CONCOURS GÉNÉRAL DES MÉTIERS

Métiers de l'Électricité et de ses Environnements Connectés (M.E.L.E.C.)

SESSION 2024

DOSSIER SUJET

Durée : 5 heures

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : la copie ne devra pas, conformément au principe d'anonymat, comporter de signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, il est impératif de s'abstenir de signer ou de s'identifier.

Calculatrice scientifique électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Conseils aux candidats

Le candidat complète le dossier sujet qui sera rendu complet, y compris les documents non complétés.

Le sujet, composé de six parties indépendantes, est accompagné d'un dossier technique et ressources dans lequel les documents sont repérés DTR.

SOMMAIRE

Présentation du contexte 4
PARTIE A – alimentation du centre d'usinage 7
A.1. Étude du transformateur 7
A.2. Étude énergétique 7
A.3. Choix de la compensation de l'énergie réactive 10
A.4. Choix du nouveau transformateur et de sa protection (fusible) 10
PARTIE B – Étude de l'éclairage du bâtiment 11
B.1. Dimensionnement de l'éclairage du nouveau bâtiment 11
B.2. Étude du système d'éclairage KNX 15
PARTIE C – Travaux et interventions 19
PARTIE D – Dimensionnement du système d'aspiration 22
D.1. Choix de la turbine d'aspiration 22
D.2. Option du variateur ATV340 23
D.3. Gestion des vitesses de rotation de la turbine d'aspiration 23
D.4. Bilan économique suite à l'installation du variateur 24
PARTIE E – Dimensionnement de l'installation photovoltaïque 26
E.1. Étude de la faisabilité du projet photovoltaïque 26
E.2. Évaluation de la production théorique annuelle de l'installation photovoltaïque 27
E.3. Dimensionnement de l'installation photovoltaïque 30
E.4. Paramétrage de l'onduleur 34
PARTIE F – Perspectives 36

Présentation du contexte

FRESSE est une commune française, située dans le département de la Haute-Saône et dans la région Bourgogne-Franche-Comté, au cœur des montagnes des Vosges Saônoises.

Cette commune accueille la scierie GILLET sur son territoire.

Scierie GILLET

La pandémie de COVID-19 a eu un impact significatif sur le bricolage à domicile. Avec les mesures de confinement et les restrictions de déplacement, de nombreuses personnes ont passé plus de temps à la maison. Cela a conduit à une augmentation de l'intérêt pour cette activité et les projets de rénovation. Les personnes ont développé des moyens de s'occuper et d'améliorer leur habitat (espaces extérieurs, jardin, bien être à domicile).

L'augmentation de l'intérêt pour cette activité a entraîné une forte demande de matériaux de construction, d'outils et d'équipements. Les magasins de bricolage ont connu une augmentation des ventes, mais ont également dû faire face à des pénuries de certains produits en raison de perturbations dans les chaînes d'approvisionnement mondiales.

Les entreprises du secteur du bricolage ont dû s'adapter pour répondre aux nouvelles réalités de la pandémie. La société GILLET a vu une augmentation importante de la demande en abris et en carports en KIT.

La scierie ayant atteint sa capacité maximale de production d'abris, l'entreprise a décidé d'agrandir sa structure avec l'ajout d'un nouveau bâtiment et d'un nouveau centre d'usinage numérique.

Le nouveau centre d'usinage est fourni par la société HUNDEGGER.

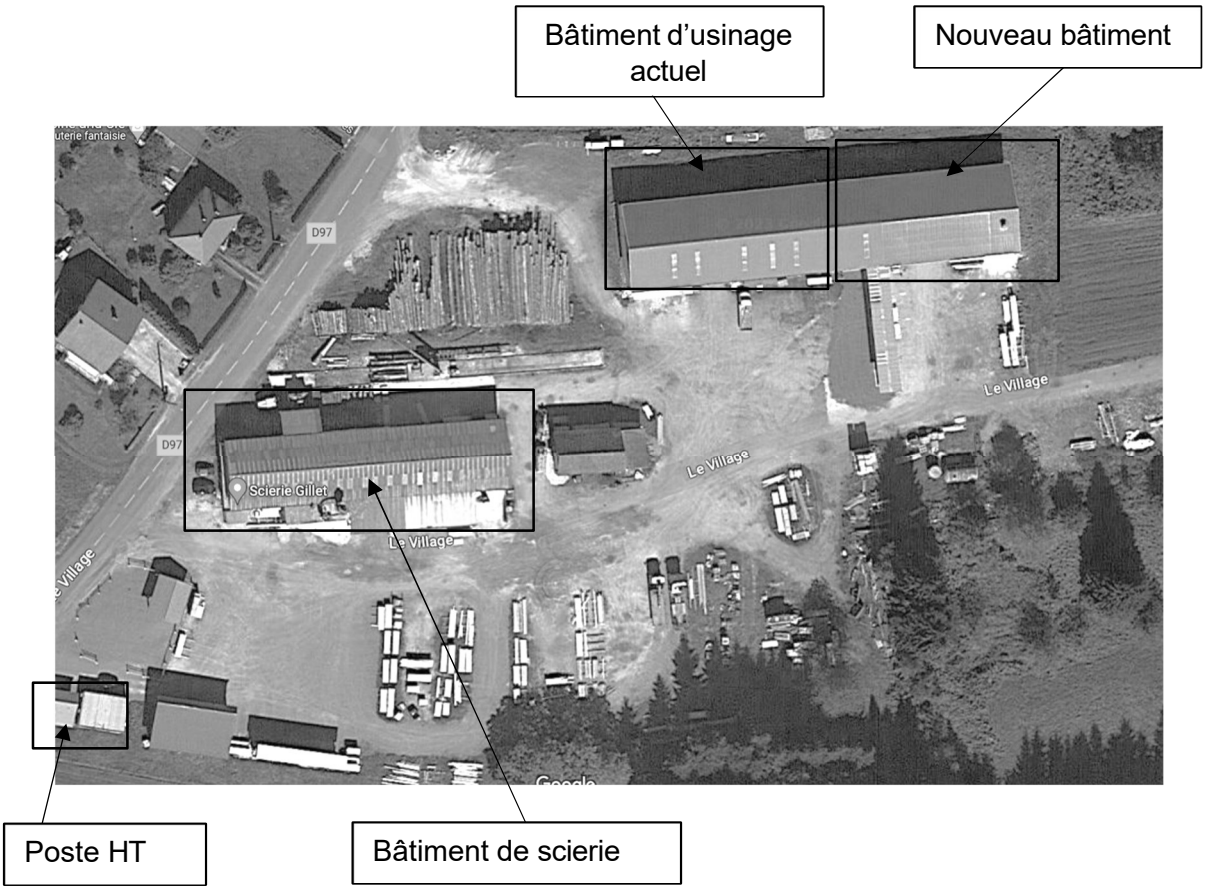
Les centres d'usinage HUNDEGGER K2 sont utilisés dans l'industrie de la construction en bois pour la fabrication de poutres, de charpentes, de murs en bois et d'autres composants structurels. Ils permettent d'automatiser et d'accélérer le processus de fabrication, tout en garantissant une grande précision et une qualité élevée des pièces produites.

Pour la préparation du bois brut de scierie avant le passage dans le centre d'usinage, l'entreprise GILLET a décidé d'installer une nouvelle corroyeuse/moulurière Profimat 22N de chez KIENIG. Cette nouvelle machine sera positionnée dans le même bâtiment que le centre d'usinage afin de limiter les manutentions.

Les corroyeuses sont équipées de quatre fraises qui permettent de traiter les quatre faces en même temps par une opération de rabotage.

Corroyeuse/moulurière 4 faces

Description du site de la scierie :



PARTIE A – Alimentation du centre d'usinage

Mise en situation :

Afin d'augmenter la capacité de production de charpentes taillées, la société GILLET a décidé de créer un nouveau bâtiment afin d'installer un nouveau centre d'usinage HUNDEGGER type K2. En tant qu'électricien vous devez réaliser l'étude pour l'alimentation électrique de ce nouveau bâtiment.

Objectifs de cette partie :

- **étudier** le fonctionnement de l'installation.
- **choisir** le matériel permettant l'alimentation du nouveau centre d'usinage.

Dossier Technique et Ressources : **DTR 1 à 8**

A.1. Étude du transformateur

Décoder les informations notées sur la plaque signalétique du transformateur Areva HTA/BT en complétant le tableau ci-dessous :

400 kVA			
20 000 Volt		410 Volt	
D			
Y			
N			
11			
Intensité Primaire nominale	11,5 A		563,3 A
Ucc 4 %			

A.2. Étude énergétique

A.2.1. À partir des documents ressources, **compléter** le bilan des puissances installées (on néglige l'éclairage des ateliers et l'équipement des bureaux). Arrondir les résultats à 3 chiffres significatifs.

A.2.1.1. Donner la formule du calcul de la puissance réactive :

A.2.1.2. Calculer la puissance active de la tailleuse d'origine et du centre d'usinage de la nouvelle installation :

	Tailleuse	Centre d'usinage
Formule		
Application		
Résultat		

Compléter le tableau ci-dessous :

	Récepteur :	Puissance active (kW)	Puissance réactive (KVAr)
Bâtiment principale existant	Broyeur	55	32,6
	Tapis	3	2,09
	Scie 1		
	Convoyeur	3	2,09
	Déligneuse	5	3,23
	Convoyeur	3	2,09
	Scie 2		
	5 convoyeurs	5*3=15	10,5
	Pompe Hydraulique	5	3,23
	Moteur banc		
	Extracteur	5	3,23
	Aspiration principale		
Alimentation palette existante	Raboteuse		
	Scie OT Cut 5	5	3,23
	Tailleuse d'origine		
	Aspiration		
	Moulurière		
Nouvelle installation	Récepteur :	Puissance active (kW)	Puissance réactive (KVAr)
	Extracteur		
	Centre d'usinage		
	Moulurière Profimat 22N		
	Ecorceuse		
Total de l'ensemble			

A.2.2. Calculer la puissance apparente totale existant ainsi que le facteur de puissance.

Formule de la puissance apparente S (VA)	
Calcul de la puissance apparente (kVA)	
Résultat	
Formule du facteur de puissance cos φ	
Calcul du facteur de puissance cos φ	
Résultat	
Calcul de la tangente φ	

A.2.3. Le fournisseur d'énergie impose une tangente φ' égale à 0,4.

Calculer la puissance réactive Qc à compenser pour obtenir tan φ' = 0,4 au secondaire du transformateur avant extension.

Formule	
Calcul	
Résultat	

A.2.4. Calculer la puissance apparente après compensation.

Grandeur	Formule	Valeur
Puissance active totale		454 kW
Puissance réactive finale après compensation Qf		
Puissance apparente finale Sf		

Pour la suite on prendra **Sn = 490 kVA et Qc = 92 KVAr**

A.2.5. Calculer l'intensité absorbée après compensation.

Grandeur	Formule	Valeur
Intensité absorbée		

A.2.6. Préciser et **justifier** si le transformateur actuel est adapté.

A.3. Choix de la compensation de l'énergie réactive

A.3.1. En vous aidant de la documentation technique, **déterminer** le type de compensation à installer.

Justification :

Type de compensation	

A.3.2. Choisir la compensation fixe Varset à installer (non pollué) et **compléter** le tableau.

Puissance (kVAr)	Référence disjoncteur	Référence Varset

A.4. Choix du nouveau transformateur et de sa protection (fusible)

A.4.1. D'après la documentation technique, **choisir** un transformateur adapté (on vous impose IP00) puis **compléter** le tableau ci-dessous.

Puissance apparente du transformateur	Référence

A.4.2. Déterminer l'intensité nominale primaire.

Formule	
Calcul de I	

A.4.3. Choisir les fusibles protégeant le primaire du transformateur sachant que le courant maximum de coupure est de 31,5 kA.

Référence	

PARTIE B – Etude de l'éclairage du bâtiment

Mise en situation

Vous êtes chargé de dimensionner l'éclairage du nouveau bâtiment.

Le plafond est à 7,50 m du sol (ht sur DTR 15).
Les plans de travail des machines d'usinage ont une hauteur de 110 cm (hu sur DTR 15) et sont de couleur « claire ».
Le plafond et les murs sont de couleurs « claire ».
L'empoussièrement sera considéré comme « élevé ».
Caractéristiques des futurs luminaires dimmables 1-10V non DALI convenues avec le client :

- fixés contre le plafond avec un facteur J égal à 0 (h'=0 sur DTR15).
- éclairage direct, rendement de 0,9, classe C.
- flux compris entre 25000 lm et 30000 lm.
- utilisation annuelle de jour : 2 250 h. Utilisation annuelle de nuit : 1 250 h.

Dossier technique et ressources : **DTR 9 à 23 et DTR 29**

B.1. Dimensionnement de l'éclairage du nouveau bâtiment

B.1.1. Citer quatre impacts sur la santé en cas d'un éclairage inadapté**.**

B.1.2. Donner les dimensions du nouveau bâtiment**.**

Longueur =
Largeur =
Hauteur totale (ht) =

B.1.3. Indiquer pour les différentes surfaces les facteurs de réflexion.

Plafond =
Murs =
Plan utile =

B.1.4. D'après le dossier technique et les données précédentes, **déterminer** les éléments suivants :

Plan utile (hu) =		
Niveau d'éclairement (E) =		
Entourer le mode d'éclairage	direct	indirect

B.1.5. Déterminer la plage de température de couleur pour assurer le confort visuel sous le niveau d'éclairement choisis**.**

B.1.6. Définir le type de source lumineuse.

On impose une température de couleur de 4000K.

D'après les documents techniques, **compléter** le tableau.

Référence	
Puissance	
Température de couleur	

Pour la suite des questions on impose le luminaire Noxion Highbay LED Concord G3 / 200W /4000K / CRI>80 / 1-10V Dimmable / 150lm/W / 139,99€ HT. Le luminaire sera fixé au plafond (J=0).

B.1.7. Donner le facteur de dépréciation.

Facteur compensateur de dépréciation (d) =

B.1.8. Calculer l'indice du local**.**

K = (longueur x largeur) / (h x (longueur + largeur)) =

B.1.9. Donner le rapport de suspension.

J =

B.1.10. Déterminer l'utilance (*U)* à l'aide des tableaux du DTR 16.

On donne :

- classe du luminaire = C
- valeur de J = 0
- indice du local = 2
- facteur de réflexion = 773

L'utilance *U* =

B.1.11. Calculer le facteur d'utilisation.

Formule à utiliser u = η x U

u =

B.1.12. Calculer le flux total à fournir.

Avec U = facteur d'utilance (en %) / 100 et d = facteur compensateur de dépréciation.

F =

B.1.13. Calculer le flux pour un luminaire.

φ =

B.1.14. Déterminer le nombre, arrondi par défaut, de luminaires à installer.

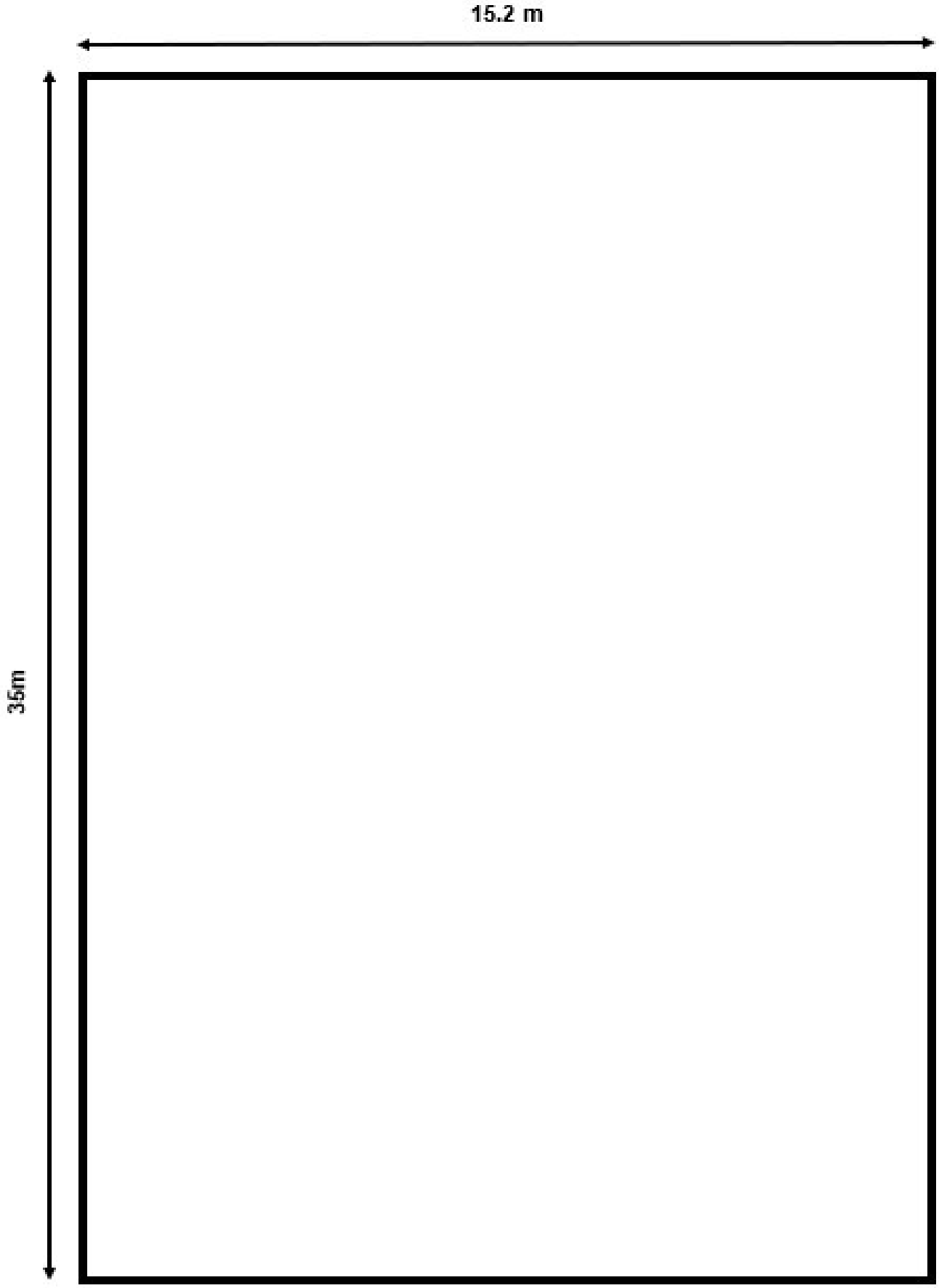
N =

B.1.15. Compléter le devis « éclairage ».

Devis des luminaires			
Désignation	PU HT	Quantité	Prix total HT
	TVA (20 %)		
	Prix total TTC		

B.1.16. Compléter l'implantation des luminaires.

On impose dans la longueur 5 luminaires et 3 dans la largeur.



B.2. Étude du système d'éclairage KNX

Mise en situation

Pour maîtriser la consommation d'énergie dans le nouveau bâtiment, on désire installer un système d'éclairage intelligent et autonome par détection de présence à 360°.

Pour répondre à ce besoin, le nouveau bâtiment sera équipé d'un module KNX ainsi que de capteurs de luminosité intégrés aux détecteurs de présence qui prennent en compte l'apport de lumière naturelle pour régler l'intensité des luminaires.

Le bâtiment comporte plusieurs ouvertures (portes coulissantes, fenêtres…) qui permettent un apport d'éclairage naturel.

L'installation d'éclairage comporte :

Matériel KNX :

- une alimentation bus KNX, courant de sortie 320 mA.
- une interface USB bus KNX.
- un actionneur de commutation 1-10v 3 sorties.
- un câble bus KNX simple paire torsadé.

Le nouveau bâtiment sera équipé :

- de 3 détecteurs de présence intérieur avec récepteur infra rouge et contrôle de luminosité, Ils devront être installés au plafond en saillie.
- de 3 commandes multifonction 6 touches / enjoliveur anthracite pour la gestion de la lumière des 3 zones.
- de 15 luminaires de 200 W alimentés par câble U1000R2V 3G1,5 mm².

Protection mise en place :

- disjoncteur différentiel (Q20).
- disjoncteur calibre 16A pour la protection de l'éclairage (Q212).

B.2.1. Calculer l'énergie annuelle consommée par l'éclairage sans la prise en compte des apports naturels.

Nombre d'heures d'utilisation annuelle		Puissance totale des luminaires	
Énergie totale consommée			

B.2.2. Calculer le coût annuel de l'énergie consommée par le nouveau bâtiment, sans le protocole KNX, sachant que le prix du kWh est de 0,23 € :

Coût annuel en Euros	

On estime qu'avec la gestion des éclairages par les modules KNX, la lumière naturelle pénétrant dans le nouveau bâtiment permettra de compenser l'éclairage pendant 1500 heures par an.

B.2.3. Calculer l'énergie annuelle consommée par l'éclairage avec la prise en compte des apports naturels :

Nombre d'heures d'utilisation avec prise en compte de l'éclairage naturel		Puissance totale des luminaires	
Énergie totale consommée			

B.2.4. Calculer le nouveau coût annuel de l'énergie consommée par le nouveau bâtiment en intégrant les apports naturels, sachant que le prix du kWh est de 0,23 € :

Coût annuel en euros		Économie annuelle réalisée	

D'après la documentation technique mise à disposition, répondre aux questions suivantes.

B.2.5. Compléter le tableau suivant afin de recenser le matériel nécessaire à la préparation du chantier.

Matériel	Référence	Fonction	Quantité
Actionneur commutation			
Commande multifonction 6 touches Anthracite			
Détecteurs de présence			
Alimentation bus KNX			
Coupleur / répéteur de bus KNX	MTN6500-0101	Permet de se connecter au bus KNX pour le paramétrage et le diagnostic avec le logiciel ETS	1

B.2.6. Donner la tension d'alimentation fournie par « l'alimentation bus KNX ».

U =

B.2.7. Donner la longueur de câblage maximale entre l'alimentation KNX et l'abonné au bus (capteur, bouton…).

L =

B.2.8. Déterminer la référence et la section du câble bus KNX à mettre en place.

	Référence	Section des fils
Câble bus KNX simple paire torsadée		

B.2.9. Proposer un adressage dans le tableau suivant en prenant les premières adresses disponibles et dans l'ordre.

Matériel	Adresse
Coupleur / répéteur de bus KNX	
Alimentation bus KNX	**1.1.-**
Actionneur commutation	
Commande multifonction 6 touches zone 1	
Commande multifonction 6 touches zone 2	
Commande multifonction 6 touches zone 3	
Détecteur de présence 1	
Détecteur de présence 2	
Détecteur de présence 3	

PARTIE C – Travaux et interventions

Mise en situation :

L'armoire électrique qui permet d'alimenter le nouveau bâtiment a été mise en service. Tous les départs sont sous tension et les luminaires sont opérationnels.

Suite à la dernière réunion de chantier (semaine 16), des modifications sont à apporter sur les éclairages existants afin d'harmoniser le type de luminaires avec ceux installés dans le nouveau bâtiment.

Pour ne pas perturber le travail des ouvriers dans l'ancien bâtiment, la scierie impose de garder deux rangées sur trois fonctionnelles afin de garantir un éclairage minimum lors de la phase de travaux.

Votre entreprise d'électricité est chargée de réaliser ces travaux.

Le temps nécessaire à ce travail est estimé à 3 jours pour deux électriciens (1 jour par rangée de luminaires).

Dossier technique et ressources : **DTR 36 et DTR 37**

Planning des équipes

<table>
<tr><th></th><th></th><th colspan="5">S 17</th><th colspan="5">S 18</th></tr>
<tr><th>Noms</th><th>Habilitation</th><th>L</th><th>M</th><th>M</th><th>J</th><th>V</th><th>L</th><th>M</th><th>M</th><th>J</th><th>V</th></tr>
<tr><td>ABATE Didier</td><td>BC</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">MINJOZ</td><td>RTT</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>BENACHOUR Medhi</td><td>B2V</td><td colspan="4">BESANÇON</td><td>RTT</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>RTT</td></tr>
<tr><td>CARTRO Lionel</td><td>B2V</td><td colspan="10">QUINGEY</td></tr>
<tr><td>DA SILVA José</td><td>B1V - BR</td><td colspan="5">VALDAHON</td><td colspan="3">SAINT-VIT</td><td colspan="2">VALDAHON</td></tr>
<tr><td>MARSCHER Dorian</td><td>B1V - BR</td><td colspan="2">MAÎCHE</td><td>PUSY</td><td colspan="2">ORNANS</td><td></td><td></td><td colspan="3">MICROPOLIS</td></tr>
<tr><td>RAZZOTTI Philippe</td><td>B1V</td><td colspan="10">QUINGEY</td></tr>
<tr><td>RIBEAU Louis</td><td>B1V</td><td>RTT</td><td></td><td></td><td>CL</td><td>CL</td><td>CL</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>TARIEUX Jean-Marc</td><td>B1V</td><td colspan="5">AVANNE</td><td colspan="5">Congés</td></tr>
</table>

C.1. Habilitation.

Avant tous travaux, une personne est chargée de consigner l'installation afin que les ouvriers habilités puissent intervenir sans danger sur celle-ci. **Compléter** le tableau ci-dessous avec son titre d'habilitation et son nom.

Titre d'habilitation	
Nom de la ou des personnes pouvant réaliser cette opération :	

Une personne pourrait gérer les travaux sur ce chantier. **Compléter** le tableau ci-dessous avec son titre d'habilitation et son nom.

Titre d'habilitation	
Nom de la personne pouvant être chargé de travaux	

C.2. Pour le remplacement des 3 rampes de luminaires.

Votre entreprise souhaite avoir le maximum de personnes sur toute la durée du chantier afin de garantir les délais de livraison. **Compléter** le tableau ci-dessous avec le nom des personnes qui peuvent intervenir, leur titre d'habilitation et à quelles dates.

Personnel	**Habilitation**	**Dates**

C.3. Indiquer à partir de quel opération le chargé de travaux peut faire commencer le remplacement des luminaires**.**

C.4. Quels sont les appareils qui devront être consignés dans l'ordre pour le remplacement des luminaires du bâtiment existant (d'abord pour la rangée 1, puis la 2 puis la 3) ?

Une fois l'opération terminée, chaque rangée de luminaires devra être remise en service.

C.5. Donner les étapes de la consignation.

NOM DES ÉTAPES	OBJECTIF DE CHAQUE ÉTAPE

PARTIE D – Dimensionnement du système d'aspiration

Mise en situation :

Vous travaillez pour une entreprise spécialisée dans la conception et l'optimisation de systèmes d'aspiration industrielle. Récemment, vous avez été contacté par la scierie GILLET qui souhaite installer une aspiration sur son nouveau centre d'usinage. La scierie produit une grande quantité de poussière et de copeaux de bois, ce qui a un impact sur la qualité de l'air dans l'atelier et peut également affecter les performances des machines.
Votre objectif est de proposer un système efficace qui minimise la quantité de déchets dans l'atelier tout en respectant le budget alloué par la scierie. Sur la partie aspiration, la société GILLET souhaite un amortissement en **4 ans** au maximum.

Objectifs de cette partie :

- **étudier** le fonctionnement du système d'aspiration.
- **choisir** le matériel permettant l'aspiration des poussières.
- **réaliser** le schéma de câblage.
- **paramétrer** et **configurer** le variateur de vitesse.

Dossier technique et ressources : **DTR 24 à 28**

D.1. Choix de la turbine d'aspiration

D.1.1. D'après les documentations techniques du centre d'usinage K2i, **déterminer** le débit d'aspiration préconisé pour cette machine.

D.1.2. D'après les documentations de la corroyeuse, **déterminer** le débit d'aspiration nécessaire.

D.1.3. Considérant les pertes de charges nulles, **calculer** le débit de l'installation en m^3/min.

D.1.4. Sachant que 1kgf/m²=9,8Pa et que le fabricant des machines préconise une dépression d'utilisation supérieure de 3800 Pa, **choisir** la turbine d'aspiration d'après la documentation fournisseur. **Justifier** votre réponse.

D.2. Option du variateur ATV340

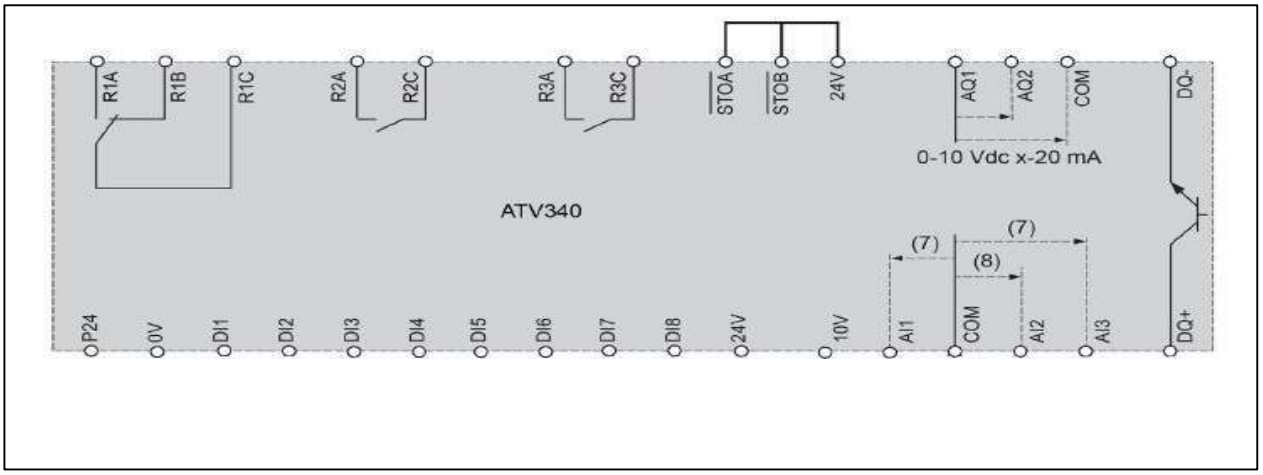
D.2.1. Sachant que la turbine occasionne une forte surcharge au démarrage, vous devez **choisir** et **justifier**, la référence du variateur de vitesse.

D.2.2. Proposer et **justifier**, le couplage permettant le raccordement des enroulements du moteur.

D.3. Gestion des vitesses de rotation de la turbine d'aspiration.

Afin de réduire la consommation, le client demande de gérer deux vitesses d'aspiration. La petite vitesse PV servira lorsqu'une seule machine sera en fonctionnement et la grande vitesse GV servira lorsque les deux machines seront en fonctionnement.

D.3.1. Compléter le schéma de câblage ci-dessous en intégrant deux commutateurs : un commutateur S1 pour la marche avant et un commutateur S2 à deux positions pour sélectionner la petite vitesse (PV) ou la grande vitesse (GV). La position 1 de S2 correspondra à la petite vitesse (PV) et la position 2 de S2 correspondra à la grande vitesse (GV). Vous devrez utiliser deux vitesses présélectionnées (marche avant sur DI1, vitesse présélectionnée 2 (PV) DI3 et vitesse présélectionnée 4 GV sur DI4). Les valeurs présélectionnées sont modifiables directement sur le variateur.



D.3.2. Le bureau d'étude aéraulique vous informe qu'en PV le moteur doit tourner à 1000 tr/min et en GV le moteur doit tourner à 1500 tr/min. Le moteur a 4 pôles. **Calculer** les deux fréquences à paramétrer dans le variateur.

D.3.3. Déterminer les paramètres « vitesse présélectionnée 2 » et « vitesse présélectionnée 4 ». **Justifier** votre réponse.

D.4. Bilan économique suite à l'installation du variateur

Le temps de service des machines est de 30 heures par semaine (5 jours ouvrés par semaine). Le centre d'usinage est utilisé pendant 80 % du temps de service. La corroyeuse fonctionne 20 % du temps de service mais toujours en même temps que le centre d'usinage. De plus l'entreprise travaille 225 jours par an en moyenne.

On admet que la consommation d'énergie d'un moteur électrique est directement proportionnelle à sa vitesse de rotation.

D.4.1. Estimer la consommation annuelle sans le variateur.

D.4.2. Estimer la consommation annuelle avec le variateur.

D.4.3. Estimer le gain énergétique annuel.

Le prix du kWh est de 0,25 euros actualisé et le coût de l'installation du variateur est de 7642,5 euros.

D.4.4. Calculer la durée d'amortissement pour cette option.

D.4.5. Déterminer si l'option est en accord avec les critères économiques de la scierie.

PARTIE E – Dimensionnement de l'installation photovoltaïque

Mise en situation :

Avec le double objectif d'une économie d'énergie et d'une démarche de développement durable, la scierie GILLET envisage l'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur le toit de la nouvelle extension.

Pour être certaine de la pertinence de ce projet, elle souhaite faire réaliser une pré-étude pour évaluer les impacts en termes de projection de production et de retour financier.

Objectifs de cette partie :

- **étudier** la faisabilité du projet ;
- **évaluer** la production d'énergie ;
- **choisir** le matériel ;
- **paramétrer** les onduleurs.

Dossier technique et ressources : **DTR 29 à DTR 36**

E.1. Étude de la faisabilité du projet photovoltaïque

E.1.1. Évaluation du gisement solaire.

En vous appuyant sur les différents documents d'évaluation des performances solaires, **donner** l'orientation et l'angle optimaux pour un générateur photovoltaïque.

Orientation optimale	Inclinaison optimale

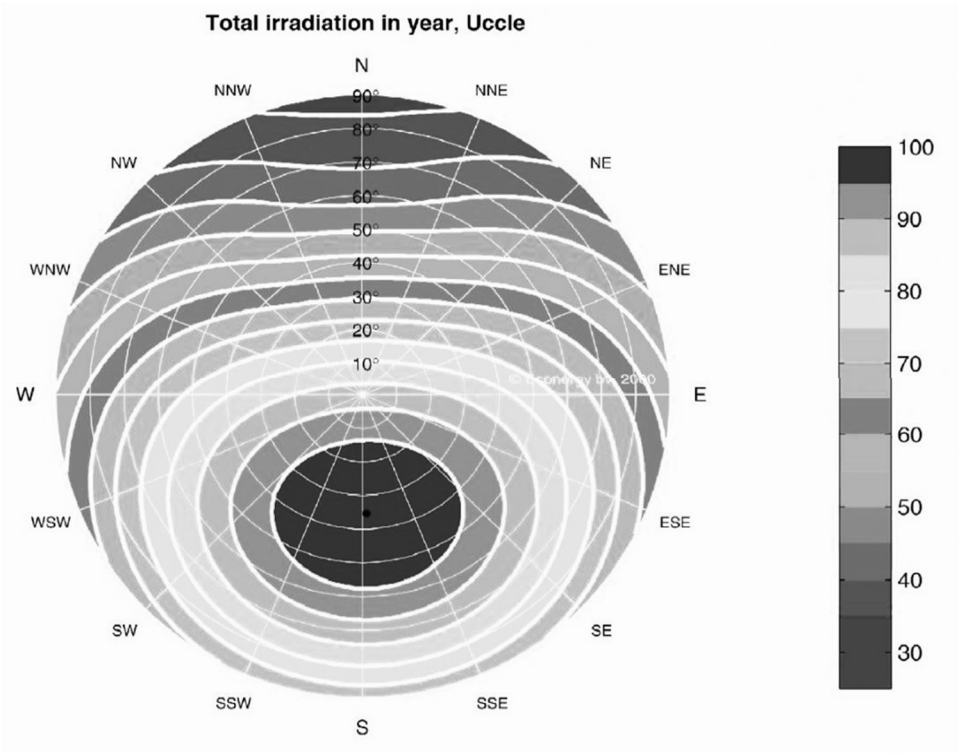
E.1.2. Validation préliminaire.

Préciser si l'extension du bâtiment présente des caractéristiques valides.

Grandeur	Valeur	Validation (cocher la bonne réponse)	
		Optimale	Non optimale
Orientation			
Inclinaison			

E.1.3. Première approximation du rendement.

Sur le disque solaire ci-dessous, **matérialiser** par une croix les caractéristiques d'orientation et d'inclinaison du générateur photovoltaïque que l'entreprise envisage de placer sur le toit de l'extension. Dans le tableau ci-dessous, **préciser** le rendement théorique que permet d'évaluer le disque solaire et **conclure** sur la viabilité du projet.



Rendement théorique approximatif (%)	
Viabilité du projet (oui/non)	

E.2. Évaluation de la production théorique annuelle de l'installation photovoltaïque

Vous avez déterminé les caractéristiques principales de l'installation photovoltaïque. Avec les résultats déjà obtenus et les données qui suivront, on vous demande de proposer une première évaluation du potentiel énergétique théorique du projet.

E.2.1. Surface disponible.

Sur la base du plan d'extension, **donner** la surface disponible sur le pan sud de la toiture.

Caractéristiques	Valeurs
Longueur du toit de l'extension (m)	
Largeur du toit de l'extension "L" (m)	
Largeur du pan sud* "Ls" (m)	
Surface du pan sud de l'extension (m^2)	

* Pour cette dimension, appliquer la formule suivante et arrondir à l'unité :

$$\mathbf{Ls = \sqrt{(2{,}3^2 + (L/2)^2)}}$$

E.2.2. Détermination du nombre maximum de panneaux implantables.

À partir de la surface calculée, **déterminer** le nombre maximum de panneaux qui peuvent être implantés sur la surface dédiée. On impose, pour des raisons esthétiques et techniques, que les panneaux soient disposés en trois lignes identiques de panneaux posés en "portrait". On précise aussi qu'entre chaque panneau, il y a un espacement de deux centimètres pour les fixations.

E.2.2.1. Caractéristiques dimensionnelles des panneaux.

Panneau	
Dimensions	**Valeurs (mm)**
Longueur	
Largeur	
Épaisseur	
Cellules et surface efficace	
Nombre de demi cellules par panneau	
Dimensions des cellules (en m)	
Surface d'une cellule ($S_{cellule}$) en m² (arrondir à 4 chiffres après la virgule)	
Surface efficace (S) pour un panneau en m² (arrondir à 3 chiffres après la virgule)	$S = S_{cellule} \times 132 =$

E.2.2.2. Détermination du nombre de panneaux par ligne.

Le maître d'ouvrage souhaite que les panneaux soient disposés en trois lignes avec les panneaux en position portrait. **Déterminer** le nombre maximal de panneaux que l'on peut implanter par ligne et **donner** le nombre de panneaux de l'installation.

Appliquer la formule suivante en convertissant toutes les valeurs en mètre et compléter le tableau ci-dessous :

N = Longueur toit / (largeur PV + écart de fixation).

Nombre calculé de panneaux par ligne	
Nombre arrondi de panneaux par ligne	
Nombre total de panneaux de l'installation	

E.2.3. Évaluation du potentiel solaire brut.

Calculer une valeur approchée de la production que l'on peut attendre du projet au vue de ses caractéristiques. Pour déterminer cette valeur approchée de la production annuelle solaire, appliquer la formule proposée ci-dessous :

Production annuelle = (irradiation globale annuelle) **x** (surface efficace totale des panneaux) **x** (rendement théorique orientation/angle) **x** (rendement PV)

Vous vous appuierez sur le document extrait du logiciel de l'institut national de l'énergie solaire (calsol). Pour le rendement d'orientation on impose une valeur de 98 % et pour le rendement des panneaux solaires, une valeur de 21,5 %.

Compléter le tableau ci-dessous

Grandeurs	Valeurs
Irradiation annuelle globale (IGP) en **kWh/m²/an**	
Surface totale efficace de PV. Arrondir à deux chiffres après la virgule. (**m²**)	
Rendement théorique orientation/angle*****	
Rendement modules PV*****	
Production annuelle théorique attendue. Ne pas tenir compte des chiffres après la virgule. (**kWh**)	

***** Attention à bien convertir ces valeurs pour réaliser le calcul

E.2.4. Évaluation de la rentabilité du projet.

Pour que le projet soit intéressant pour le maître d'ouvrage, la production de l'installation photovoltaïque doit représenter **au moins 18 %** de la consommation annuelle de la scierie. Vous devez **comparer** la production solaire par rapport à la consommation et **déterminer** si le projet respecte ce critère de sélection du maître d'ouvrage.

Sur la base du tableau de suivi de consommation électrique de la scierie **compléter** le tableau ci-dessous et **conclure** sur la viabilité du projet.

Paramètres	Valeurs	
Consommation annuelle de la scierie (**kWh**)		
Fraction de 18 % de cette consommation (**kWh**)		
Positionnement de la production par rapport aux 18 % (cocher la case correspondante)	Inférieure à 18 %	
	Égale à 18 %	
	Supérieure à 18 %	
Le projet est-il envisageable ? (oui / non)		

E.3. Dimensionnement de l'installation photovoltaïque.

Le projet d'implantation de panneaux solaire remplit tous les critères fixés par le maître d'ouvrage. À présent vous allez dimensionner l'installation réelle en fonction des caractéristiques des éléments constitutifs de l'installation.

E.3.1. Détermination des caractéristiques des panneaux.

Dans le tableau ci-dessous **préciser** les caractéristiques électriques du panneau selon les conditions « NOCT » pour le module PV BBO 510.

Grandeurs électriques	Valeurs/unités
Puissance nominale	
Courant de court-circuit	
Courant au point de puissance max	
Tension en circuit ouvert	
Tension au point de puissance max	

E.3.2. Facteur (β) et limitation de la production en fonction de la température.

Dans le document constructeur figure un coefficient noté **β**, il correspond à la dégradation de la tension en fonction de la température du panneau.

En condition NOCT, **calculer*** la valeur de la tension de sortie MPPT si la température du panneau est de 75°C, en utilisant et complétant le tableau ci-dessous.

Tension MPPT NOCT à 43°C :
Formule : -Δv = β x U MPPT "NOCT" x (T2-T1)
Calcul : -Δv =
Résultat : U MPPT "75°C" = U MPPT "NOCT"- Δv =
En supposant que le courant I MPPT soit stable, quelle sera la nouvelle puissance en sortie du panneau ? P "75°C" =

***** arrondir à deux chiffres après la virgule.

E.3.3. Rendement de la chaîne de production solaire et quantification matérielle.

Pour notre installation on choisira un onduleur de la marque Fronius. Il sera sélectionné dans la gamme des modèle SYMO 10 à SYMO 15.

E.3.3.1. Pour cette gamme d'onduleur, **donner** le rendement maximum :

ηMax :

E.3.3.2. L'association « onduleur + panneau » influe sur le rendement global de la chaîne d'énergie. Selon le document constructeur, la puissance du panneau BBO 510 en conditions NOCT est de 386 Wc.

Calculer la nouvelle puissance finale "du point de vue du réseau" quand ce panneau sera associé à l'onduleur d'injection.

Formule de calcul	P finale =
Résultat (W)	P finale =

E.3.4. Structure finale du système de production solaire.

L'installation sera composée de 90 panneaux BISOL BBO 510 répartis en trois lignes de 30 modules raccordés à 3 onduleurs indépendants connectés au réseau triphasé.

E.3.4.1. Dimensionnement des onduleurs.

E.3.4.1.1. Calculer la puissance injectée sur le réseau par un string composé de 30 panneaux BBO 510 et **calculer** les tensions minimum et maximum aux bornes de ce dernier côté DC, sachant qu'ils seront connectés en série.

GRANDEUR A CALCULER	CALCULS	RESULTATS
Puissance injectée		
Tension MPPT "NOCT" côté DC		
Tension minimum "NOCT" à 75°C côté DC		

E.3.4.1.2. Choix des onduleurs.

Avec les informations du tableau précédent, **sélectionner** le type d'onduleur adapté. **Compléter** le tableau ci-dessous pour préciser les caractéristiques principales.

Caractéristiques	Valeurs
Référence	
Puissance d'entrée max	
Puissance de sortie max	
Plage de tension MPP	
Courant d'entrée max	
Tension d'entrée minimale	
Tension d'entrée maximale	
Nombre de trackers MPPT	

E.3.4.2. Détermination de la structure d'entrée « DC » de l'onduleur.

Compte tenu de la structure de l'installation solaire et des caractéristiques d'entrée de l'onduleur choisi, il va falloir proposer un mode de connexion des panneaux adapté. On opte pour la mise en place de deux strings de 15 panneaux chacun connectés en parallèle en entrée d'onduleur.

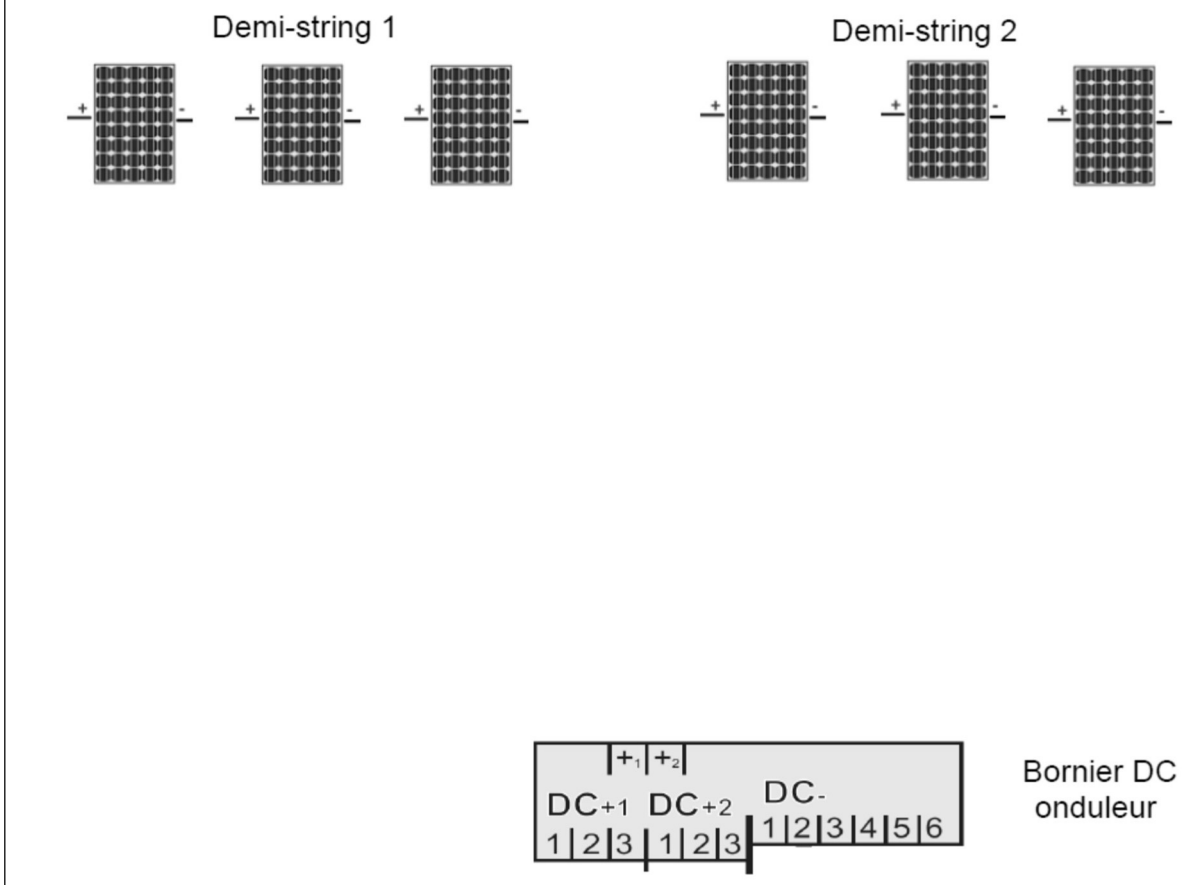
Pour **valider** ce choix, vous allez **déterminer** les nouvelles caractéristiques tension / courant de cette configuration en complétant le tableau ci-dessous.

Type de câblage des panneaux pour 1 string (parallèle ou série)		
Calculs de dimensionnements		
Grandeurs électriques	**Calculs**	**Résultats**
Tension aux bornes du string (conditions NOCT)		
Plage de tension de fonctionnement en mode MPPT		
Courant maximum de l'onduleur		
Courant total des strings		
Compatibilité avec les entrées DC de l'onduleur (oui/non)		

E.3.4.3. Schéma de câblage côté DC.

À partir de la documentation ressource, **compléter** le schéma ci-dessous. Les deux demi-strings de 15 panneaux sont représentés par des demi-strings de trois panneaux pour des raisons pratiques.

Schéma (15 PV + entrée DC)



E.4. Paramétrage de l'onduleur

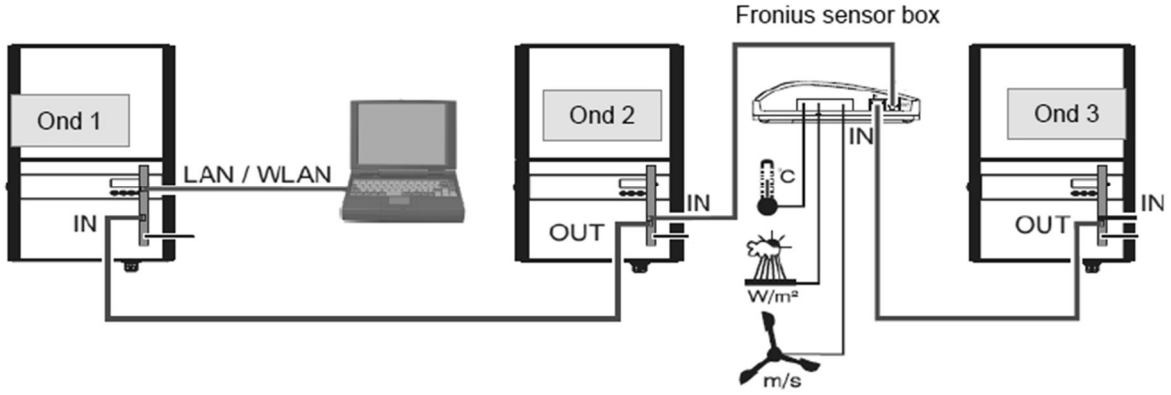
E.4.1. Paramétrage de la fonction « tracker ».

Compte-tenu du choix de câblage de l'entrée DC, **sélectionner (par une croix)** la configuration de la fonction "Tracker 2" qui convient.

Fonction MPPT TRACKER 2	
ON	
OFF	

E.4.2. Paramétrage de la supervision de la production.

Afin de suivre et d'évaluer la production solaire tout au long de l'année et d'assurer la maintenance préventive de son installation photovoltaïque, la scierie GILLET est équipée d'une supervision par ordinateur. La configuration de l'équipement est représentée ci-dessous :



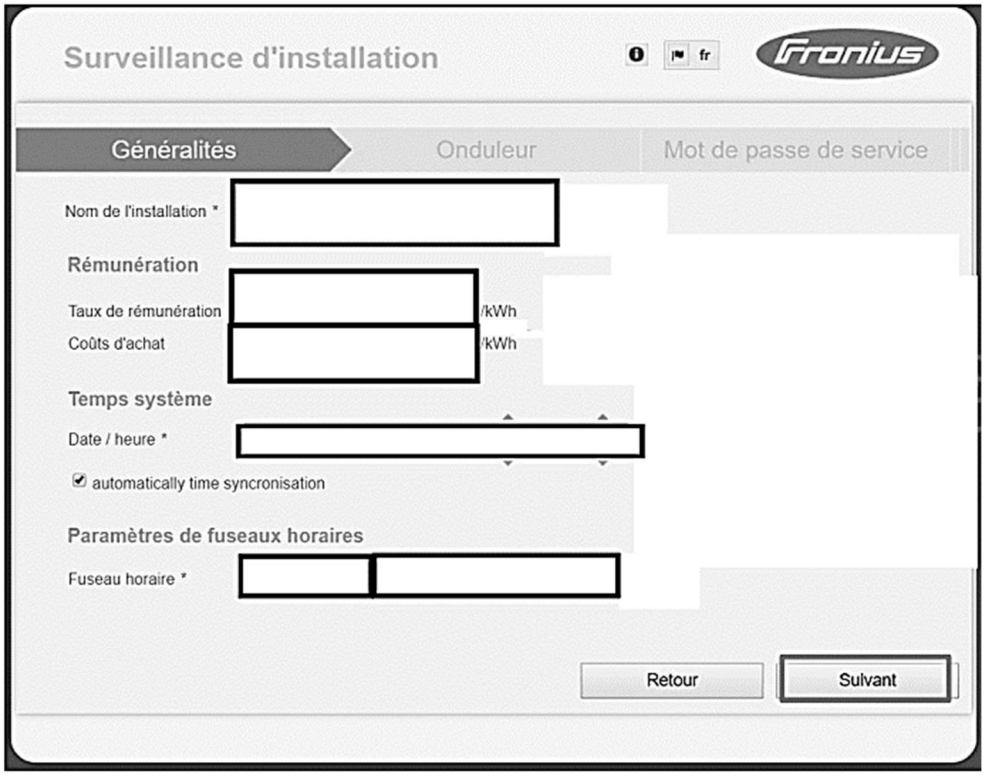
L'équipement de supervision est constitué de trois cartes datamanager insérées dans chaque onduleur, d'une box Fronius-Sensor pour le relevé des paramètres externes et d'un pc relié au réseau local et équipé du logiciel Solar-web.

E.4.2.1. Paramétrage de l'application

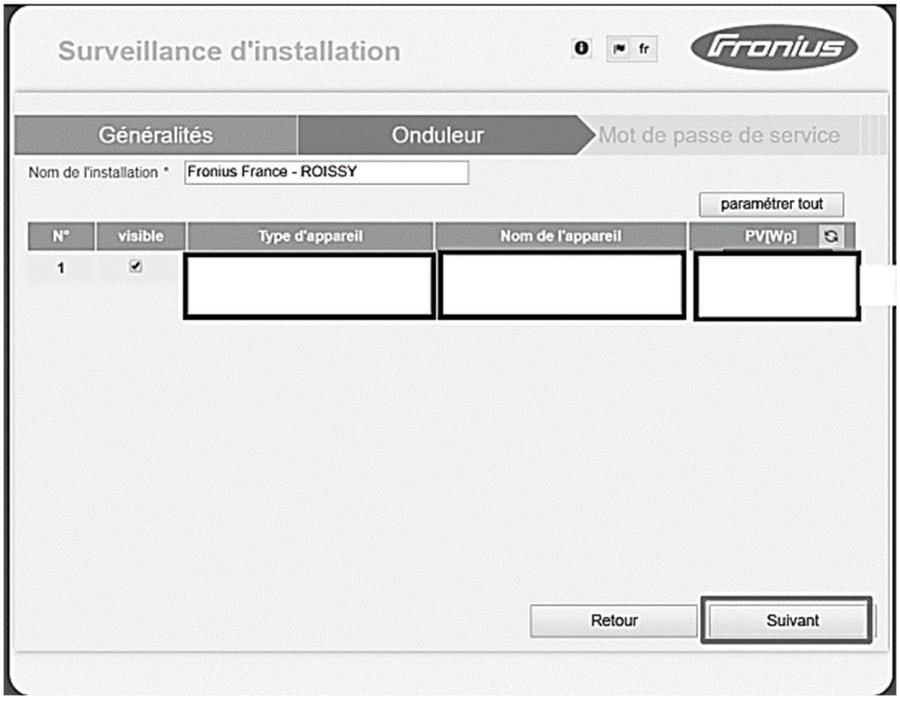
E.4.2.1.1. Onglets de paramétrage.

Ci-dessous sont représentés les deux onglets qui permettent de paramétrer chacun des onduleurs à superviser. L'onduleur concerné par l'opération est le N°2 dans la chaîne. Pour faciliter l'exploitation de la supervision, chaque onduleur sera désigné par le nom de l'entreprise suivi de son ordre dans la chaîne. **Compléter** les onglets ci-dessous :

Onglet 1



Onglet 2



PARTIE F – Perspectives

F.1. Indiquer ci-dessous des propositions visant à améliorer encore l'efficacité énergétique du nouveau bâtiment et ses équipements.