

Ne rien inscrire	Académie :		Session :	
	Examen :		Série :	
	Spécialité/option :		Repère de l'épreuve :	
	Epreuve/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 2022**

**VILLA « Golf de CHIBERTA »**



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

	DURÉE CONSEILLÉE
PARTIE 1 : « ÉTUDE DE SOLUTIONS TECHNIQUES »	<b>2 h 00</b>
PARTIE 2 : « PRÉPARATION DE LA MISE EN ŒUVRE »	<b>2 h 00</b>
<b>TOTAL :</b>	<b>4 HEURES</b>

MENTION COMPLÉMENTAIRE TECHNICIEN EN ÉNERGIES RENOUVELABLES	Code : 2206-MC4 TER E1	Session : 2022	<b>SUJET</b>
ÉPREUVE E1	Durée : 4 H	Coefficient : 4	Page 1 / 11

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

Vous êtes technicien en énergies renouvelables dans l'entreprise « ZENITH » et vous avez en charge la mise en œuvre des équipements de chauffage, d'eau chaude sanitaire (ECS) et de photovoltaïque de la villa « Golf de CHIBERTA ». Pour ces travaux, vous aurez sous votre responsabilité un exécutant électricien et un exécutant thermicien. Votre responsable vous confie l'ensemble des documents nécessaires ; il vous demande, avant de vous rendre sur le chantier, de réaliser les tâches de préparation.

**Question 1.4 :**

Comparer les deux solutions de chauffage et de production d'ECS envisagées.

	<b>Pompe à chaleur mixte (ECS + Chauffage)</b>	<b>Pompe à chaleur (chauffage) + ballon thermodynamique (ECS)</b>
<b>Avantages</b>		
<b>Inconvénients</b>		

**PARTIE 1 : CHAUFFAGE ET PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE**

Le client sollicite votre entreprise pour réaliser l'installation de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire. Deux solutions sont envisagées :

- solution 1 : une pompe à chaleur assurant le chauffage et l'eau chaude sanitaire
- solution 2 : une pompe à chaleur pour le chauffage et un ballon thermodynamique pour l'eau chaude sanitaire.

Vous devez :

- comparer des solutions de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire,
- choisir les références des unités de la pompe à chaleur en fonction du CCTP,
- préparer l'installation de la pompe à chaleur.

**Question 1.1 :**

Donner la réglementation thermique en vigueur pour ce chantier.

**Question 1.2 :**

Relever la surface de plancher de référence et la répartition des consommations.

**Question 1.3 :**

Calculer la consommation totale d'énergie primaire de la villa.

**Question 1.5 :**

La solution retenue est une pompe à chaleur pour le chauffage et un ballon thermodynamique pour la production d'ECS. Les besoins en chauffage sont évalués à 13.4 kW. La pompe à chaleur est de marque HITACHI et de la gamme YUTAKI S. Sélectionner les références de l'unité intérieure et de l'unité extérieure.

Unité intérieure :

Unité extérieure :

**Question 1.6 :**

Relever le COP de la pompe à chaleur sélectionnée.  
Donner la définition du COP.  
Calculer la puissance électrique consommée par la PAC pour fournir 13,4 kW.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 1.7 :**

Le client vous questionne par mail sur le fonctionnement de l'installation.

Répondre à ses questions figurant dans le message électronique ci-dessous.

« Le client  
au responsable de la société ZENITH

Bonjour,

je souhaite avoir un complément d'information sur les émetteurs de chaleur :

- comment fonctionne cette installation ?
- quelle est la particularité de cette installation ?
- quels sont les éléments techniques spécifiques ?

Dans l'attente de vous lire,

Bien cordialement

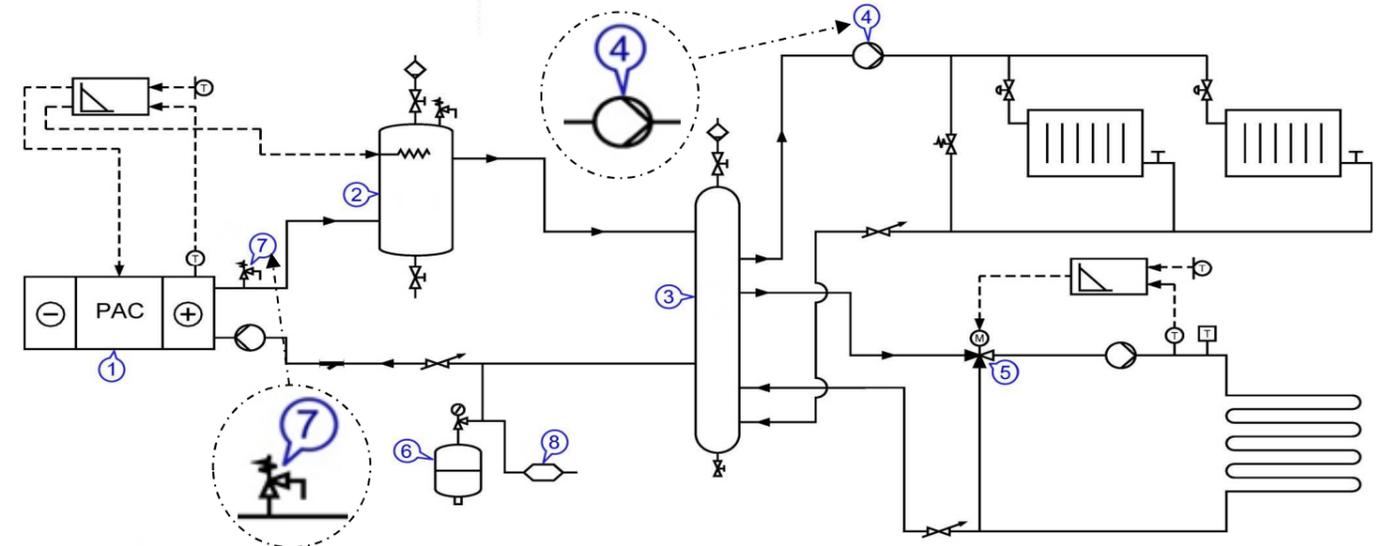
Réponse du responsable de la société ZENITH

Au client

Monsieur,

**Question 1.8 :**

Donner la désignation et la fonction des éléments repérés sur le schéma de principe ci-dessous.



Repère	Désignation	Fonction
1		
2	Ballon de stockage	Le ballon de stockage permet d'éviter les courts cycles de la PAC
3		
4		
5		
6		
7		
8	Disconnecteur	

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 1.9 :**

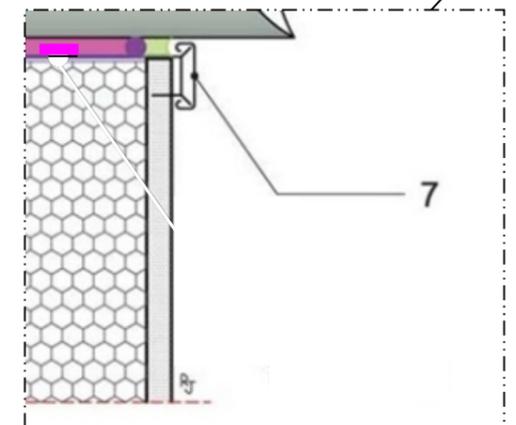
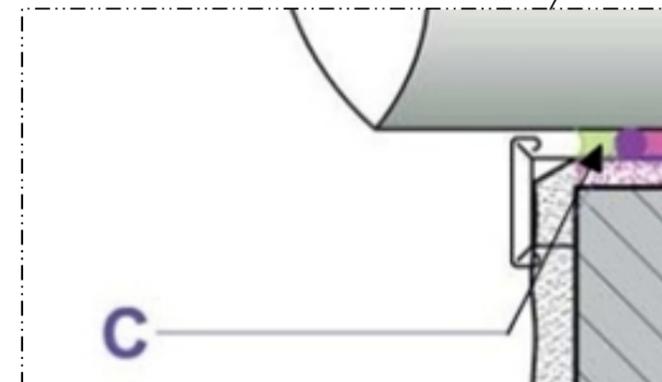
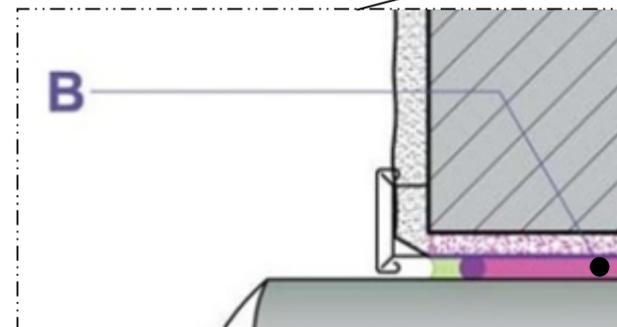
Relever la masse de l'unité extérieure et donner les précautions de manutention.

**Question 1.10 :**

Justifier l'emplacement choisi pour la PAC et l'unité extérieure au regard des contraintes thermiques, acoustiques et d'encombres.

**Question 1.11 :**

On souhaite étudier la paroi traversée par la liaison reliant les unités de la PAC.



**Mémento étanchéité**  
**Isolation intérieure collée - Paroi courante**  
Mur en maçonnerie de blocs élémentaires - Doublage isolant collé sur le nu intérieur du mur



Risque d'infiltration d'air :

1. Canalisation, Tuyauterie ou Conduit d'évacuation
2. Enduit extérieur
3. Bloc élémentaire de maçonnerie
4. Plot de mortier colle
5. Isolation thermique rigide ou semi-rigide
6. Parement intérieur / Plaque de plâtre
7. Colerette métallique de finition

Travaux d'étanchéité à l'air :



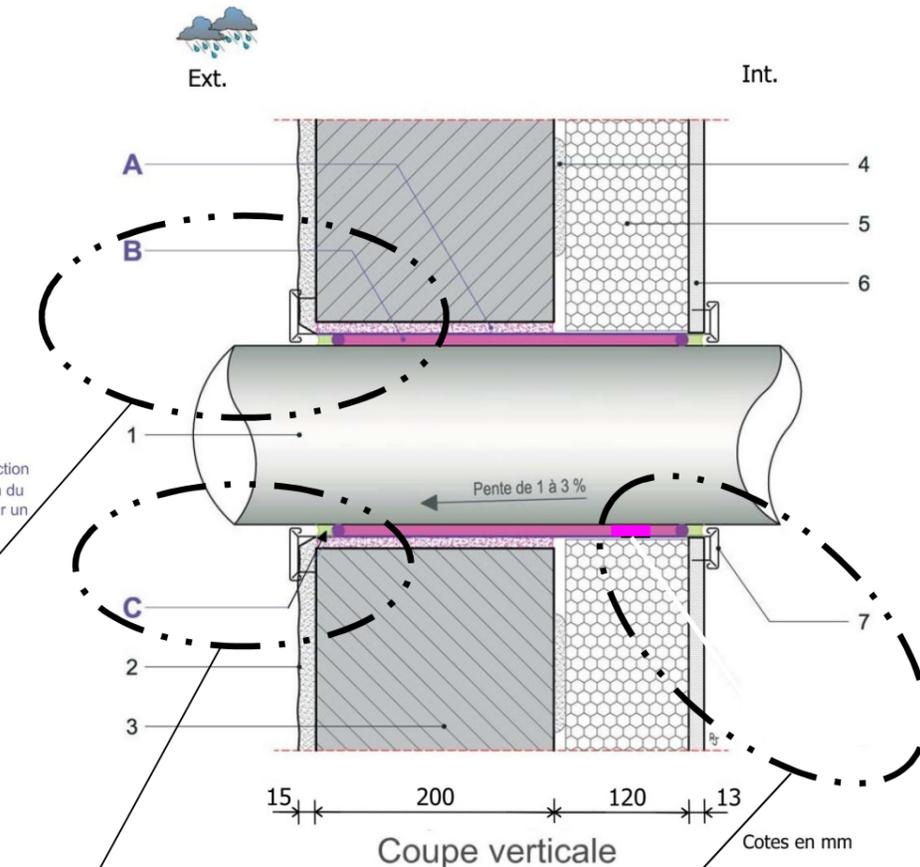
Lot Gros oeuvre / Maçonnerie

**A** - Exécution de la réservation et pose du fourreau de protection de la gaine ou du conduit. L'étanchéité à l'air de la liaison du fourreau avec le mur de maçonnerie doit être assurée par un calfeutrement réalisé au mortier de ciment



Lot Plomberie / Sanitaire / Fluides ou Lot Equipement électrique

**B** - et **C** -



**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

Calculer la résistance thermique totale  $R_p$ .

Désignation	Épaisseur e (m)	Conductivité thermique $\lambda$ (W/m.K)	Résistance thermique R ( $m^2.K/W$ )
Résistance superficielle intérieure $R_{si}$ (convection intérieure)	X	X	
Isolant doublissimo 30 (120 + 13)		X	
Bloc Creux 20 x 20 x 50 cm		X	
Enduit mortier			
Résistance superficielle extérieure $R_{se}$ (convection extérieure)	X	X	
<b>Résistance totale de la paroi <math>R_p</math> (<math>m^2.K/W</math>)</b>			

**Question 1.12 :**

Afin de respecter la réglementation thermique en vigueur, le bureau d'étude impose un  $R_p$  de paroi verticale  $R_p \geq 4 m^2.K/W$   
 Comparer la résistance thermique obtenue à celle d'une paroi verticale répondant à cette recommandation.

**Question 1.13 :**

Repérer sur le mémento étanchéité de la page précédente, les différents éléments mis en œuvre pour assurer l'étanchéité du passage dans le mur de façade (liaison modules extérieurs – modules intérieurs) :

Repère	Désignation	Fonction
7		
B		
C		

**Question 1.14 :**

Donner la qualification requise pour le technicien réalisant la mise en service de la PAC.

**Question 1.15 :**

Les périodes d'interventions pour votre entreprise sont indiquées sur le planning de la page suivante.

Classer chronologiquement les différentes opérations à la charge de votre entreprise.

<b>Installation de chauffage</b>	
ORDRE	OPÉRATIONS
4	Réalisation traversée et étanchéité
	Mise en service
	Pose des ventilo-convecteurs
	Raccordement électrique
	Pose des réservations
	Pose unité extérieure
	Raccordement hydraulique
	Pose unité intérieure
	Pose du plancher chauffant

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
<b>1- Maçonnerie</b>											
Gros œuvre											
Intérieur											
Canalisations											
Enduits											
Branchements											
<b>2- Charpente</b>											
<b>3-Menuiserie</b>											
Menuiseries extérieures											
Huisserie											
Garde-corps											
Menuiseries intérieures											
<b>4- Etanchéité</b>											
<b>5- Plâtrerie - Peinture</b>											
Plâtrerie											
Peinture											
<b>6-Revêtements de sol</b>											
Pose des carrelages											
Pose des parquets											
Coulage chape fluide											
<b>7-Electricité</b>											
Installation électrique intérieure											
Pose VMC											
Raccordement compteur											
Pose des PV											
Raccordement des PV											
<b>8- Plomberie</b>											
Pose des attentes											
Pose du ballon thermodynamique											
Pose et raccordement des appareils											
<b>9- Chauffage</b>											
Pose des attentes											
Pose du plancher chauffant											
Pose des ventilo-convecteurs											
Pose de la PAC											

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## PARTIE 2 : INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

Le client, qui est dans une démarche écologique, veut implanter une installation photovoltaïque (PV). Il demande à votre entreprise de réaliser l'étude et de prévoir les conditions de réalisation. Votre supérieur hiérarchique et le propriétaire ont défini la puissance du champ PV et le type de matériel à installer.

L'installation, d'une puissance de 6kWc avec auto consommation et revente du surplus, sera réalisée au moyen de modules de marque BOURGEOIS et de micro-onduleurs de marque ENPHASE implantés sur chaque module au lieu d'utiliser un onduleur central. Elle sera équipée d'un système connecté de supervision.

### Question 2.1 :

Donner l'orientation et l'inclinaison de la toiture.

### Question 2.2 :

Relever les caractéristiques des modules PV et des micro-onduleurs puis vérifier la compatibilité.

Modules photovoltaïques BGPV 250KD		Micro onduleurs M250-60-230-S22	
Puissance nominale		Plage de puissance recommandée en DC	
Tension nominale		Plage de tension de fonctionnement	
Courant nominal		Tension DC max	
Tension circuit ouvert		Intensité de court-circuit max	
Courant de court-circuit Icc		Onduleur maxi par branche en 230 V	
Type de connecteurs		Courant de sortie nominal	
Rendement panneaux		Type de connecteur	
		Rendement EN 50530 (UE)	
Nombre cellules / module			

Conclusion sur la compatibilité :

### Question 2.3 :

Déterminer le nombre de modules photovoltaïques (PV) et le nombre de strings si l'on prend le modèle BGPV 250 KD.

### Question 2.4 :

Déterminer la surface utile nécessaire pour l'installation des modules PV.

### Question 2.5 :

Calculer la superficie du champ PV en considérant qu'il est constitué de 24 modules posés sur 2 rangées en portrait (on néglige l'écart entre chaque module).

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 2.6 :**

L'installation est-elle réalisable sur la toiture (cocher la case qui correspond à votre choix)? Justifier.

Non  Oui

Justifier :

**Question 2.7 :**

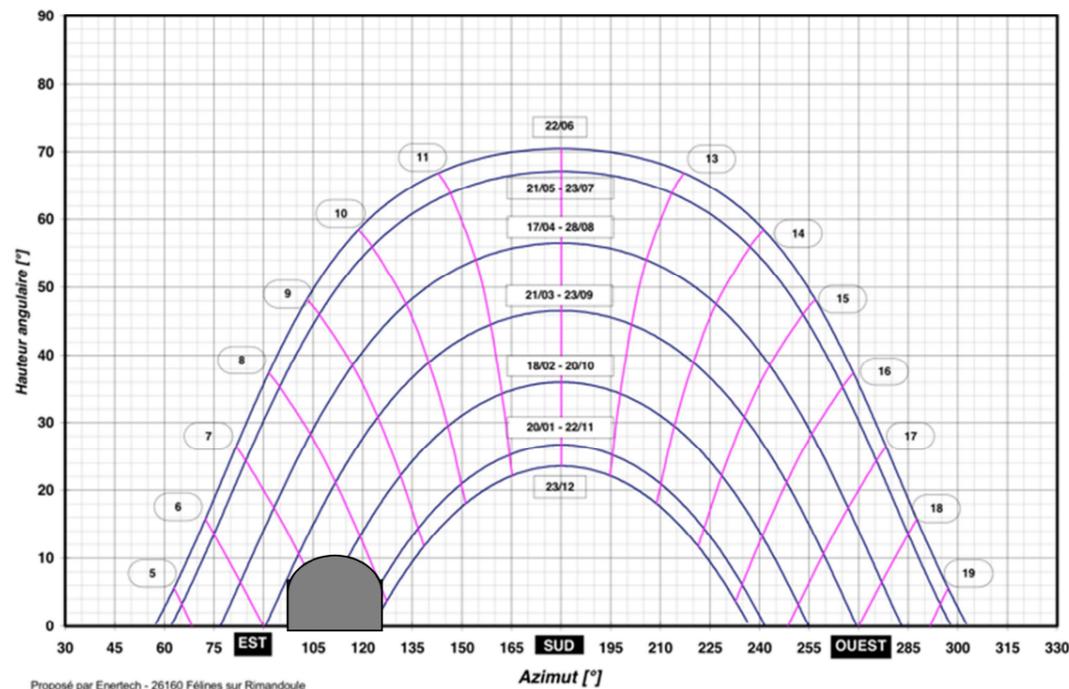
Identifier, à partir du plan de masse et du masque solaire ci-dessous, la présence d'un éventuel ombrage.

**Origine de l'ombrage :**

**Azimut de l'ombrage :**

**Hauteur en °:**

TRAJECTOIRES DU SOLEIL  
(Latitude = 43 °N)



Déterminer, pour la période comprise entre le 22/11 et le 20/01, l'heure ( GMT ou solaire ), à partir de laquelle l'ombre disparaît.

L'ombre disparaît à partir de :

Donner la période pendant laquelle le champ photovoltaïque ne sera pas ombragé.

**Question 2.8 :**

Donner la fonction d'un micro-onduleur. Identifier les avantages par rapport à l'utilisation d'un onduleur central dans notre installation.

**Question 2.9 :**

Rechercher le facteur de correction de l'irradiation solaire avec une inclinaison de 10° et en déduire le rendement de notre installation (on négligera l'effet du masque solaire abordé précédemment). Donner l'inclinaison qui permettra d'obtenir un rendement maximum.

**Question 2.10 :**

Estimer la production annuelle du champ PV.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 2.11 :**

Déterminer l'impact de ce champ PV sur la consommation globale de la maison.

Pour les 5 premières années, estimer le revenu probable dans le cas où l'on revend 50% de la production du champ PV et le gain (sur la facture fournisseur) obtenu par l'autoconsommation de 50%.

**Estimation du revenu probable de notre production :**

**Calcul du montant de la revente :**

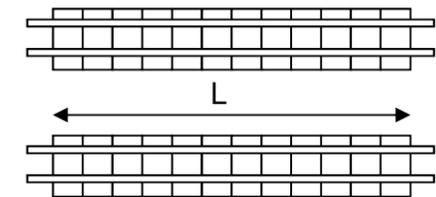
**Calcul du gain dû à l'autoconsommation :**

**Conclure sur l'impact du champ PV :**

**Question 2.12 :**

La fixation des modules sur la toiture se fera à l'aide de cross rail de 4,15 m. Déterminer le nombre de rails nécessaires à la fixation de ces modules en portrait de 2 rangées de 12 modules.

Croquis de l'installation des modules placés au centre de la toiture (4 supports)



L =

Nombre de rails de 4.15 m :

Compléter le quantitatif du matériel.

Kit Surimposition 2 lignes 12 modules en portrait	Quantité
Module 250W Bourgeois	
Câble connecteur PE par module CPC09	
K2 CrossHook 4S avec cliper	52
Vis bois 8x100 boîtes de 50 vis	2
Cross rail de 4.15m pour fixation module	
Kit connecteur crossrail sys 1002389	8
K2 Set étrier finaux	
K2 Set étrier intermédiaire	
ENDCAP crossrail	8
Micro onduleur	
Câbles Enphase Portrait (PH + N) ET-10-230 espacés 1.025m	2 x 12 m
Embout de terminaison étanche ET-DISC-05	
Boite de jonction AC	
Coffret AC32-APR+CPT Monophasé 3-6kVA	
Système récupération de données Envoy-S Metered	1

**Question 2.13 :**

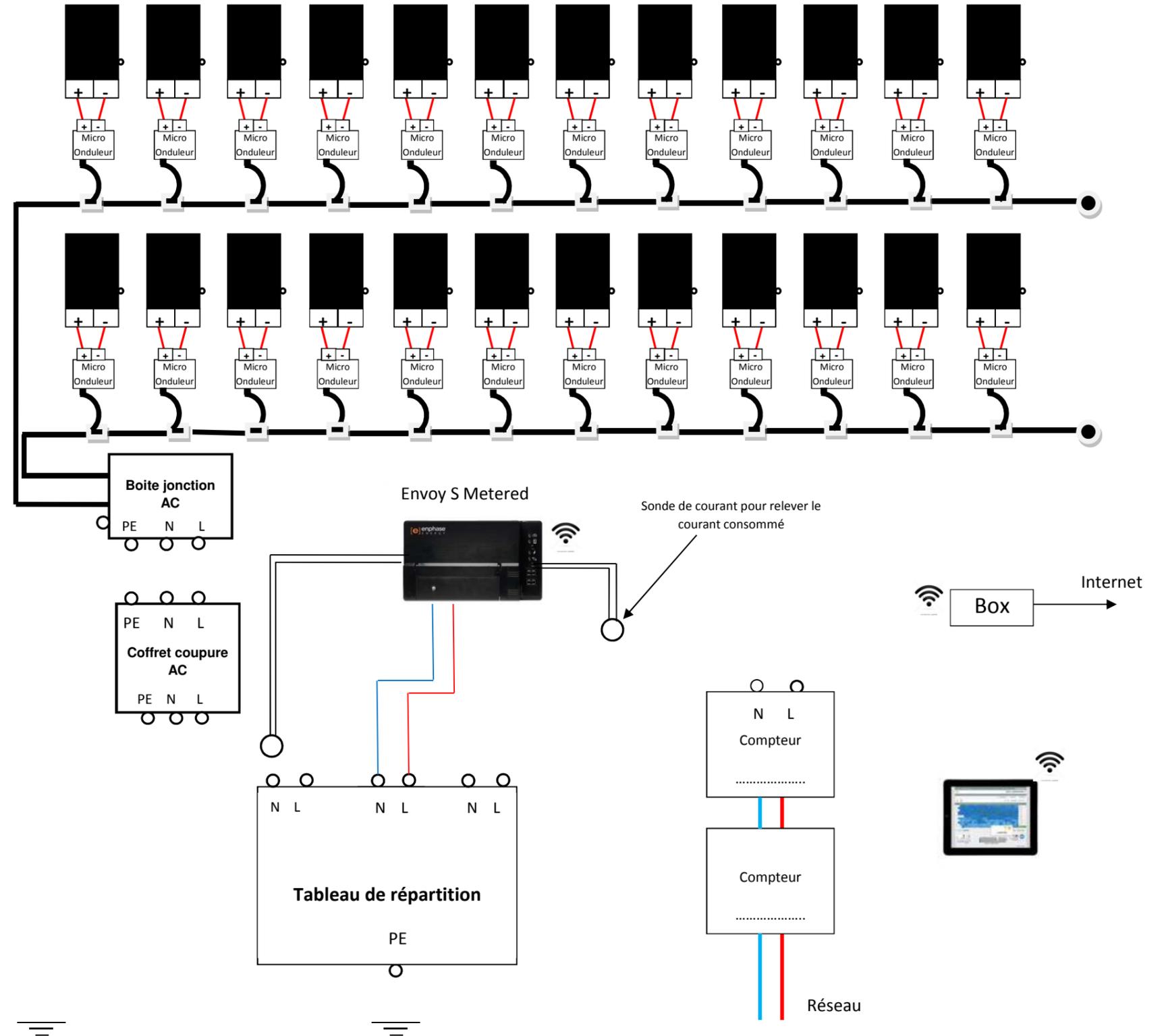
Vérifier la section du câble (3G6mm<sup>2</sup>) utilisé entre la sortie de la boîte de jonction et le coffret AC distants tous les deux de 15m.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question 2.14 :**

Compléter le schéma de l'installation, nommer les compteurs.



**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**Question 2.15 :**

Choisir l'échelle permettant d'accéder à la toiture par la terrasse sud en respectant les normes de sécurité.

Hauteur terrasse toiture :

Calcul de la longueur dépliée nécessaire de l'échelle :

Référence de l'échelle choisie :

**Question 2.16 :**

Déterminer l'habilitation électrique nécessaire pour effectuer les activités décrites ci-dessous.

1 <sup>ère</sup> activité : montage des modules avec raccordement sous tension TBT	
2 <sup>ème</sup> activité : raccordement de la liaison entre la boîte de jonction et le tableau de répartition	

**Question 2.17 :**

Indiquer les équipements de sécurité à mettre en place en priorité pour l'installation des modules PV.

E C S (Equipement Collectif de Sécurité) :