

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## MENTION COMPLÉMENTAIRE TECHNICIEN EN ÉNERGIES RENOUVELABLES

### ÉPREUVE E1 : PRÉPARATION D'UNE INTERVENTION

**SESSION 2023**

### MAISONS À HAUTE AMBITION ENVIRONNEMENTALE



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

PARTIES DU SUJET	DURÉE CONSEILLÉE
PARTIE 1 : Analyse du bâti	<b>0 h 40</b>
PARTIE 2 : Pompe à chaleur (PAC)	<b>1 h 20</b>
PARTIE 3 : Ventilation Mécanique Contrôlée double flux	<b>0 h 40</b>
PARTIE 4 : Photovoltaïque	<b>1 h 20</b>
<b>TOTAL :</b>	<b>4 HEURES</b>

Mention complémentaire technicien en énergies renouvelables	2306-MC4 TER E1	Session : 2023	<b>Sujet</b>
Épreuve E1	Durée : 4 H	Coefficient : 4	Page 1 / 12

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Le projet consiste en la construction de quatre maisons à haute ambition environnementale (trois maisons T4 et une maison T3) dans la commune de Mauregard (77). Le projet prend place sur deux parcelles comprenant chacune 2 logements qui partagent la même toiture.

**L'étude se limitera au logement 1, de type T3, situé sur la parcelle AE383.**

La Mairie de Mauregard, maître d'ouvrage du projet, souhaite mettre en œuvre pour ces logements une isolation efficace du bâti, associée à des équipements mettant en œuvre des énergies renouvelables et des dispositifs de récupération d'énergie.

L'étude comprendra quatre parties :

- L'analyse du bâti et du complexe d'isolation ;
- L'installation de la pompe à chaleur ;
- L'installation de la Ventilation Mécanique Contrôlée ;
- L'installation de tuiles photovoltaïques pour une production en autoconsommation.

### PARTIE 1 : ANALYSE DU BÂTI

Le bureau d'études **EFFILIOS**, chargé de l'étude thermique, a proposé deux solutions techniques pour assurer l'isolation du bâti : une version MOB et une version Béton de chanvre.

La solution MOB a été retenue par le client. L'entreprise chargée du lot isolation propose de remplacer les isolants en fibre de chanvre par de la **fibre de bois**, de **conductivité thermique 0,039 W/m.K**.

Vous êtes chargé de vérifier si cette modification n'a pas d'incidence sur le coefficient de transmission surfacique des murs extérieurs, ce qui pourrait amener à modifier le choix du modèle de pompe à chaleur.

#### Question 1.1 :

Donner la signification du terme « MOB ».

MOB : Maison à Ossature Bois

#### Question 1.2 :

Indiquer quelle est la solution la plus performante en termes d'isolation, parmi les deux solutions proposées par le bureau d'études thermiques. Justifier votre réponse en comparant les données du bureau d'études.

La solution MOB est la solution la plus performante en termes d'isolation. Elle permet d'obtenir un coefficient de transmission surfacique  $U = 0,140 \text{ W/m}^2\text{K}$  contre  $U = 0,166 \text{ W/m}^2\text{K}$  pour la solution Béton de chanvre.

#### Question 1.3 :

Indiquer dans le tableau ci-dessous, l'épaisseur et la conductivité thermique des isolants retenus.

Calculer la résistance thermique de la fibre de bois (entre montants et en complément intérieur).

Calculer ensuite la résistance thermique totale, puis le coefficient de transmission surfacique des murs extérieurs.

Matériaux constituant la paroi	e (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K / W)
OSB	0,012	0,13	0,09
Fibre de bois entre montants	0,2	0,039	5,13
OSB	0,012	0,13	0,09
Fibre de bois complément intérieur	0,07	0,039	1,79
Parement intérieur BA13	0,013	0,25	0,05
Résistance superficielle, $R_s$			0,17
Résistance thermique totale MOB, $R_{\text{murs MOB}}$			7,32

Coefficient de transmission surfacique,  $U_{\text{murs MOB}}$  (W/m<sup>2</sup>.K) : 0,136

#### Question 1.4 :

Conclure quant à l'incidence de la modification de l'isolant sur le choix de la PAC.

Le coefficient de transmission surfacique est légèrement inférieur au coefficient initialement prévu (0,136W/m<sup>2</sup>K au lieu de 0,140W/m<sup>2</sup>K). L'isolation des murs sera légèrement plus efficace, le modèle de PAC prévu peut être conservé.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**PARTIE 2 : POMPE À CHALEUR (PAC)**

En tant que technicien en énergies renouvelables, vous êtes chargé de préparer la pose de la PAC. Celle-ci sera associée à un récupérateur de chaleur sur eaux grises.

**Question 2.1 :**

Donner le rôle et expliquer l'intérêt technique du récupérateur de chaleur. Illustrer votre explication en relevant les températures observées lors des tests réalisés par le CSTB.

rôle du récupérateur de chaleur sur eaux grises est de préchauffer l'eau qui alimente le ballon ECS grâce à la chaleur récupérée sur les eaux grises évacuées (douches, baignoires, éviers).

Température eau froide	Température eau usée	Température eau préchauffée
12,8 °C	37°C	29,9°C

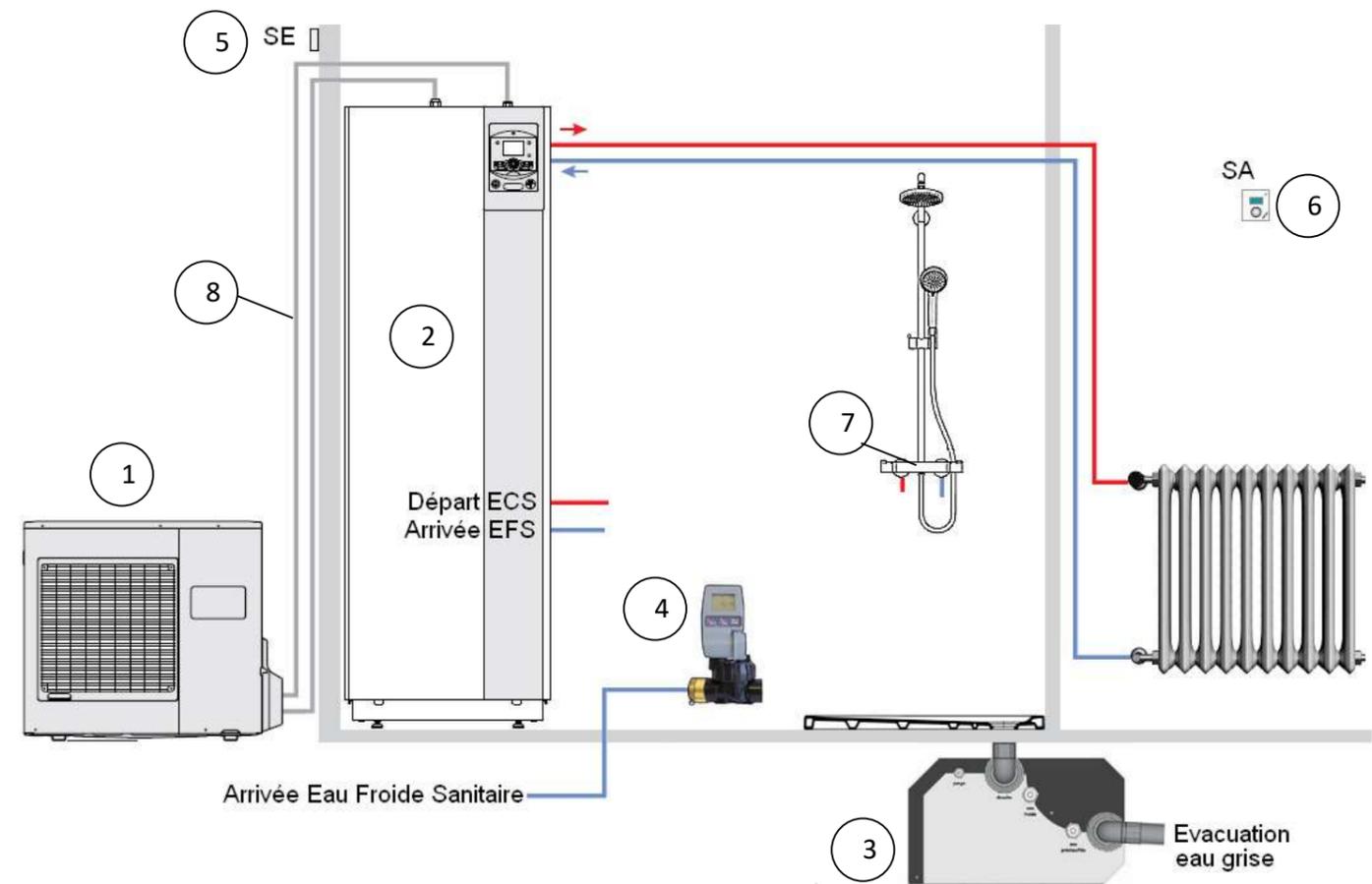
**Question 2.2 :**

Préciser le type de raccordement le plus efficace en termes de récupération d'énergie à mettre en œuvre dans les logements.

- Montage « Ballon seul »   
  Montage « Mitigeur seul »   
  Montage mixte

**Question 2.3 :**

- a) Représenter sur le schéma de principe le raccordement hydraulique du récupérateur de chaleur en montage mixte.
- b) Indiquer dans le tableau ci-contre, la désignation des constituants du système de chauffage et de production d'eau chaude à partir du schéma de principe proposé. Vous utiliserez les termes suivants : « unité extérieure », « unité intérieure (module hydraulique) », « mitigeur », « liaison frigorifique », « sonde extérieure », « sonde d'ambiance intérieure », « récupérateur de chaleur », « bloc nettoyage ».



Numéro du constituant	Désignation
1	Unité extérieure
2	Unité intérieure (module hydraulique)
3	Récupérateur de chaleur
4	Bloc nettoyage
5	Sonde extérieure
6	Sonde d'ambiance intérieure
7	Mitigeur (thermostatique)
8	Liaison frigorifique

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 2.4 :**

**Donner** la puissance calorifique de la PAC et le type d'éléments chauffants retenus pour le projet.  
**Indiquer** le modèle de la PAC.

<b>Puissance calorifique</b>	
<b>Éléments chauffants</b>	<input type="checkbox"/> Plancher chauffant <input type="checkbox"/> Radiateurs basse température <input type="checkbox"/> Radiateurs
<b>Modèle de la PAC</b>	Atlantic Alféa Extensa Duo A.I.6

**Question 2.5 :**

**Relever** pour chaque raccord le diamètre adapté et la quantité nécessaire à la réalisation de la liaison frigorifique de la PAC. **Indiquer** la longueur minimale de la liaison frigorifique.

		Diamètre	Quantité
Liaison frigorifique liquide	Écrou flare	1/4"	2
	Adaptateur mâle/femelle pour liaison au module hydraulique	1/4" – 3/8"	1
Liaison frigorifique gaz	Écrou flare	1/2"	2
	Adaptateur mâle/femelle pour liaison au module hydraulique	1/2" – 5/8"	1

<b>Longueur minimale de la liaison frigorifique :</b>	5 m (+/- 10%)
---	---------------

Vous êtes chargé à présent de préparer l'installation de la liaison frigorifique.

Votre chargé de travaux vous demande de prévoir le percement du mur de la salle de bain pour le passage des liaisons frigorifiques et de vérifier leurs longueurs. Il préconise de réaliser le percement 30cm au-dessus du module hydraulique, le client souhaitant, par souci esthétique, limiter les longueurs de tuyauteries dans la salle de bain.

**Question 2.6 :**

**Relever** la hauteur du module hydraulique et en **déduire** la hauteur du percement par rapport au sol fini de la salle de bain.

<b>Hauteur module hydraulique (en m)</b>	1,84 m (ou 1,85 m accepté)
<b>Hauteur percement (en m)</b>	2,14 m (ou 2,15 m)

**Question 2.7 :**

**Calculer** l'épaisseur du mur de la salle de bain, en tenant compte des matériaux constituant la paroi, afin de **choisir** le foret adéquat pour le pré percement.

paroi est constituée des éléments suivants : OSB (1,2 cm), Fibre de bois (20cm), fibre de bois entre montant (7 cm), OSB (1,2 cm) + parement placo (1,3 cm)

L'épaisseur totale du mur est donc d'environ 30/31 cm. (résultat accepté à 2 cm près si oubli du parement)

**Choix du foret :**

Foret Béton       Foret Bois       Foret Métal

**Longueur du foret :**

200 mm       250 mm       300 mm       400 mm

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 2.8 :**

**Calculer** la longueur de la liaison frigorifique à partir des plans cotés ci-contre.  
**Conclure** quant à la conformité par rapport aux recommandations du constructeur.

$$L = 0,33 + 0,85 + 0,915 + 2 + 0,9 + 0,164 + 0,3 = 5,46 \text{ m}$$

La longueur minimale de la liaison frigorifique étant de 5 m, la longueur est conforme aux recommandations du constructeur.

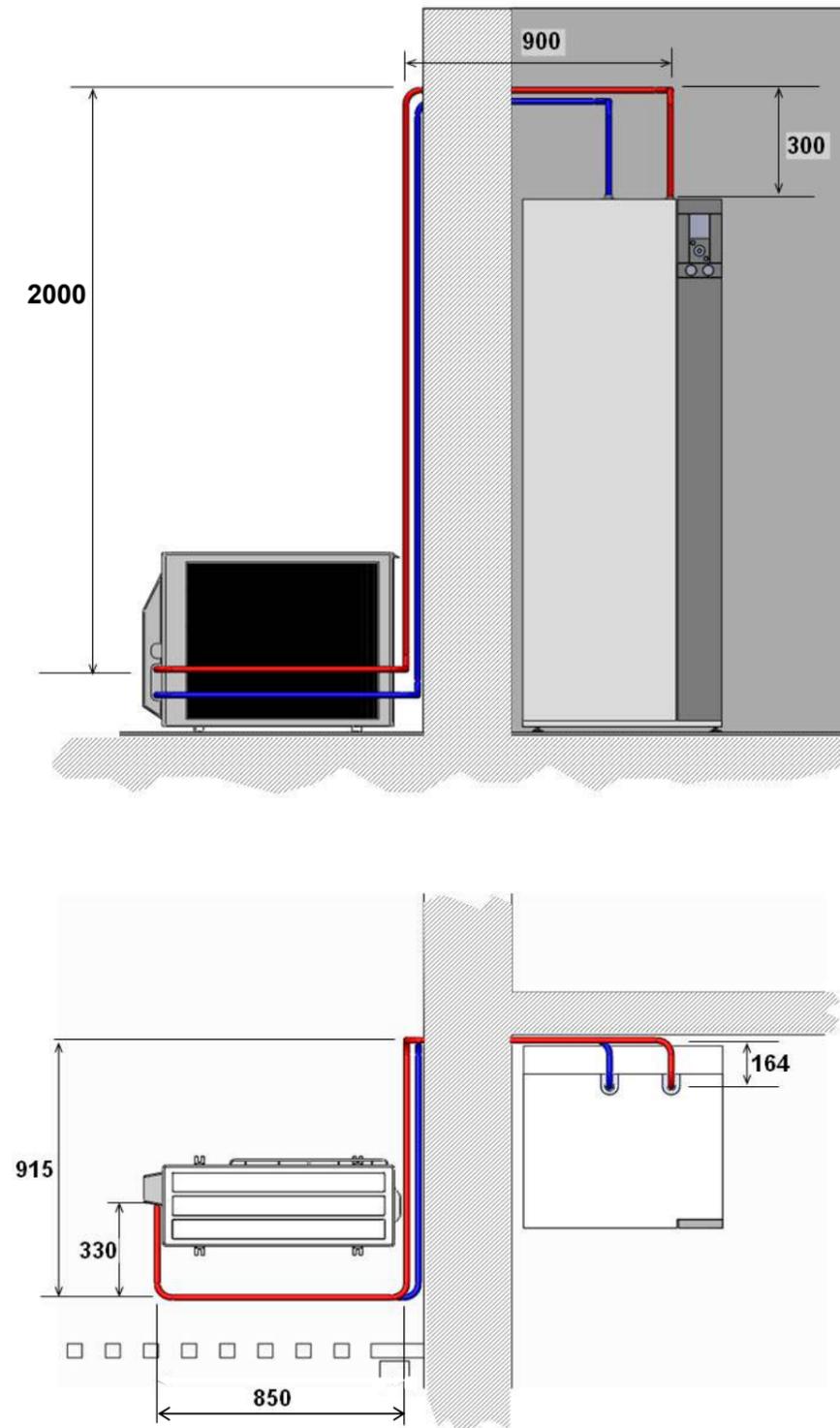
**Question 2.9 :**

**Vérifier** que l'emplacement du module hydraulique dans la salle de bain et l'emplacement de son point de raccordement au mur sont conformes à la NFC 15-100 (volumes de sécurité dans un local contenant une baignoire ou une douche).

Distance douche volume hydraulique : 0,8m  
Distance douche point de raccordement au mur : 1,6m

Ces distances sont supérieures aux 0,6m du volume 2, l'installation est réalisable.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



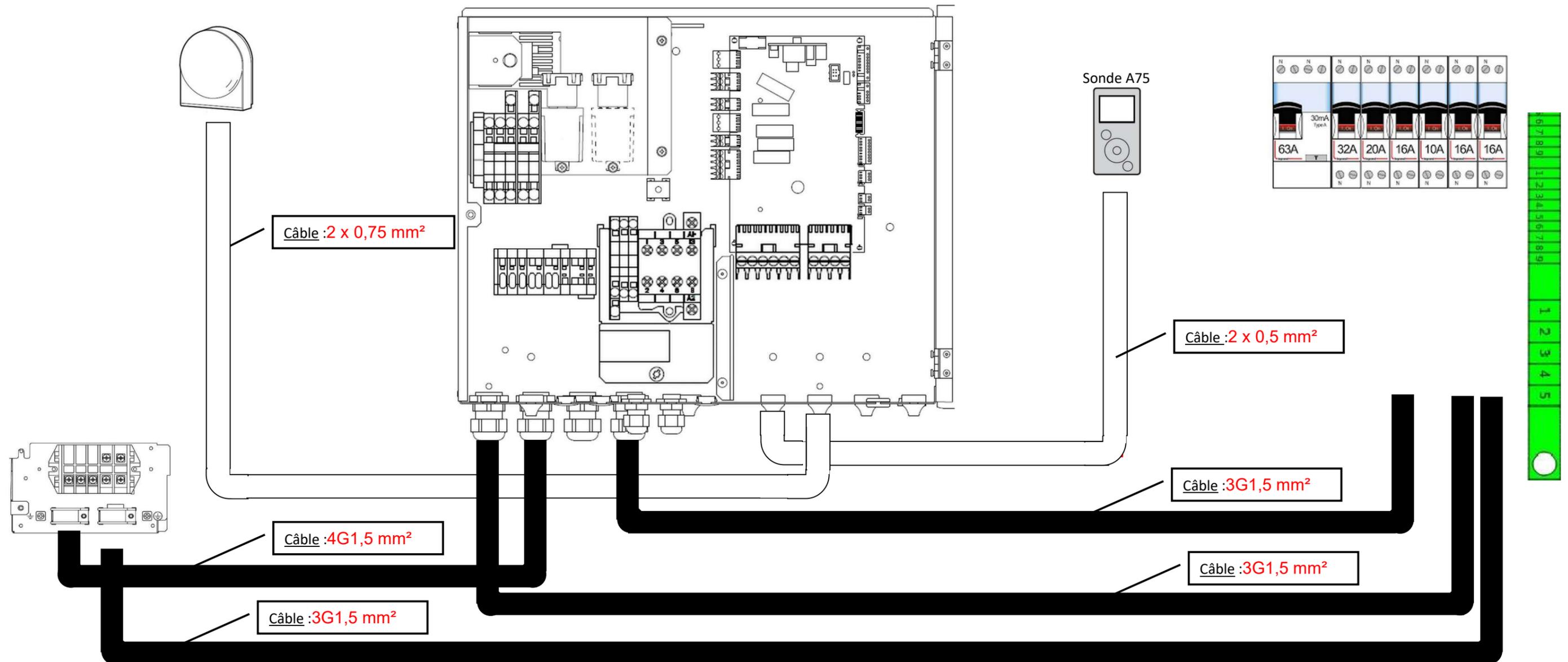
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 2.10 :**

**Compléter** le schéma de câblage des différents constituants de la PAC. Seules les gaines des câbles sont représentées sur le schéma. On vous demande de le compléter en faisant apparaître les conducteurs en extrémité de chaque câble. Vous tiendrez compte des couleurs normalisées et des couleurs indiquées dans le document constructeur (la couleur marron peut être remplacée par du noir, les traits seront réalisés à la règle).

**Préciser** le type et la section des câbles utilisés pour chaque liaison.



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

### PARTIE 3 : VMC DOUBLE FLUX

Vous êtes à présent en charge de l'installation de la VMC double flux et de ses accessoires : bouches d'insufflation, d'extraction et gaines.

Afin de guider vos travaux, le bureau d'études a déterminé en amont :

- Le modèle de la VMC double flux :
  - o ALDES InspirAIR S240 ;
- Les diamètres des gaines à installer :
  - o Ø 125, double peau épaisseur 25 mm pour la cuisine ;
  - o Ø 80, double peau épaisseur 25 mm pour les autres pièces ;
- L'implantation de la VMC double flux :
  - o Pose horizontale en plafond ;
  - o Caissons de répartition en plafond.

#### Question 3.1 :

Calculer la surface du logement 1 et justifier le choix pour ce logement du modèle S240 pour la VMC double flux.

surface est de 80m<sup>2</sup>.  
Le modèle SC240 est adapté pour des habitations dont la surface ne dépasse pas 100m<sup>2</sup>.

#### Question 3.2 :

Indiquer par une croix et pour chaque pièce, le type de bouche à installer, ainsi que leur diamètre respectif.

Pièce	Insufflation	Extraction	Bouche Ø80	Bouche Ø125
Séjour	X		X	
Cuisine		X		X
Chambre 10m <sup>2</sup>	X		X	
Chambre 15m <sup>2</sup>	X		X	
Salle de bain		X	X	
WC		X	X	

#### Question 3.3 :

Sur le plan de la page suivante, tracer le cheminement de la gaine de diamètre 125 mm reliant le caisson d'extraction à la bouche de la cuisine, puis à la VMC double flux. Déduire la longueur et choisir la référence de la gaine.

Longueur de la gaine : Selon tracé proposé par le candidat

Référence de la gaine : 11091189

#### Question 3.4 :

Renseigner la désignation et la référence de la gaine en diamètre 80 mm à emporter sur le chantier sachant que le bureau d'études a évalué la longueur de gaine suffisante à 25 m.

Désignation gaine : Algaine isolée 25 mm Ø 80 mm – Dévidoir de 25 m

Référence gaine : 11091187

#### Question 3.5 :

Indiquer le diamètre de tuyau PVC préconisé par le constructeur de la VMC afin d'y raccorder l'évacuation des condensats.

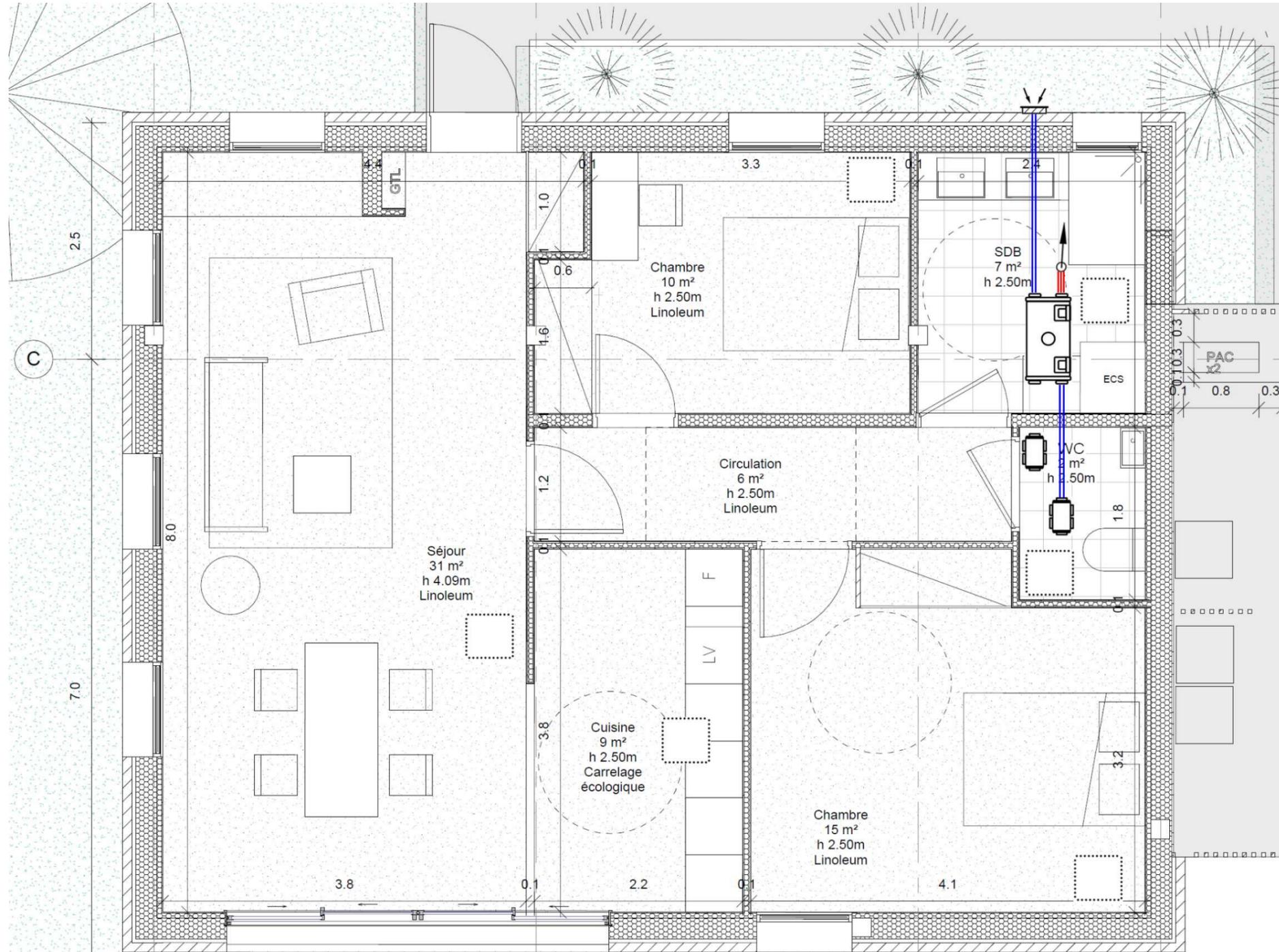
Le diamètre du tuyau préconisé est de 32 mm

#### Question 3.6 :

Représenter sur le plan ci-après les bouches d'extraction et d'insufflation dans l'emplacement indiqué. Vous respecterez les symboles donnés dans la légende.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

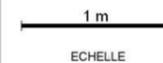
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



Légende	
	VMC double flux ALDES InspirAIR Home
	Caisson de répartition insufflation/extraction
	Prise d'air extérieur
	Emplacement des bouches d'extraction ou d'insufflation
	Sortie de toiture pour extraction d'air
	Bouche d'extraction
	Bouche d'insufflation
	Gaine d'extraction
	Gaine d'insufflation

**SITE DU PROJET:**  
Quatre maisons à hautes ambitions environnementales  
Allée des Marronniers, Mauregard

**AE383\_Logement 1\_N00**



PRO-DCE	104.1	05/09/19	A
PHASE	NUMERO	DATE	IND

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

#### PARTIE 4 : PHOTOVOLTAÏQUE

Afin de compenser la consommation des appareils en mode « veille », le bureau d'études a fait le choix d'installer des tuiles photovoltaïques en autoconsommation pour chaque logement.

Travaillant au sein de la société **SolarCenter** qui a été sollicitée pour l'installation du système de production électrique solaire photovoltaïque, vous devez :

- dans un premier temps, vérifier la faisabilité et les choix techniques.
- dans un deuxième temps, réunir les documents et compléter la liste du matériel indispensable à la réalisation de l'installation.

#### A – VÉRIFICATIONS ET CHOIX TECHNOLOGIQUES

##### Question 4.A.1 :

**Relever** l'orientation et l'inclinaison du pan de toiture sur lequel sera implanté le champ photovoltaïque étudié.

Orientation	Inclinaison
Sud ou Sud Est	13,7°

**Donner** le rendement de l'installation photovoltaïque (la pente du toit sera arrondie à la valeur supérieure) et **conclure** quant à la qualité du choix de l'emplacement.

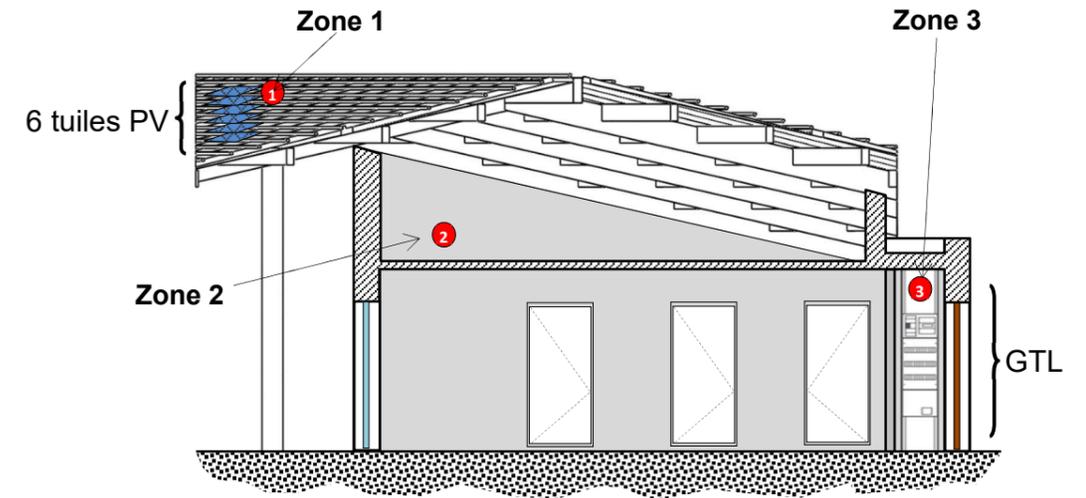
##### Question 4.A.2 :

**Relever** le nombre de tuiles photovoltaïques et de micro-onduleurs pour le logement 1.

	Tuile PV	Micro-onduleur
Nombre	6	1

##### Question 4.A.3 :

**Identifier** la zone qui correspond à l'emplacement du micro-onduleur du logement 1.



##### Question 4.A.4 :

**Relever** les caractéristiques STC d'une tuile (module) PV en précisant les unités.

Référence du module : EDILIANS-IS-75-M-16						
$P_m$	$I_{mpp}$	$U_{mpp}$	$I_{cc}$	$U_{co}$	Taille de la tuile	Nbre de cellules
75 W	9 A	8,74 V	9,31 A	10,4 V	1430 X 45 x 410 mm	16

##### Question 4.A.5 :

**Déterminer** pour une chaîne de 6 tuiles PV, les caractéristiques ci-après en précisant les unités.

$P_m$	$I_{cc}$	$U_{co}$	Nbre de cellules
450 W	9,31 A	62,4 V	96

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 4.A.6 :**

Le bureau d'études préconise l'utilisation d'un micro-onduleur de type YC600 de marque APS ou équivalent par chaîne.

Ce choix vous semble-t-il compatible au regard du nombre de cellules ? **Justifier** votre réponse.

Non, car le micro-onduleur n'est compatible qu'avec des modules de 60 à 72 cellules. Une justification de compatibilité électrique en tension et courant d'entrée sera aussi acceptée.

**Question 4.A.7 :**

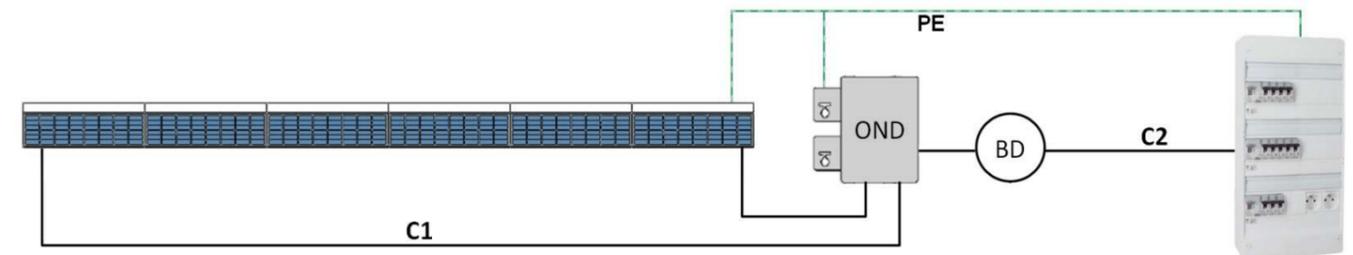
Pour la réalisation, le choix s'est porté sur un micro-onduleur de marque ENPHASE IQ7.

**Indiquer** la référence de l'onduleur à choisir et **justifier** votre choix d'un point de vue électrique.

IQ7X-96-2-INT  
Nombre de cellules : 96 et la tension d'entrée maximale du micro-onduleur : 79,5 V sont bien compatibles avec le générateur PV composé de 6 tuiles de 16 cellules chacune et d'une tension à vide de 62,4 V.  
Courant maximal admissible en entrée d'onduleur de 10A supérieur au Icc de 9,31A de la chaîne.

**B – PRÉPARATION DE LA RÉALISATION**

Vous devez préparer votre intervention afin de travailler conjointement avec le couvreur.



**Question 4.B.1 :**

**Désigner** par une croix la nature des câbles C1 et C2 et **donner** leur section d'après le schéma de principe ci-dessus.

	Câble DC	Câble AC	Section
C1	X		2,5 mm <sup>2</sup>
C2		X	2,5 mm <sup>2</sup>

**Question 4.B.2 :**

**Relever** la référence complète du **câble C2** reliant l'onduleur au disjoncteur différentiel situé dans la GTL.

C2 : U 1000 R2V 3G2,5

**Question 4.B.3 :**

**Estimer** la longueur à prévoir pour le **câble C1**. **Justifier** votre réponse.

$L_{chaîne} = 6 \times 1430 \text{ mm} = 8,5 \text{ m}$   
Soit  $L_{approx} = 9 \text{ à } 10 \text{ m}$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 4.B.4 :**

**Indiquer** la section du conducteur utilisé pour la réalisation des liaisons équipotentielles.

Section du conducteur PE : 6 mm<sup>2</sup>

**Question 4.B.5 :**

**Donner** le type de connecteur DC compatible avec le micro-onduleur.

MC4 ou Amphenol H4UTX

**Question 4.B.6 :**

**Proposer** un ordre logique des opérations à mettre en œuvre, sachant que celles effectuées en présence du couvreur seront réalisées en premier.

	Poser et fixer le micro-onduleur ainsi que la boîte de jonction.		Poser les tuiles PV avec le couvreur.
	Vérifier le clignotement 6 fois du voyant d'état du micro-onduleur.		Déverrouiller le disjoncteur et mettre sous tension, puis vérifier le bon fonctionnement de l'installation.
	Raccorder le câble C2 au disjoncteur.		Poser le câble C1 et raccorder les câbles de chaîne au micro-onduleur.
	Installer le disjoncteur différentiel dans la GTL, puis condamner le disjoncteur en position ouverte.		Poser et raccorder le câble C2 au micro-onduleur via la boîte de jonction.
	Raccorder les tuiles entre elles pour former la chaîne PV.		Raccorder l'alimentation du disjoncteur différentiel.

**Question 4.B.7 :**

**Indiquer** l'état et **donner** la signification du voyant du micro-onduleur lorsque toutes les opérations ont été correctement effectuées et que la communication est établie avec le module Envoy-S.

État du voyant	Signification

**Question 4.B.8 :**

**Indiquer** les habilitations électriques indispensables pour réaliser et mettre en service l'installation.

BP – BR

BP - B1V - BR accepté

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 4.B.9 :**

**Compléter** la liste du matériel nécessaire à la réalisation de l'installation photovoltaïque en indiquant les références manquantes.

Liste du matériel :

Désignation	Qté	Référence	Observation
Enphase Q câble connecteur 1,3 m	1	Q-25-10-240	Enphase Carton de 240 connecteurs
Enphase Q Embout de terminaison	1	Q-TERM-R-10	Enphase
Enphase adaptateur DC MC4 de remplacement	1	Q-DCC-2-INT	Enphase
Micro-onduleur Enphase	1	IQ7X-96-2-INT	Enphase
Bobine 125 m de câble U 1000R2V 3G2,5 <sup>2</sup>	1	Nexans 10172307	Nexans
Bobine 20 m de câble solaire 4 mm <sup>2</sup>	1	Nexans 10189494	Nexans
Bobine 20 m de conducteur V/J 6 mm <sup>2</sup>	1	Nexans 10241784	Nexans
Kit de connecteurs à sertir type MC4	1	4 140 92	LEGRAND
Tuiles PV Edilians	6	EDILIANS-IS-75-M-16	EDILIANS
Disjoncteur différentiel 30 mA	1	4 159 52	LEGRAND
Boîte de dérivation carrée Plexo	1	0 920 22	LEGRAND
Collier Colson	20	0 319 13	LEGRAND
Cosses			
Visserie			