

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>	
Note :	Appréciation du correcteur :	
Ne rien inscrire		

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

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

CERTIFICAT DE SPÉCIALISATION TECHNICIEN EN ÉNERGIES RENOUVELABLES

ÉPREUVE E1 : PRÉPARATION D'UNE INTERVENTION

SESSION 2025

Rénovation villa Bella



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

PARTIE DU SUJET	DURÉE CONSEILLÉE
PARTIE 1 : Amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment	30 mn
PARTIE 2 : Remplacement de la chaudière à gaz	60 mn
PARTIE 3 : Chauffage et climatisation de l'étage	60 mn
PARTIE 4 : Installation photovoltaïque	90 mn
TOTAL :	4 HEURES

CERTIFICATION DE SPÉCIALISATION TECHNICIEN EN ÉNERGIES RENOUVELABLES	25-CS4-TER-E1-MEAG1C	Session : 2025	Éléments de correction.
ÉPREUVE E1	Durée : 4 H	Coefficient : 4	Page 1 / 13

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Mise en situation :

Vous êtes technicien en énergies renouvelables dans la société ENR38. Vous avez en charge la préparation de la pose d'équipements énergétiques d'une maison individuelle au sud de Grenoble (38) qui date d'une quinzaine d'années.

Le nouveau propriétaire désire améliorer les performances énergétiques et de confort de son acquisition, avant son occupation.

Les travaux prévus sont :

- Renforcement de l'isolation des murs du bâtiment ;
- Remplacement de la chaudière gaz par une pompe à chaleur Air / Eau pour le chauffage du rez-de-chaussée et la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) ;
- Installation d'un tri-split à l'étage afin de chauffer les chambres l'hiver et de les climatiser l'été, en remplacement de convecteurs électriques ;
- Installation de panneaux photovoltaïques.

PARTIE 1 : Amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment

Pour améliorer l'efficacité énergétique de cette maison, le propriétaire décide d'isoler par l'extérieur l'ensemble des murs du bâtiment à l'exception de celui donnant sur le garage. Vous devez calculer le gain énergétique de cette mise en œuvre. Vous vous appuyerez sur le bilan thermique dont un récapitulatif est disponible dans le dossier technique.

Question 1.1 :

Déterminer l'épaisseur d'isolant pour les murs extérieurs afin de respecter la réglementation en cours pour les murs extérieurs ($R_{\text{mur ext}}$: résistance thermique du mur extérieur en $\text{m}^2 \text{K} / \text{W}$).

R mur extérieur actuel	$1 / 0.45 = 2.22 \text{ m}^2 \text{K} / \text{W}$
R mur extérieur désiré	$4 \text{ m}^2 \text{K} / \text{W}$
R isolant extérieur nécessaire	$4 - 2.222 = 1.78 \text{ m}^2 \text{K} / \text{W}$
Valeur de l'épaisseur d'isolant	70 mm

Question 1.2 :

Calculer la résistance thermique du mur extérieur avec le nouvel isolant choisi, ainsi que son coefficient de transmission surfacique.

$R_{\text{nouveau mur}} = 2.22 + 1.85 = 4.07 \text{ m}^2 \text{K} / \text{W}$

$U = 1 / 4.07 = 0.246 \text{ W} / \text{m}^2 \text{K}$

Question 1.3 :

Calculer les nouvelles déperditions de la maison (le coefficient de transmission surfacique du mur extérieur est de $0.25 \text{ W} / \text{m}^2 \text{K}$). On admettra une réduction des déperditions linéiques liaison mur extérieur/dalle et mur extérieur/toiture de 70 %.

Nouvelle déperdition surfacique				
Désignation	U ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$)	S (m^2)	ΔT (K)	Déperditions (W)
Mur extérieur	0.25	138.8	32	1110
Nouvelles déperditions linéiques				
Désignation		Déperditions (W)		
Liaison mur ext / dalle		$812 \times 0,3 = 243 \text{ W}$		
Liaison mur ext / toiture		$792 \times 0,3 = 237 \text{ W}$		
Liaison mur ext / terrasse et étage		699 W		
Nouvelle déperdition totale				
Somme des déperditions surfaciques		6092,4 W		
Somme des déperditions linéiques		1180,2 W		
Déperditions par renouvellement d'air		1795 W		
Nouvelle déperdition totale		9067,6 W		

Question 1.4 :

Déterminer en pourcentage le gain énergétique de cette mise en œuvre.

Gain en pourcentage	$9067,6 / 11100 = 0,8169$
	$1 - 0,8169 = 0,1831$
	$0,1831 \times 100 = 18,31 \%$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PARTIE 2 : Remplacement de la chaudière à gaz

Vous devez sélectionner la pompe à chaleur air/eau en remplacement de la chaudière gaz. Celle-ci assurera le chauffage du rez-de-chaussée ainsi que la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS).

On estime la déperdition thermique du rez-de-chaussée égale à 5.3 kW.

La PAC sera installée dans le garage et son alimentation électrique sera en monophasée.

Question 2.1 :

Déterminer la pompe à chaleur (PAC) correspondante aux besoins en chauffage et en ECS.

Marque et modèle	Viesmann Vitocal 300
Type	AW 106
Puissance calorifique	6.4 kW
Puissance électrique absorbée	1.9 kW
COP : coefficient de performance	3.37
Type de fluide et quantité	R 32 : 3.4 kg
Longueur en mm	760 mm
Largeur en mm	1200 mm

Question 2.2 :

A partir des plans du dossier technique, représenter à l'échelle sur le document réponse page suivante :

- L'emplacement de la PAC, en justifiant votre proposition.
- Les conduits d'aspiration et de refoulement d'air.
- Les sens de circulation d'air par des flèches.
- La sonde extérieure.

Question 2.3 :

A partir du schéma hydraulique, donner le nom et la fonction des différents éléments.

Numéro	Nom	Fonction
1	Pompe à chaleur Air / Eau	Produit de l'eau chaude au condenseur en captant les calories de l'air au niveau de l'évaporateur.
3	Ballon tampon	Stocke une réserve d'eau chaude et limite les marche/arrêt de la PAC.
4	Pompe	Fait circuler l'eau dans l'échangeur du préparateur d'ECS et dans le ballon tampon.
5	Vanne trois voies	Permet d'envoyer l'eau dans l'échangeur du préparateur d'ECS et / ou dans le ballon tampon
6	Préparateur d'eau chaude sanitaire	Produit et stocke de l'ECS
12	Soupape de sécurité	Laisse échapper l'excès de pression
15	Vanne trois voies	Permet de réguler la température de l'eau au départ du plancher chauffant.
18	Vase d'expansion	Permet d'accueillir l'augmentation du volume d'eau lors de la montée en température.

Question 2.4 :

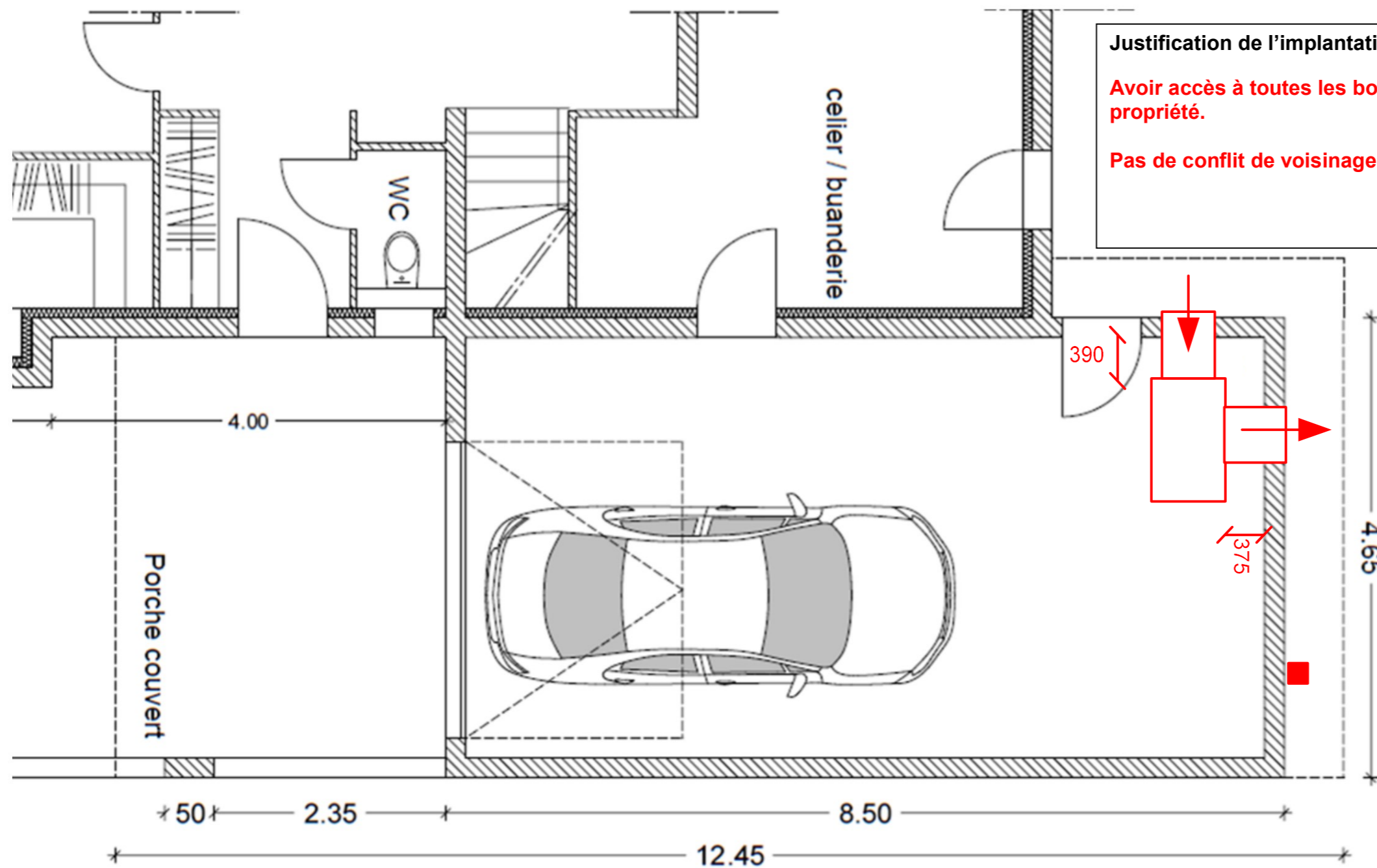
A partir du schéma électrique, donner le nom et la fonction de l'appareil nommé F 10. Préciser sa valeur de réglage.

Le relais thermique protège le compresseur contre les surcharges faibles et prolongées. Sa valeur de réglage est de 14.8 A

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Document réponse : plan du garage échelle 1/50



Justification de l'implantation :
Avoir accès à toutes les bouches en restant dans la propriété.
Pas de conflit de voisinage.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PARTIE 3 : Chauffage et climatisation de l'étage

Afin de préparer l'installation du tri-split à l'étage, vous allez dimensionner les éléments et les implanter.

La déperdition de l'étage est égale à 3.6 kW répartie en trois unités de puissance identique, dans chacune des chambres.

La salle de bains sera équipée d'un radiateur sèche serviette électrique. Le groupe extérieur sera installé au sol, à gauche de la porte d'entrée de la maison. Le raccordement entre le groupe extérieur et les unités intérieures se fera par les combles. Les unités intérieures seront munies de pompe de relevage pour l'évacuation des condensats. Le groupe extérieur est pré-chargé à 2.2 kg de fluide frigorigène.

Question 3.1 :

Représenter sur le plan de l'étage ci-contre :

- Par un rectangle, les unités intérieures.
- Par un rectangle, le groupe extérieur.
- Par des traits, les raccordements fluidiques.

Question 3.2:

Estimer la longueur de liaison entre les différentes unités intérieures et le groupe extérieur.

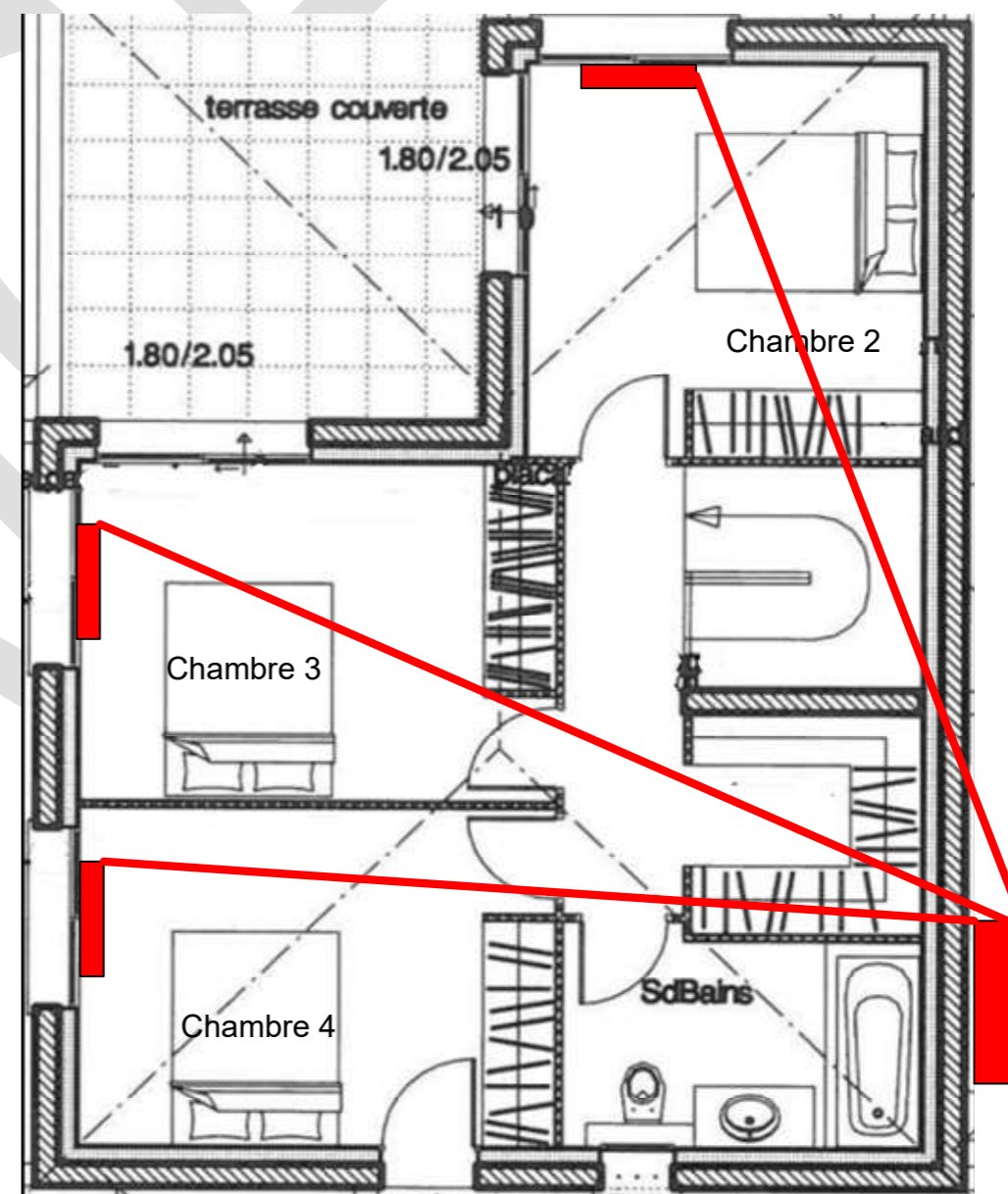
Liaison	Longueur
Groupe extérieur / chambre 2	De 15 à 19m
Groupe extérieur / chambre 4	De 10 à 14m
Groupe extérieur / chambre 3	De 13 à 17m
TOTAL des liaisons	50m maximum

A partir des préconisations constructeur, justifier la faisabilité du raccordement de ce tri-split.

- La longueur de tuyauterie vers chaque unité intérieure est inférieure à 25 m
- La longueur totale de tuyauterie est inférieure à 50 m
- La différence de hauteur entre l'unité extérieure et intérieure est inférieure à 7.5 m.

Entourer la bonne réponse pour la faisabilité de l'installation : OUI NON

Plan de l'étage à compléter



NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

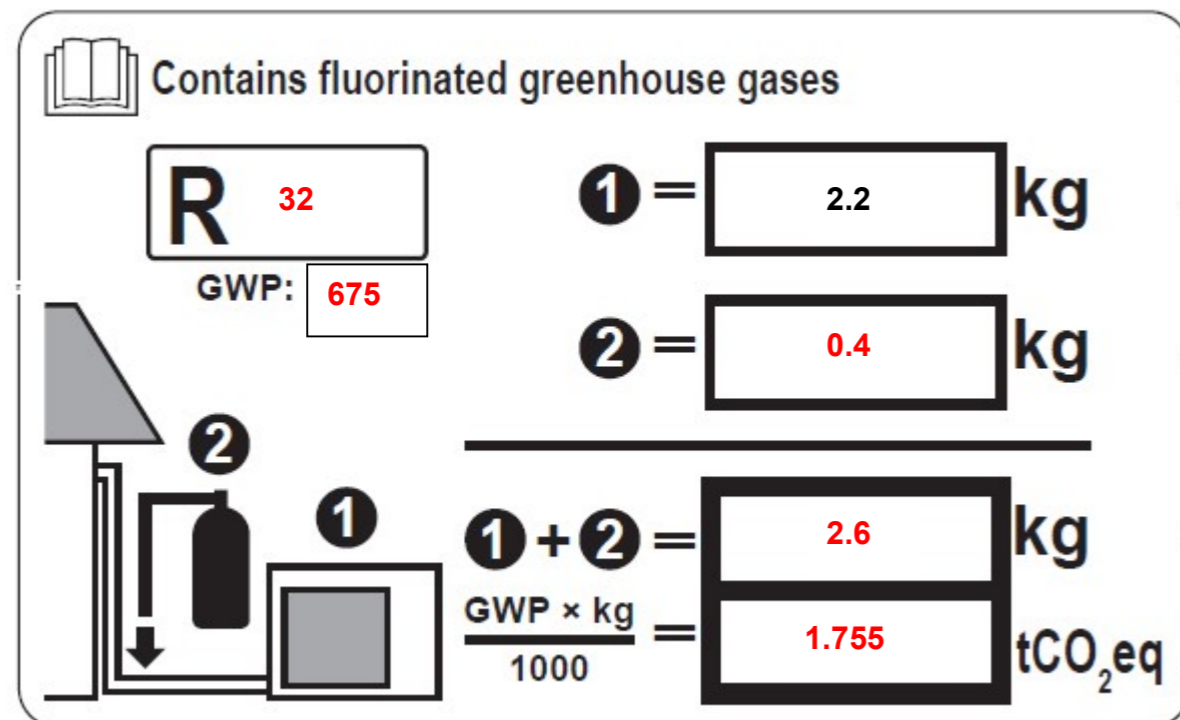
Question 3.3:

On estime la longueur totale des raccordements du groupe extérieur et des unités intérieures à 50 m. Déterminer la quantité de fluide frigorigène à ajouter dans l'installation. Donner les différentes opérations à réaliser pour effectuer le complément de charge lors de la première mise en service.

Quantité de fluide frigorigène	0,02 x 20 = 0.4 kg
Opérations à réaliser	<p>Contrôle d'étanchéité (mise en pression d'azote)</p> <p>Tirage au vide de l'installation</p> <p>Complément de charge</p> <p>Ouverture du circuit</p>

Question 3.4:

Compléter l'étiquette que vous devrez apposer sur le groupe extérieur.



Question 3.5:

Compléter les caractéristiques spécifiques du groupe extérieur et des unités intérieures.

Référence de l'unité extérieure	3MXM40
Puissance de chauffage d'une unité intérieure	1.53 kW
Puissance nominale totale	4.6 kW
Courant total maximum	4.79 A

Question 3.6:

Donner le nom et la fonction de l'élément k, présent dans le schéma fluide du groupe extérieur.

C'est une vanne quatre voies à inversion de cycle, elle permet de passer d'un fonctionnement hiver (l'unité intérieure est le condenseur) à un fonctionnement été (l'unité intérieure devient alors l'évaporateur du multi-split).

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PARTIE 4 : Installation photovoltaïque

Vous devez préparer la réalisation de l'installation photovoltaïque.

La solution retenue est une installation photovoltaïque en autoconsommation avec revente de surplus et stockage.

L'installation sera composée de 10 panneaux de 330Wc pour la production photovoltaïque, et de 4 batteries « Enphase » pour le stockage.

Vous devez :

- Choisir le matériel nécessaire à la réalisation ;
- Préparer la réalisation.

Question 4.1 :

Expliquer le principe d'une installation en autoconsommation avec revente du surplus de production et ses avantages par rapport aux autres types d'installations raccordées au réseau.

Pose en surimposition

Autoconsommation donc réduction de la facture

Revente du surplus, donc pas de production à perte

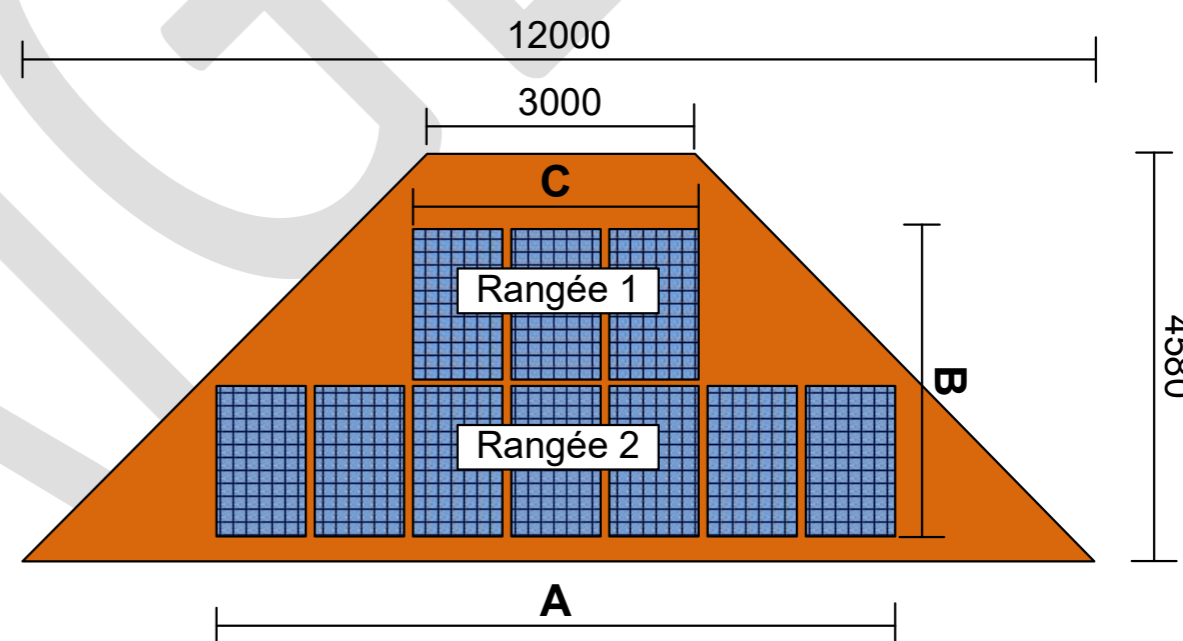
Question 4.2 :

Le champ photovoltaïque est composé de 10 panneaux « aleo solar » de puissance 330 Wc, associés à des micro-onduleurs de marque « Enphase ».

La pose sera faite avec le système « CrossHook de K2 systems ».

En tenant compte des dimensions des panneaux, et des étriers, compléter les cotations manquantes (A, B et C). Pour des raisons esthétiques, l'espacement entre les panneaux sera le même horizontalement et verticalement.

Schéma du pan de toiture :



Cote	Longueur (mm)
A	$7 \times 1023 + 8 \times 20 = 7321 \text{ mm}$
B	$2 \times 1716 + 20 = 3452 \text{ mm}$
C	$3 \times 1023 + 4 \times 20 = 3149 \text{ mm}$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 4.3 :

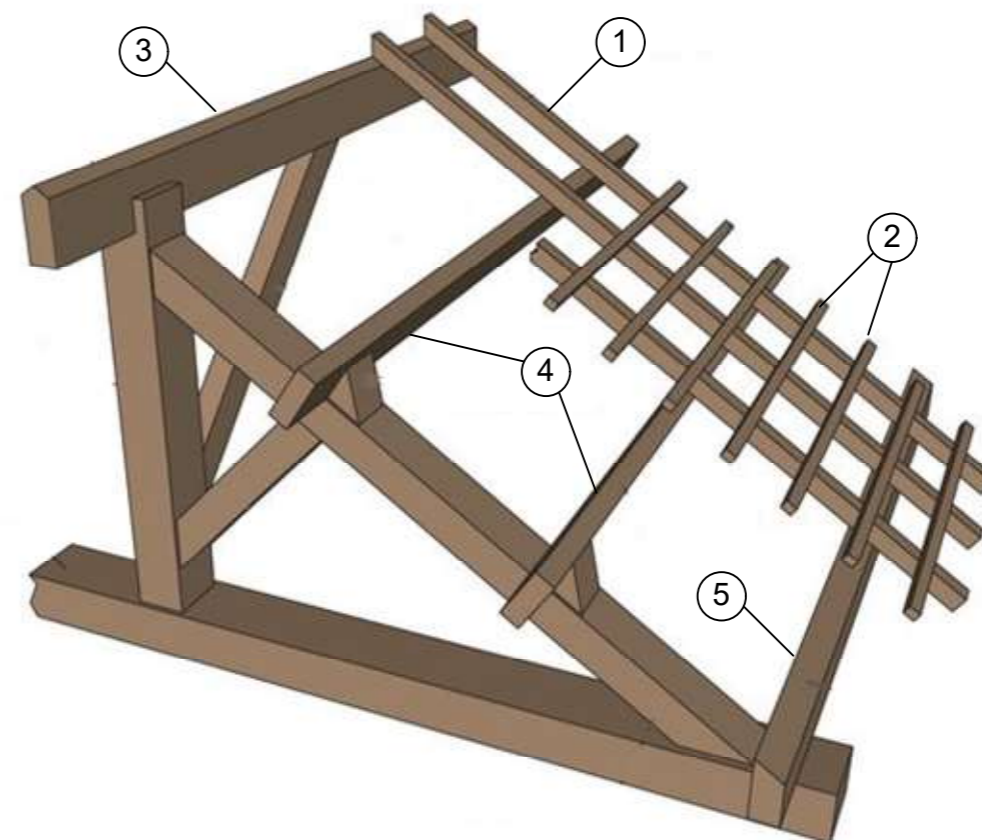
Etablir la liste du matériel nécessaire à la pose en surimposition.
Le fabricant préconise 4 crochets « CrossHook 4S » par rail pour la rangée 1 et 8 crochets par rail pour la rangée 2.

Rangée 1		
Dénomination	Référence	Nombre
Kit CrossHook 4S K2	2001821	8
Vis à bois HECO-TOPIX auto-foreuse	3002022	16
Rail de montage single rail K2	Longueur : 3.30	2
EndCap K2 CrossRail/ SingleRail 36	1004767	4
Etriers universels OneMid	2002515	4
Etriers universels OneEnd	2002514	4

Rangée 2		
Dénomination	Référence	Nombre
Kit CrossHook 4S K2	2001821	16
Vis à bois HECO-TOPIX autoforeuse	3002022	32
Rail de montage single rail K2	Longueur : 4.4 m	4 ou 2
	Longueur : 3.3 m	0 ou 2
EndCap K2 CrossRail/ SingleRail 36	1004767	4
Etriers universels OneMid	2002515	12
Etriers universels OneEnd	2002514	4
Kit connecteur K2 singleRail	3002034	2

Question 4.4 : Préparation à la réalisation en toiture.

Indiquer dans le tableau ci-dessous le repère de chaque élément de charpente de la vue suivante :



Chevron	1
Panne intermédiaire	4
Panne faitière	3
Liteau	2
Panne sablière	5

Sur quel élément de charpente seront fixés les crochets « CrossHook » ?

Sur le chevron numéro 1.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 4.5 :

Les onduleurs à installer seront de la gamme IQ7 de la marque « Enphase » (1 onduleur par panneau). Sélectionner le modèle d'onduleur permettant d'obtenir la meilleure production, justifier ce choix :

Modèle : IQ7+

Le choix ne peut pas se porter vers le IQX prévu pour des panneaux 96 cellules. Le IQ7 a une puissance de sortie de 250VA alors que le IQ7+ a une puissance de sortie de 290VA. Les panneaux peuvent produire jusqu'à 330W en condition STC. Donc le choix se porte vers le IQ7+.

Question 4.6 :

Une boîte de dérivation sera placée sous les tuiles, un câble devra donc descendre jusqu'à l'emplacement du coffret de protection AC.

Après mesure, le câble aura une longueur de **14 mètres**, son âme conductrice sera en cuivre.

Le choix se porte sur des onduleurs **IQ7+**.

4.6.1 : Quel sera le courant maximum débité par l'installation ?

**Courant de sortie maxi= 1.26A par onduleur
I_{max}= 12.6A**

4.6.2 : D'après le guide UTE C 15-172-1, quelle est la chute de tension maximale en pourcentage recommandée entre les onduleurs et le disjoncteur de branchement ?

Il est recommandé de limiter la chute de tension à 1%.

4.6.3 : Déterminer la section de câble minimale pour relier la sortie des micro-onduleurs (boîte de dérivation sous les tuiles) au tableau électrique.

S=2x(0.0225x14x12.6)/(0.01x230) = 3.45 mm²

4.6.4 : Choisir la section de câble normalisée qui convient :

Il faut un câble de 4mm²

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 4.7 :

Les batteries seront implantées sur le mur du garage à gauche de la porte d'accès à la buanderie. Déterminer l'implantation des 4 batteries.

4.7.1 : Déterminer l'encombrement des deux solutions : (faire apparaître le calcul)

	Hauteur (mm)	Largeur (mm)
1 rangée de 4 batteries	311 mm	4 x 487 - ((50-23) x 3) = 1867 mm
2 rangées de 2 batteries	311 + 300 + 311 = 922 mm	487 + 23 + 437 = 947 mm

4.7.2 : Quelle solution convient pour l'installation (justifier) ?

Il faut 2 rangées de batteries, la largeur disponible est de 1750mm

Question 4.8 :

Lister l'outillage nécessaire à la réalisation de l'installation photovoltaïque :

Tâches à accomplir	Outillage nécessaire
Découpe des tuiles	Meuleuse avec disque diamant ou matériaux
Fixation des crochets « CrossHook »	Visseuse
Découpe des rails	Scie à métaux ou meuleuse avec disques métaux
Montage des rails et des modules	Clés dynamométriques
Fixation des batteries sur le mur en parpaings	Perforateur et visseuse
Raccordements électriques	Pince coupante, pince à dénuder, dénude câble tournevis

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 4.9 :

Le chantier nécessite la pose d'un échafaudage fixe (sans roulette).

4.9.1 : Donner la qualification requise pour le monteur de l'échafaudage :

Un monteur qualifié R408.

4.9.2 : Pour créer un appui sous un pied de l'échafaudage, vous utilisez :

Une calle en bois.

4.9.3 : Échelles et voies d'accès :

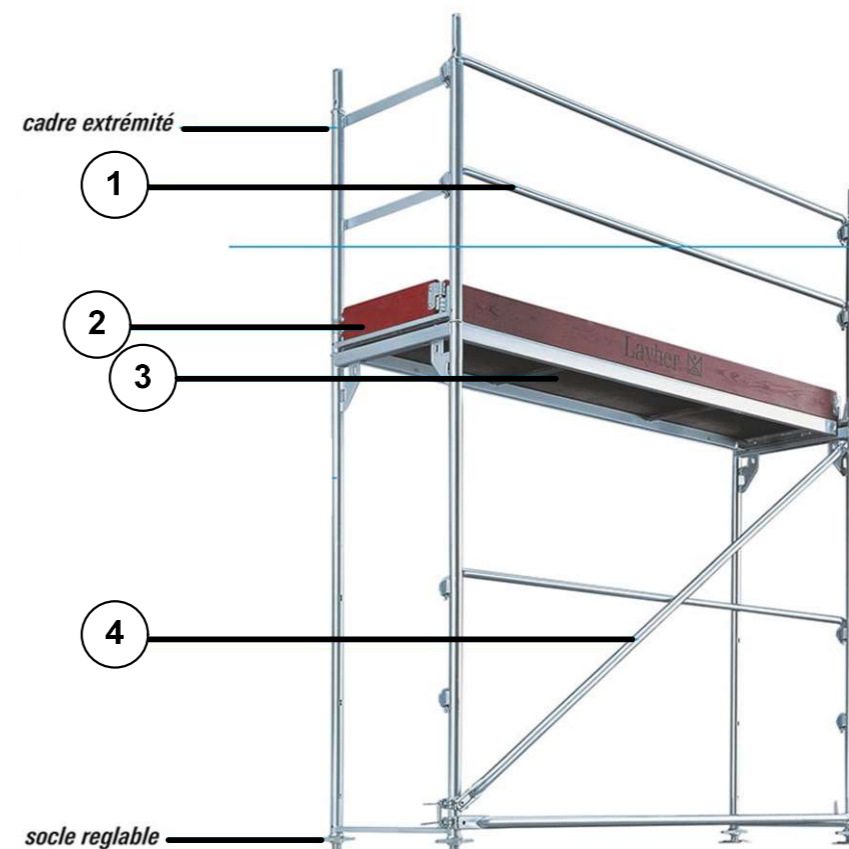
Quel montage d'échafaudage de pied est à privilégier ?



Choix et justification : Le montage 1, la porte de communication vers l'extérieur est libre.

4.9.4 : Nommer les éléments de l'échafaudage de la représentation ci-contre:

Élément	Dénomination
1	Garde-corps ou sous lisse intermédiaire
2	Plinthe
3	Plancher
4	Diagonale ou jambe de force



Question 4.10 :

4.10.1 : Donner le nom de la procédure à réaliser pour travailler hors-tension en sécurité.

Consignation électrique

4.10.2 : Donner le nom de l'appareil qui devra être ouvert et condamné.

Le disjoncteur de branchement

4.10.3 : Donner les équipements nécessaires à cette tâche.

Gants isolants

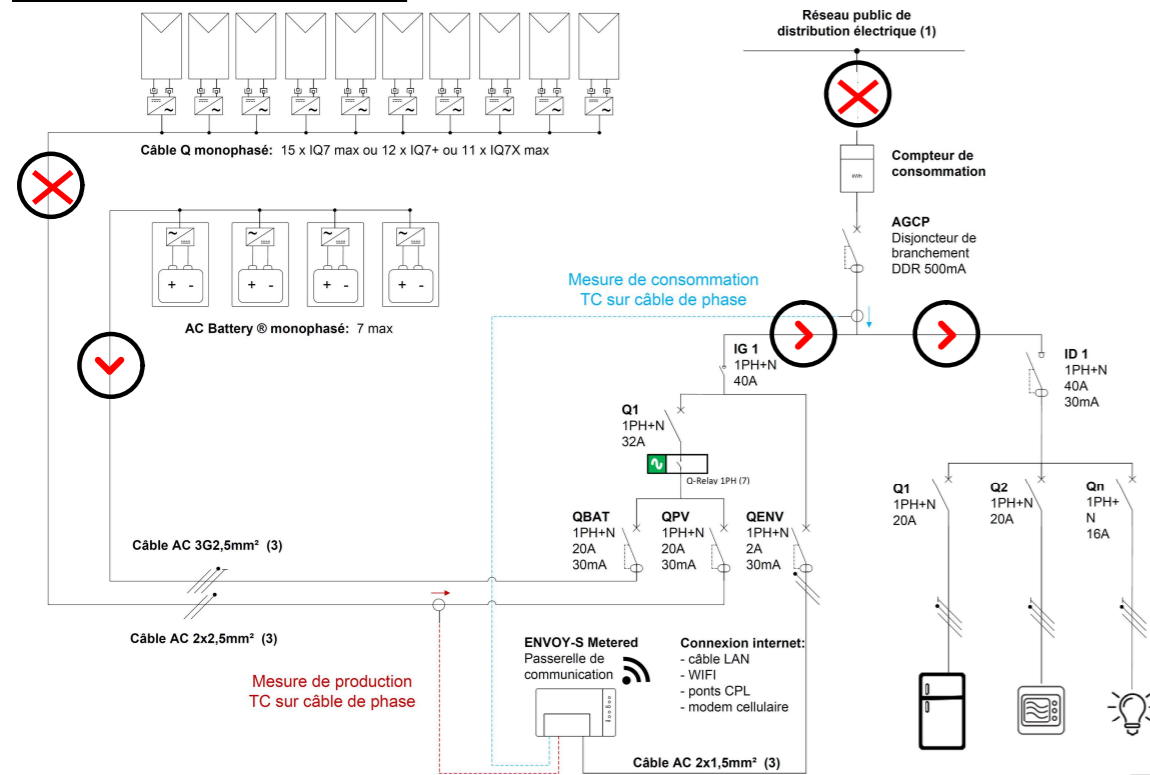
Visière de protection

VAT

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Fonctionnement à 22h00 :

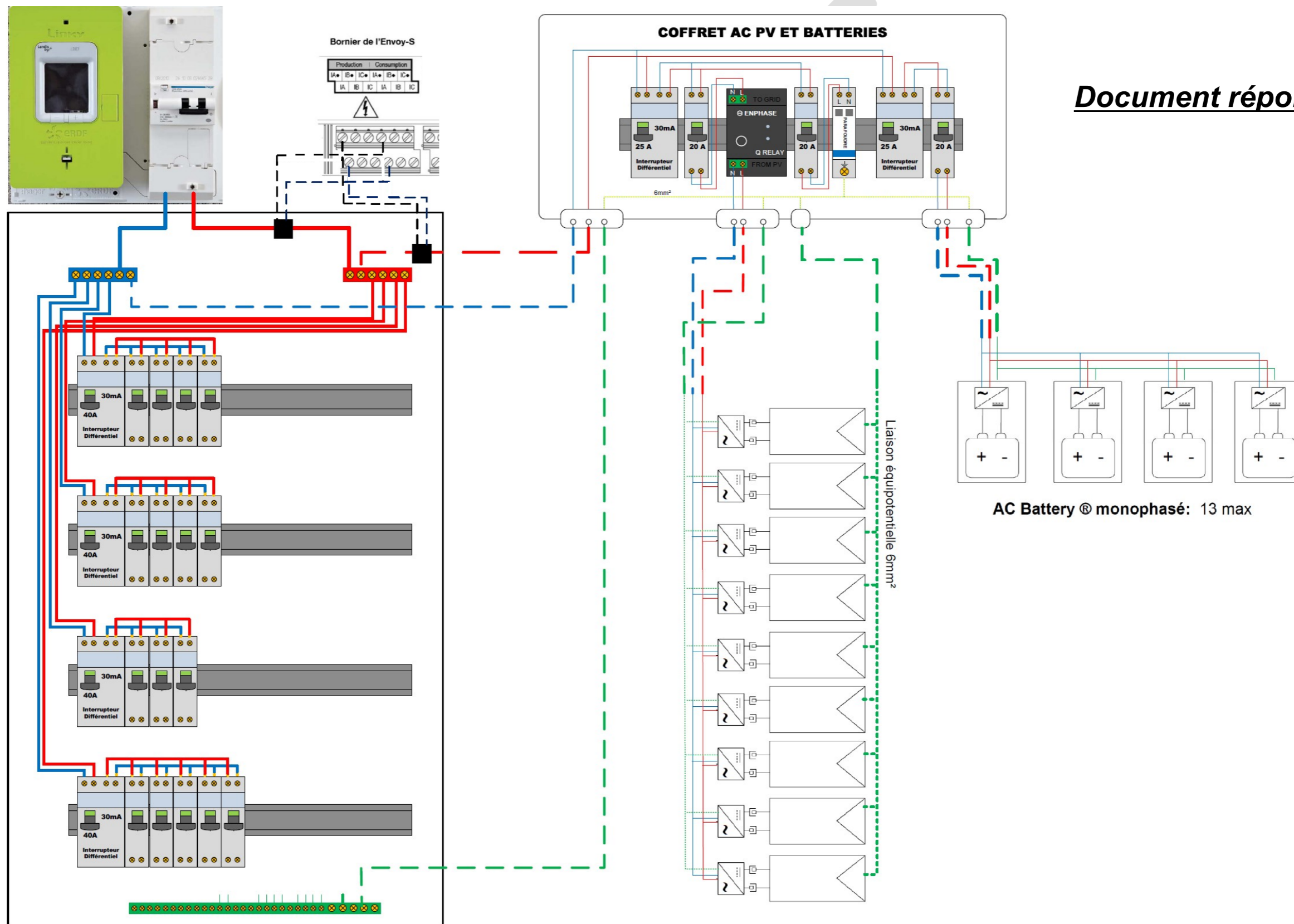


4.11.3 : Indiquer par des croix si les batteries sont utilisées en générateur ou en récepteur. Préciser si l'électricité est revendue, auto-consommée ou si elle est achetée au fournisseur d'électricité.

Heure de la journée	Fonctionnement des batteries		Electricité		
	Récepteur	Générateur	Achat	Auto-consommation	Revente du surplus
6h			X	X	
12h	X			X	
16h				X	X
22h		X		X	

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



Document réponse N°1