



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

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 :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)
Ne rien inscrire	Note :	Appréciation du correcteur :

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 2011**

**MAISON BELLEVUE**



**Construction d'une maison neuve**

**CALCULATRICE AUTORISEE - AUCUN DOCUMENT AUTORISE**

	DUREE CONSEILLEE	BAREME GENERAL
PARTIE 1 : « REPONSE A L'APPEL D'OFFRE »	2h20min	110 pts
PARTIE 2 : « PREPARATION DE LA MISE EN ŒUVRE »	1h40min	90 pts
<b>TOTAL :</b>	<b>4 HEURES</b>	<b>200 pts</b>

Code : Facultatif	SESSION : 2011	SUJET
DUREE : 4 H	COEFFICIENT : 4	Page 1 / 10

Ne rien inscrire dans ce cadre

**PARTIE 1 : « REPONSE A L'APPEL D'OFFRE »**

Mise en situation : Vous êtes employé dans la société ENR84, spécialisée en énergies renouvelables.  
 Vous devez répondre à un appel d'offre pour la construction d'une villa « éco-responsable ».  
 Les lots concernés par l'étude sont les lots :

Lot 2 : Isolation	Lot 7.02 : VMC	Lot 8.03 : Pompe à chaleur	Lot 8.04 : Eau chaude sanitaire	Lot 11 : Photovoltaïque
-------------------	----------------	----------------------------	---------------------------------	-------------------------

**PARTIE A : Isolation /16points**

L'objectif est de choisir l'épaisseur des blocs coffrant à commander afin d'optimiser l'isolation (blocs coffrant type Euromac2)

**Question A. 1.1 :**

Dans le logement, vérifier que le coefficient de transmission calorifique de l'un des murs en contact avec l'extérieur n'excède pas la valeur imposée par la réglementation thermique 2005.  
 A savoir  $U_{max} = 0.45 \text{ W/ m}^2\text{K}$ .

N°	Nature	e (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m²K/W)
1	Plâtre			
2	Isolant intérieur			
3	Béton			
4	Isolant extérieur			
5	Enduit			
6	Résistances superficielles			
	TOTAL			

$U_{mur} =$

**Question A. 1.2 :**

L'architecte désire un complément d'étude afin de proposer une option plus performante permettant d'atteindre  $U_{mur} < 0.2 \text{ W/ m}^2\text{K}$ . Déterminer quelle doit être l'épaisseur de l'isolant extérieur.

**Question A. 1.3 :**

D'après la question précédente et la documentation Euromac2, quelle épaisseur d'isolant « Euromac2 » sera installée ?

**Partie B : VMC /20points**

L'objectif de cette étude est de vérifier la cohérence de l'appel d'offre édité par le bureau d'architecte.

**Question B.1.1 :**

Choisir le caisson de VMC adapté à la description de l'appel d'offre ; entourer la bonne réponse.

DUOLIX	DUOLIX TWIN	DUOLIX PRIMO	NEODF
--------	-------------	--------------	-------

**Question B.1.2 :**

D'après la NFC15-100, la protection électrique de la VMC peut-elle être faite par : (entourer la bonne réponse)

FUSIBLE	DISJONCTEUR
---------	-------------

Quel doit être le calibre de la protection ? (entourer la bonne réponse)

2A	10A	16A	20A
----	-----	-----	-----

**Question B. 1.3 :**

Pour répondre à l'appel d'offre, vous devez recenser les accessoires nécessaires à la ventilation de la maison.

Avant toute chose, recenser le nombre de pièces à ventiler.

Pièces	Chambres						
Nombre							

L'habitation est de type (entourer la bonne réponse) :

T1	T2	T3	T4	T5
----	----	----	----	----



Ne rien inscrire dans ce cadre

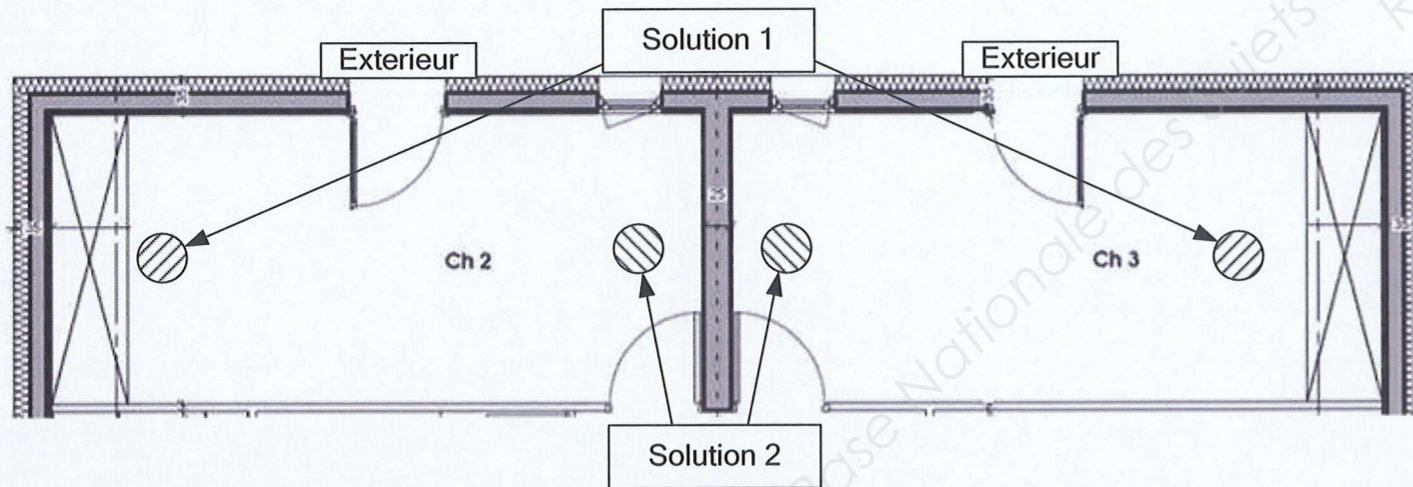
Compléter le tableau suivant en indiquant les accessoires (bouches, caissons répartiteurs...) à commander pour l'installation complète de la ventilation (hors gaines de soufflage et d'aspiration). Le réseau choisi sera de type *pieuvre*.

Nom du matériel	Nombre	référence
Piège à son	1	PAS 125

**Question B.1.4 : Implantation des bouches :**

Vous avez le choix entre deux implantations pour les bouches d'insufflations (voir schéma)

Quelle est la meilleure solution et pourquoi ?



**PARTIE C : Pompe à chaleur /20points**

L'objectif est d'identifier le système thermodynamique et d'appréhender son fonctionnement

**Question C.1.1 :**

D'après les spécifications de la machine, entourer la marque du système thermodynamique retenu.

TECTONIS	DAIKIN
----------	--------

**Question C.1.2 :**

Sélectionner la pompe à chaleur appropriée :

Unité intérieure	
Unité extérieure	
Valeur nominale chauffage	
Puissance absorbée en chauffage	
COP	

**Question C.1.3 :**

D'après les documentations page 9/13, calculer le nouveau COP en intégrant la température extérieure de base corrigée ; en prenant en compte le dégivrage.

Température de l'eau à la sortie du condenseur : 35°C

Puissance calorifique	
Puissance absorbée	
COP	

**Question C.1.4 :**

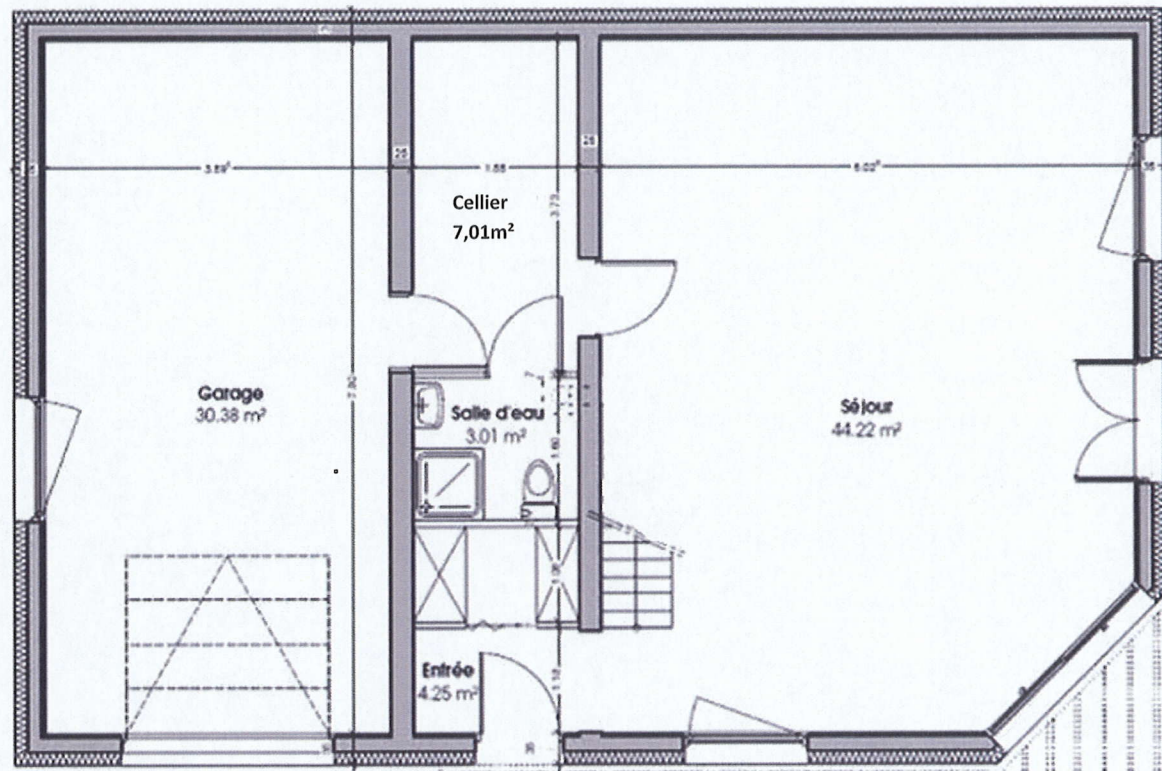
Le modèle sélectionné est-il bien adapté aux besoins ? Justifier votre réponse (éventuellement nouvelle sélection).



Ne rien inscrire dans ce cadre

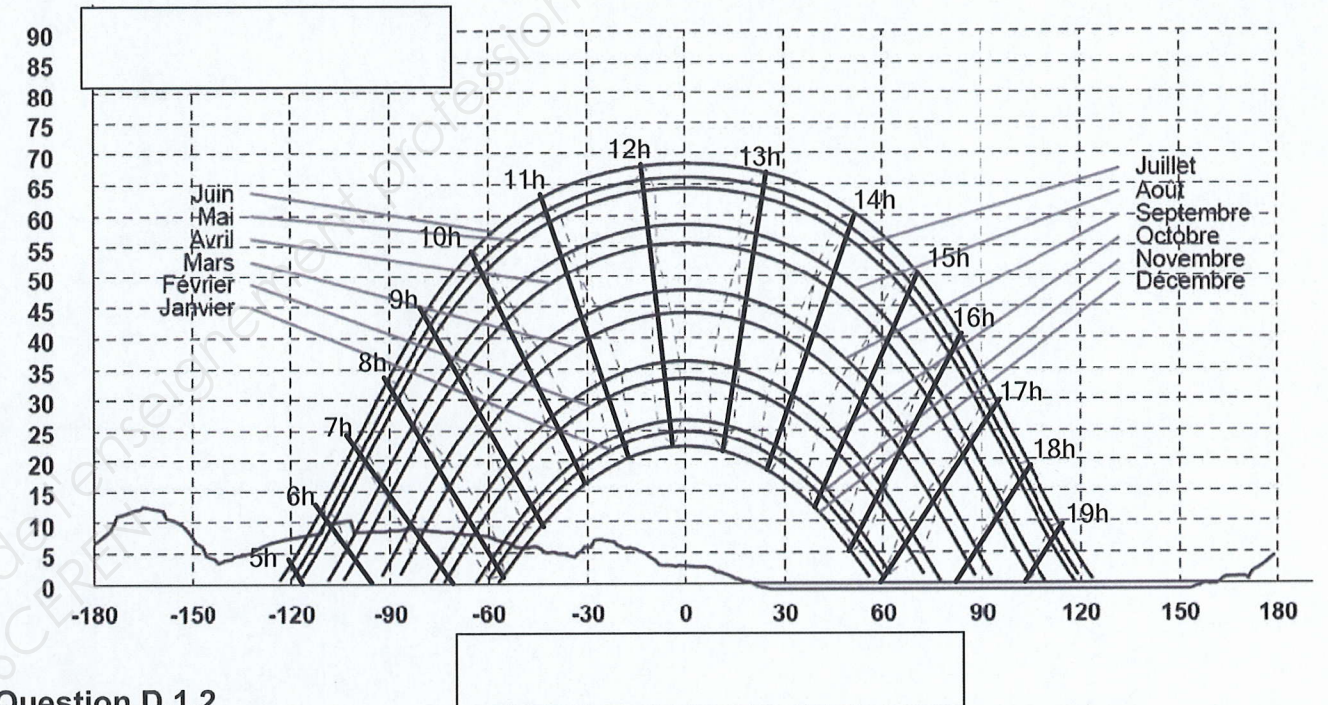
**Question C.1.5 :**

D'après le plan du rez de chaussée (ci-dessous), positionner le groupe extérieur ainsi que la sonde extérieure et le thermostat d'ambiance.



**Question D.1.1**

Indiquer les noms des axes du diagramme avec les termes « hauteur » et « azimut »



**Question D.1.2**

Donner approximativement l'heure solaire et l'heure légale auxquelles la maison recevra les premiers rayons du soleil au mois de septembre

Heure solaire :	
Heure légale d'été :	

**Question D.1.3**

En vous appuyant sur le diagramme solaire ci-dessus et la table solaire en document ressource, vous semble-t-il pertinent de proposer un chauffe eau solaire individuel (C.E.S.I.) au client compte tenu du masque solaire ? Justifier votre réponse.

**PARTIE D : Analyse du masque solaire /7points**

L'objectif de cette partie est d'étudier la faisabilité des installations thermique et photovoltaïque au vu du relevé de masque solaire lointain.

Le diagramme solaire ci-après a été effectué par le logiciel *Carnaval* pour les coordonnées géographiques du site de construction de la maison : 05°01'21.1"E et 44°12'20.9"N.

Il est destiné à être saisi dans les logiciels de calcul des installations solaires thermiques et photovoltaïques pour prendre en compte l'impact des masques dans la productivité des panneaux solaires.



Ne rien inscrire dans ce cadre

**PARTIE E : Chauffe Eau Solaire Individuel (CESI): /21points**

L'objectif de cette partie consiste à analyser la proposition technique d'installation du CESI :  
✓ 2 ou 4 capteurs plans vitrés de marque *Sonnenkraft*, type *SK500 N*  
✓ un ballon solaire de 200 litres *Sonnenkraft* type *ELB 200 R2E* avec groupe de transfert intégré  
L'étude de productivité solaire est faite par un logiciel avec les hypothèses suivantes :  
- consommation de 40 litres d'eau chaude sanitaire (E.C.S.) à 55°C par habitant  
- panneaux implantés sur le pan sud de la maison.

Voir résultats de l'analyse pour 2 et 4 capteurs page 11/13 du dossier technique

**Question E.1.1 – Etude du matériel**

D'après les données de la documentation technique, renseigner le tableau ci-dessous pour **un capteur** :

Surface d'entrée [m <sup>2</sup> ]	
Débit recommandé [l/h par m <sup>2</sup> ]	
Débit recommandé [l/h]	
Pression maximum de service [bar]	

**Question E.1.2 - Analyse des résultats du logiciel solaire**

On s'intéresse ici à la solution avec **2 capteurs solaires**.  
Le tableau de résultats de la simulation par logiciel solaire donne un taux de couverture solaire annuel de **65%**.  
Définir ce qu'est le **taux de couverture solaire** :

Avec les données du tableau correspondant, vérifier la valeur de **65% du taux de couverture solaire**

Comparer la productivité calculée par le logiciel pour 1 m<sup>2</sup> de capteur par rapport à la valeur de productivité minimale annoncée par le constructeur dans sa documentation technique ? Donner des éléments d'explication de la différence.

**Question E.1.3 - Analyse comparative des résultats pour 2 et 4 capteurs**

L'analyse comparative des **résultats annuels** pour une solution à 2 capteurs ou 4 capteurs montre des différences, pour le même volume de stockage solaire de 200 litres.  
Récapituler les résultats annuels pour les 2 solutions :

		2 capteurs	4 capteurs
<b>Par lecture</b>	Taux de couverture [%]		
	Productivité annuelle [kWh]		
	Productivité annuelle [kWh/m <sup>2</sup> ]		
<b>Par calcul</b>	Volume stockage / Surface de capteurs [l/m <sup>2</sup> ]		

Si les taux de couverture et de productivité totale sont améliorés pour la solution « 4 capteurs », comment expliquer que la **productivité annuelle au m<sup>2</sup>** de capteurs a diminuée ?

**Question E.1.4 - Pertes de charges hydrauliques des capteurs**

Les pertes de charges hydrauliques du champ de 2 capteurs SK500N montés **en série** sont nécessaires pour régler la pompe du circuit solaire.  
Le débit d'irrigation des capteurs est égal à 38 [l/h.m<sup>2</sup>].  
Déterminer le débit d'irrigation du champ des 2 capteurs :

Par lecture sur l'abaque des pertes de charges du capteur SK500N, déterminer les pertes de charges du **champ des 2 capteurs** pour de l'eau glycolée à 40% de MEG.

en [mbar] :	
en [kPa] :	



Ne rien inscrire dans ce cadre

**Partie F : Photovoltaïque : /26points**

L'objectif est de compléter le choix en définissant le nombre de panneaux à installer

**Question F.1.1 :Etude du matériel :**

Compléter le tableau suivant d'après les documentations :

Panneaux solaires photovoltaïque :

Puissance maximale	
Tension à puissance maximale	

Onduleur :

Puissance nominale d'entrée	
Plage de tension d'entrée admissible	
Plage de tension pour un fonctionnement «MPP »	

**Question F.1.2 :Etude :**

D'après les informations précédentes, combien de panneaux peut-on installer pour un fonctionnement optimal de l'onduleur au niveau de la puissance ?

Calcul :

--

Nombre de panneaux à installer (expliquer):

--

**Question F.1.3 Implantation des panneaux :**

D'après la description du lot 11, le système photovoltaïque injection réseau doit donner droit au crédit d'impôt ; quel est le type de pose adapté ?

--

**Question F.1.4.Choix du kit d'abergement :**

Choisir, en fonction du type de pose, le kit d'abergement (Ventil'R) adapté à votre système photovoltaïque.

Ref
-----

**Question F.1.5 Calcul de rentabilité :**

Compléter l'offre à remettre au client. Nota : Coût de la main d'œuvre : 40 €HT/heure

**Estimation de la puissance électrique produite**

Puissance nominale du champ photovoltaïque	2560 Wc
Estimation production annuelle (kWh/an)	3308 kWh/an

**Proposition et bilan financier**

Installation d'une centrale photovoltaïque 2560 Wc sur toiture comprenant :

	Prix HT	Prix TTC
12 modules SET214Q (Sillia)		
1 Onduleur XS3200 (mastervolt)		
1 Système de pose	550€	657,8€
Câbles et boîtiers de sécurité	642€	767,8€
Pose et mise en service (40h)		
TOTAL :		

Les frais de raccordement seront facturés directement au maître d'ouvrage par le gestionnaire du réseau.

Aide de la région PACA	300€
------------------------	------

Crédits d'impôts :

Coût total matériel TTC(hors main d'œuvre)	
Taux de crédit d'impôts (en %)	
Montant du crédit d'impôts	
<b>Prix de revient final</b>	

**Rentabilité :**

Pour la suite de l'étude, nous considérerons que le prix de revient final est de **10000 €**

Prix de rachat EDF : 0,58€/kWh.

Production annuelle AC (kWh)	
Revenus Bruts moyens (€ / an)	
Charges (maintenance, location compteur EDF)	168€
Revenus nets (€/an)	

Pour la suite de l'étude, nous considérons que les revenus nets sont de **1760 € /an**

Déterminer la durée d'amortissement de l'installation (le vieillissement des modules est négligé)

--



Ne rien inscrire dans ce cadre

**PARTIE 2 : « PREPARATION DE LA MISE EN ŒUVRE »**

Votre société a obtenu le contrat pour la réalisation des 4 lots : VMC, pompe à chaleur, chauffe-eau solaire individuel et photovoltaïque

**Partie A : VMC : /26points**

**Question A.2.1 :**

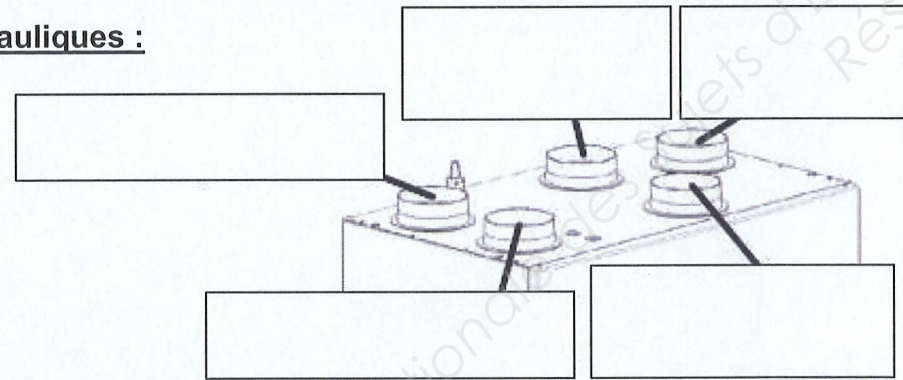
Votre choix se porte sur une VMC double-flux. Le lieu de pose prévu dans l'appel d'offre vous semble-t-il pertinent ? Dans le cas d'une réponse négative, faire une autre proposition.

**Question A.2.2 :**

Quelles précautions les menuisiers devront prendre au niveau des portes de communication à l'intérieur de la maison ?

**Question A.2.3 : Raccordements aérauliques :**

Compléter le schéma suivant :



**Question A2.4 :**

Dans un souci d'économie d'énergie, le futur propriétaire souhaite installer un programmateur pour arrêter la VMC pendant ses absences et la nuit. Est-ce une bonne idée et pourquoi ?

**Question A.2.5 :**

Réglage des débits :  
Quel débit de base (fonctionnement normal) est pré-calculé dans l'appel d'offre ?

Ce réglage de débit correspond-il aux prescriptions du constructeur ?

Donner les valeurs de réglage des débits convenables :

Val1	Val2

**Question A.2.6 :**

Mesure des débits : après mise en service de la VMC, vous effectuez des mesures sur les débits d'extraction. Les mesures sont faites avec un anémomètre-thermomètre laser EXTECH HD300 (voir dossier technique). L'appareil dont vous disposez effectue une mesure de vitesse de l'air en mètre par seconde. Compléter le tableau suivant :

pièces	Mesure vitesse d'air en m/s	Débit (m <sup>3</sup> /h)
Cuisine	2,3	
Salle de bain étage	1,4	
WC	1,4	
Salle de bain RDC	1,6	
Total extraction		

La valeur mesurée convient-elle ; pourquoi ?

Quelle est la conséquence du débit d'extraction mesuré par rapport au débit préconisé par le constructeur (au niveau du rendement de l'échangeur) ?

**Question A.2.7 :**

Entretien : quel entretien est à faire sur une VMC double flux ; préciser la périodicité ?

**Question A.2.8 :**

Le cahier des charges prévoit éventuellement l'ajout d'un puits canadien, quels sont les avantages lorsqu'il est associé à une VMC double flux ?



Ne rien inscrire dans ce cadre

**PARTIE B : Pompe à chaleur : /23points**

L'objectif est de préparer la vérification du bon fonctionnement de la PAC.

**Question B.2.1 :**

Le client demande une explication sur le fonctionnement de sa pompe à chaleur. Détailler la fonction des quatre composants fondamentaux de la PAC en cycle de chauffage.

Evaporateur :

Compresseur :

Condenseur :

Détendeur :

**Question B.2.2 :**

Préciser le principe du mode réversible pour ce système spécifique.

**Question B.2.3 :**

Après un relevé en fonctionnement chauffage de la PAC, on obtient les valeurs suivantes :

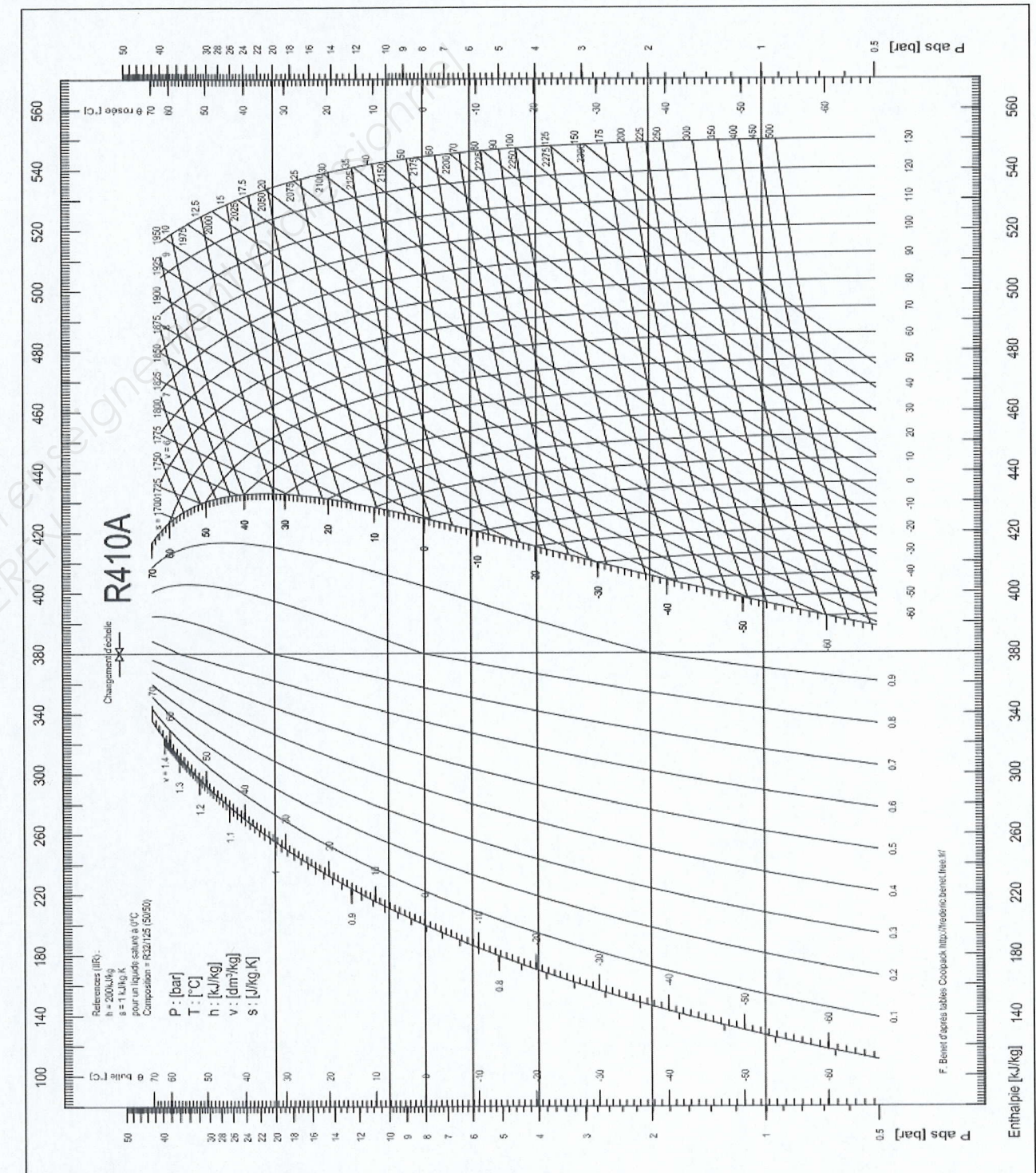
Pression lue au manifold BP = 4 bars      Température de condensation = 40 °C

Température entrée compresseur = -10 °C      Température entrée détendeur = 35 °C

Température sortie compresseur = 83 °C

Tracer le cycle frigorifique et remplir le tableau ci-après (le fluide utilisé sera de type R410A).

POINTS		Pression (P) Bar	Température (t) °C	Enthalpie (h) KJ/Kg	Volume spécifique (v) dm <sup>3</sup> /Kg	Vapeur (X) %
Entrée compresseur	A					
Sortie Compresseur	B					
Sortie Condenseur	C					
Sortie détendeur	D					



**Question B.2.4 :**

Compléter les données suivantes :

Température d'évaporation	
Sous refroidissement	
Surchauffe totale	



Ne rien inscrire dans ce cadre

**PARTIE C : Chauffe Eau Solaire Individuel (CESI): /9points**

La régulation de la boucle solaire se fait par le régulateur Sonnenkraft SKSC1 dont un extrait de la documentation est fourni en dossier technique et ressource.

**Question C.2.1**

Quel doit être précisément l'emplacement de la sonde de capteur S1 ? Pourquoi ?

**Question C.2.2**

Expliquer le principe de régulation de la boucle de captage solaire ?

**Question C.2.3**

La documentation technique précise que « *Le différentiel d'enclenchement et de déclenchement doit être supérieur à 0,5 K* ».

Quelle serait la conséquence si cette précaution n'était pas respectée ?

**Partie D : Photovoltaïque : /18points**

**Question D.2.1**

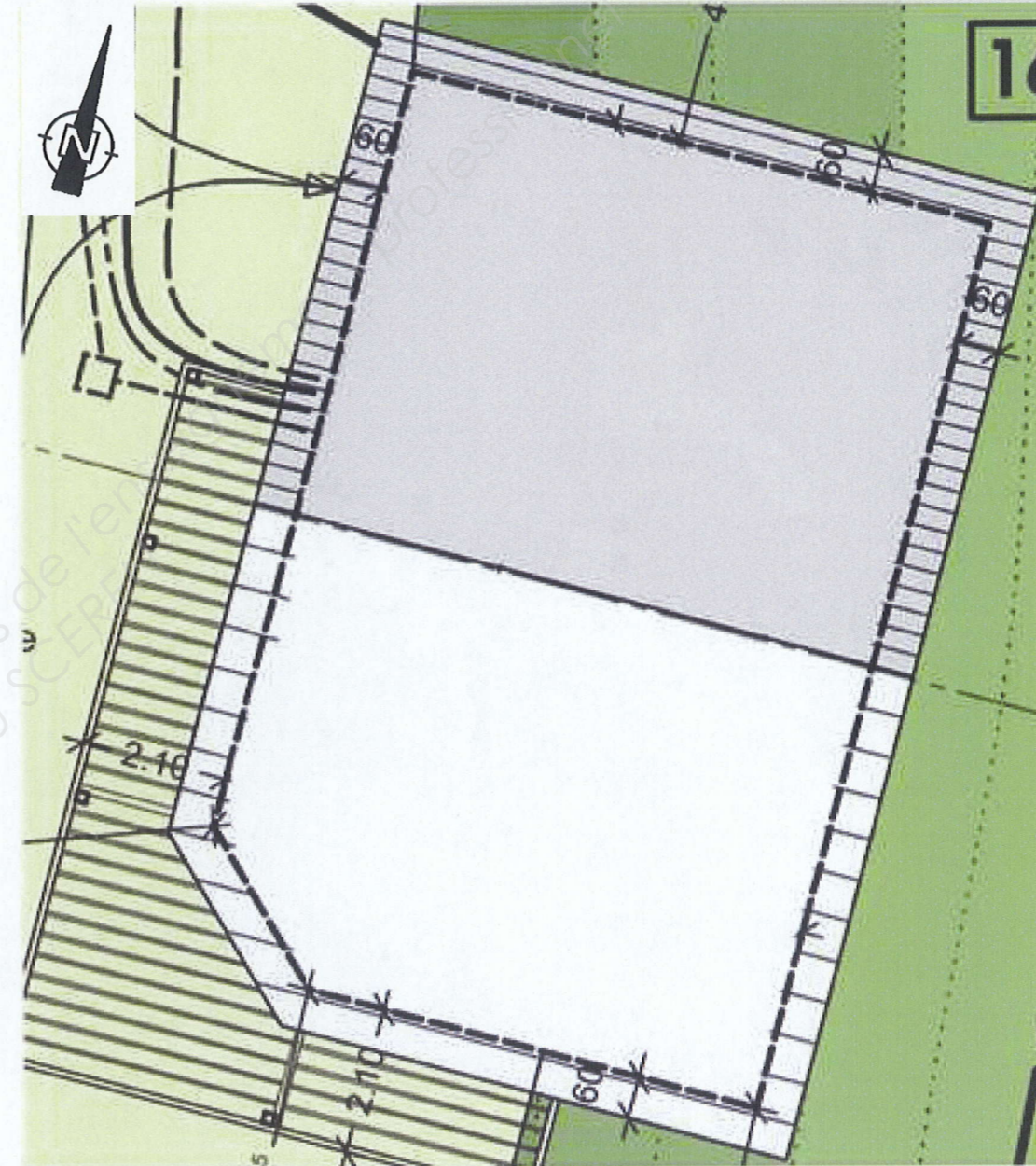
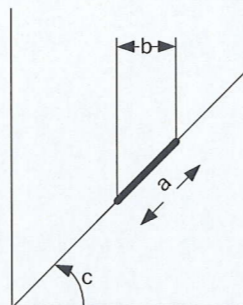
Implanter sur le plan suivant le champ photovoltaïque.

Conseil : pour la représentation à l'échelle, tenir compte de la pente du toit :

Exemple : un panneau de longueur « a » vue de dessus mesure « b »

(pente de toit c)

$b = \cos C \times a$



**Question D.2.2**

A partir des caractéristiques électriques, deux types de branchements peuvent être réalisés : Tous les modules branchés en série, ou 2 « strings » de 6 modules branchés en parallèle. Déterminer quel montage est le plus approprié (expliquer) :



Ne rien inscrire dans ce cadre

**Question D2.3 :**

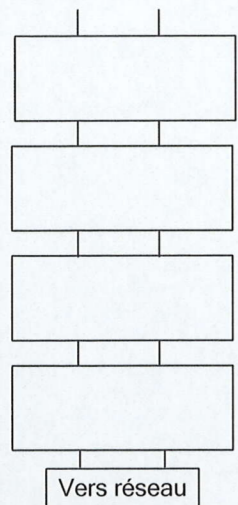
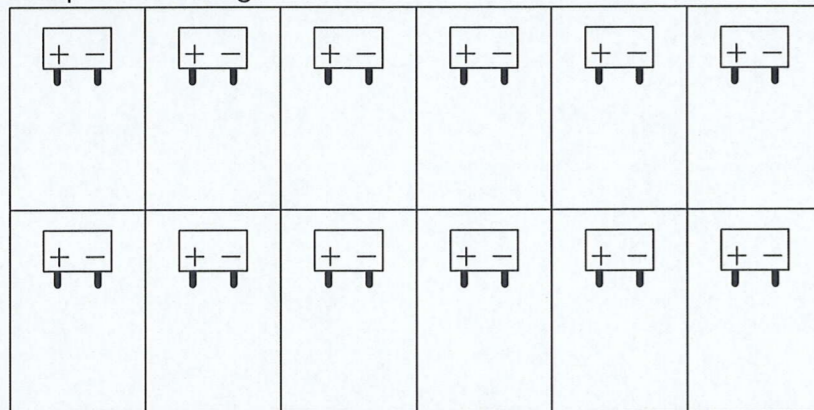
La végétation de la région de Serguret est composée d'arbres feuillus. Quelles peuvent être les conséquences sur la production des panneaux photovoltaïques, notamment en automne ?

Quels conseils donner au futur propriétaire afin de conserver une productivité maximale ?

**Question D2.4 :**

Compléter le schéma de l'installation photovoltaïque, en représentant les connexions inter-modules photovoltaïques.

Identifier les 4 éléments suivants : coffret de protection DC, coffret de protection AC, onduleur, compteur d'énergie.



Eléments à renseigner

**Partie E : Planification du chantier : /14pts**

Compléter le planning prévisionnel de la réalisation du chantier en « grisant » les périodes réalisées par votre entreprise (ENR84).

Intervenant	Type d'intervention	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
Terrassier	Terrassement	Semaine 1						
Plombier	Evacuations							
Maçon	Gros-œuvre	Semaines 1-2						
Charpentier	Charpente							
Couvreur	Couverture-étanchéité-zinguerie							
Menuisier	Pose porte et fenêtres							
Plaquiste	Réalisation cloisons intérieures, et plaques de plâtre sur mur extérieurs							
Electricien	Electricité générale (courants forts/ courants faibles)							
Chapiste	Réalisation dalle flottante							
Plombier	Installation réseau eau sanitaire							
Carreleur	Pose carrelage et faïence							
Façadier	Isolation et enduit de façade extérieur							
Terrassier	Voiture et réseaux divers (VRD)							
entreprise ENR84	Ventilation: Pose VMC double-flux et accessoires							
entreprise ENR84	Chauffage: pose tuyaux plancher-chauffant							
entreprise ENR84	pose groupe extérieur PAC							
entreprise ENR84	Pose Chauffé-eau solaire (capteurs et ballon)							
entreprise ENR84	Pose système photovoltaïque injection réseau							