

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 COMPLEMENTAIRE TECHNICIEN EN ENERGIES RENOUVELABLES

EPREUVE E1 : PREPARATION D'UNE INTERVENTION

SESSION 2021

CONSTRUCTION DE VESTIAIRES AVEC CLUB-HOUSE



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

	DUREE CONSEILLEE
PARTIE 1 : « CHAUDIERE BOIS ET PRODUCTION Eau Chaude Sanitaire »	1h20
PARTIE 2 : « VENTILATION ET RECUPERATION DE CHALEUR »	0h40
PARTIE 3 : « PHOTOVOLTAIQUE »	2h00
TOTAL :	4 HEURES

MENTION COMPLEMENTAIRE TECHNICIEN EN ENERGIES RENOUVELABLES	C2106-MC4 TER E1	Session :2021	CORRIGE
EPREUVE E1	Durée : 4 H	Coefficient : 4	Page 1 / 12

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Vous êtes technicien spécialisé en énergies renouvelables, vous intervenez pour le compte de l'entreprise "STEINER-WEY" dans la réalisation d'un ensemble vestiaires et d'un Club - House destiné au club de football de la commune de Mouterhouse situé dans le département de la Moselle (57). Votre responsable vous a adjoint un exécutant électricien et un exécutant thermicien. Vous devez débiter prochainement les travaux, pour cela, vous devez planifier et organiser les tâches à effectuer afin de mettre en œuvre les lots "chauffage", "ventilation" et "photovoltaïque".

PARTIE 1 : CHAUDIERE BOIS ET PRODUCTION Eau Chaude Sanitaire

Avant d'intervenir sur le chantier pour l'exécution des travaux de chauffage et de sanitaire, vous devez vérifier plusieurs points techniques spécifiques.

Question 1.1 : Analyse du schéma de principe de l'installation.

Désigner et indiquer la fonction des éléments repérés sur le schéma de principe de l'installation.

Repère	Désignation	Fonction
1	Chaudière	Générateur de chaleur centralisé, destiné à transmettre l'énergie produite à un fluide caloporteur.
2	Vase d'expansion	Le vase d'expansion a pour fonction d'absorber la dilatation de l'eau, et ainsi maintenir une pression constante dans l'installation.
3	Ballon tampon	Le but du ballon tampon est de stocker l'énergie produite par la chaudière bois, de la répartir sur les différents circuits. Il évite aussi les courts cycles, et les problèmes de bistre du conduit de fumée et de corrosion du corps de chauffe.
4	Circulateur	Assurer un débit constant dans les émetteurs et compenser les pertes de charge.
5	Préparateur ECS	Produit l'eau chaude sanitaire nécessaire aux utilisateurs des locaux.
6	Aérotherme	Emetteur utilisé pour chauffer un espace précis.
7	Thermostat de sécurité	Permet de limiter la température départ de l'eau du plancher chauffant, la température est maintenue à la valeur de la consigne de 50°C à l'aide de ce thermostat à réarmement manuel.
8	Sonde de T°extérieure	Elle donne à la régulation centralisée la valeur de la température extérieure.
9	Vanne 3 voies de protection	Protège la chaudière contre la corrosion de son corps de chauffe. Elle permet à la température retour de rester supérieure au point de rosée.

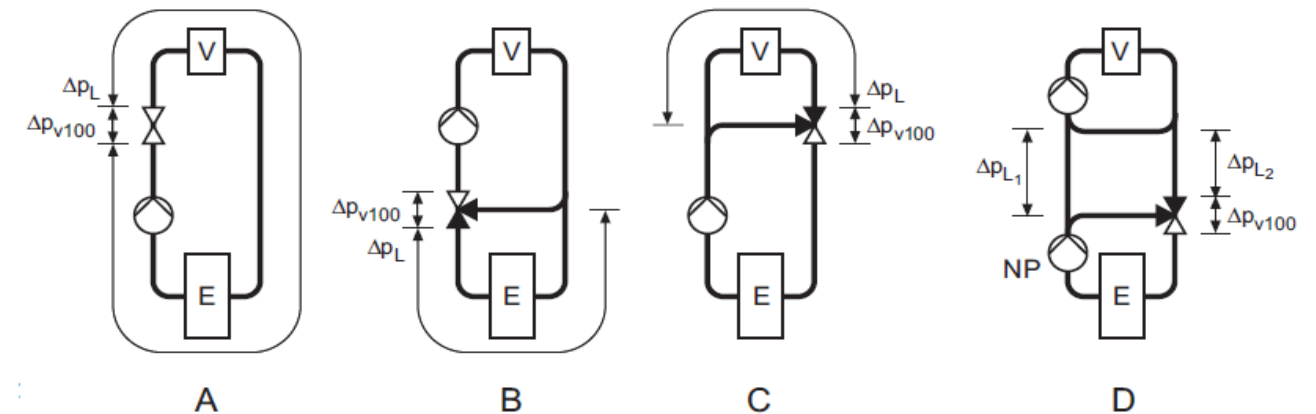
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 1.2 : Analyse du rôle des vannes trois voies de régulation du plancher chauffant.

Indiquer le type de montage de la vanne trois voies du circuit plancher chauffant, à l'aide des différents schémas de montage constructeur ci-dessous.

Le montage est un montage en mélange.

Schémas de montage



A	Circuit à débit variable
B	Circuit de mélange
C	Circuit de répartition
D	Circuit à injection
Δp_{V100}	Perte de pression dans la vanne entièrement ouverte pour le débit nominal
Δp_L	$p_{L1} + p_{L2}$ = perte de pression du circuit à débit variable pour le débit nominal
E	Générateur
V	Consommateur

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 1.3 : Adaptation des matériels proposés (chaudière, ballon tampon, préparateur Eau Chaude Sanitaire).

L'étude thermique initiale a permis de déterminer une puissance thermique de 69 kW avec une V.M.C. simple flux.

La solution technique retenue au final sera une V.M.C. double flux. Cette solution a permis un gain d'efficacité énergétique de 11kW.

- a) Afin de valider la commande définitive de la chaudière à granulés adaptée à la nouvelle solution technique choisie par votre entreprise, déterminer la nouvelle puissance thermique nominale du générateur et choisir la référence.

	Puissance thermique nominale du générateur	Référence de la chaudière automatique aux granulés de bois
Chaudière dimensionnée par le B.E. (voir CCTP)	69 kW	
Chaudière choisie par votre entreprise	58 kW	Classic L 60

- b) Vérifier la capacité du ballon tampon (accumulateur d'énergie) et sélectionner sa référence:

	Volume tampon conseillé	Référence du ballon tampon à commander
Ballon dimensionné par le B.E. (voir CCTP)	1000 L	
Ballon choisi par votre entreprise	1000 L	TC 1000

- c) Choisir le ballon de production ECS.

Marque et référence du préparateur à réservoir immergé.	Marque ACV ; type HR s 800
---	----------------------------

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 1.4 : Ventilation de la chaufferie.

Information complémentaire au CCTP : Les vestiaires avec club house sont classés comme établissement recevant du public (ERP) de classe V, avec une puissance de générateur inférieure ou égale à 70 kW.

- a) Préciser les conditions réglementaires du local chaudière (mettre une croix devant la bonne réponse dans le tableau ci-dessous).

<input checked="" type="checkbox"/>	Ventilations naturelles haute et basse directes ou indirectes.
<input type="checkbox"/>	Ventilation simple flux hygroréglable B.
<input type="checkbox"/>	Ventilation double flux.

- b) Relever les sections des grilles de ventilations hautes et basses de cette chaufferie préconisées initialement par le bureau d'étude.

	Section en cm ²
Grille de Ventilation basse	400 cm ²
Grille de Ventilation Haute	400 cm ²

- c) Indiquer quelles sont les sections d'aération exigées par le fabricant afin d'assurer la garantie de la chaudière.

	Section des aérations en cm ²
Ventilation basse	150 dm ²
Ventilation haute	100 cm ²

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 1.5 : Exigences particulières du local chaudière

Lorsque la puissance utile totale est supérieure à 30 kW, le local doit satisfaire à des conditions spécifiques (Arrêté du 22 novembre 2004).

Indiquer le niveau de sécurité coupe-feu de la porte du local chaudière.

Porte coupe-feu de degré ½ heure si elle ouvre sur un local ou une circulation accessible au public (notre cas de figure sur nos vestiaires club-house).

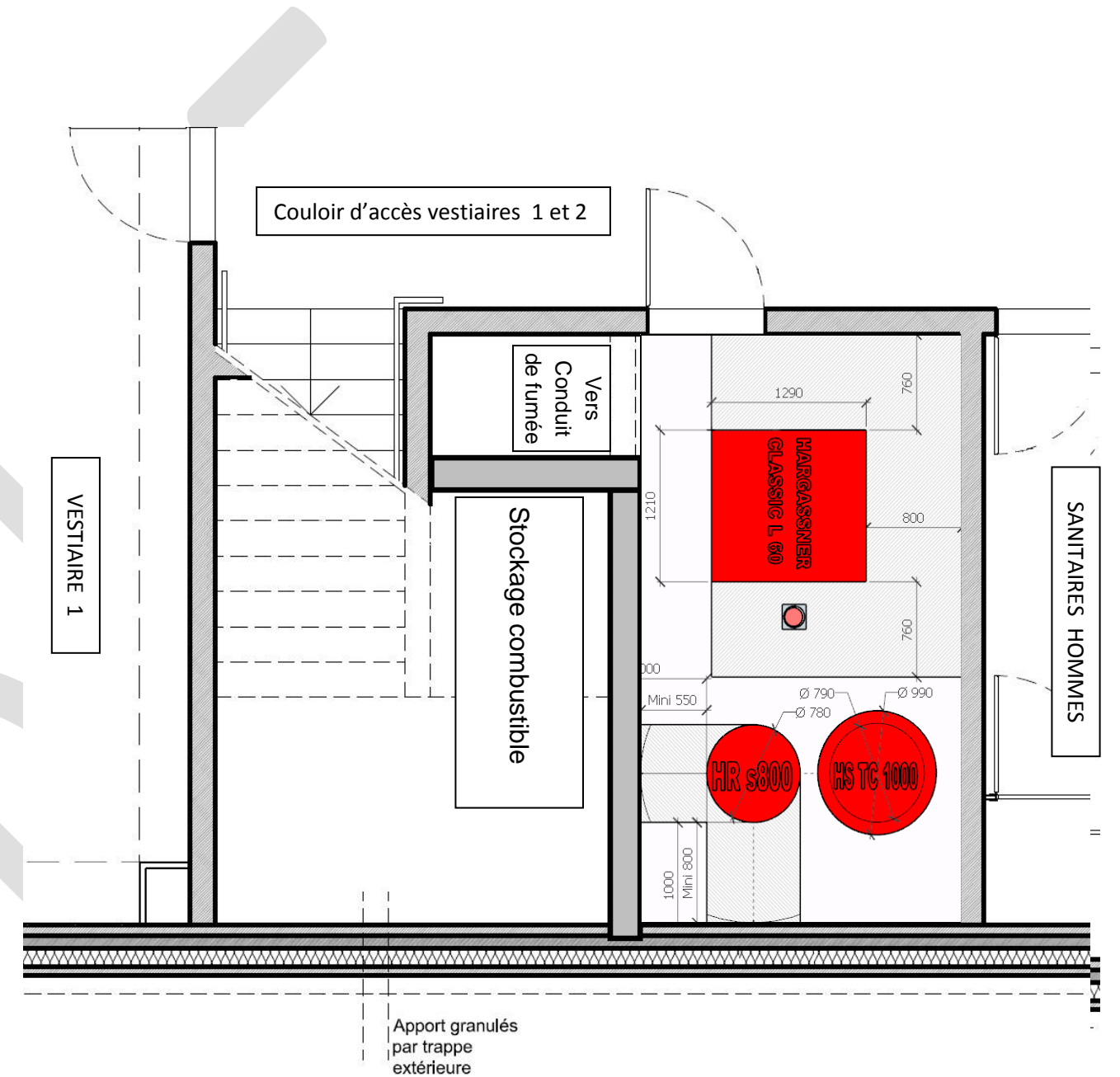
Question 1.6 : Implantation de la chaufferie

Réaliser l'implantation cotée à l'échelle sur le schéma ci-joint de la chaufferie en faisant apparaître :

- la chaudière,
- le ballon tampon,
- le ballon de préparation ECS, la chaudière étant assemblée sur place.

Votre proposition de solution permettra de réduire au maximum la longueur du conduit d'évacuation des fumées.

La qualité du tracé sera prise en compte dans l'évaluation de la question.



Échelle 1/50^{ème}

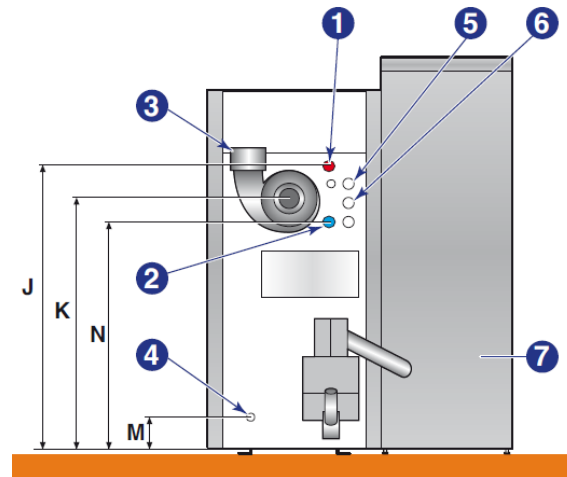
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 1.7: Raccordement de la chaudière.

Identifier sur la photo ci-dessous les tubes départ et retour chauffage (conduits A et B sur la photo).

- 1/ Départ chauffage
- 2/ Retour chauffage
- 3/ Buse de fumée
- 4/ Vidange, remplissage
- 5/ Entrée échangeur
- 6/ Sortie échangeur
- 7/Trémie cyclonique



Conduite A

Conduite B

Conduite A = **Départ chauffage**
Conduite B = **Retour chauffage**



Question 1.8 : Dispositifs coupe-feu du silo de stockage à combustible solide.

Inventorier les dispositifs coupe-feu nécessaires à mettre en œuvre au niveau du silo et de l'alimentation en granulés de bois.

Le silo est en maçonnerie intégralement coupe-feu 2h vis-à-vis des autres locaux.

Le silo est équipé d'une trappe de visite 80x80 coupe-feu 1h.

La vis sans fin est équipée d'un clapet coupe-feu entre le silo et la chaufferie.

L'installation de deux manchettes coupe-feu de séparation « F90 ».

Question 1.9 : Étanchéité à l'air.

Le bureau d'étude, nous confirme que le test d'étanchéité à l'air n'est pas obligatoire pour les établissements recevant du public de classe V, mais il sera néanmoins réalisé afin de bénéficier d'une subvention régionale.

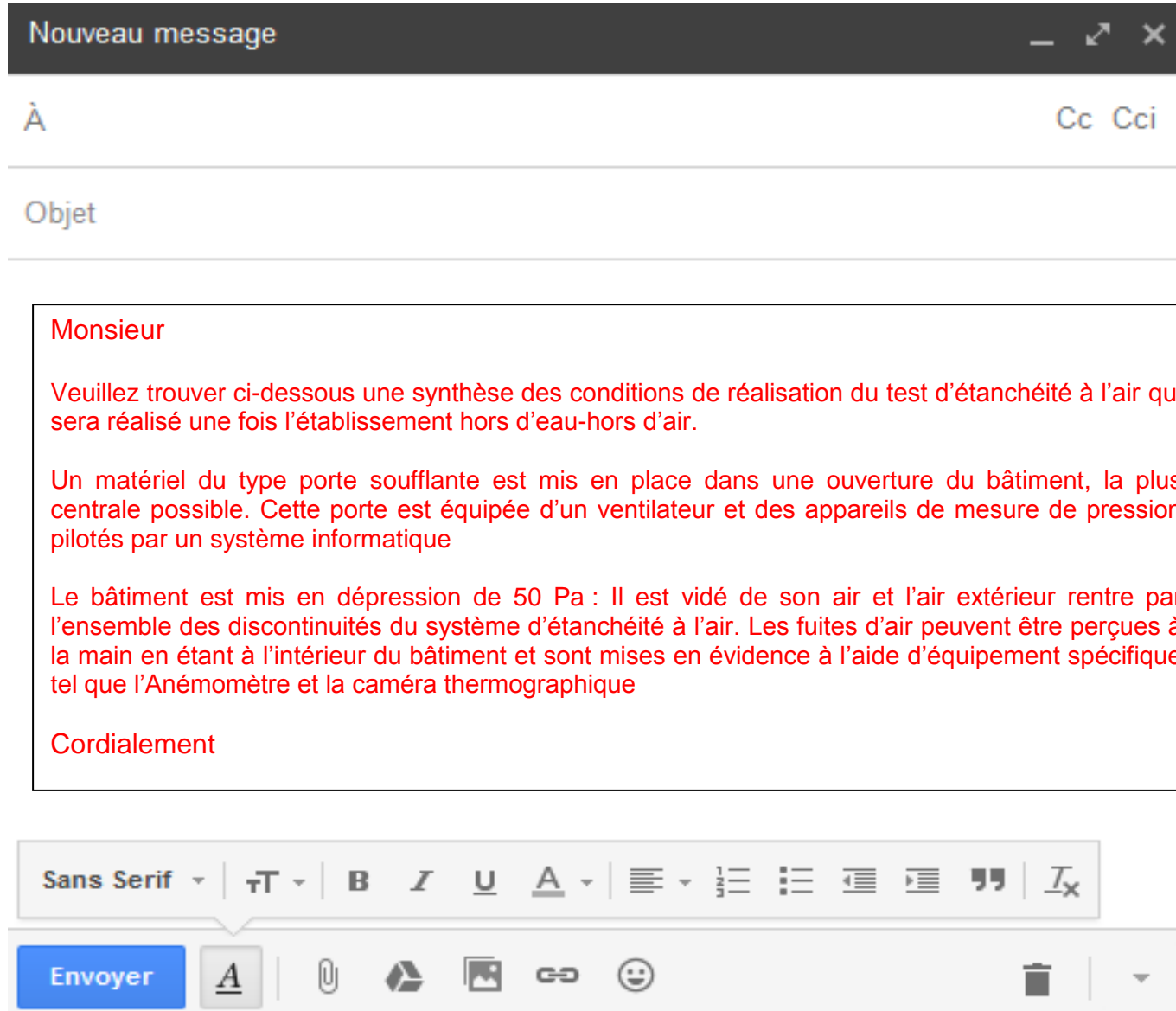
a) Préciser les 2 tests associés au contrôle d'étanchéité à l'air.

- Test en dépression
- Test en surpression.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

b) Proposer un mail synthétique d'informations au client faisant apparaître les conditions de réalisation du test d'étanchéité à l'air (A quel moment ? dans quelles conditions de déroulement ?)



c) Il est recommandé pour un bâtiment tertiaire performant de définir un niveau d'exigence pour l'étanchéité au moins équivalent au logement collectif pour cette catégorie de bâtiment. Donner la valeur maximum des infiltrations d'air exigées par le label « BBC EFFINERGIE »

$Q_4 = 1 \text{ m}^3 / \text{h.m}^2$

PARTIE 2 : « VENTILATION ET RECUPERATION DE CHALEUR »

Problématique à résoudre

Lors de la réception du matériel, votre chargé de travaux vous demande de vérifier la conformité des éléments livrés par les fournisseurs.

Question 2.1 : Analyse des systèmes de ventilation.

Comparer les deux systèmes de ventilation en cochant par une croix le plus avantageux.

VMC	Coût investissement	Consommation	Efficacité énergétique
Simple flux Hygro B	X	X	
Double flux avec échangeur thermique 85%			X

Question 2.2 : Vérification de la conformité de la CTA.

La centrale double flux RIS 1200 PE 9,0 EKO a été sélectionnée pour le rez-de-chaussée du bâtiment. Vérifier sa conformité en complétant le tableau ci-dessous.

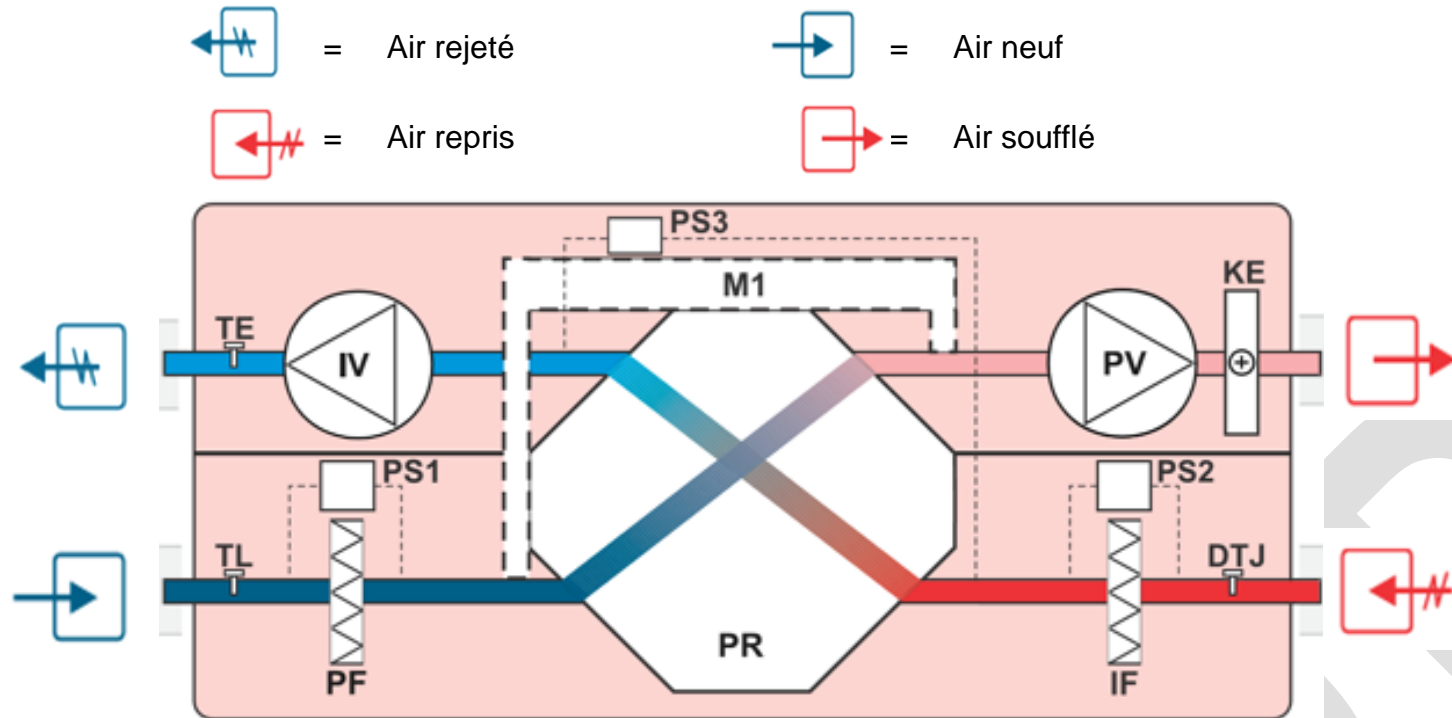
CRITERES	EXIGENCES DU CCTP	CARATERISTIQUES DE LA CTA	CONFORMITE (OUI/NON)
Débit de la centrale (m ³ /h)	980	0 à 1200	Oui
Efficacité de l'échangeur minimum	85%	90	Oui
Type de filtre sur l'air neuf	F7	F7	Oui
Type de filtre sur l'air repris	M5	M5	Oui
Tension d'alimentation	400 V	400 V	Oui
Puissance de la batterie (kW)	9	9	Oui

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 2.3 : Analyse du schéma de principe de la ventilation.

a) Repérer sur le schéma ci-dessous les entrées et les sorties de la CTA et le sens du flux à l'aide des symboles ci-dessous.



b) Indiquer la signification des repères à partir du schéma ci-dessus.

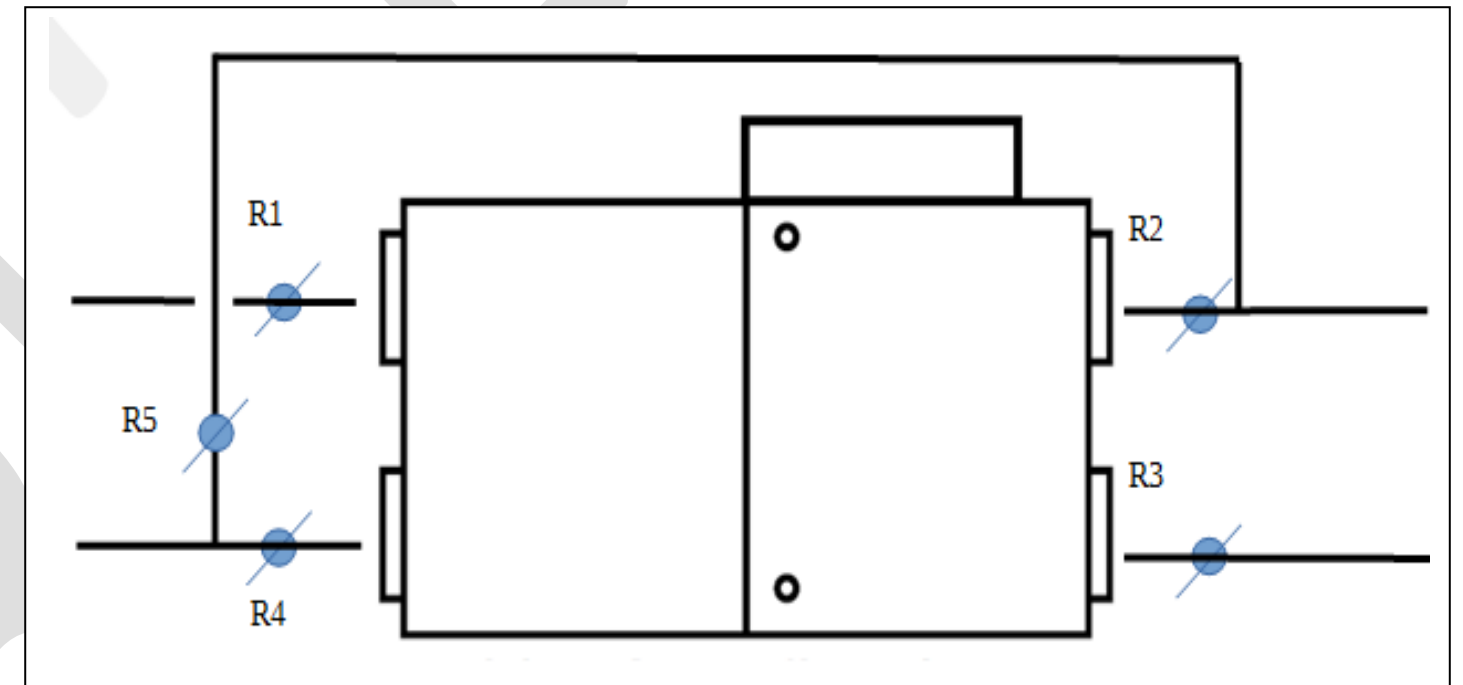
PV	Ventilateur air soufflé
KE	Batterie électrique
IF	Filtre air repris
PS2	Pressostat air repris
PR	Echangeur

c) Donner la fonction du composant M1 du schéma de principe de la CTA RIS P EKO.

C'est un by-pass qui sert dans le cas où la température est atteinte au soufflage.

Question 2.4 : Réglage du by-pass de la CTA.

Donner la position des registres lors du fonctionnement de la CTA en mode Free-Cooling à partir du schéma d'implantation des registres ci-dessous.



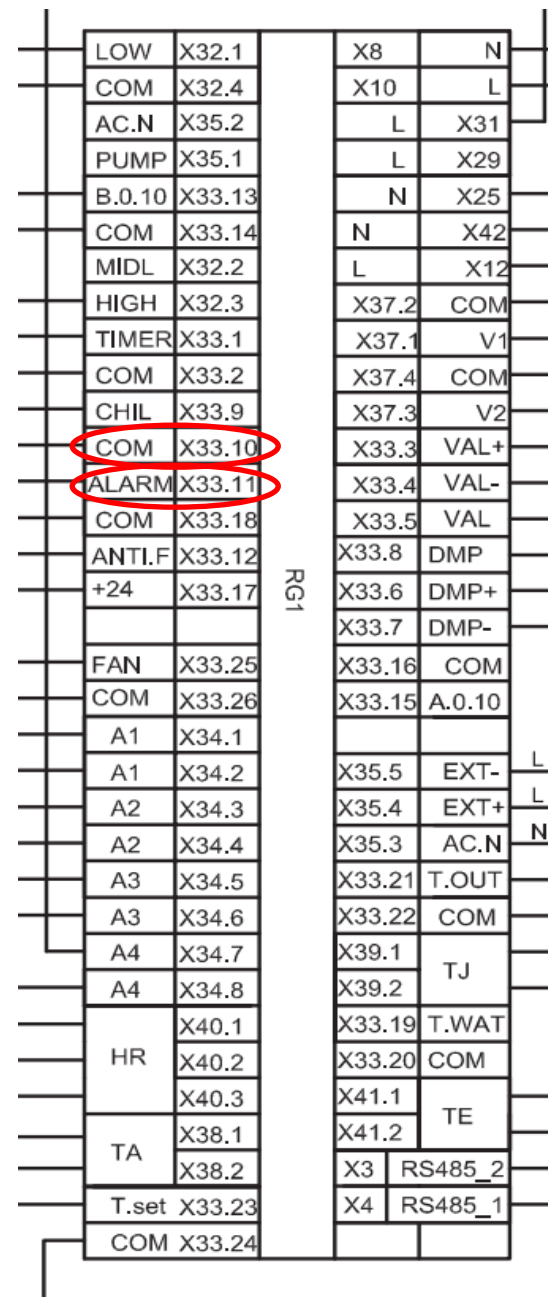
Désignation de registres	Position des registres en mode Mode Free Cooling
R1	Ouvert
R2	Fermé
R3	Ouvert
R4	Fermé
R5	Ouvert

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 2.5 : Câblage du report d'alarme de la C.T.A.

a) Entourer les bornes à raccorder pour assurer le report d'alarme.



b) Indiquer la tension d'alimentation du voyant de report d'alarme que vous allez installer sur le tableau électrique.

24 volts

Question 2.6 : Analyse des risques avant votre intervention pour le montage de la C.T.A.

Indiquer les risques liés aux travaux à réaliser et proposer les moyens pour s'en prémunir.

Préventions des risques professionnels (Le décret du 8 janvier 1965 est connu et appliqué)

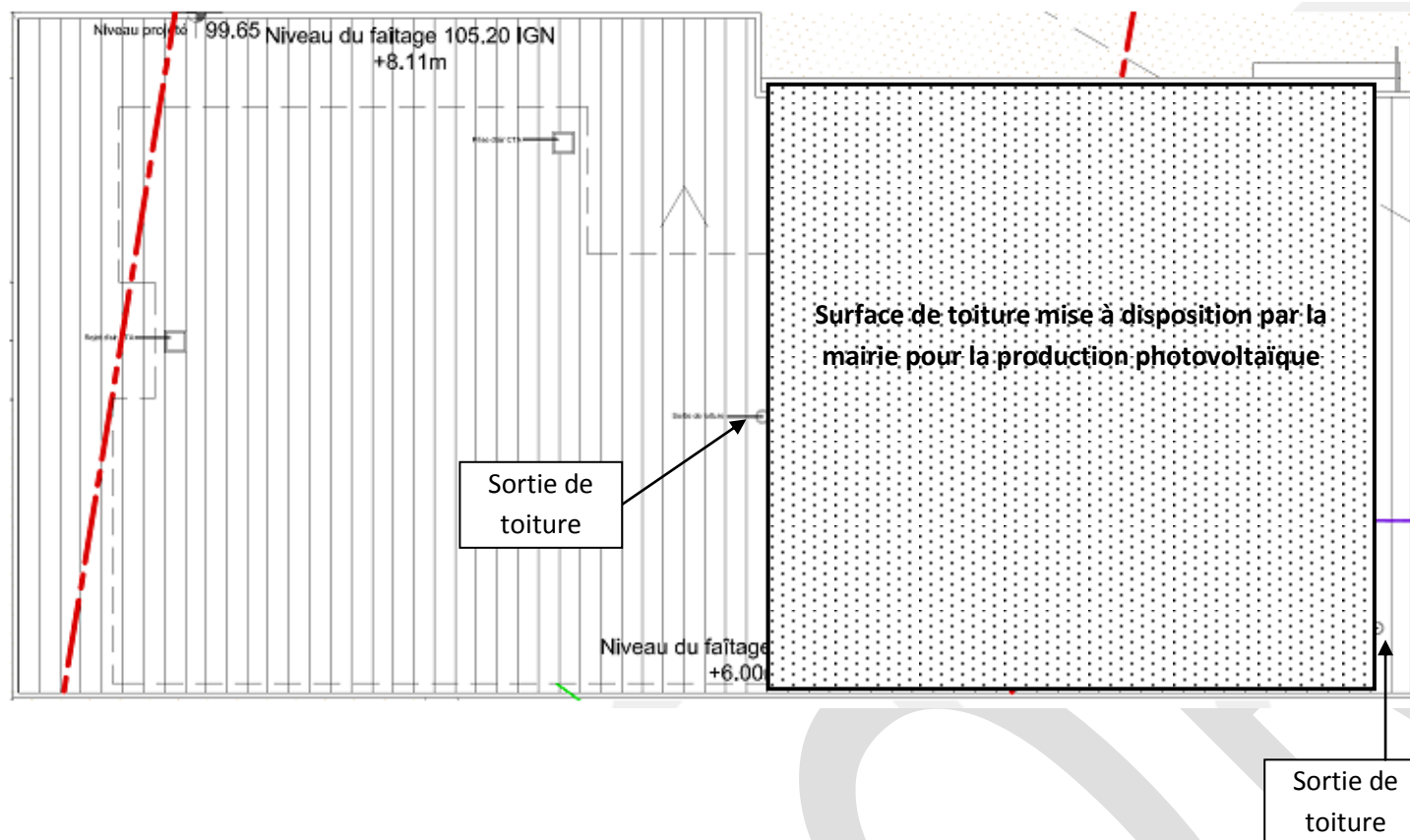
Faire description des travaux à réaliser sur le chantier. (Reprendre descriptif)	Risques propres aux intervenants de l'entreprise sur ce chantier et selon travaux	Moyens de prévention des risques afférents à ce chantier
Manutention de la CTA jusqu'au lieu de montage.	Ecrasement, sectionnement, coupures, troubles musculo squelettiques (TMS)	E.P.I, chariot mécanique,
Montage de la CTA au plafond.	Ecrasement, sectionnement, coupures, chute, TMS.	Moyen de levage mécanique, échafaudage mobile, EPI.
Montage des gaines et des bouches de ventilation.	Coupures, chute.	Echafaudage mobile, EPI, lève gaines.
Travaux de câblage électrique.	Électrocution, électrisation, brûlures, chute.	EPI, délimitation des zones de travail (EPC), échafaudage mobile.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PARTIE 3: « PHOTOVOLTAÏQUE »

La mairie, maître d'ouvrage souhaite exploiter **une partie** de la toiture (située entre les deux sorties de toiture) pour produire et revendre en totalité l'énergie électrique au moyen d'une installation photovoltaïque. Deux simulations par logiciel ont été réalisées par le technico-commercial d'un fabricant de matériel.



Nous allons dans un premier temps, réaliser un comparatif entre les deux études proposées par le technico-commercial pour n'en retenir qu'une par la suite. Les études n°1 et n°2 sont réalisées avec des modules de puissance différente.

Question 3.1 :

Rechercher les valeurs caractéristiques des deux études et compléter le tableau ci-dessous.

	Étude n°1	Étude n°2
Puissance crête d'un module	270 Wc	300 Wc
Nombre total de modules	75	75
Puissance crête totale de l'installation	20,25 kWc	22,5 kWc
Puissance onduleur proposée (limitation de la puissance active AC)	20 kW	20 kW
Production énergétique annuelle kWh	21 038 kWh	23 188 kWh

Question 3.2 :

Calculer la différence d'énergie (kWh) produite entre les deux études sur une année.

$$E = 23\,188 - 21\,038 = 2150 \text{ kWh/an}$$

Question 3.3 :

Calculer l'écart financier annuel de gain en euro entre les deux études.
Le prix du kWh est fixé à 0,22€ / kW.h.

$$\text{Gain annuel} = 2150 \times 0,22 = 473\text{€}$$

Si le gain est inférieur à 500€ par an, il est préférable de prendre les modules de puissance inférieure moins onéreux.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 3.4 :

Choisir au vu des résultats précédents, l'étude la plus avantageuse financièrement. Justifier votre choix.

Choix : Etude n°1 Etude n°2

Justifier :

La différence entre les 2 études est de 473€ donc inférieur à 500€.
Choix étude n°1 avec des modules 270Wc

La mairie choisie l'étude n°1

Question 3.5 :

Choisir l'orientation la plus proche de la toiture du bâtiment parmi les propositions ci-dessous.

Sud Nord Ouest Est Sud-Est Sud-Ouest Nord-Est Nord-Ouest

Question 3.6 :

Calculer la surface d'un module et celle de la toiture mise à disposition pour les accueillir. On néglige l'influence de la pente de la toiture.

Surface totale d'un module photovoltaïque S_{pv}

Largeur : 0,993 m
Longueur : 1,685 m
Surface : $S_{\text{toit}} = L \times l = 1,673 \text{ m}^2$

Surface de toiture S_{toit}

Largeur : 11,61 m
Longueur : 11,5 m
Surface : $S_{\text{toit}} = L \times l = 133,5 \text{ m}^2$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 3.7 : Calpinage - Mode de pose.

Il s'agit de déterminer le type de pose en paysage ou en portrait au regard des dimensions des modules et du toit. L'idée est de privilégier le type de pose qui permettra de produire une puissance maximale.

a) Déterminer le nombre de modules pour le type de pose " paysage " .

Pose en paysage	
Calcul du nombre de modules posés horizontalement N_h	Calcul du nombre de modules posés verticalement N_v
$N_h = L/l_{pv} = 11,50 / 1,685 = 6,8$	$N_v = l/L_{pv} = 11,61 / 0,993 = 11,6$
Nombre de modules posés horizontalement N_h retenu	Nombre de modules posés verticalement N_v retenu
$N_h = 6$	$N_v = 11$
Nombre total de modules en pose paysage : 66	

b) Déterminer le nombre de modules pour le type de pose " portrait "

Pose en portrait	
Calcul du nombre de modules posés horizontalement N_h	Calcul du nombre de modules posés verticalement N_v
$N_h = L/l_{pv} = 11,50 / 0,993 = 11,6$	$N_v = l/L_{pv} = 11,61 / 1,685 = 6,9$
Nombre de modules posés horizontalement N_h retenu	Nombre de modules posés verticalement N_v retenu
$N_h = 11$	$N_v = 6$
Nombre total de modules en pose portrait : 66	

c) **Conclusion :** L'étude réalisée par le technico-commercial préconise 75 modules.

Peut-on installer l'ensemble de ces modules dans l'un des deux formats de pose ? Justifier votre réponse.

Non, la pose n'est ni possible en paysage ni portrait car nous avons 9 modules en trop.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Une rectification de l'étude réalisée par le technico-commercial propose une installation de 3 strings de 22 modules chacun, posés en portrait (6 rangées de 11 modules) raccordés sur l'entrée A de l'onduleur. Vous utiliserez ces données pour la suite.

Type	1. Générateur photovoltaïque 1	
	66 / 66	
 1 x STP 20000TL-30 Section de l'installation 1	<i>i</i>	A: 3 x 22

Question 3.8 :

Calculer la nouvelle puissance crête totale P_t avec les modules (ou panneaux) de 270 Wc.

$$P_t = P_{\text{crête}} \times N = 270 \times 66 = 17820 \text{ Wc}$$

Question 3.9 : Compatibilité onduleur – champ PV.

a) Calculer les tensions minimale et maximale pour une chaîne (string) au niveau de l'entrée A.

$$\text{Tension minimale à } +79 \text{ °C : } U_{\text{min}} = M \times [V_{\text{MPP}} + (\beta \times (79 - 25))]$$

$$\text{Tension maximale à } -10 \text{ °C : } U_{\text{max}} = M \times [V_{\text{OC}} + (\beta \times (-10 - 25))]$$

M = nombre de modules d'un string

V_{OC} = tension de circuit ouvert d'un module dans STC (25°C)

β = coefficient de température

V_{MPP} = tension au Point de Puissance Maximale

$$U_{\text{min}} = M \times (V_{\text{MPP}} + \beta \times 54) = 22 \times (31 + (-0,1295) \times 54) = 528 \text{ V}$$

$$U_{\text{max}} = M \times (V_{\text{OC}} + \beta \times 35) = 22 \times (38,1 + (-0,1295) \times (-35)) = 938 \text{ V}$$

b) Calculer la valeur de l'intensité du courant à la sortie des modules des trois strings PV reliés à l'entrée A de l'onduleur.

$$I = 8,7 \times 3 = 26,1 \text{ A}$$

Question 3.10 :

Indiquer les valeurs des tensions d'entrée minimale et maximale ainsi que l'intensité maximale d'entrée de l'onduleur côté DC.

STP 20000TL - 30		
Tension d'entrée	$U_{\text{mini}} = 150 \text{ V}$	$U_{\text{max}} = 1000 \text{ V}$
Courant d'entrée max	$I_{\text{max}} = 33 \text{ A}$	

Question 3.11 :

Justifier la compatibilité entre l'ensemble des modules et l'onduleur proposé dans l'étude.

L'onduleur est compatible car les tensions d'entrée minimale et maximale sont conformes à celles fournies par la chaîne photovoltaïque ainsi que le courant d'entrée

$$U_{g \text{ max}} = 938 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

$$U_{g \text{ min}} = 528 \text{ V} > 150 \text{ V}$$

$$I_g = 26,1 \text{ A} < 33 \text{ A}$$

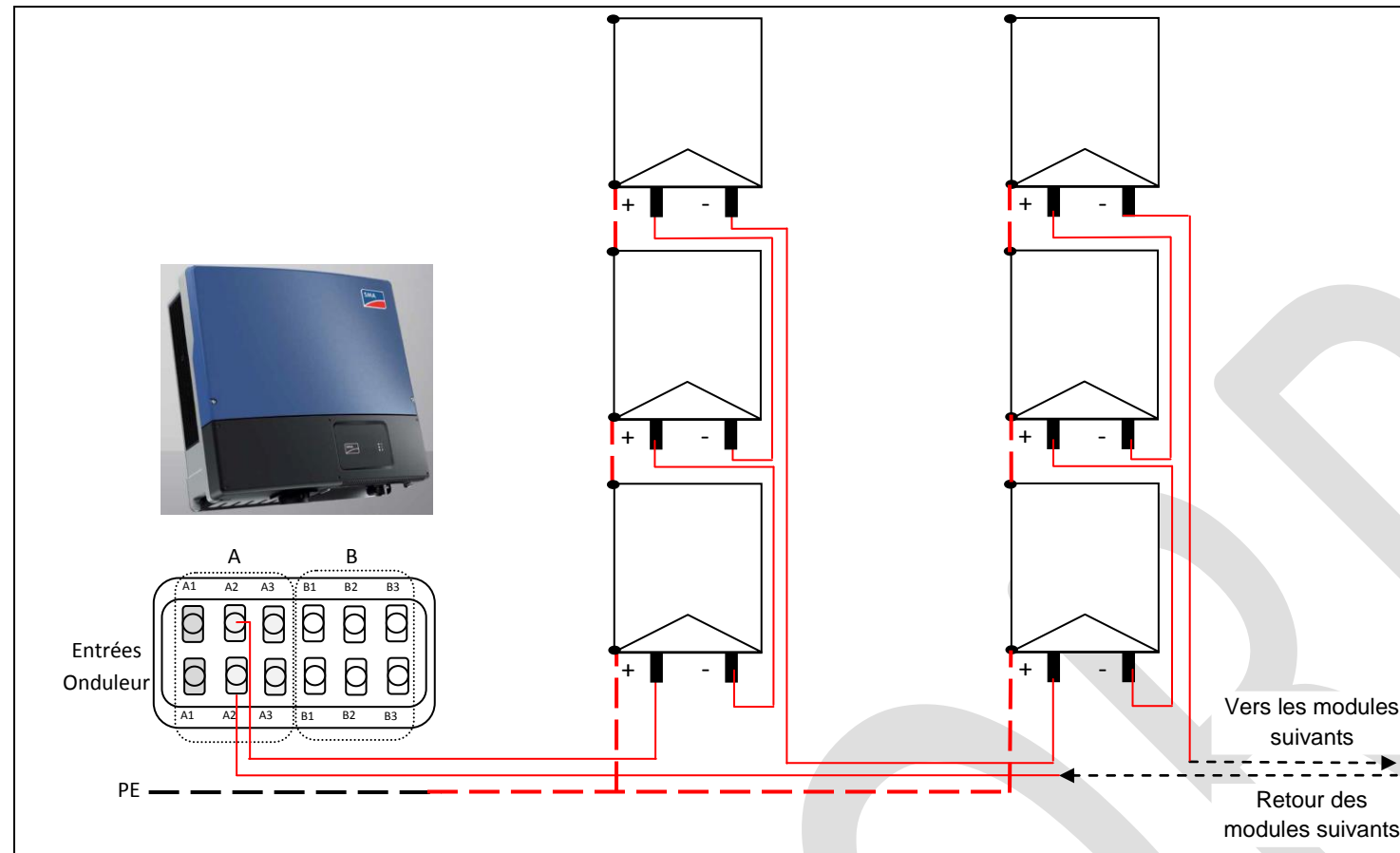
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Question 3.12 : Implantation champ PV.

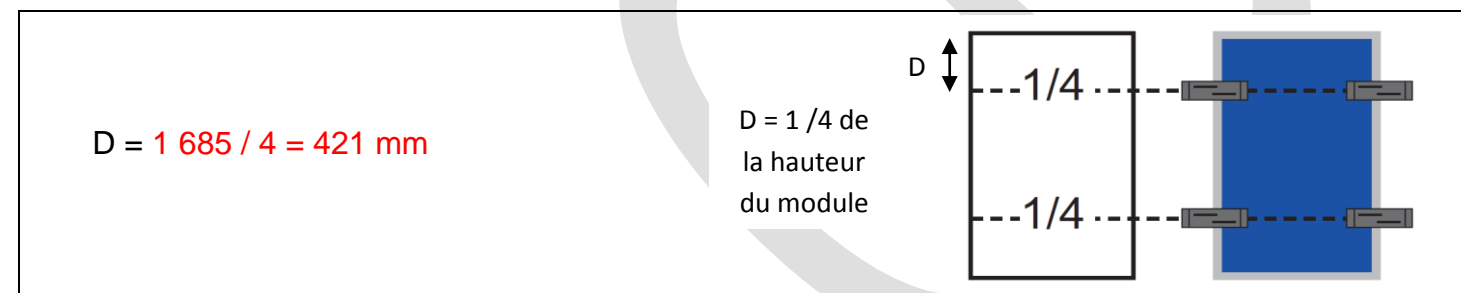
Pour des raisons de lisibilité du schéma, nous limiterons le raccordement aux six premiers modules de la chaîne PV sur l'entrée A2 de l'onduleur.

Réaliser le schéma de raccordement des 6 premiers modules.
La liaison équipotentielle (PE) sera représentée en pointillés.



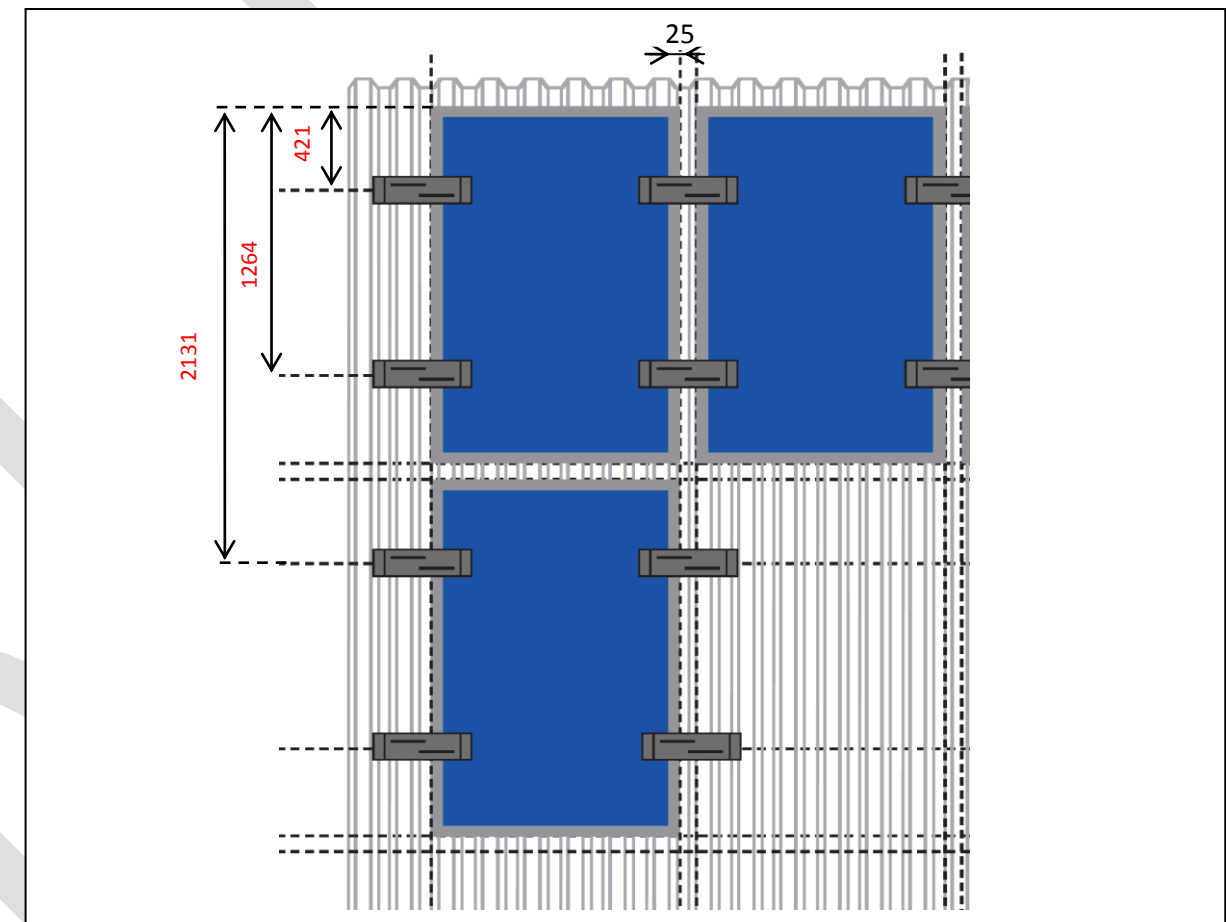
Question 3.13 :

Les modules photovoltaïques sont fixés sur des platines NPO, elles-mêmes fixées sur la toiture.
Calculer la distance (en mm) de fixation des platines par rapport au cadre du module.



Question 3.14 :

Compléter les côtes verticales sur la figure ci-dessous. L'écart entre deux modules sera de 25 mm.



Question 3.15 :

Choisir et quantifier le matériel nécessaire à la fixation de l'ensemble des 66 modules.

Désignation - Référence	Quantité
Platine NPO	144
Zacrovis 1 / 2C	864
Vis SCU	120
Sol de centre SCU	120
Vis SRU	24
Sol Rive SRU	24