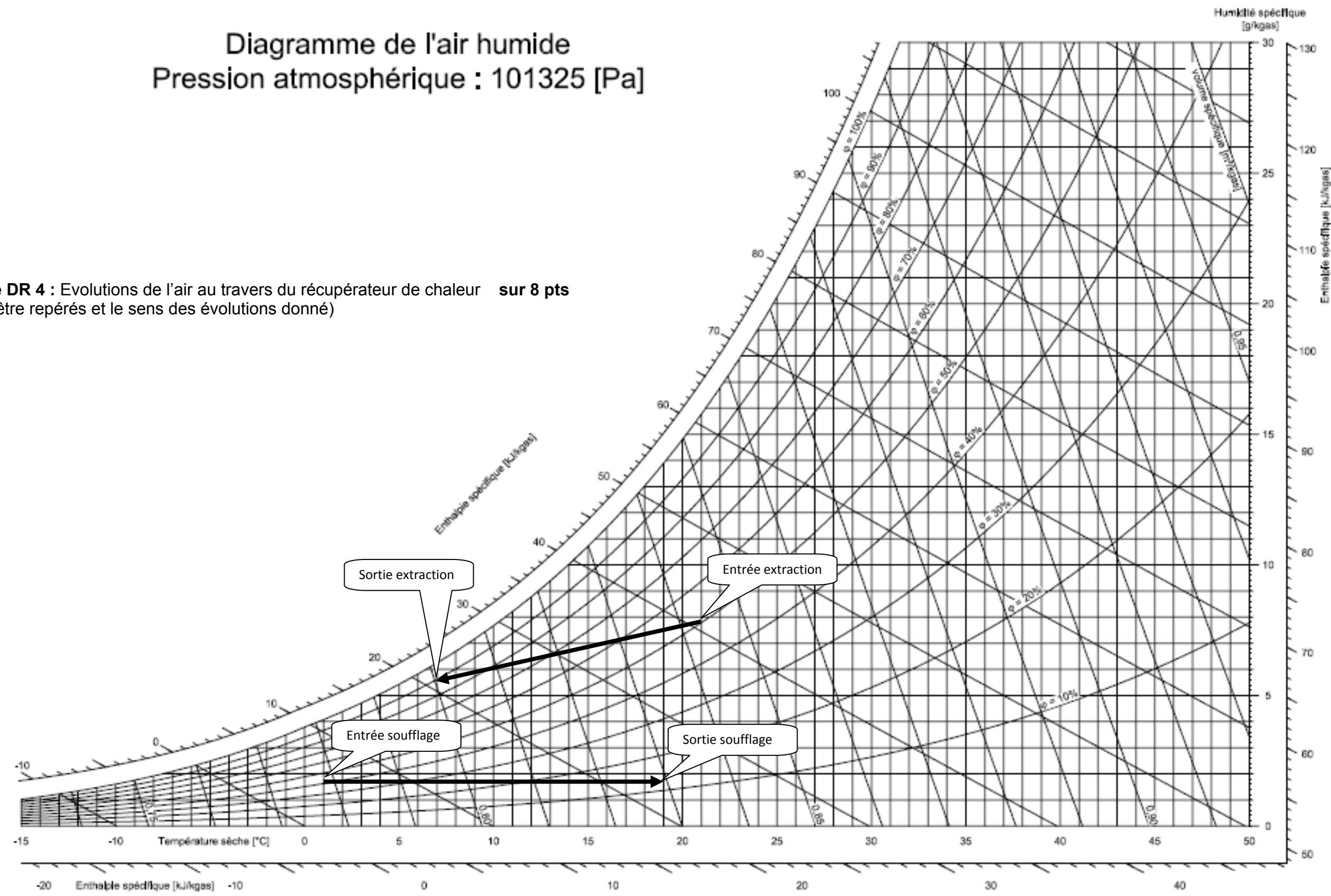
2. Déterminer les débits d'extraction et d'insuflation pour chaque pièce.

Pièces	Débit d'insuflation en m ³ /h	Débit d'extraction en m ³ /h
Séjour	90	
Cuisine		135
Chambre 1	30	
Chambre 2	30	
Chambre 3	30	
Chambre 4	30	
Salle d'eau		30
Wc 1		30
Wc 2		15
Totaux en m ³ /h	210	210

Ne rien inscrire dans ce cadre

Diagramme de l'air humide
Pression atmosphérique : 101325 [Pa]

Document réponse DR 4 : Evolutions de l'air au travers du récupérateur de chaleur **sur 8 pts**
(Les points doivent être repérés et le sens des évolutions donné)



Ne rien inscrire dans ce cadre

Document réponse DR 5 sur 12 pts

Relevez des caractéristiques de l'air aux différents points et compléter le tableau suivant :

		T° sèche °C	HR %	T° humide °C	T° de rosée °C	H enthalpie kj/Kgas	V' m ³ /kgas
extraction	entrée	21	50	14.5	10.2	40.78	0.84
	sortie	7	89	6.1	5.3	20.9	0.8
soufflage	entrée	2	40	-1.79	-	6.4	0.78
	sortie	19	13	7.6	-	23.5	0.83

Calcul du rendement du récupérateur :

$$\eta = P \text{ soufflage} / P \text{ extraction} = 1.265 / 1.371 = 0.922 \text{ soit } 92\%$$

Document réponse DR 6 (prendre les débits volumiques de DR2) sur 5 points

Côté extraction	
Calcul du débit massique	$Q_{mas} = Qv/v'$ $Q_{mqs} = (210/3600)/0.84 = 0.069 \text{ kgas/s}$
Calcul de la puissance échangée sur l'air extrait	$P \text{ extraction} = Q_{mas} \cdot \Delta h = 0.069 \cdot (40.78 - 20.9) = 1.371 \text{ kW}$

Côté soufflage	
Calcul du débit massique	$Q_{mas} = Qv/v'$ $Q_{mqs} = (210/3600)/0.78 = 0.074 \text{ kgas/s}$
Calcul de la puissance échangée sur l'air soufflé	$P \text{ soufflage} = Q_{mas} \cdot \Delta h = 0.074 \cdot (23.5 - 6.4) = 1.265 \text{ kW}$

Ne rien inscrire dans ce cadre

avec celui donné par le constructeur.

B - La pompe à chaleur :

Le contexte :

L'installation comporte deux pompes à chaleur de marque Technibel.

Vous effectuez la mise en service de la première pompe à chaleur et vous devez contrôler d'une part le bon fonctionnement de votre installation et d'autre part ses performances.

Vous effectuez donc une série de mesures.

On donne :

- La documentation technique des pompes à chaleur Technibel (groupe extérieur : **GRF 314 MR 51**)
- Un schéma de principe (SP1) sur lequel sont indiquées les mesures réalisées sur l'installation à puissance maximale.
- le débit massique de fluide frigorigène est $qmff = 0,046 \text{ kg/s}$.

données électriques :

- l'intensité absorbée relevée $I = 9,97 \text{ A}$ $\cos \alpha = 0,93$

On demande :

- En vous aidant du schéma de principe SP1 de la pompe à chaleur et des relevés indiqués dessus (manifold, a, b, c et d), tracez le cycle frigorigène sur le diagramme enthalpique.
- Vous devez maintenant vérifier la puissance dégagée par l'ensemble des unités intérieures (calcul de la puissance calorifique).
- Pour vérifier les performances réelles on vous demande de calculer le **COP** (coefficient de performance) et de le comparer

Document technique et ressource

Réponse sur	Barème
DR1	20pts
DR2	10pts
DR3	10pts

Document réponse DR1 (page suivante)

Document réponse DR2 sur 10 points

2 . Calculer la puissance calorifique

$$P = qmff \cdot (H_b - H_c)$$

$$P = 0,046 \cdot (466 - 250)$$

$$P = 9,93 \text{ kW}$$

Document réponse DR 3 sur 10 points

3 . Calculer le cop

Etape 1 : calcul de la puissance absorbée $P_{abs} = U \cdot I \cdot \cos \alpha$

$$P_{abs} = 230 \cdot 9,97 \cdot 0,93$$

$$P_{abs} = 2,13 \text{ kW}$$

Etape 2 : calcul du cop $\text{Cop} = \text{Puissance calorifique} / P_{absorbée}$

$$\text{Cop} = 9,93 / 2,13$$

$$\text{Cop} = 4,66$$

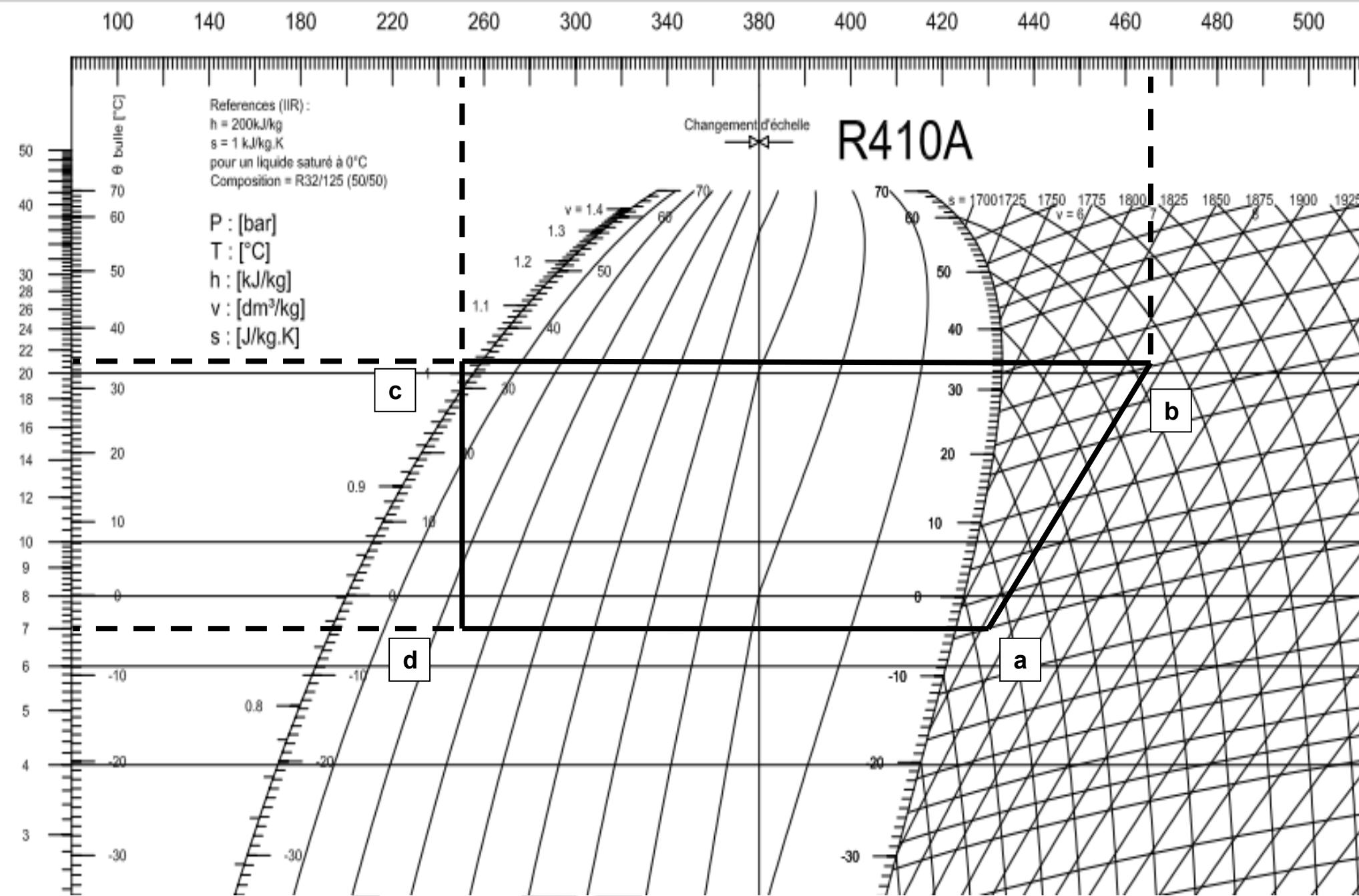
Conclusion : le cop mesuré est tout à fait en rapport avec les données constructeur(4,61)

Note : la légère différence est liée aux conditions ext et aux « erreurs » de mesures.

Ne rien inscrire dans ce cadre

Req : Le calcul de Pabs peut aussi être fait par la méthode qmff . (Hb – Ha)

Document réponse DR1 sur 20 points



Ne rien inscrire dans ce cadre

C – Installation photovoltaïque

Le contexte :

En complément de la démarche BBC, l'installation de capteurs photovoltaïques est prévue en toiture. L'architecte a opté pour une installation de 3 kWc. Nous vous rappelons que l'installation se situe dans le département des Côtes D'Armor (22). Pour limiter les effets de masque, les modules seront posés sur la partie de toit juste au-dessus des ouvertures. Les modules seront choisis dans la gamme 60 Qcells du fabricant SILLA, ils seront de type non ventilés. Vous devez donc réaliser une étude préalable pour :

- Dimensionner le champ photovoltaïque.
- Choisir l'onduleur.
- Fournir le plan de câblage de l'installation.
- Calculer un estimatif de l'énergie annuelle produite (méthode de calcul simplifiée).

On donne :

- Les plans vue façade rue, détail coupe toiture.
- La documentation sur le calcul de l'énergie incidente annuelle.
- La documentation technique sur les capteurs photovoltaïques.
- La documentation technique sur les onduleurs.

Document technique et ressource

On demande :

1. A partir des plans fournis, calculer la surface disponible pour l'implantation des capteurs photovoltaïques.
2. calculer l'inclinaison de la surface de toit par rapport au plan horizontal.
3. Déterminer l'orientation de cette surface par rapport aux points cardinaux.
4. Dimensionner le champ photovoltaïque.
7. Choisir l'implantation des capteurs.
8. Choisir l'onduleur.
9. Compléter le schéma de câblage.
- 10.Calculer la quantité d'énergie annuelle (estimative) produite par l'installation photovoltaïque.

Réponse sur	Bârème
DR1	6pts
DR2	6pts
DR3	3pts
DR4	5pts
DR5	3pts
DR6	3pts
DR7	8pts
DR8	6pts

Ne rien inscrire dans ce cadre

Document réponse DR1 sur 6 points

1. Calculer la surface disponible pour l'implantation des capteurs (en m²)

	Formule	Application numérique	Résultat
Calculer la hauteur : h	$h = \sqrt{(h_{faîte} \text{ maison} - h_{faîte} \text{ lucarne})^2 + l^2}$	$h = \sqrt{(11,15-9,60)^2+2,05^2}$	$h = 2,57 \text{ m}$
Calculer la surface : S	$S = h \times L$	$S = 2,57 \times 10,90$	$S = 28,01 \text{ m}^2$

Document réponse DR2 sur 6 points

2. Calculer l'inclinaison de la surface du toit par rapport à l'horizontale (en degré)

	Formule	Application numérique	Résultat
Calculer α	$\alpha = \text{arctg} ((h_{faîte} \text{ maison} - h_{sblière})/l)$	$\alpha = \text{arctg} ((11,15-8,30)/3,75)$	$\alpha = 37,23$

Document réponse DR3 sur 3 points

3. Déterminer l'orientation de la surface de toit disponible pour l'implantation des capteurs PV (cochez la case sous la bonne réponse)

Ouest	Sud-Ouest	Sud	Sud-Est	Est
			X	

Document réponse DR4 sur 5 points

4. Dimensionner le champ photovoltaïque

Calculs	En vous servant de la documentation technique des modules PV Qcells de la marque SILLA, déterminer la référence et le nombre de modules permettant de se rapprocher au plus près d'une puissance de champ de 3 kWc	
	Qcells 214 3000/214 = 14,01 14x214 = 2996 Wc	Qcells 220 3000/220 = 13,63 13x220 = 2860 Wc
	Qcells 225 3000/225 = 13,33 13x225 = 2925 Wc	
Conclusion	Référence des modules	Nombre de modules
	60 Qcells 214	14

Document réponse DR5 sur 3 points

5. Choix de l'implantation des capteurs

On utilise 14 modules montés en format paysage sur 2 rangées de 7 colonnes		
Dimensions de toit réellement utilisable	$10,9 \times 2,57 \text{ m}$	
Dimension des modules Qcells	Largeur	Hauteur
	1001	1502
L'implantation des modules est-elle possible ?	Oui	Non
	X	

Ne rien inscrire dans ce cadre

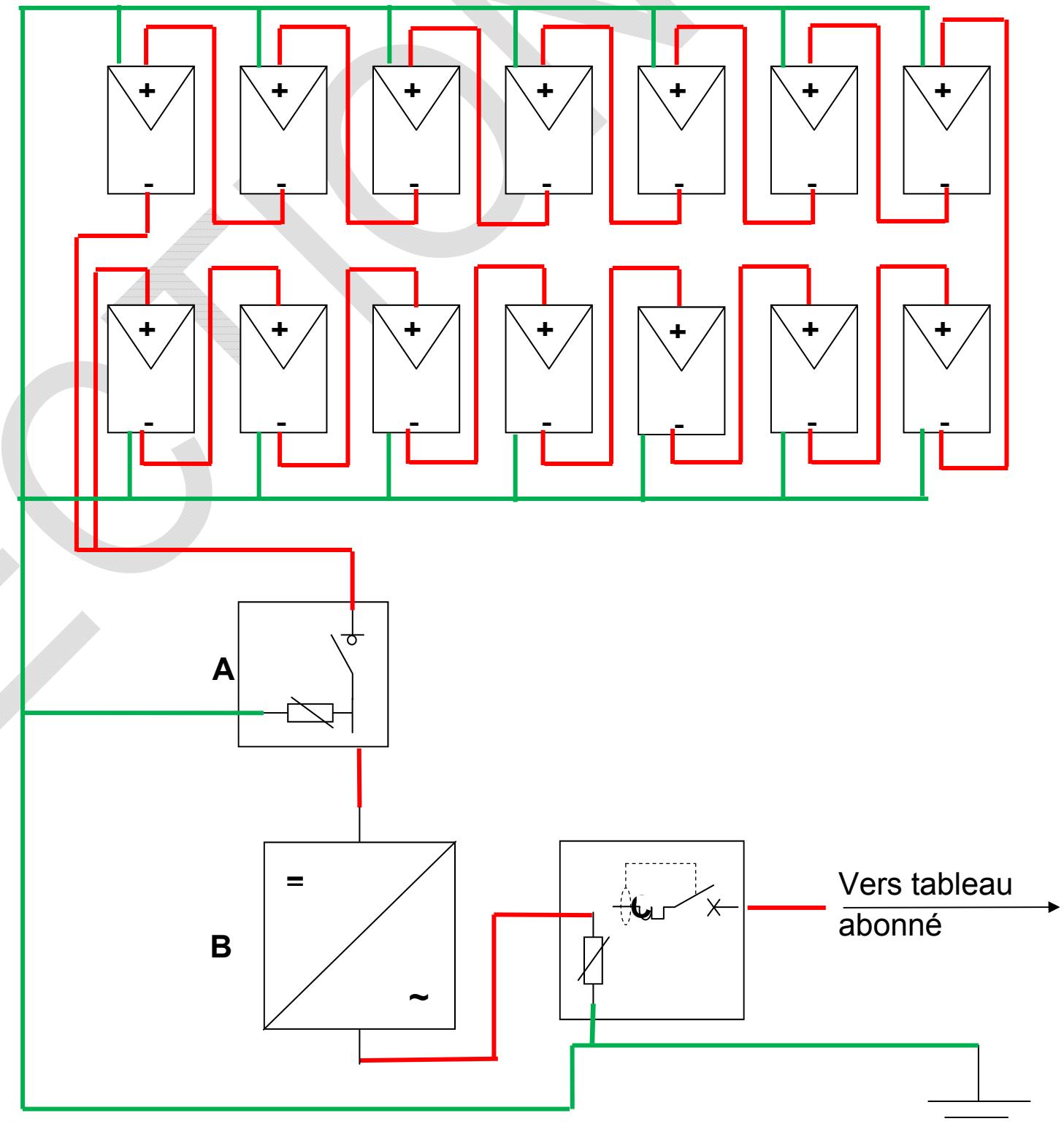
Document réponse DR6 sur 3 points

6. Choix de l'onduleur	
Référence de l'onduleur	Sunny Boy 3000
Justification	<p>Puissance crête du champ : 3kW Puissance DC max onduleur : 3200 W Tension DC max : 600 V</p>

Document réponse DR7 sur 8 points

7. Schéma de câblage de l'installation	
Equipement	Nom et rôle
A	Coupure DC Permet d'isoler le champ de capteur de l'onduleur
B	Onduleur Permet de convertir la production d'énergie continue (la tension/le courant) en énergie alternative
C	Boîte de protection AC Permet la protection de l'onduleur (fonction magnéto-thermique) et des personnes (fonction différentielle)

Compléter le schéma unifilaire de l'installation : 1 seul string



Ne rien inscrire dans ce cadre

Document réponse DR8 sur 6 points

Les modules photovoltaïque sont intégrés au bâti , l'estimation sera faite selon les données correspondant à l' inclinaison la plus défavorable : 45°

1. Calculer la quantité d'énergie annuelle (estimative) produite par l'installation photovoltaïque)			
Région géographique	PV 4		
Orientation	Sud-Est		
Inclinaison	45 °		
Type de modules	Polycristallin		
Puissance crête installée	2,996 kWc		
Ventilation des modules	Non ventilés		
H Hor,zone (kWh/m ² /an)	1150		
FT	1.03		
HI (kWh/m ² /an)	1184		
Rp	0,70		
Epv ((kWh/an)	Formule	Application numérique	Résultat
	Epv = HI.PO.Rp	Epv = 1184.2,996.0,7	Epv = 2483 kWh/an

Ne rien inscrire dans ce cadre

PARTIE 3 : « PREPARATION DE LA MISE EN ŒUVRE »

Gestion de planning

Le contexte :

Vous êtes en charge de l'organisation du chantier sur lequel il faut réaliser le planning d'intervention et prévoir les équipes d'installateurs.

On donne :

- Un planning des travaux à réaliser de l'ensemble des lots rempli.
- Une liste de règles à respecter (horaires, taux, marge...)

Document technique et ressource

Document réponse DR1 sur 24 points

Organisation des travaux

	Equipe N°	Temps de Pose (heures)	Durées (jours)	Date Début Travaux	Date Fin travaux
Pose et raccordement aéraulique du Groupe VMC	1	24	1,5 j	Lundi 19 Mars 8h	Mardi 20 Mars midi
Pose et raccordement fluidique des Pompes à chaleur	1	36	2,25 j	Lundi 2 Avril 8h	Merc 4 Avril 10h
Raccordements électriques des appareils	2	8	1j	Lundi 30 Avril 8h	Lundi 30 Avril 8h
Mise en service et essais	3	6	1j	Lundi 4 Juin 8h	Lundi 4 Juin 15h30

Document réponse DR2 sur 16 points

On demande :

1. Remplir le tableau d'organisation des travaux du lot chauffage, ventilation.
(la date de fin des travaux doit être la plus tôt possible)
2. Calculer le coût de la main d'œuvre pour ce lot, marge comprise.

Réponse sur DR1	Barème 24pts
DR2	16pts

Calcul du coût de la main d'œuvre :

Equipe1 : $(24 + 36) \cdot 34 = 2040\text{€}$

Equipe 2 : $8 \cdot 38 = 304 \text{€}$

Equipe 3 : $6 \cdot 65 = 390 \text{€}$

Total équipe : 2734€

Prise en compte de la marge : $2734 \cdot 1,3 = 3554,2 \text{€}$

Coût de la main d'œuvre : $3554,2\text{€}$