**BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE**

**Sciences et technologies de l’industrie et du développement durable**

**ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX**

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée

|  |
| --- |
| **LUTTE CONTRE LES INCENDIES DE FORÊTS** |

* **sujet** *(mise en situation et questions à traiter par le candidat)*
  + **partie 1 (3 heures)** pages 2 à 7
  + **partie 2 (1 heure)** pages 8 à 10
* **documents techniques** pages 11 à 24
* **documents réponses** pages 25 à 31

**Le sujet comporte deux parties indépendantes qui  
peuvent être traitées dans un ordre indifférent.**

**Les documents réponses DR1 à DR7 (pages 25 à 31) seront   
à rendre agrafés aux copies.**

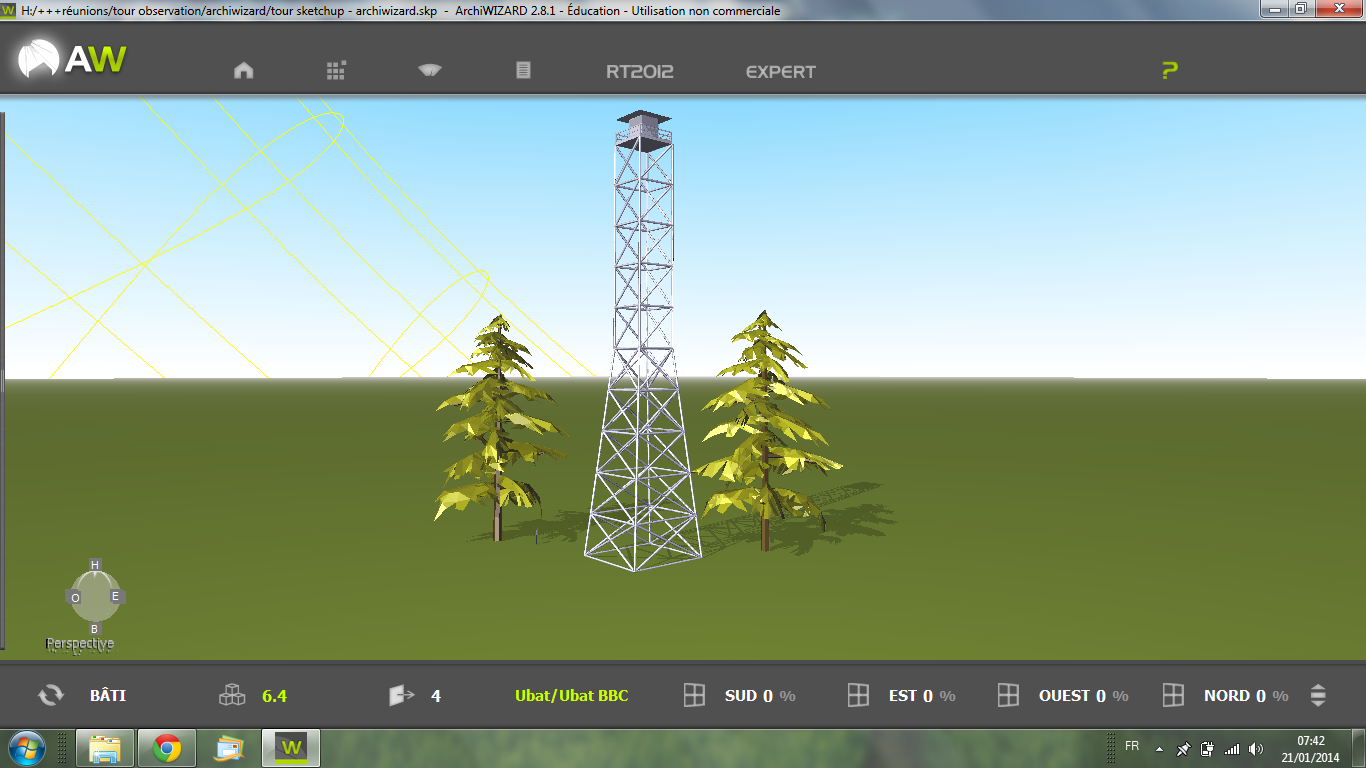
**Mise en situation**

|  |  |
| --- | --- |
| http://msnbcmedia.msn.com/j/MSNBC/Components/Photo/_new/pb-120904-portugal-forest-fires-01.photoblog900.jpg | **Pr****Évenir les incendies et protÉger la forÊt**  La politique forestière participe à l'élaboration et à la mise en œuvre de prévention et de lutte contre les départs de feux de forêt. Cette politique s'exerce plus particulièrement dans les territoires sensibles aux feux de végétation, principalement dans le sud de la France métropolitaine. |

Les plans généraux de prévention terrestre des feux s'articulent autour de plusieurs axes :

* la maîtrise de l’utilisation et de l’occupation des sols dans les zones rurales les plus sensibles aux incendies de forêt en évitant par exemple l’habitat diffus vulnérable ;
* la gestion et l’exploitation régulière des forêts : réseaux de pistes, points d'eau, coupures de combustible structurant les massifs, zones exposées à la propagation de grands feux ;
* en période de danger d'incendies, l'organisation au sein des territoires sensibles aux incendies d'un dispositif opérationnel de télésurveillance adapté aux territoires ;
* enfin, l'équipement et l'entretien de dispositifs de défense de forêts contre les incendies tels que : tours d'observation occupées par des vigies ou équipées de caméras spéciales, véhicules d’intervention et parfois l’utilisation de drones, pour faciliter la prise de décision.

Vos études porteront sur la tour d’observation sur pylône métallique définie ci-dessous (analyse d’un système pluritechnique – partie 1) et sur le drone (exercice – partie 2).

 **La tour de guet**

Drone (crédit photo SDIS 40)

**Partie 1 : Détection des départs de feux de forêt**

**VALIDATION DE LA TOUR DE GUET DANS LA STRATÉGIE DE SURVEILLANCE DES DÉPARTS DE FEUX**

Dans l’organisation de la lutte contre les incendies de forêt, une attention fondamentale est portée au dispositif préventif, avec pour enjeu, l’arrêt des départs de feu aussi vite que possible. Pour ce faire, certains SDIS (service départemental d'incendie et de secours) disposent de tours de guet, gardées chacune par deux personnes au quotidien, du 1er juin au 30 septembre. Ces tours sont judicieusement implantées, de manière à couvrir visuellement toute la zone à risque. Leur fonction est de détecter les feux naissants depuis un point haut, mais aussi d’alerter et de renseigner le CODIS (centre opérationnel départemental d'incendie et de secours). En effet, 45% des départs de feu sont détectés par les vigies dans les tours de guet.

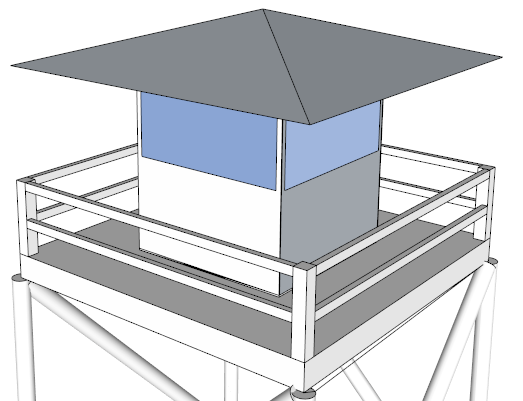
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Question 1.1 | Après lecture du DT1, **recenser** les arguments reposant sur les trois piliers du développement durable, justifiant la lutte contre les incendies de forêt ; les **classer** dans un tableau selon les trois critères.  *forme du tableau à recopier sur votre copie*   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Critères  Arguments | Écologique | Social | Économique | |  |  |  |  | |
| Voir DT1 |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.2  Voir DT2 | À partir du document DT2, **identifier** les moyens existants pour détecter les départs des incendies de forêts. |

Les tours de guet sont équipées pour la détection des feux. Leurs conditions d’implantation doivent respecter les instructions suivantes :

* disposer d’une excellente vue dégagée sur de larges zones sujettes à l’incendie ;
* se situer à proximité de voies d’accès (routes, pistes de patrouille, sentiers) ;
* permettre un surplomb des végétaux.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.3 | À l’aide du diagramme des exigences du DT3, **compléter** la première colonne du DR1.  **Indiquer** pour chaque type de tour, si l’exigence associée à chaque critère est respectée en vous servant du DT5.  **Faire** le total des points et **conclure** sur la solution technique retenue. |
| Voir DT3 et DT5  DR1 |

**ÉTUDE DU RESPECT DES CONDITIONS DE CONFORT DE LA VIGIE**

L’objet de cette partie porte sur le confort de vie dans la cabine. Celui-ci dépend du maintien de la plage de températures intérieures souhaitées quelle que soit l’heure de la journée.

Casquette

Les conditions de réussite du confort sont :

* une bonne protection solaire pour éviter les pics de surchauffe en journée ;
* une bonne isolation thermique de la cabine pour limiter le refroidissement nocturne ;
* la compensation des pertes thermiques par un apport d’énergie thermique complémentaire.

Dans un premier temps, on cherche à valider le dimensionnement de la casquette en toiture au regard du rayonnement solaire durant la journée.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.4 | À partir des documents DT6 et DR2, **justifier** la mise en place d’une casquette de toit à la vigie.  **Tracer** sur le document DR2 les trajectoires du rayonnement solaire sur le bord sud du toit à 12h en juin et septembre (trait bleu pour le mois de juin et trait rouge pour le mois de septembre).  **Conclure** sur le choix de la longueur de la casquette et les risques de surchauffe dans la cabine de guet durant la journée. |
| Voir DT6  DR2 |
| Par la suite on cherche à s’assurer que le confort des usagers est préservé la nuit. | |
| Question 1.5 | Pour limiter le refroidissement nocturne de la cabine, il est nécessaire d’isoler les parois. Au regard des exigences environnementales définies en DT3, et des performances des matériaux DT7, **identifier** et **justifier** le type de panneau sandwich en bardage le plus adapté. |
| Voir DT3 et DT7 |
| Question 1.6 | En vous référant au DT8, **compléter** le DR3 pour déterminer les déperditions (ou pertes) thermiques globales de la vigie. À partir du résultat obtenu et du document DT3, **conclure** quant à la nécessité d’un apport thermique supplémentaire. |
| Voir DT3 et DT8  DR3 |
| Pour compenser les déperditions thermiques de la vigie, on met en place un mur trombe. | |
| Question 1.7 | En vous référant au DT9, **identifier** la naturedes types d’échanges thermiques en (B) et en (C) au sein du mur trombe : conduction, convection naturelle ou rayonnement. |
| Voir DT9 |
| Le cahier des charges de la cabine définit que la température intérieure ne doit pas descendre sous 15°C. Une simulation du modèle de comportement de la cabine a permis d’obtenir la courbe d’évolution de la température intérieure en fonction du temps (graphe➊ du document DT10). | |
| Question 1.8  Voir DT9 et DT10 | **Expliquer** les raisons de la variation de température constatée dans le graphe➊ du document DT10.  **Comparer** le relevé des capteurs de température dans la cabine (graphe➋ DT10) avec la simulation. **Identifier** des paramètres de la simulation qui peuvent être à l’origine de cet écart. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.9 | Suite à l’ensemble des études précédentes, **conclure** sur les choix technologiques qui ont été retenus pour la conception de la cabine. **Citer** un exemple d’apport thermique supplémentaire qui n’a pas été pris en compte. |

**AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE DE LA TOUR DE GUET**

La tour de guet est située dans une zone éloignée du réseau électrique. Un dispositif d'alimentation solaire permet de fournir l'énergie électrique nécessaire par l'intermédiaire de panneaux photovoltaïques. On cherche à vérifier que ce dispositif est correctement dimensionné afin de permettre l’autonomie énergétique de la tour de guet.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Question 1.10 | À l’aide du document DT3, **compléter** sur le document DR4, le tableau en indiquant la puissance et l’énergie consommée de chacun des récepteurs.  Sachant que la tension en sortie du régulateur est de 12 V, **déterminer** la valeur du courant Is absorbé lorsque tous les consommateurs en sortie du régulateur fonctionnent. | |
| Voir DT3 et DT4  DR4 |
|  | | |
| Question 1.11 | À partir du tableau des caractéristiques du panneau solaire SP75 DT11, **indiquer** la valeur de la tension V, du courant I et de la puissance P au point de fonctionnement de puissance maximum (MPP : maximum power point) pour les conditions STC (standard test conditionssoit E = 1000 W·m-2  ; Tc = 25 °C).  **Reporter** sur le document réponse DR4 ce point de fonctionnement.  **En déduire** la conséquence pour le point de fonctionnement maximum (MPP) et la puissance lorsque la température des cellules augmente de 25 °C à 45 °C. | |
| Voir DT11  DR4 |
| Pour la suite de l’étude nous nous placerons dans les conditions STC et MPP. | |
| Question 1.12  Voir DT11 | **Préciser** la valeur de l’irradiance E (puissance solaire reçue par unité de surface) pour les conditions STC.  **Déterminer** la puissance solaire reçue par un panneau.  En **déduire** le rendement η de ce panneau pour les conditions STC. | |
|  | | |
| Question 1.13  Voir DT11, DT4 | Les 14 panneaux sont montés en parallèle. Le document DT4 décrit la structure de la chaine solaire. **Calculer** la valeur du courant Ip entrant dans le « bloc  régulateurs ». | |

Pour la suite, on cherche à choisir les régulateurs utilisés en fonction du besoin énergétique de la tour de guet. On considèrera que la chaine d’énergie comporte 2 régulateurs en parallèle avec un courant d’entrée total Ip de 50 A.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.14 | **Indiquer** la tension de référence des panneaux photovoltaïques et la tension maximale fournie.  D’après le tableau de choix des régulateurs, **identifier** la référence du régulateur le mieux adapté en justifiant votre choix par rapport à la tension et au courant. |
| Voir DT4, DT11 et DT12 |

Analyse du flux d’énergie dans différentes configurations

Nous utilisons les hypothèses suivantes :

* l’installation comporte 14 panneaux en parallèle ;
* l’onduleur n’est pas utilisé ;
* les pertes liées aux régulateurs sont négligées ;
* Is est le courant sortant des régulateurs côté charge.

Un premier bilan de puissance (cas 1 en DT13) est donné pour un éclairement de 1000 Wm- 2 et une charge imposant un courant Is de 25 A.

Une seconde situation (cas 2 en DR5) est étudiée : les panneaux photovoltaïques reçoivent un éclairement de E = 130 W·m-2 et la charge impose un courant Is de 10 A.

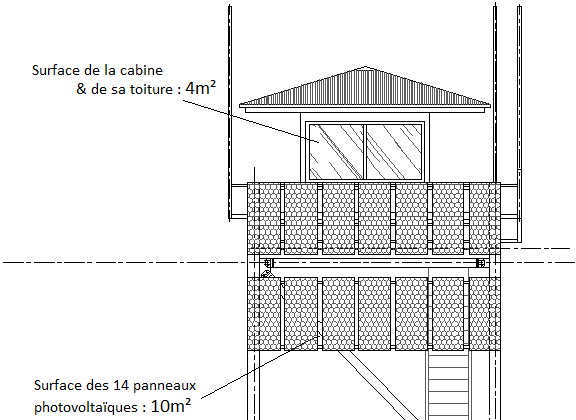
|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.15  Voir DT13 DR5 | **Compléter** le document réponse DR5, en donnant les valeurs des puissances Pp, Ps et Pb. En **déduire** la valeur de Ib. |

Le dernier cas concerne un fonctionnement de nuit.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.16  Voir DT13 DR6 | En utilisant les résultats de la question précédente, **indiquer** sur le DR6 les valeurs des différentes puissances mises en jeu**. Préciser**, pour chacun des cas étudiés, si les panneaux photovoltaïques, les batteries et les consommateurs (charges électriques de la tour) reçoivent, fournissent ou n’échangent pas de puissance électrique. |
| Bilan énergétique moyen sur la période de juin à septembre  L’énergie consommée par les consommateurs est de 1100 Wh par jour. La durée d’ensoleillement moyenne sur cette période est de 5,93 h par jour dans les conditions STC (standard test conditions**:** E = 1000 W·m-2  ; Tc = 25 °C). | |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.17  Voir DT11 | **Calculer** l’énergie produite chaque jour par les panneaux solaires fonctionnant au point de puissance maximum DT11.  **Comparer** l’énergie produite avec celle consommée en une journée.  **Justifier** le choix d’un tel écart entre l’énergie consommée et celle produite par les panneaux. |
| Conclusion sur la chaîne solaire en site isolé | |
| Question 1.18 | L’installation répond-t-elle au besoin du site isolé ? **Préciser** l’intérêt des batteries dans le bon fonctionnement de l’installation. **Justifier** à l’aide de l’étude réalisée. |

**ÉTUDE DE L’INFLUENCE DES panneaux photovoltaïques sur la stabilitÉ de la tour de guet**

****

La tour, du fait de sa hauteur, est soumise à l’action du vent.

La modélisation retenue figure sur le DR7.

Hypothèses :  
- la résultante des efforts due au vent est horizontale et s’applique au point V ;  
- le poids total (fondations, tour, cabine et équipement) de 55 kN, s’applique au point **G,** centre de gravité de l’ensemble ;

- on se place à la limite du basculement de la tour autour de la liaison en A. Dans cette situation particulière, l’action de liaison en B est nulle ;

- la réaction d’appui n’est présente qu’au point **A** (articulation).

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.19 | À partir d’une étude statique graphique menée sur la tour, **tracer** sur le document DR7 la direction de la réaction d’appui en A. **Déterminer** la valeur de la force du vent entraînant le basculement de la tour en justifiant la démarche utilisée. |
| Voir DR7 |

La localisation de la tour est représentée sur la carte du DT14. La géographie du site est favorable vis-à-vis de l’action du vent : le site est donc considéré comme protégé.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.20  Voir DT14 | **Déterminer** la pression du vent extrême à prendre en compte.  Compte tenu de la surface de prise au vent de 14 m2 (surface des panneaux, de la cabine et de la toiture), **calculer** la force maximale d’un vent extrême appliquée sur la structure. Au regard du résultat de la question 1.19, **préciser** s’il y a un risque de basculement dans ces conditions.  Quelle doit être la préoccupation du constructeur quant à la conception des fondations de la tour ? |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 1.21 | **Expliquer** en quelques lignes, comment la tour de guet répond aux exigences définies dans le document technique DT3. |

**Partie2 : Système d’aide à l’intervention : le drone**



crédit photo SDIS 40

Pour être au plus près du feu, certains SDIS utilisent des drones équipés d’un appareil photo et/ou d’une caméra thermique infrarouge. Ils coûtent beaucoup moins cher que la solution traditionnelle d’un hélicoptère transportant un officier dont le rôle est de décrire la situation. Ils peuvent en outre voler de nuit ou à travers la fumée.

Le drone envoie au centre de commandement des photos aériennes qui une fois assemblées permettent de construire un maillage en temps réel de la zone d’intervention. Cette solution permet d’avoir une vision globale de la situation qui peut être partagée par les décideurs des interventions.

L’objectif de cette partie est de vérifier que la technologie utilisée permet l’envoi des photos dans un temps suffisamment court pour réaliser le maillage de la zone au rythme d’une image toutes les cinq secondes.

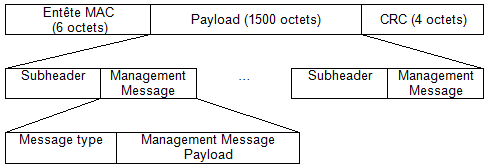
L’appareil photographique installé sur le drone permet de réaliser des photos d’une définition de 14 Mpixels. 1 pixel est codé en RVB (rouge, vert, bleu) sur 3 octets (1 octet pour coder l'intensité en rouge, 1 octet pour l'intensité en vert et 1 octet pour l'intensité en bleu).

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2.1 | **Calculer** le poids d’une image en octets puis en Mo.  Rappel : 1 Mo = 210 ko = 220 octets |

L’image est compressée par l’appareil photo au format jpeg afin d’en diminuer le poids. Un taux de compression de 1 / 20 permet de ne pas avoir de perte notable de qualité.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2.2 | **Déterminer** le poids de la photo au format jpeg en octets et en Mo. |

Le Wimax (IEE 802.16) est le standard de communication sans fil utilisé pour la transmission des images entre le drone et le poste de commandement.



Trame Wimax

À l’image compressée sont jointes des données (localisation GPS, date, heure). Le poids total des informations à transmettre est alors de 2,5·106octets. Le fichier étant trop lourd pour être envoyé d’un seul bloc, les données sont découpées pour s’insérer dans une trame Wimax. La portion des données représente 95 % du Payload de la trame.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2.3 | **Calculer** le nombre de trames nécessaires à l’envoi de l’image. **Déterminer** alors le nombre total d’octets transférés par toutes les trames. |

A la réception des données au centre de commandement, l’ordinateur va recomposer l’image dont les trames peuvent être arrivées dans le désordre. Pour faire ceci, il va notamment utiliser l’adresse MAC de l’émetteur comprise dans l’entête de chaque trame. Dans notre cas, l’adresse MAC de cette carte Wimax en binaire est

MSB 0000 0000 0001 1001 0100 1011 0101 0011 1000 1110 0001 1110 LSB

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2.4 | **Déterminer** le nombre d’octets nécessaires pour coder cette adresse.  Les adresses Mac sont souvent exprimées en hexadécimal. Le O.U.I. (Organizationnelly Unique Identifier) comprend les 3 octets de poids forts de l’adresse MAC (en hexadécimal) et permet d’identifier chaque constructeur de carte réseau.  **Traduire** le début de l’adresse MAC en hexadécimal, puis **déterminer** à l’aide de la liste ci-jointe le constructeur de la carte Wimax et le débit de communication de la carte. |

Liste partielle des correspondances @MAC constructeurs

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **O.U.I. base 16** | **Constructeur** | **Débits de communication en Mbits·s-1** |
| 0019A1 | Constructeur n°1 | 40 |
| 001963 | Constructeur n°2 | 100 |
| 00194B | Constructeur n°3 | 80 |
| 00192F | Constructeur n°4 | 1000 |
| 00192D | Constructeur n°5 | 3 |
| 00192C | Constructeur n°6 | 8 |
| 0017F2 | Constructeur n°7 | 128 |
| 000FB5 | Constructeur n8 | 40 |

Pour la suite, nous prendrons une vitesse moyenne de transmission des données de 5 Mo·s-1 et nous considérerons que l’ensemble des trames pour une image pèse 3 Mo.

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2.5 | **Déterminer l**e temps nécessaire pour envoyer une image.  **Calculer** le nombre d’images que la carte pourrait transmettre par minute. |

|  |  |
| --- | --- |
| Question 2.6 | Pour conclure, **comparer** les besoins du centre de commandement avec les capacités de la carte.  **Indiquer** si d’autres équipements de surveillance utilisant également ce protocole de transmission, peuvent être embarqués sur le drone ? |
|  |

**DT1 :** LE RISQUE DE FEU DE FORÊT EN FRANCE

En France métropolitaine, la superficie forestière est de 16 millions d’hectares (ha) soit   
30 % de la surface du territoire français.

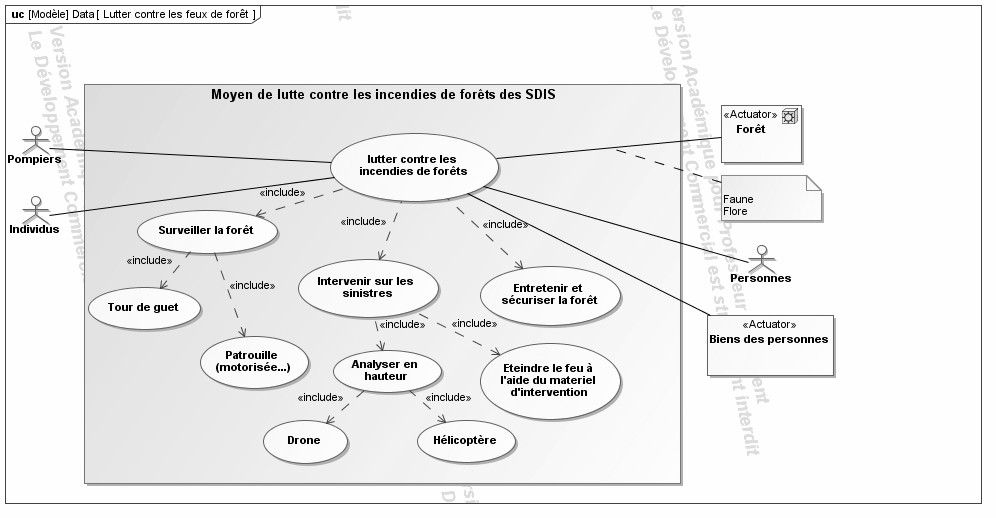
Chaque année en moyenne, 4 000 départs de feux ont lieu et 24 000 ha de forêts sont incendiés en France métropolitaine.

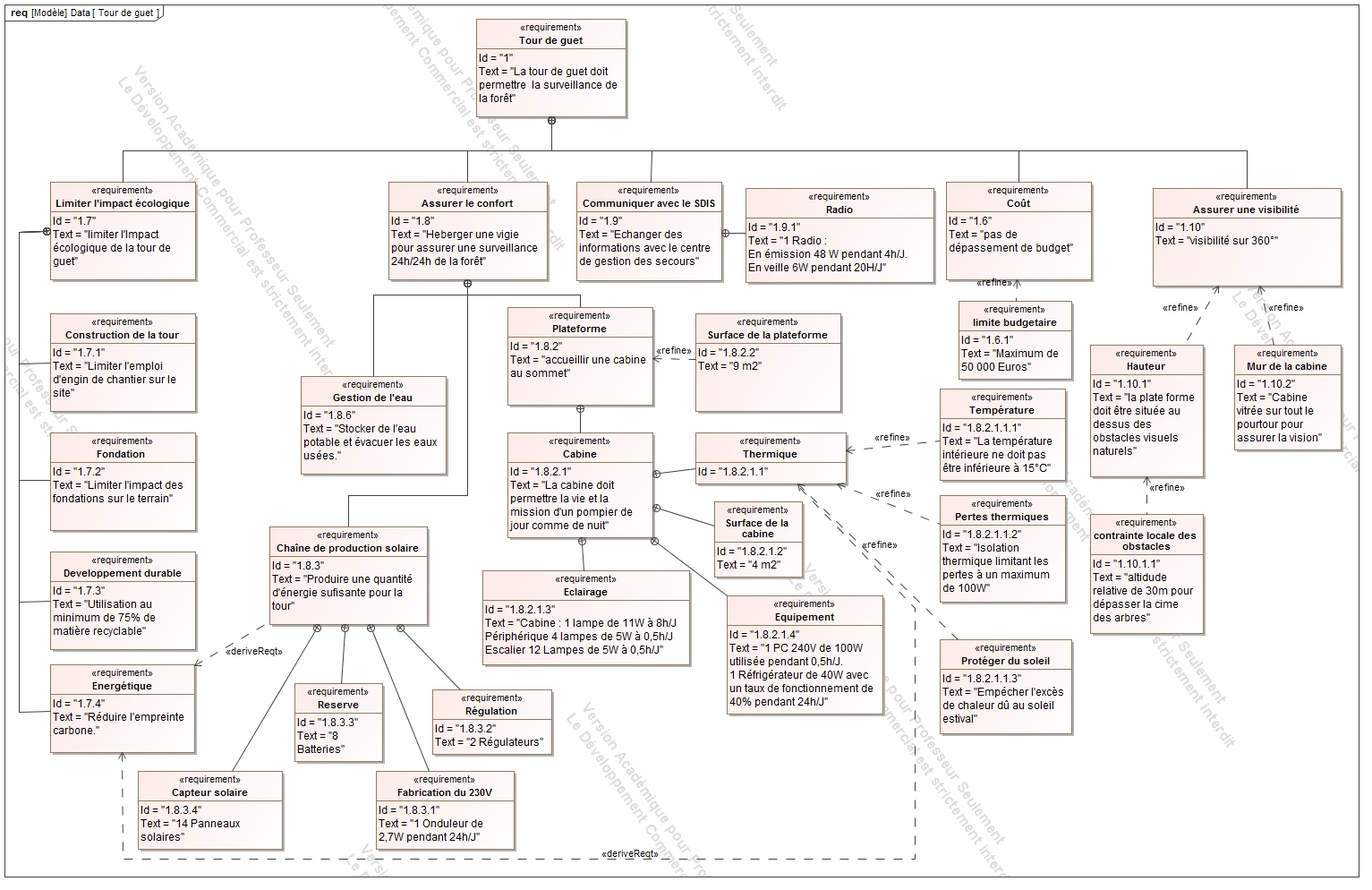
Certes, les incendies font partie intégrante de la dynamique naturelle de la régénération de certains écosystèmes. Cependant, lorsqu’ils deviennent trop fréquents ou qu’ils concernent des superficies importantes, les feux entraînent une homogénéisation du milieu et font peser une forte menace sur la faune et la flore.

Les feux peuvent faire disparaître des graines d’espèces végétales, réduire la matière organique et amorcer le processus d’érosion des sols. La quasi-disparition du pin maritime dans le massif des Maures (département du Var) en est l’illustration.

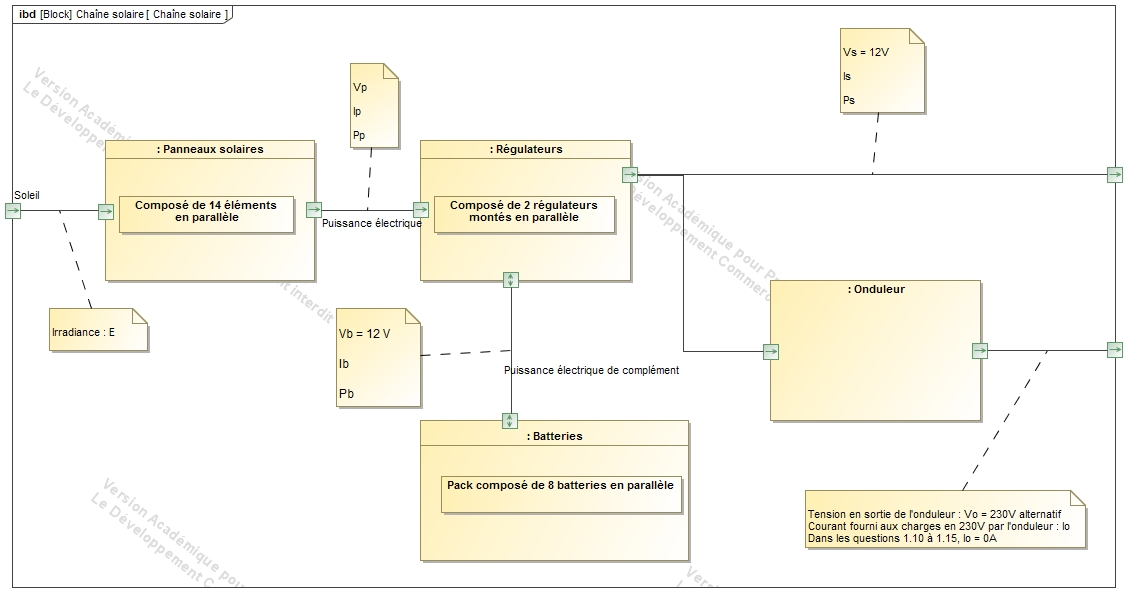
Par ailleurs, les incendies présentent des risques importants pour les constructions dans ou à proximité des zones à risque – à noter : 6 000 communes françaises sont classées « à risque feux de forêts », soit une commune sur six. Les habitations et les constructions à usage d’activité s’accroissent dans ces zones à risque incendie, ce qui augmente les risques de départs de feux et le nombre de personnes à protéger en cas d’incendie.

En raison du changement climatique, les territoires à risque d’incendie de forêt devraient s’étendre significativement vers les régions du Nord de la France à l’échéance de 2040. La surface sensible aux feux de forêts, estimée à 5,5 millions d’hectares en 1989-2008, pourrait atteindre 7 millions d’hectares à l’horizon 2040.

**DT2 :** SYSML Diagramme des cas d’utilisation UC

**DT3 :** SYSML Diagramme des exigences

**DT4 :** SYSML Diagramme des blocs internes



**DT5 :** CARACTÉRISTIQUES DE STRUCTURES DE TOURS

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tour n°1** | **Tour n°2** | **Tour n°3** | **Tour n°4** |
| italy-potenza-1.jpg | poland-przytok.jpg | poland-wichrowo.jpg | israel-unknown.jpg |
| Tour réalisée en bois lamellé collé,  contreventée par  triangulation de poutres et de câbles acier. Chaque poteau est ancré à un dé de béton armé.  Cette tour peut accueillir une plateforme de 5 m² culminant à 15 m maxi.  Son emprise au sol est de l’ordre de 15 m². Son montage peut être réalisé en 3 jours avec une grue mobile.  En fin de vie, son taux de recyclage est d’environ 75 %.  Son coût de construction est de l’ordre de 45 000 €HT. | Tour en acier stabilisée par haubanage de câbles en aciers.  La tour centrale accueillant un escalier hélicoïdal est encastrée dans un massif en béton armé. Chacune des séries de haubans est fixée au sol par tirant d’ancrage.  La plateforme de 5 m² au sommet peut atteindre une hauteur de 35 m.  Son montage nécessite des moyens lourds notamment pour la réalisation des tirants d’ancrage.  Son coût est de 100 000 €HT  Le taux de recyclage de l’acier étant excellent, celui de la tour est de 70 %. | Le fût central en béton armé est réalisé par coffrage glissant grimpant (hauteur d'ascension : 18 à 20 cm·h-1). La mise en œuvre du béton nécessite entre autre une pompe à béton. L’altitude de la plateforme est fonction de l’épaisseur de béton de la paroi du fût : pour le minimum de 20 cm, on peut atteindre 25 m pour une plateforme de 8 m².  La réalisation nécessitant des moyens matériels spécifiques, son coût s’élève à 150 000 €HT.  Le taux de recyclage du béton est d’environ 60 %. | La tour est amenée en pièces détachées sur le site. Le montage nécessite du petit outillage, des treuils, des palans, des câbles. Le montage barre par barre évite l’emploi d’engin de levage. La légèreté et la faible prise au vent de la tour minimisent la taille des semelles de fondations.  Le taux de recyclage en fin de vie de cette tour peut atteindre 80 %.  Avec cette technique, les plateformes d’observation de 10 m² peuvent être installées à plus de 30 m de haut, grâce à des profilés métalliques standard, pour un coût de 45 000 €HT. |

**DT6 :** RÉCEPTIONS DIRECTES ET INDIRECTES DES FENÊTRES EN FONCTION   
DE LEUR ORIENTATION ET DE L’AVANCÉE DE LA TOITURE

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Pas d’avancée de toit** | Fenêtre au SUD | Fenêtre à l’OUEST |
| Fenêtre à l’EST    Légende | |
| **Avancée de toit formant une casquette** | Fenêtre au SUD | Fenêtre à l’OUEST |
| Fenêtre à l’EST | |

Ces graphiques permettent de distinguer les modes de réception du rayonnement solaire :

* **réception directe** : les moments de la journée où la fenêtre est exposée au soleil ;
* **réception indirecte** (pas de réception directe) : le reste de la journée où la fenêtre est à l’ombre.

**DT7 :** CARACTÉRISTIQUES DE DEUX PANNEAUX SANDWICHS

**Extraits : DÉCLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE CONFORME À LA NORME NF P 01-010**

**Définition de l’unité fonctionnelle (UF) :** constituer 1 m² de paroi verticale pendant une annuité en assurant les performances prescrites du produit.

Tous ces impacts sont renseignés ou calculés conformément aux indications du § 6.1 de la norme NFP01-010, pour l’unité fonctionnelle rapportée à toute la **DVT**(durée de vie typique).

**Panneau sandwich de bardage avec une âme laine de roche et deux parements acier**

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| sandwich laine roche.jpg  **Conductivité thermique :**  λ de 0,017 à 0,041 W·m-1·K- 1  **Masse surfacique :**  18,30 kg·m-² | fdes1.png |
| **Panneau sandwich de bardage à âme polyuréthane et à deux parements acier** | |
| sandwich polyréthanne.gif  **Conductivité thermique :**  λ de 0,035 W·m-1·K-1  **Masse surfacique :**  12,60 kg·m-² | fdes2.png |

**DT8 :** FORMULAIRE DE CALCUL DES DÉPERDITIONS THERMIQUES DE LA CABINE

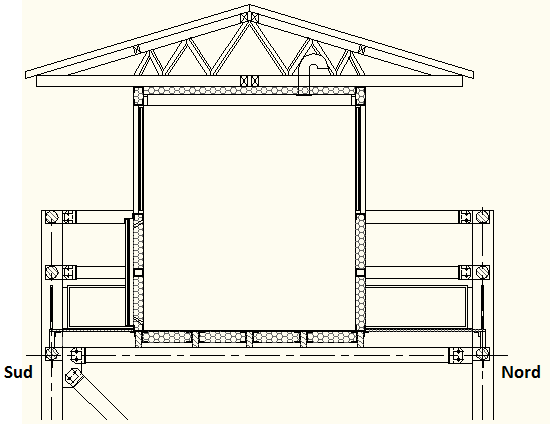
**Conditions de température à prendre en compte pour les calculs :**Température extérieure minimale de 12,9°C et température intérieure de 15°C

**Caractéristiques géométrique et thermique des parois de la cabine :**

Toiture

Surface : 4 m²

R therm. : 3 m² °c·w-1



Fenêtres

Surface : 7 m² (pour les 4 cotés)

R therm. : 1,27 m²·°C·W-1

Porte

Surface : 1,5 m²

R therm. : 1,07 m²·°C·W-1

Ventilation Haute

Déperditions par   
renouvellement d’air

Volume de la

cabine : **8,8 m3**

Parois verticales

Surface : 9,1 m²

Matériau : panneau sandwich

R therm. : 2,97 m²·°C·W-1

Plancher

Surface : 4 m²

Matériaux : panneau sandwich + sol plastique

Rtherm. : 2,71 m²·°C·W-1

**Définitions :**

La résistance thermique globale d’une paroi est notée **R therm**. [m²·°C·W-1]

**Les déperditions surfaciques Dsurf** [ W ] sont calculées en appliquant la formule suivante :  
  
avec θi : température intérieure [°C] et θe : température extérieure [°C].

**Les déperditions linéaires Dli**(pont thermique non traité) sont évaluées à **20 %** des déperditions surfaciques.

**Les déperditions par renouvellement d’air Dra**[ W ] sont calculées par la formule suivante :  
 **Dra= 0,34 ·Qv·(θi-θe)**

[W]=[Wh·m-3·°C-1]⋅ [m3·h-1]⋅ [°C]

avec :  
 Qv = 25 % du volume du bâtiment renouvelé en une heure  
 θi : température intérieure et θe : température extérieure.

**Les déperditions globales Dglob** de la cabine sont calculées par addition des déperditions :   
 **Dglob=Dsurf + Dli + Dra**

**DT9 :** PRINCIPE DU MUR TROMBE

Le rayonnement solaire (A) est valorisé par effet de serre, en disposant un vitrage devant une plaque métallique noire. La plaque stocke et émet sa chaleur dans la zone (B). Des ouvertures hautes et basses réalisées dans le mur, sont créées afin de générer une circulation d’air entre la lame d’air et la cabine à chauffer (C). L'air chauffé dans la lame d'air pénètre par les ouvertures hautes dans la pièce. Il se refroidit au contact de l'air du local et, une fois rafraîchi, revient par les ouvertures basses dans la lame d'air.

**Paramètres de la simulation thermique de la cabine**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Température extérieure 🡪**  **Rayonnement solaire 🡪**  **Durée d’exposition solaire 🡪**  **Déperditions thermiques cabine 🡪**  **Dimensions du mur trombe 🡪**  **Matériau du mur trombe 🡪** |  | | **🡪Température intérieure** |
| **Extrait de la simulation**  simul2.png | | Scénario de la simulation :  Quand la température intérieure de la cabine descend sous les 15 °C, la vigie ouvre les ouvertures hautes et basses du mur trombe à t = 25 min.  Le graphe➊ sur le DT10 représente l’évolution de la température dans la cabine au cours du temps. | |

**DT10 :** Graphes de température

**Graphe**➊**: variation de température par simulation dans la cabine.**

**Graphe**➋**: relevés de température dans la cabine réelle.**

Les relevés de températures ont été réalisés dans la cabine puis tracés ci dessous :

Échelle du temps en heure

Température intérieure

**DT11 :** ÉLÉMENT DE LA CHAINE SOLAIRE

|  |  |
| --- | --- |
| **Caractéristiques du module solaire SP75 de SIEMENS**  **en configuration 12 V** | |
| Tension de référence du panneau | 12 V |
| Pmax Puissance maximum dans les conditions STC (***Standard Test Conditions*** soit E=1000 W·m-2 ; Tc=25 °C) | 75 W |
| IMPP Courant au point de fonctionnement de puissance maximum (**MPP** : Maximum Power Point) | 4,4 A |
| VMPP Tension au point de fonctionnement de puissance maximum (**MPP** : Maximum Power Point) | 17,6 V |
| ISC Courant de court circuit (SC Short Circuit) | 4,8 A |
| Voc Tension en circuit ouvert (OC Open Circuit) | 21,7 V |
| Température normale de fonctionnement des cellules | 45 °C |
| Hauteur du panneau | 1200 mm |
| Largeur du panneau | 533 mm |

**DT12 :** ÉLÉMENT DE LA CHAINE SOLAIRE

|  |
| --- |
| **Steca_PR_3030_Presentation.gifRégulateur de charge Solaire**  **Steca_PR_3030_racordement.gif**  **Raccordement**  Steca_PR_3030.gif |

Données électriques

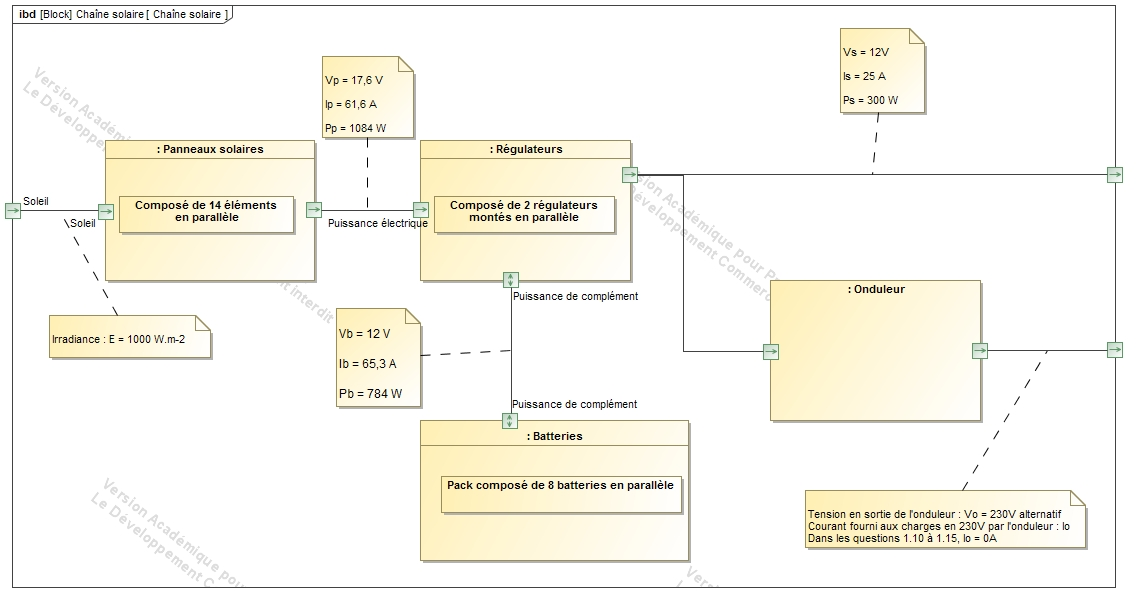
|  |  |
| --- | --- |
| **Caractéristiques communes de la gamme** | |
| Tension de service | 12 V ou 24 V; reconnaissance automatique |
| Zone de tension 12 V | 6,9 V – 17,2 V |
| Zone de tension 24 V | 17,3 V – 43 V |
| Températures de service tolérées | -10 °C à +50 °C |
| Températures de service tolérées | -20 °C à +80 °C |
| Autoconsommation mA | 12,5 mA |
| PWM-Fréquence de modulation d ́impulsions en largeur | 30 Hz |
| Tension d ́entrée maximale | < 47 V |
| Tension de batterie minimale | 6,9 V |

TABLEAU DE CHOIX DES REGULATEURS DE LA GAMME

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Courant en A | | | | |
| Modèle | PR1010 | PR1515 | PR2020 | PR3030 |
| Courant maximal de panneau à température constante de 25 °C | 10 | 15 | 20 | 30 |

**DT13 :** DIAGRAMME SYSML DES BLOCS INTERNES (ibd) DE LA CHAINE SOLAIRE

**Cas 1 :** Panneaux photovoltaïques exposés en plein midi avec un éclairement de E = 1000 W·m-2, et Is = 25 A.



17,6V

61,6A

Ip

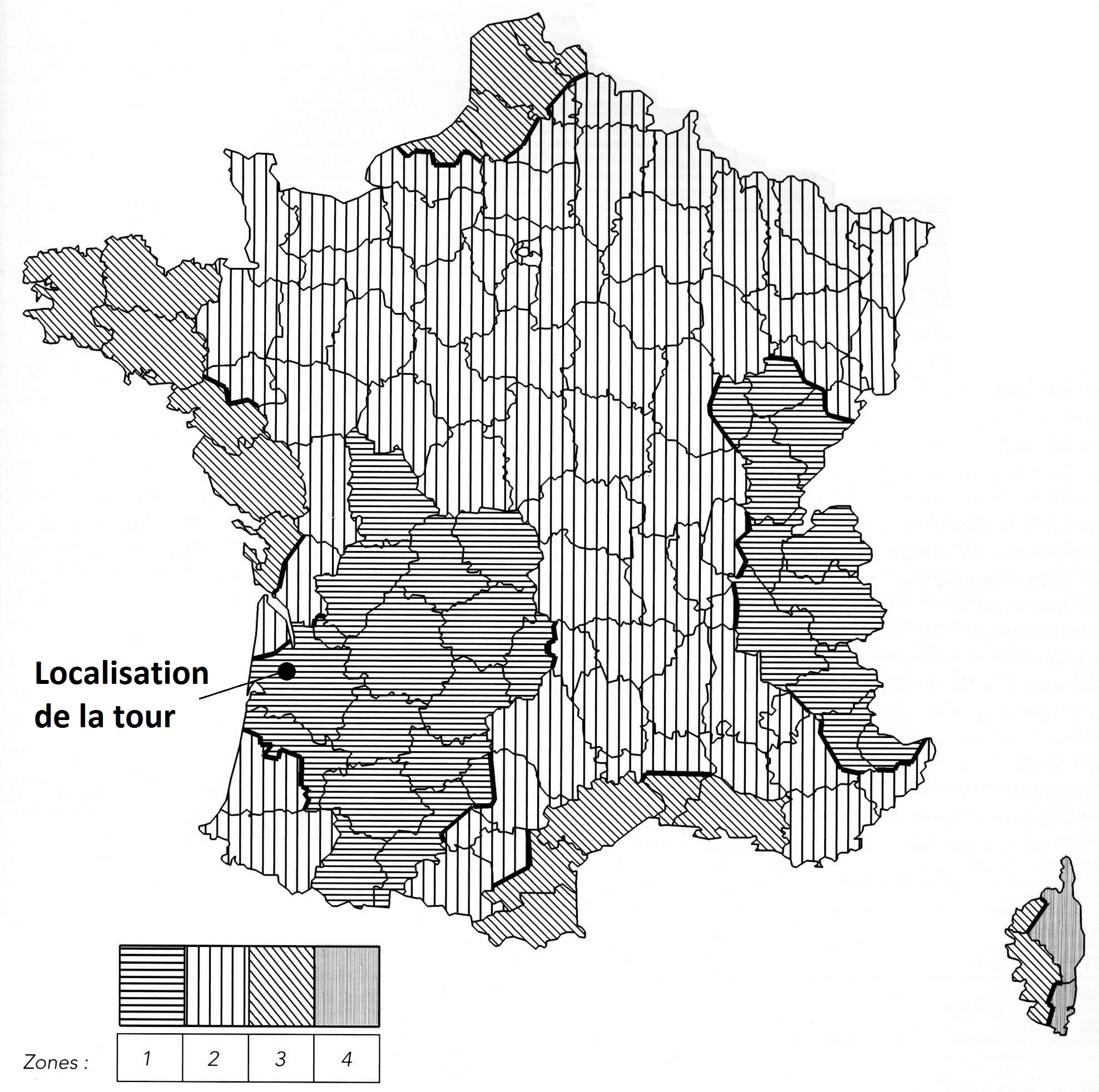
Is

Ib

1000W/m2

36,6A

**DT 14 :** CARTE DES ZONES DE VENTS



**Tableau des pressions exercées par le vent :**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zone** | **site** | pression  normale | *pression*  *extrême* | vitesse  normale | *vitesse*  *extrême* |
| Pa | *Pa* | km·h-1 | *km·h-1* |
| **1** | protégé | 400 | *700* | 92 | *122* |
| normal | 500 | *875* | 103 | *136* |
| exposé | 675 | *1181* | 119 | *158* |
| **2** | protégé | 480 | *840* | 101 | *133* |
| normal | 600 | *1050* | 113 | *149* |
| exposé | 780 | *1365* | 129 | *170* |
| **3** | protégé | 600 | *1050* | 113 | *149* |
| normal | 700 | *1312* | 126 | *167* |
| exposé | 938 | *1640* | 14 | *186* |
| **4** | protégé | 720 | *1260* | 123 | *163* |
| normal | 900 | *1575* | 138 | *183* |
| exposé | 1080 | *1890* | 151 | *200* |

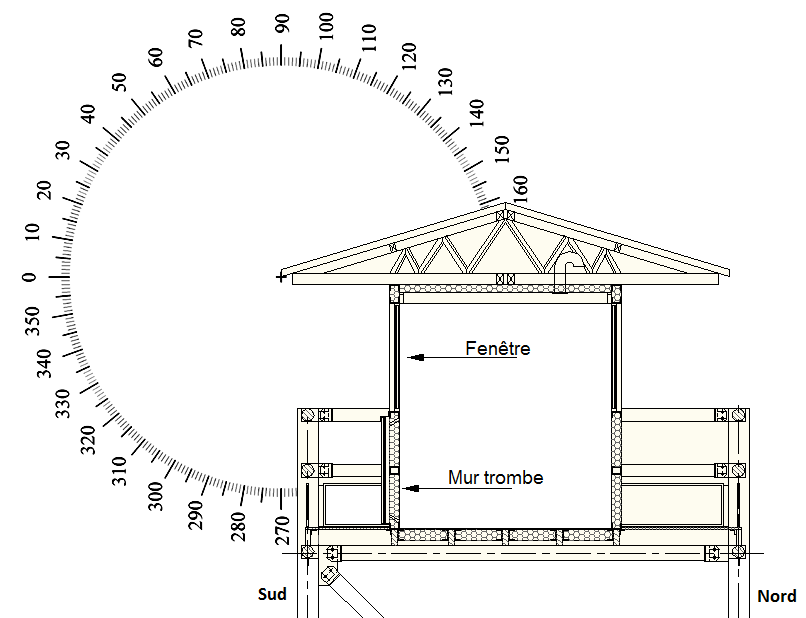
**DR1 –** Document réponse 1

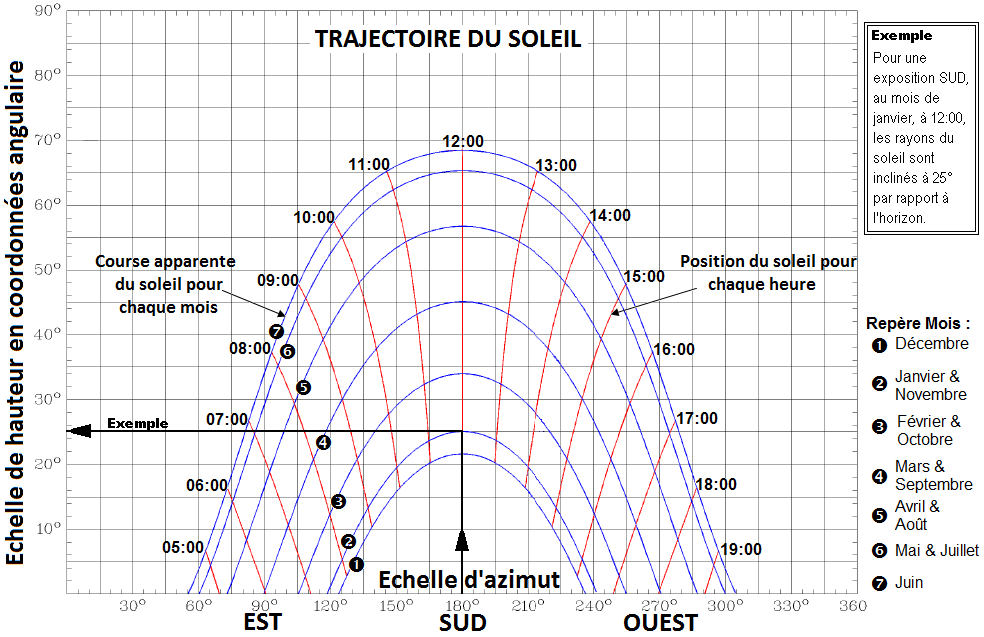
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Question 1.3 Tableau d’évaluation du choix architectural de la tour** | | | | |
| Mettre+1 si le critère est respecté,  sinon indiquer -1  **Critères et Exigences du cahier des charges à indiquer (cf. DT3)** | **Tour n°1**  italy-potenza-1.jpg | **Tour n°2**  poland-przytok.jpg | **Tour n°3**  poland-wichrowo.jpg | **Tour n°4**  israel-unknown.jpg |
| Critère : **hauteur** Exigence : … | 15 m maxi **-1** |  | 25 m  **-1** | 30 m **+1** |
| Critère : **surface de la plateforme** Exigence : … | 5 m² **-1** | 5 m² **-1** | 8 m² **-1** |  |
| Critère : **coût** Exigence : … | 45 000 € **+1** | 100 000 € **-1** |  | 45 000 € **+1** |
| Critère : **matériaux recyclables** Exigence : … |  | 70 % **-1** | 60 % **-1** | 80 % **+1** |
| Critère : **engins de chantier** Exigence : Limiter l’emploi. | Grue mobile **-1** | Moyen lourd **-1** | Pompe à béton **-1** | Petit outillage **+1** |
| TOTAL : |  |  |  |  |

Conclusion :

**DR2 –** Document réponse 2

Question 1.4





**DR3 –** Document réponse 3

Question1.6

Calcul de la différence de température :

**θi** : température intérieure [°C] : **θe** : température extérieure [°C] :   
**θi-θe = °C**

Calcul des déperditions surfaciques **Dsurf** par paroi

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Paroi | Surface | Rtherm. | Déperdition surfacique **DSurf** par paroi |
| * Toiture |  |  |  |
| * Fenêtres |  |  |  |
| * Porte |  |  |  |
| * Parois verticales |  |  |  |
| * Plancher |  |  |  |
| Total des déperditions surfaciques **Dsurf** = | | |  |

Calcul des déperditions linéiques **Dli** :

Total des déperditions linéaires **Dli** =

Calcul des déperditions par renouvellement d’air **Dra** :

Total des déperditions par renouvellement d’air **Dra** =

Calcul des déperditions globales **Dglob** de la cabine :

Total des déperditions de la cabine **Dglob** =

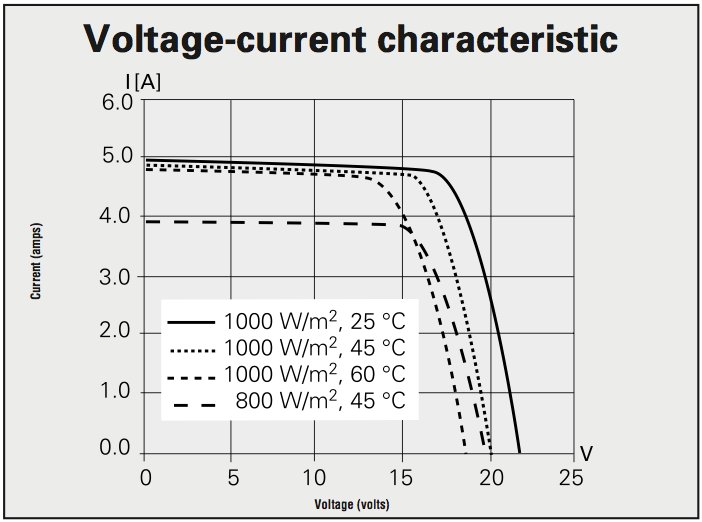
Conclusion :

**DR4 –** Document réponse 4

Question 1.10

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Récepteur** | **NB** | **P en W** | **P totale en W** | **Heures par jour** | **Wh·jour-1** |
| **Eclairage** | | | | | |
| Cabine | 1 | …. | …. | …. | …. |
| Périphérie cabine | 4 | 5 | 20 | 0,5 | 10 |
| Escalier | … | 5 | …. | 0,5 | …. |
| **Equipements** | | | | | |
| PC 240 V | 1 | …. | …. | …. | …. |
| Onduleur | 1 | 2,7 | 2,7 | 24 | 64,8 |
| **Autres récepteurs** | | | | | |
| Radio (en émission) | 1 | 48 | 48 | 4 | 192 |
| Radio (en veille) | 1 | 6 | 6 | 20 | 120 |
| Réfrigérateur | 1 | 40 (-40 %) | 24 | 24 | 576 |
| Total |  | X | …. | X | …. |
| Valeur du courant **Is** absorbé = **…** | | | | | |

Question 1.11

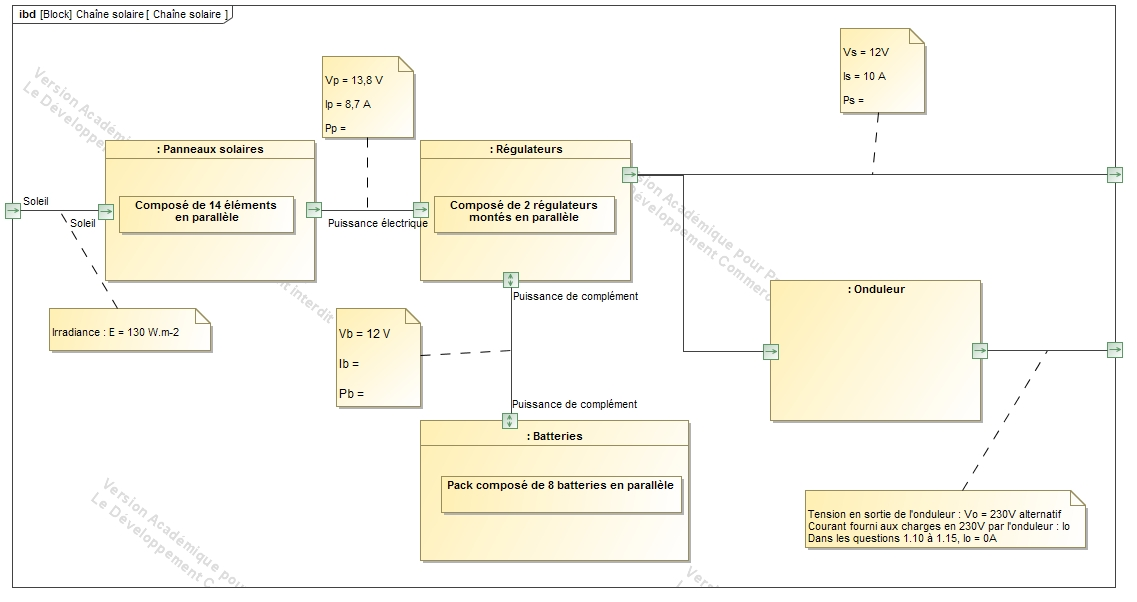
Point de fonctionnement du panneau solaire :

MPP pour 1000 Wm-2 et 45°C

**DR5 –** Document réponse 5

Question 1.15

**Cas 2°:** cas d’un éclairement particulier E=130 W·m-2 (avec Vp = 13,8 V, Ip=8,7 A et Is=10 A).



SYSML : Diagramme des blocs internes.

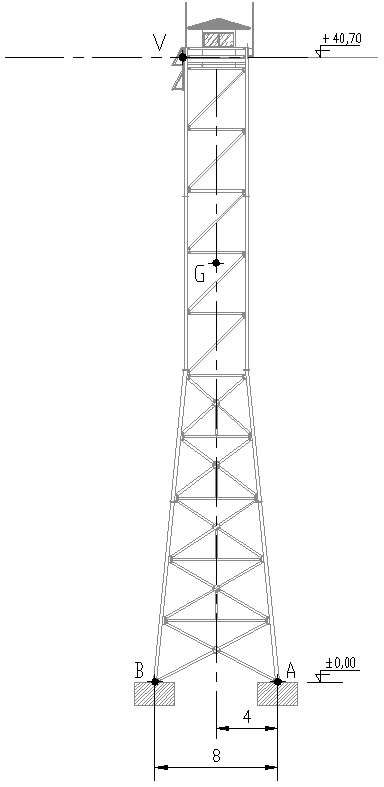
**DR6 –** Document réponse 6

Question 1.16

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Panneaux Photovoltaïques | | Charges (équipements consommateurs) | | Batteries | |
| PP en W | Fonctionnement (re | Ps en W | Fonctionnement | PB en W | Fonctionnement |
| **Cas 1 :**  exposition en plein midi avec un éclairement de E = 1000 W·m-2  avec Is = 25 A | 1084 | □ reçoit de la puissance  □ fournit de la puissance  □ pas d’échange de puissance | 300 | □ reçoit de la puissance  □ fournit de la puissance  □ pas d’échange de puissance | 784 | □ reçoit de la puissance  □ fournit de la puissance  □ pas d’échange de puissance |
| **Cas 2°:**  faible éclairement  E=130 W·m-2  avec Is = 10 A | …. | □ reçoit de la puissance  □ fournit de la puissance  □ pas d’échange de puissance | …. | □ reçoit de la puissance  □ fournit de la puissance  □ pas d’échange de puissance | …. | □ reçoit de la puissance  □ fournit de la puissance  □ pas d’échange de puissance |
| **Cas 3** :  de nuit  avec Is = 20 A | 0 | □ reçoit de la puissance  □ fournit de la puissance  □ pas d’échange de puissance | …. | □ reçoit de la puissance  □ fournit de la puissance  □ pas d’échange de puissance | …. | □ reçoit de la puissance  □ fournit de la puissance  □ pas d’échange de puissance |

**DR7 –** Document réponse 7

Question 1.19



Échelle : 1cm ≡ 10 kN