

# 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.



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.



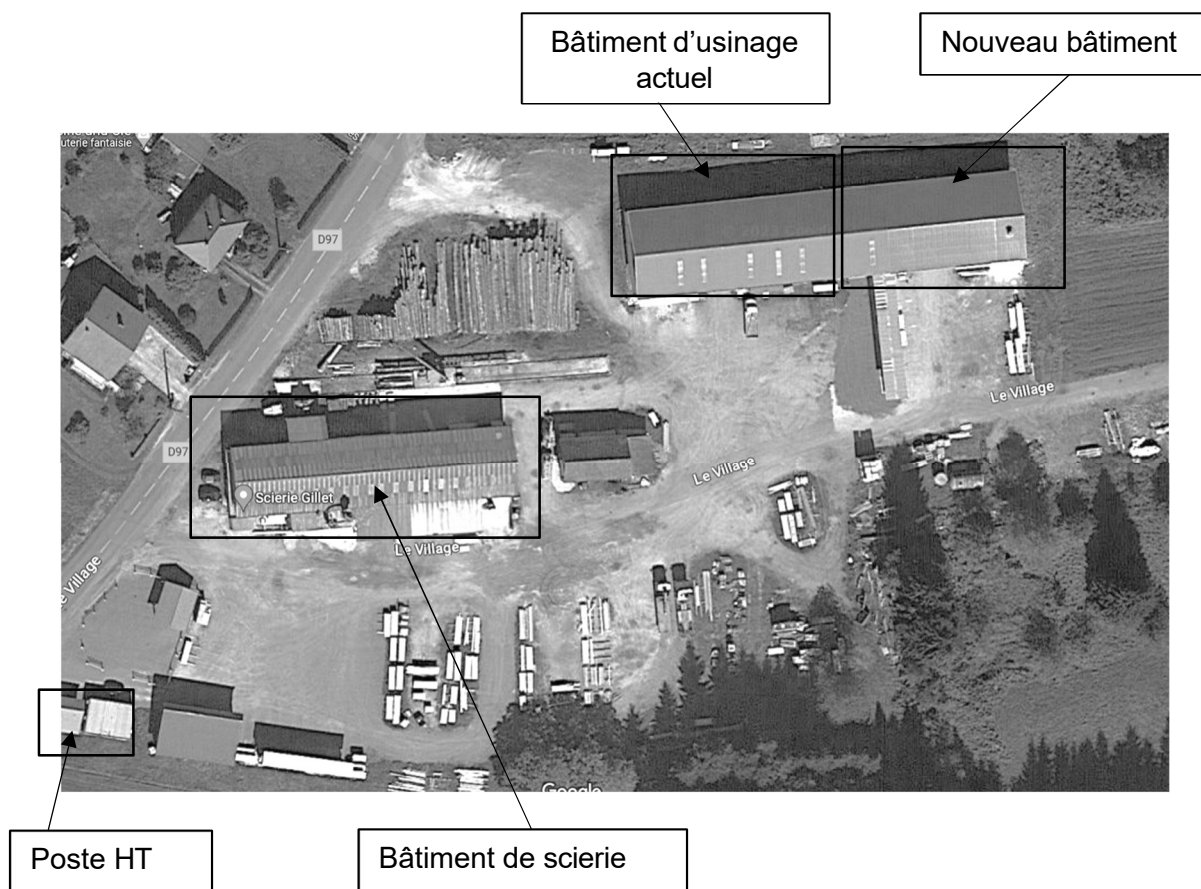
Pour la préparation du bois brut de scierie avant le passage dans le centre d'usinage, l'entreprise GILLET a décidé d'installer une nouvelle corroyeuse/moulurière Profimat 22N de chez KIENIG. Cette nouvelle machine sera positionnée dans le même bâtiment que le centre d'usinage afin de limiter les manutentions.

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 :

|                      |
|----------------------|
| <br><br><br><br><br> |
|----------------------|

**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) |
|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| <b>Bâtiment principale existant</b>   | 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   |                       |                           |
| <b>Alimentation palette existante</b> | Raboteuse               |                       |                           |
|                                       | Scie OT Cut 5           | 5                     | 3,23                      |
|                                       | Tailleuse d'origine     |                       |                           |
|                                       | Aspiration              |                       |                           |
|                                       | Moulurière              |                       |                           |
| <b>Nouvelle installation</b>          | Récepteur :             | Puissance active (kW) | Puissance réactive (KVAr) |
|                                       | Extracteur              |                       |                           |
|                                       | Centre d'usinage        |                       |                           |
|                                       | Moulurière Profimat 22N |                       |                           |
|                                       | Ecorceuse               |                       |                           |
| <b>Total de l'ensemble</b>            |                         |                       |                           |



**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 $\cos \varphi$ |  |
| Calcul du facteur de puissance $\cos \varphi$  |  |
| Résultat                                       |  |
| Calcul de la tangente $\varphi$                |  |

**A.2.3.** Le fournisseur d'énergie impose une tangente  $\varphi'$  égale à 0,4.

**Calculer** la puissance réactive  $Q_c$  à compenser pour obtenir  $\tan \varphi' = 0,4$  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 $Q_f$ |         |        |
| Puissance apparente finale $S_f$                   |         |        |

Pour la suite on prendra  **$S_n = 490$  kVA et  $Q_c = 92$  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.

|                  |
|------------------|
| <br><br><br><br> |
|------------------|

**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.

|                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $K = (\text{longueur} \times \text{largeur}) / (h \times (\text{longueur} + \text{largeur})) =$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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  $u = \eta \times U$*

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.

$\varphi$  =

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

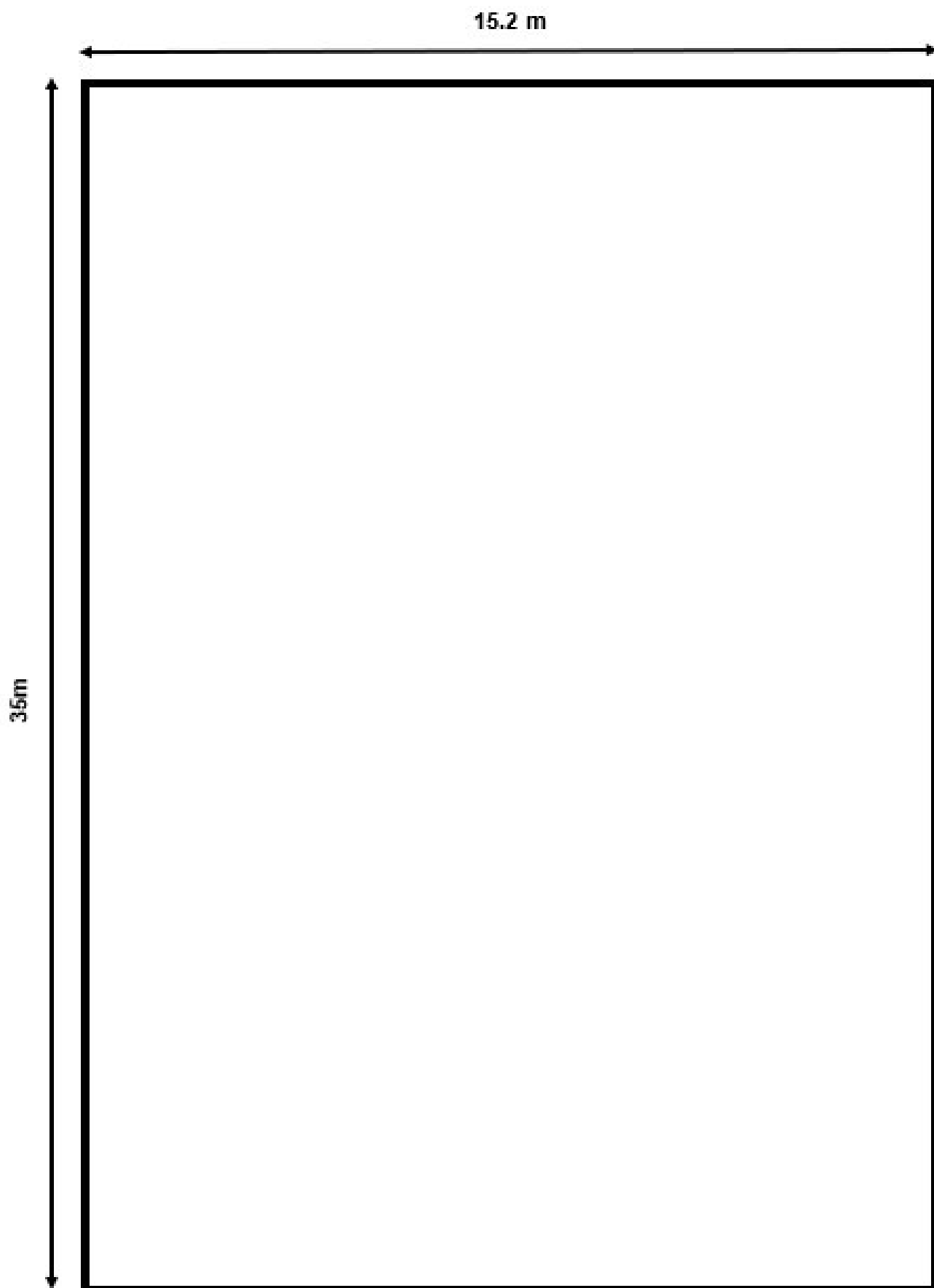
N =

**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<br>6 touches<br>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                    | <b>1.1.-</b> |
| 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

|                   |              | S 17     |   |      |        |     | S 18      |   |            |          |     |
|-------------------|--------------|----------|---|------|--------|-----|-----------|---|------------|----------|-----|
| Noms              | Habilitation | L        | M | M    | J      | V   | L         | M | M          | J        | V   |
| ABATE Didier      | BC           |          |   |      | MINJOZ |     | RTT       |   |            |          |     |
| BENACHOUR Medhi   | B2V          | BESANÇON |   |      |        | RTT |           |   |            |          | RTT |
| CARTRO Lionel     | B2V          | QUINGEY  |   |      |        |     |           |   |            |          |     |
| DA SILVA José     | B1V - BR     | VALDAHON |   |      |        |     | SAINT-VIT |   |            | VALDAHON |     |
| MARSCHER Dorian   | B1V - BR     | MAÎCHE   |   | PUSY | ORNANS |     |           |   | MICROPOLIS |          |     |
| RAZZOTTI Philippe | B1V          | QUINGEY  |   |      |        |     |           |   |            |          |     |
| RIBEAU Louis      | B1V          | RTT      |   |      | CL     | CL  | CL        |   |            |          |     |
| TARIEUX Jean-Marc | B1V          | AVANNE   |   |      |        |     | Congés    |   |            |          |     |

### 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  $\text{m}^3/\text{min}$ .

**D.1.4.** Sachant que  $1\text{kgf/m}^2=9,8\text{Pa}$  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

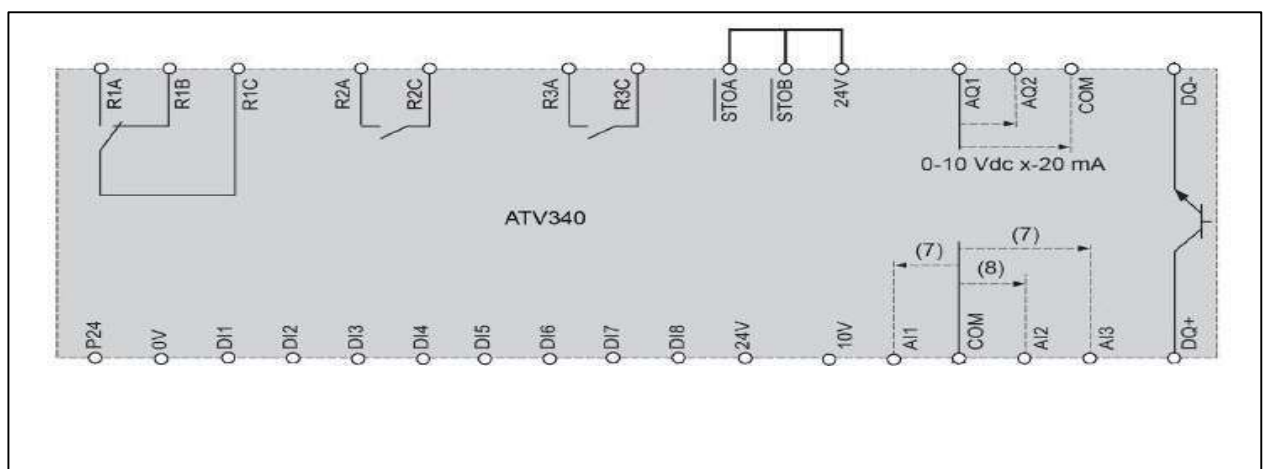
**D.2.1.** Sachant que la turbine occasionne une forte surcharge au démarrage, vous devez **choisir** et **justifier**, la référence du variateur de vitesse.

**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 |
|----------------------|----------------------|
|                      |                      |

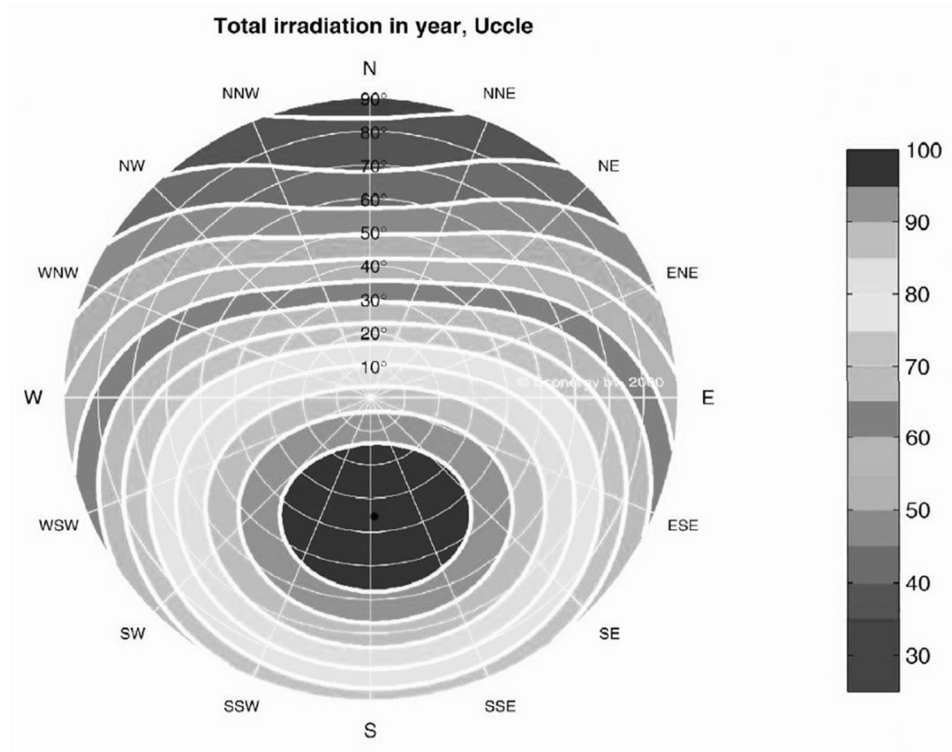
### E.1.2. Validation préliminaire.

**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 <sup>2</sup> ) |         |

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

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

### 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 ( $S_{\text{cellule}}$ ) en $\text{m}^2$<br>(arrondir à 4 chiffres après la virgule) |                                       |
| Surface efficace (S) pour un panneau<br>en $\text{m}^2$ (arrondir à 3 chiffres après la virgule)           | $S = S_{\text{cellule}} \times 132 =$ |

#### 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 planter 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 :

$$N = \text{Longueur toit} / (\text{largeur PV} + \text{écart de fixation}).$$

|                                            |  |
|--------------------------------------------|--|
| 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 appuyerez 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 <b>kWh/m²/an</b>                                                  |         |
| Surface totale efficace de PV. Arrondir à deux chiffres après la virgule. ( <b>m²</b> )                   |         |
| Rendement théorique orientation/angle*                                                                    |         |
| Rendement modules PV*                                                                                     |         |
| Production annuelle théorique attendue. Ne pas tenir compte des chiffres après la virgule. ( <b>kWh</b> ) |         |

\* 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 ( <b>kWh</b> )                                   |                   |  |
| Fraction de 18 % de cette consommation ( <b>kWh</b> )                                |                   |  |
| 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 ( $\beta$ ) et limitation de la production en fonction de la température.

Dans le document constructeur figure un coefficient noté  $\beta$ , 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 : $-\Delta v = \beta \times U_{\text{MPPT "NOCT"}} \times (T_2 - T_1)$                                                    |
| Calcul : $-\Delta v =$                                                                                                            |
| Résultat :<br>$U_{\text{MPPT "75°C"}} = U_{\text{MPPT "NOCT"}} - \Delta v =$                                                      |
| En supposant que le courant I MPPT soit stable, quelle sera la nouvelle puissance en sortie du panneau ?<br>$P_{\text{"75°C"}} =$ |

\* 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 :

|                       |
|-----------------------|
| $\eta_{\text{Max}}$ : |
|-----------------------|

**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"<br>côté DC           |         |           |
| Tension minimum "NOCT"<br>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.

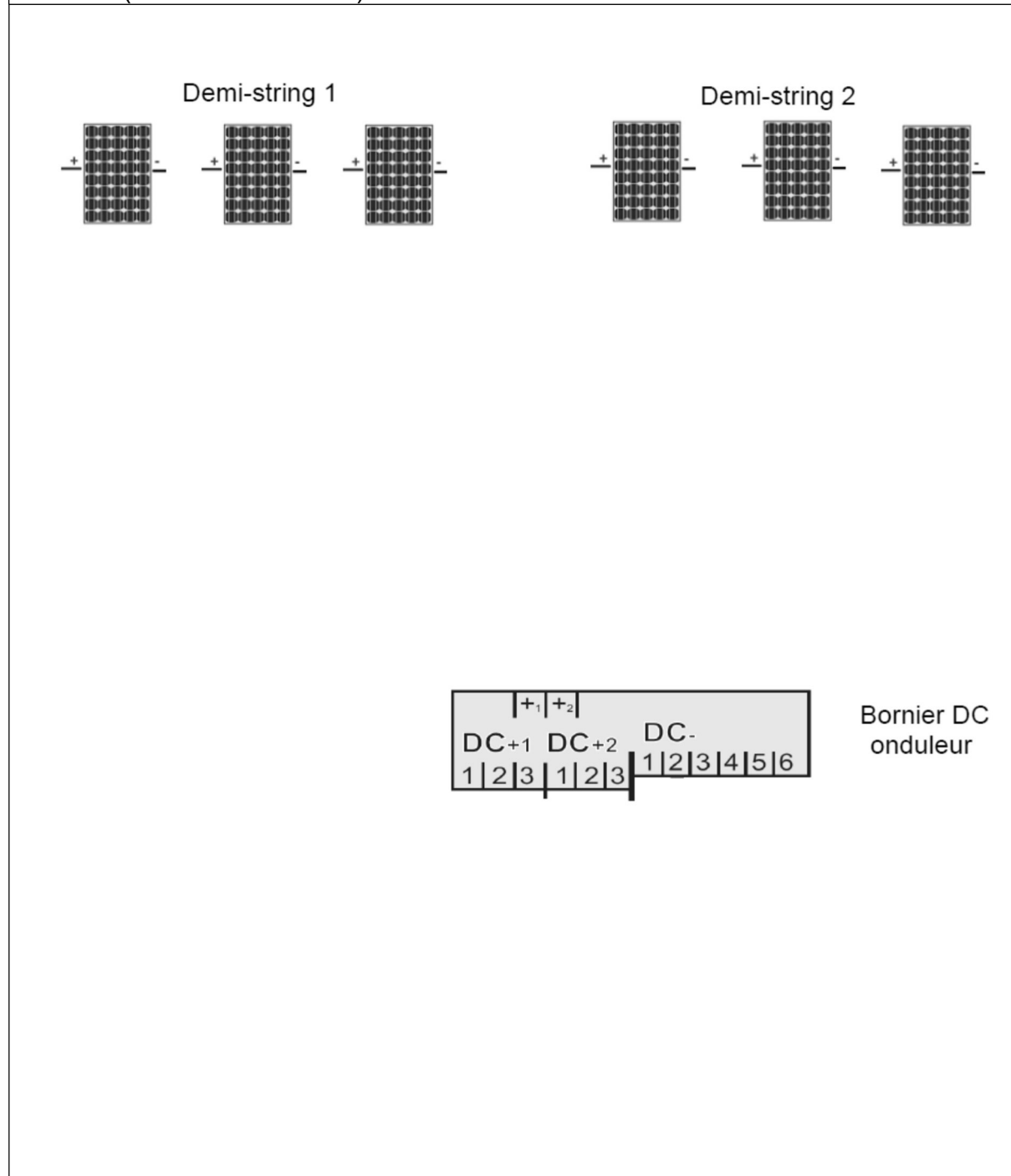
|                                                                 |         |           |
|-----------------------------------------------------------------|---------|-----------|
| Type de câblage des panneaux pour 1 string (parallèle ou série) |         |           |
| Calculs de dimensionnements                                     |         |           |
| 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

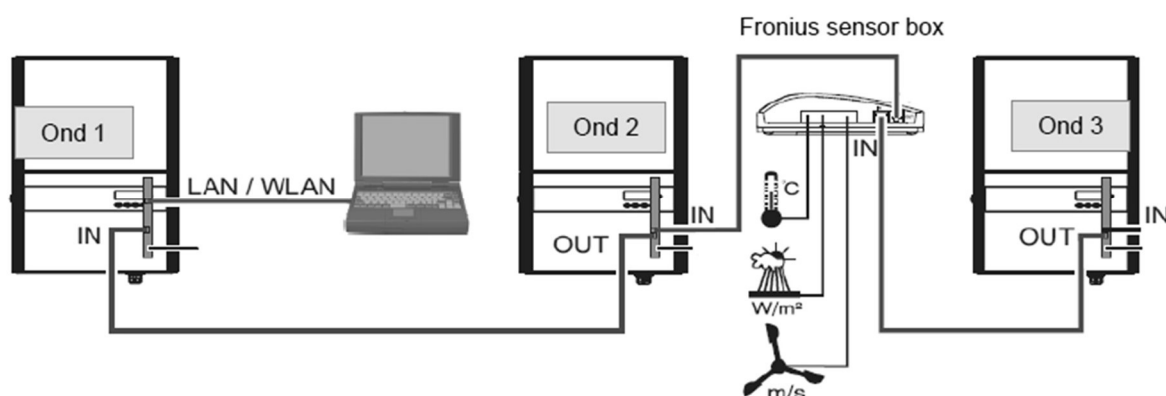
### E.4.1. Paramétrage de la fonction « tracker ».

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

Surveillance d'installation

fr

Fronius

Généralités

Onduleur

Mot de passe de service

Nom de l'installation \*

Rémunération

Taux de rémunération

/kWh

Coûts d'achat

/kWh

Temps système

Date / heure \*

☒ automatically time synchronisation

Paramètres de fuseaux horaires

Fuseau horaire \*

Retour

Suivant

## Onglet 2

Surveillance d'installation

fr

Fronius

Généralités

Onduleur

Mot de passe de service

Nom de l'installation \*

Fronius France - ROISSY

paramétrer tout

| N° | visible                             | Type d'appareil | Nom de l'appareil | PV[Wp] |
|----|-------------------------------------|-----------------|-------------------|--------|
| 1  | <input checked="" type="checkbox"/> |                 |                   |        |

Retour

Suivant

## **PARTIE F – Perspectives**

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