Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BAC STI2D • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Bac STI2D

Architecture et construction

Session 2022 • Code sujet : **22-2D2IDACLR1** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Choix du site et rentabilité de la centrale photovoltaïque (6 questions) **Page 3**

2. Optimisation de l'orientation des panneaux et gestion de l'ombrage (5 questions) **Page 6**

3. Répartition des blocs photovoltaïques sur le terrain (4 questions) **Page 10**

4. Vérification de l'ancrage des portiques sous vent extrême (5 questions) **Page 12**

5. Mesure de la vitesse du vent et pilotage du tracker (5 questions) **Page 16**

6. Assemblage de la chaîne de production électrique photovoltaïque (7 questions) **Page 18**

7. Analyse du bâtiment de gardiennage et de ses dispositions constructives (2 questions) **Page 21**

8. Isolation thermique du poste de surveillance (5 questions) **Page 22**

9. Protection des parois intérieures contre la condensation (4 questions) **Page 25**

10. Vérification de la capacité portante du sol et dimensionnement des semelles (6 questions) **Page 27**

11. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 29**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2022/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2022 - 5-Sujet.pdf

1. Choix du site et rentabilité de la centrale photovoltaïque

L'étude porte sur la centrale photovoltaïque de Porette de Nérone, en Corse, et sur ses caractéristiques énergétiques, géographiques et économiques. Les questions évaluent la justification du site, la comparaison des productions et consommations, ainsi que le calcul de la rentabilité sur vingt ans.

Question 1.1. À l'aide de la mise en situation et du DT1, citer trois éléments qui ont conduit à choisir le site de Porette de Nérone.

Le DT1 et la mise en situation font ressortir trois avantages : la Corse bénéficie d'un ensoleillement favorable, le site se trouve en zone de plaine à faible pente et un poste de transformation est situé à moins de 5 km. Ces critères favorisent la production photovoltaïque et le raccordement électrique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ensoleillement favorable, terrain de plaine à faible pente et poste de transformation à moins de 5 km.

Question 1.2. Justifier l'utilisation de la tonne équivalent pétrole (tep) dans les études d'installations d'énergies renouvelables, puis calculer le nombre de tep correspondant à la production annuelle de la centrale, sachant que 11,63 MWh correspondent à 1 tep.

La tep permet de comparer les productions d'énergies de différentes sources à une même référence énergétique. Pour la production annuelle d'environ 5 700 MWh, le calcul est : **5 700 ÷ 11,63 ≈ 490,1 tep**. C'est une équivalence énergétique, et non une consommation réelle de pétrole par la centrale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Environ 490,1 tep par an.

Question 1.3. Calculer, en tep par an, l'énergie produite si le site était exclusivement utilisé pour cultiver des biocarburants de deuxième génération, dont la productivité peut atteindre 7,5 tep par hectare et par an.

La surface du site est de 7,8 ha et la productivité maximale des biocarburants de deuxième génération est de 7,5 tep par hectare et par an. En consacrant tout le terrain à cette culture, la production serait : **7,8 × 7,5 = 58,5 tep par an**. Il s'agit de la production théorique correspondant à la productivité maximale indiquée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 58,5 tep par an.

Question 1.4. Déterminer le nombre d'habitants que la centrale peut alimenter annuellement, sachant que la consommation moyenne est de 2 300 kWh par habitant et par an, puis comparer ce résultat aux 1 957 habitants d'Aléria.

La centrale produit environ 5 700 MWh, soit 5 700 000 kWh par an. Le nombre d'habitants alimentés est donc : **5 700 000 ÷ 2 300 ≈ 2 478**. Cela représente environ 521 habitants de plus que les 1 957 habitants d'Aléria. La production annuelle couvre donc l'équivalent de la consommation moyenne de toute la ville.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Environ 2 478 habitants, soit 521 de plus que la population d'Aléria.

Question 1.5. Sur le document réponse DR1, reporter le coût total de l'investissement et calculer, sur un an et sur vingt ans, les dépenses et les recettes.

Pour le calcul économique, la production annuelle est de 5 680 MWh, soit 5 680 000 kWh. La recette annuelle vaut **5 680 × 1 000 × 0,15 = 852 000 €**. Les dépenses annuelles comprennent la taxe locale et la maintenance. Le tableau indique les montants à reporter dans les cases blanches du DR1 ; les valeurs déjà imprimées sont conservées.

Poste	Investissement	Dépenses annuelles	Dépenses sur 20 ans	Recettes annuelles	Recettes sur 20 ans
Construction	11 800 000 €				
Compensation financière	110 000 €				
Enfouissement de la ligne	390 000 €				
Taxe locale		106 500 €	2 130 000 €		
Maintenance		83 500 €	1 670 000 €		
Rachat EDF				852 000 €	17 040 000 €
Total	12 300 000 €		3 800 000 €		17 040 000 €

Les dépenses récurrentes totalisent 190 000 € par an et 3 800 000 € sur vingt ans.

DR1 complété, question 1.5

	Investissement	Dépenses annuelles	Dépenses sur 20 ans	Recettes annuelles	Recettes sur 20 ans
Construction de la centrale	11 800 000 €				
Compensation financière liée aux impacts du projet	110 000 €				
Enfouissement de la ligne électrique sur 5 km.	390 000 €				
Taxe locale					
Maintenance		83 5 106 500 €	2 130 000 €		
Rachat EDF			1 670 000 €		
Total	12 300 000 €		3 800 000 €	17 040 000 €	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Investissement : 12 300 000 €. Dépenses : 190 000 €/an, soit 3 800 000 € sur 20 ans. Recettes : 852 000 €/an, soit 17 040 000 € sur 20 ans.

Question 1.6. Calculer le gain sur vingt ans et conclure sur la rentabilité de la centrale.

Le gain net sur vingt ans correspond aux recettes cumulées, moins les dépenses récurrentes et l'investissement initial : **17 040 000 - 3 800 000 - 12 300 000 = 940 000 €**. Le solde est positif : l'investissement est amorti avant la fin de la période garantie de rachat par EDF.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Gain net sur 20 ans : 940 000 €. La centrale est rentable sur cette période.

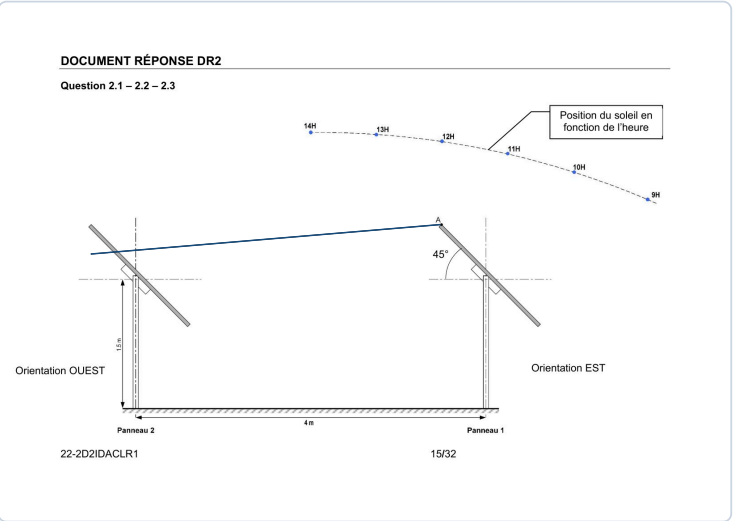
2. Optimisation de l’orientation des panneaux et gestion de l’ombrage

La centrale utilise des trackers qui font pivoter les structures supportant les panneaux afin de les orienter vers le soleil. Les documents réponses montrent la position du soleil selon l’heure et différentes inclinaisons, pour étudier les ombres, le backtracking et le tracking.

Question 2.1. Sur le document réponse DR2, tracer le rayon du soleil passant par le point A à 9 heures du matin.

Sur le DR2, le point 9 h est le plus à droite de la trajectoire solaire. Reliez-le au point A pour repérer la direction des rayons, puis prolongez cette droite au-delà de A vers le bas et la gauche. Ce prolongement montre le rayon incident qui atteint les panneaux.

Rayon solaire à 9 h passant par A



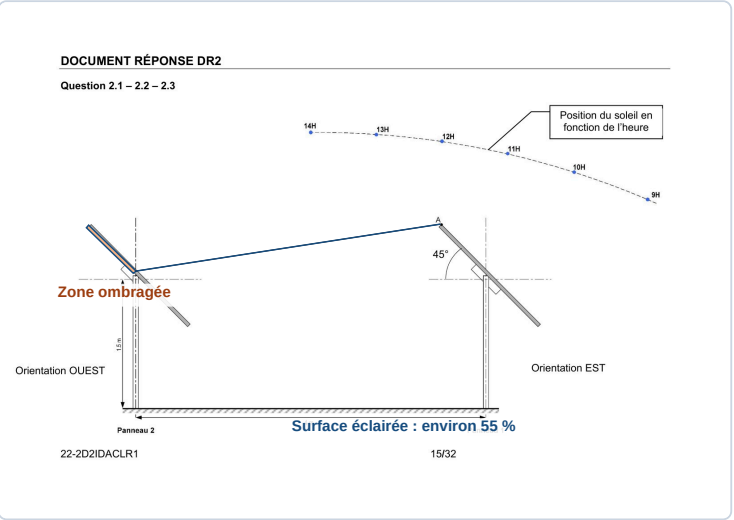
✓ RÉPONSE À RETENIR

Rayon solaire de 9 h passant par A, prolongé vers le bas et la gauche.

Question 2.2. Sur le DR2, représenter la zone d’ombre produite sur le panneau 2 à 9 heures, puis conclure sur son impact en indiquant le pourcentage de surface éclairée par rapport à la surface totale.

Le rayon de 9 h passant par A coupe le panneau 2 à environ 45 % de sa longueur, mesurée depuis son extrémité supérieure gauche. Cette portion est à l’ombre ; le reste du panneau reçoit le soleil. Le pourcentage est une lecture approximative du dessin du DR2.

Ombre sur le panneau 2 à 9 h



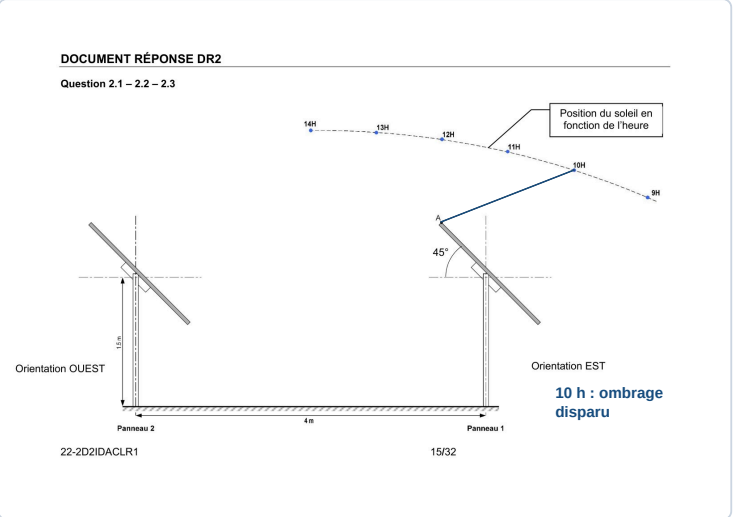
✓ RÉPONSE À RETENIR

Environ 55 % de la surface du panneau 2 reste éclairée à 9 h.

Question 2.3. Sur le schéma du DR2 où le panneau 2 est incliné à 45°, déterminer l'heure à laquelle l'ombrage disparaît de sa surface.

1. Sur le DR2, reliez le point A au point correspondant à 10 h sur la trajectoire solaire.
2. Le rayon limite atteint alors l'extrémité du panneau 2 : à partir de cette heure, il ne crée plus d'ombre sur sa surface.

Rayon solaire limite à 10 h



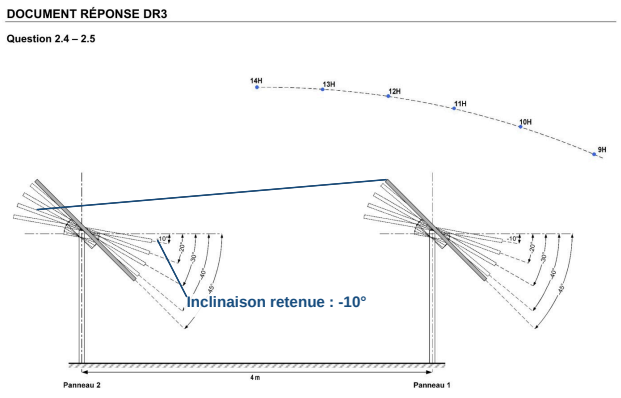
✓ RÉPONSE À RETENIR

L'ombrage disparaît à 10 h.

Question 2.4. Sur le DR3, tracer le rayon du soleil à 9 heures et déterminer l'inclinaison des panneaux qui permet d'éviter tout ombrage, puis relever la valeur de cet angle.

Sur le DR3, tracez le rayon de 9 h passant par le point A, puis vérifiez les positions en pointillés. L'inclinaison minimale proposée qui évite que le panneau 2 soit atteint par l'ombre est −10°. C'est l'orientation à retenir pour supprimer l'ombrage à 9 h.

Rayon solaire de 9 h et inclinaison sans ombre



✓ RÉPONSE À RETENIR

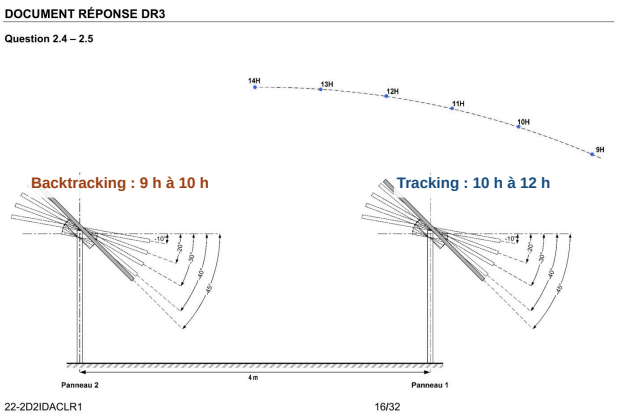
Inclinaison sans ombrage à 9 h : −10°.

Question 2.5. À partir du DR3, déterminer la période horaire de la matinée pendant laquelle le système fonctionne en backtracking pour annuler automatiquement l'ombrage, puis celle pendant laquelle il fonctionne en tracking pour placer les panneaux perpendiculairement au soleil.

Le DR3 montre une correction d'inclinaison en début de matinée pour éviter que les rangées se fassent de l'ombre. Quand cette correction n'est plus nécessaire, les panneaux suivent l'orientation perpendiculaire aux rayons du soleil. La lecture du schéma situe le passage entre les deux modes à 10 h.

- Backtracking : de 9 h à 10 h.
- Tracking : de 10 h à 12 h.

Périodes de fonctionnement du tracker



✓ RÉPONSE À RETENIR

Backtracking : 9 h à 10 h. Tracking : 10 h à 12 h.

3. Répartition des blocs photovoltaïques sur le terrain

Les panneaux sont organisés en blocs de neuf lignes de treize panneaux, chacun entraîné par un système de tracking et occupant 15 m sur 50 m. Le candidat estime le nombre de blocs installables, propose leur implantation dans les bandes du terrain et vérifie le nombre total de panneaux à l'aide du diagramme de la centrale.

Question 3.1. Calculer le nombre de panneaux photovoltaïques par bloc, sachant qu'un bloc comporte neuf lignes de treize panneaux.

Un bloc comporte 9 lignes, chacune constituée de 13 panneaux. On multiplie donc le nombre de lignes par le nombre de panneaux sur chaque ligne : $9 \times 13 = 117$. Le résultat correspond au nombre total de panneaux photovoltaïques associés à un système de tracking dans un bloc. Cette organisation est identique pour chacun des blocs de la centrale.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **117 panneaux par bloc.**

Question 3.2. Calculer la surface d'un bloc, puis le nombre théorique de blocs qui pourraient être implantés sur le terrain de 78 000 m².

La surface au sol d'un bloc rectangulaire se calcule en multipliant ses deux dimensions : $15 \times 50 = 750\ \text{m}^2$. Pour estimer le nombre théorique de blocs, on divise la surface disponible par celle d'un bloc : $78\,000 / 750 = 104$. Ce maximum suppose que toute la surface du terrain est utilisable, sans tenir compte de sa forme ni des voies de circulation.

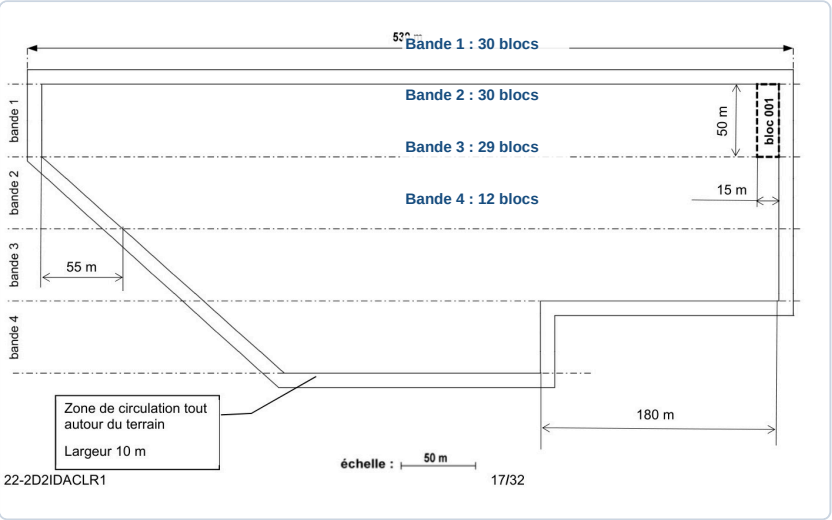
> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Surface d'un bloc : 750 m². Maximum théorique : 104 blocs.**

Question 3.3. Sur le document réponse DR4, proposer une implantation des 101 blocs en définissant le nombre de blocs par bande. Le raisonnement peut être mené par le calcul ou graphiquement.

Bande	Blocs proposés	Longueur occupée
1	30	450 m
2	30	450 m
3	29	435 m
4	12	180 m
Total	**101**	

Chaque bloc occupe 15 m dans le sens de la longueur de la bande. Les bandes 1 à 3 disposent chacune de 530 m ; la bande 4 offre 180 m selon le plan. Les longueurs proposées tiennent dans ces limites et les quantités totalisent les 101 blocs demandés. Reporter cette implantation sur le DR4.

DR4 annoté : implantation proposée des 101 blocs



✓ RÉPONSE À RETENIR

Bandes 1 à 4 : 30, 30, 29 et 12 blocs, soit 101 blocs.

Question 3.4. Calculer le nombre total de panneaux solaires implantés sur le terrain et le comparer au nombre indiqué dans le diagramme de définition des blocs de la centrale DT2.

Le nombre de panneaux d'un bloc est celui établi à la question 3.1 : 117. Pour les 101 blocs de la centrale, le total est donc $101 \times 117 = 11\,817$ panneaux. Le diagramme de définition DT2 indique lui aussi 11 817 modules solaires. Le calcul et la valeur du document technique concordent.

✓ RÉPONSE À RETENIR

11 817 panneaux, conformément au diagramme DT2.

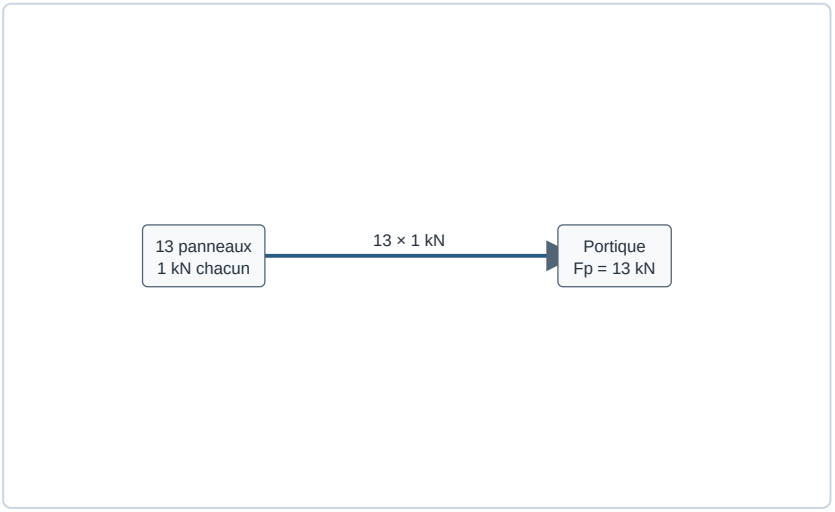
4. Vérification de l’ancrage des portiques sous vent extrême

Cette partie étudie les efforts de vent transmis à un portique portant treize panneaux, puis au poteau intermédiaire ancré dans le sol. Les schémas indiquent les directions des forces et leurs projections, afin d’analyser le moment au pied du poteau et de justifier son ancrage.

Question 4.1. Calculer l’intensité totale Fp, en kilonewtons, de la charge de vent reprise par un portique composé de treize panneaux soumis chacun à une action de 1 kN.

Le portique reprend les actions de vent des 13 panneaux. Chaque panneau transmet une force de 1 kN, et les actions sont additionnées dans le cas étudié. Ainsi, la charge totale reprise par le portique est **Fp = 13 × 1 = 13 kN**. Cette force est ensuite transmise aux poteaux qui soutiennent le portique.

Efforts des panneaux transmis au portique



Somme des actions de vent transmises par les panneaux.

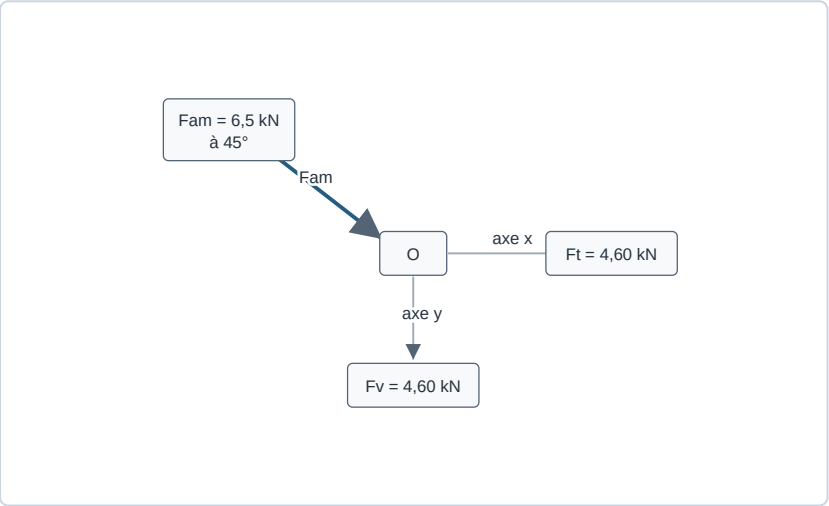
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Fp = 13 kN

Question 4.2. Calculer Fam = Fp/2, puis l’intensité Ft de la projection horizontale de Fam sur l’axe x. En déduire l’intensité Fv de sa projection verticale sur l’axe y.

Le poteau intermédiaire reprend la moitié de la charge totale : **Fam = 13/2 = 6,5 kN**. Pour une force inclinée de 45°, les projections horizontale et verticale ont chacune pour intensité Fam × cos(45°). On obtient donc **Ft = Fv ≈ 4,60 kN**. D’après le schéma, Ft est dirigée vers la droite et Fv vers le bas. Les valeurs calculées ici sont les intensités des composantes.

Décomposition de la force sur le poteau



Projections de Fam selon les axes horizontal et vertical.

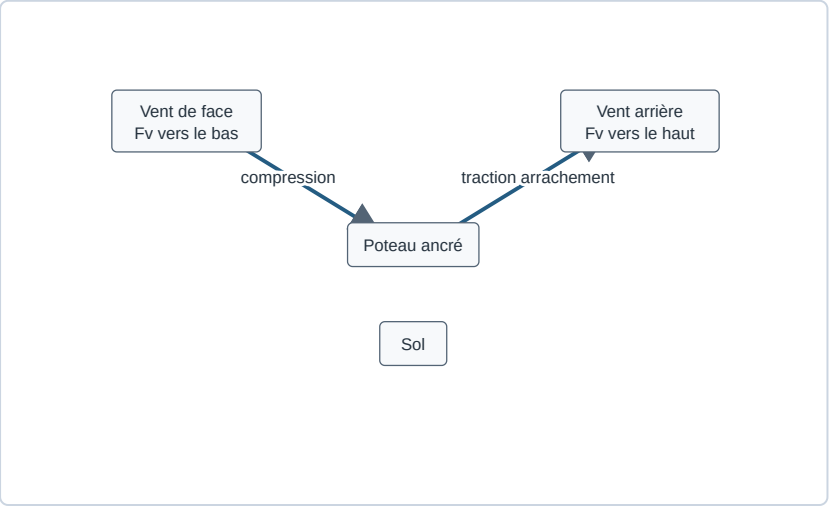
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Fam = 6,5 kN ; Ft = Fv ≈ 4,60 kN

Question 4.3. Expliquer comment la composante verticale Fv agit sur le poteau lorsque le vent est face aux panneaux solaires. En déduire ce qui se produit si le vent souffle par l'arrière, l'action aérodynamique restant perpendiculaire aux panneaux.

Lorsque le vent souffle face aux panneaux, le schéma montre Fv dirigée vers le bas : cette composante comprime le poteau et le pousse dans le sol. Si le vent souffle par l'arrière, l'action aérodynamique s'inverse tout en restant perpendiculaire aux panneaux. Sa composante verticale devient alors dirigée vers le haut : le poteau est soumis à une traction et risque d'être arraché du sol. L'ancrage doit donc s'opposer à ces sollicitations verticales.

Effet de la composante verticale selon le sens du vent



La composante verticale change de sens avec le vent.

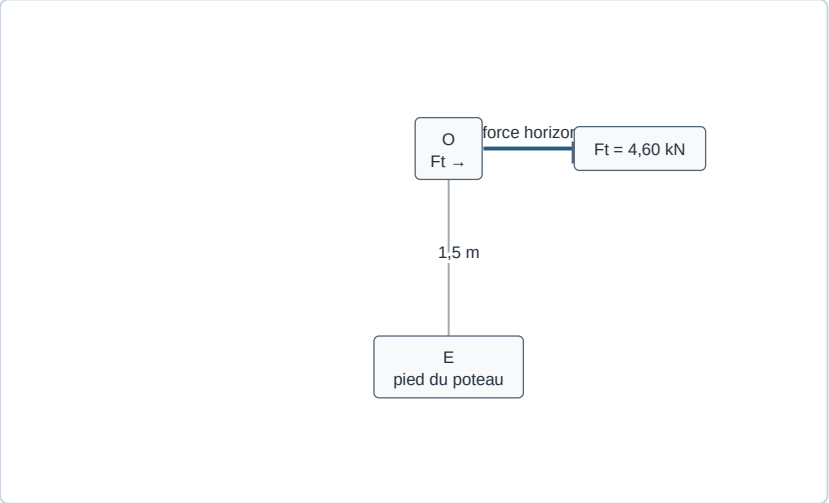
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Vent de face : compression vers le sol. Vent arrière : traction ascendante et risque d'arrachement.

Question 4.4. Calculer l'intensité du moment créé au point E, pied du poteau intermédiaire, par Ft, en tenant compte de la hauteur OE de 1,5 m et de la convention de signe indiquée. Préciser comment ce moment agit sur l'ancrage du poteau.

La force Ft agit horizontalement en O, à 1,5 m au-dessus du pied E. Le moment en E a pour intensité Ft × OE, soit 4,60 × 1,5 ≈ 6,89 kN·m. La force dirigée vers la droite provoque une rotation dans le sens horaire, opposé au sens trigonométrique positif indiqué dans le sujet. Le moment signé est donc négatif et tend à faire pivoter le poteau au niveau de son ancrage.

Moment de la force horizontale au pied E



Ft crée un moment horaire, négatif selon la convention donnée.

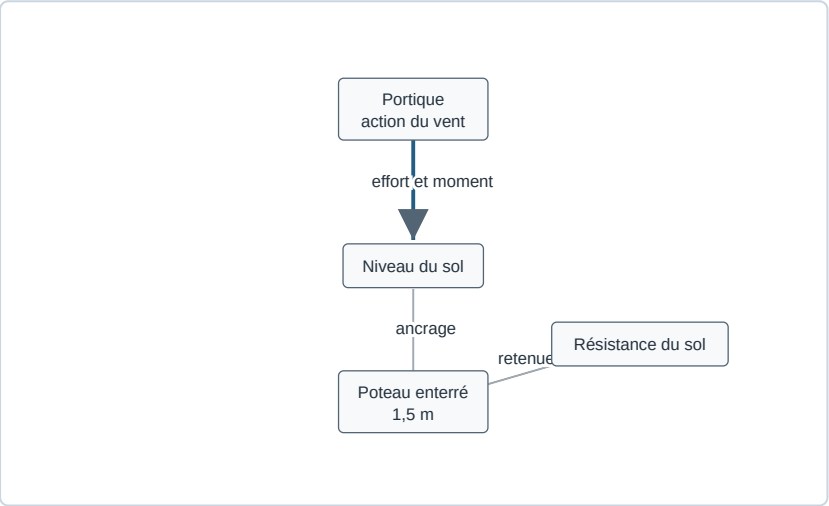
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

ME ≈ −6,89 kN·m, moment horaire au pied du poteau.

Question 4.5. À partir des questions précédentes, justifier le choix technologique consistant à ancrer les poteaux de 1,5 m dans le sol.

Le vent produit une force horizontale et un moment de renversement au pied du poteau. En outre, lorsque le vent souffle par l'arrière, la composante verticale tend à soulever le poteau. Un enfoncement de 1,5 m permet de mobiliser le sol pour s'opposer à la rotation et à l'arrachement, tandis que l'ancrage reprend les efforts horizontaux. Cette solution contribue ainsi à la stabilité du portique sous les efforts extrêmes du vent.

Rôle de l’ancrage du poteau dans le sol



L’enfouissement mobilise le sol pour s’opposer aux sollicitations du vent.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L’ancrage de 1,5 m mobilise le sol contre le renversement, les efforts horizontaux et l’arrachement.

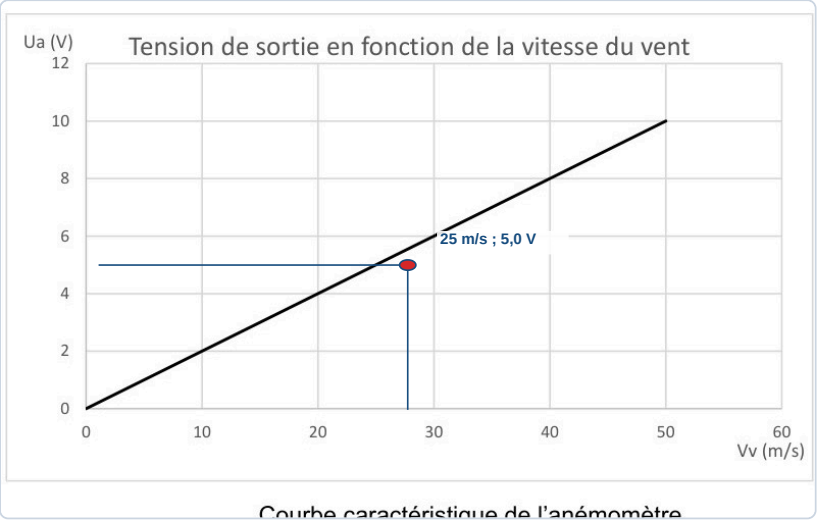
5. Mesure de la vitesse du vent et pilotage du tracker

Deux stations météorologiques équipées d'anémomètres mesurent le vent, et un convertisseur analogique-numérique de 8 bits transmet les informations sur le réseau. Les questions portent sur la lecture d'une caractéristique, la résolution de mesure et l'adressage des équipements sur le réseau local.

Question 5.1. À l'aide de la courbe caractéristique du DR5, déterminer la tension de sortie de l'anémomètre correspondant à une vitesse du vent de 90 km/h.

Convertissons la vitesse dans l'unité de l'axe horizontal : 90 km/h ÷ 3,6 = 25 m/s. Sur le DR5, la caractéristique linéaire passe par 0 m/s et 0 V, puis par 50 m/s et 10 V. À 25 m/s, la tension lue est donc 5,0 V.

Lecture de la tension à 90 km/h



Courbe caractéristique de l'anémomètre

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 90 km/h, la tension de sortie est de 5,0 V.

Question 5.2. Pour le convertisseur analogique-numérique de 8 bits, dont les valeurs extrêmes correspondent à 0 V et 10 V, déterminer l'augmentation de tension nécessaire pour obtenir une augmentation de 1 du mot binaire.

Donnée	Valeur
Nombre de codes possibles	256
Intervalles entre les codes extrêmes	255
Pas de tension	10 ÷ 255 ≈ 0,0392 V

Le mot binaire va de 0 à 255. Il faut donc 255 incréments pour couvrir l'écart de 10 V.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un incrément du mot binaire correspond à environ 0,0392 V.

Question 5.3. Vérifier si le convertisseur analogique-numérique permet d'obtenir la précision exigée de plus ou moins 3 km/h.

La caractéristique du DR5 associe 10 V à 50 m/s. Le pas de tension du convertisseur correspond à une variation de vitesse de :

- Pas de vitesse : (10 ÷ 255) × (50 ÷ 10) × 3,6 ≈ 0,706 km/h.
- Erreur maximale de quantification : la moitié du pas, soit environ 0,353 km/h.

Cette erreur est inférieure à la précision exigée de ±3 km/h.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui, la précision est suffisante : l'erreur maximale est d'environ 0,35 km/h.

Question 5.4. Déterminer combien d'hôtes il est possible d'adresser avec le masque de réseau local 255.255.255.0.

1. Le masque 255.255.255.0 réserve 24 bits à l'adresse réseau.
2. Il reste 32 − 24 = 8 bits pour les hôtes.
3. L'adresse du réseau et l'adresse de diffusion ne sont pas attribuables à des hôtes.

Le nombre d'hôtes utilisables est donc égal au nombre de combinaisons sur 8 bits, moins ces deux adresses réservées.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 254 hôtes utilisables.

Question 5.5. Vérifier si la station météo 1, d'adresse 192.168.200.201, et le contrôleur principal, d'adresse 192.168.200.100, appartiennent au même réseau avec le masque indiqué. Conclure quant à leur possibilité de communiquer.

Avec le masque 255.255.255.0, les trois premiers octets identifient le réseau. Les deux adresses ont donc la même adresse réseau :

Équipement	Adresse IP	Adresse réseau
Station météo 1	192.168.200.201	192.168.200.0
Contrôleur principal	192.168.200.100	192.168.200.0

Les appareils appartiennent au même réseau local et peuvent communiquer directement, si leur liaison fonctionne.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les deux appareils appartiennent au réseau 192.168.200.0/24 et peuvent communiquer directement.

6. Assemblage de la chaîne de production électrique photovoltaïque

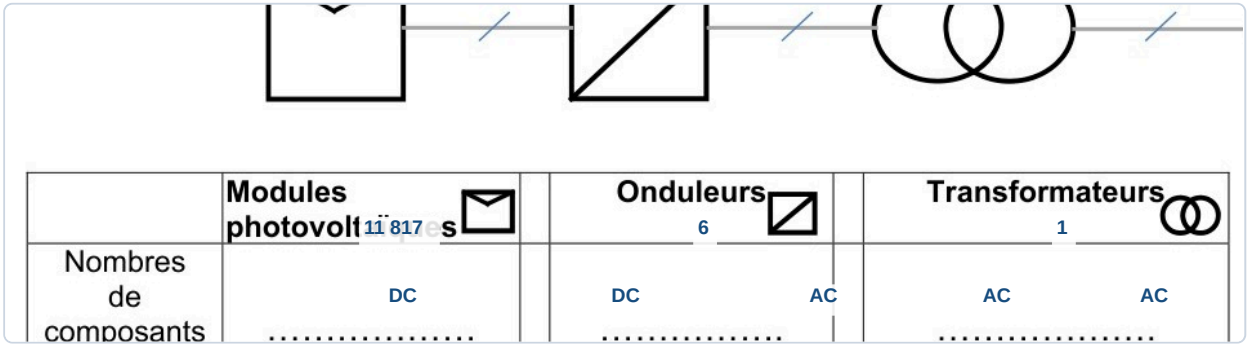
La chaîne de production comprend les modules photovoltaïques, les onduleurs et les transformateurs avant l'injection sur le réseau électrique. Les questions évaluent le repérage des composants et des courants, les caractéristiques et associations des modules, puis la répartition des blocs et la charge des onduleurs.

Question 6.1. À partir de la présentation de l'installation et du diagramme DT2, compléter le DR6 en indiquant le nombre de modules photovoltaïques, d'onduleurs et de transformateurs, ainsi que le type de courant, AC ou DC, aux différents points de l'installation.

DT2 indique 11 817 modules et 6 onduleurs. Il présente un poste de transformation. Les modules produisent du courant continu (DC) ; les onduleurs le convertissent en courant alternatif (AC). Le transformateur reçoit et fournit du courant alternatif.

Équipement	Nombre	Entrée	Sortie
Modules photovoltaïques	11 817	-	DC
Onduleurs	6	DC	AC
Transformateurs	1 poste	AC	AC

DR6 complété : nombres et courants



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

11 817 modules ; 6 onduleurs ; 1 poste de transformation. Courants : DC en sortie des modules, puis AC en sortie des onduleurs et du transformateur.

Question 6.2. À l'aide de la documentation technique DT3, relever les dimensions du module solaire retenu et calculer sa surface.

DT3 donne une longueur de 1 559 mm et une largeur de 1 046 mm. La surface exposée du module est donc : $S = 1{,}559 \times 1{,}046 = 1{,}630714\ \mathrm{m}^2$. L'épaisseur de 46 mm n'intervient pas dans ce calcul.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Dimensions : 1 559 mm × 1 046 mm. Surface : environ 1,63 m².

Question 6.3. **Pour un ensoleillement de 1 000 W/m² et une température de cellule de 25 °C, calculer la puissance solaire reçue par un panneau, puis le rendement du module photovoltaïque.**

La puissance solaire reçue est l'éclairement multiplié par la surface du module : $P_{RP} = 1\,000 \times 1{,}630714 = 1\,630{,}714\ \mathrm{W}$. Le rendement vaut $\eta_{PV} = 320 / 1\,630{,}714 \times 100 \approx 19{,}62\,\%$, conforme aux 19,6 % indiqués dans DT3.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance reçue : 1 630,714 W. Rendement : environ 19,62 %.

Question 6.4. **Pour les figures 1 et 2 représentant des associations de panneaux photovoltaïques, indiquer le type d'association réalisé dans chaque cas.**

1. Figure 1 : les bornes positives et négatives sont reliées successivement. L'association est en série.
2. Figure 2 : les bornes de même polarité sont reliées ensemble. L'association est en parallèle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Figure 1 : série. Figure 2 : parallèle.

Question 6.5. **Un bloc étant constitué de neuf chaînes en parallèle, chacune comportant treize modules en série, déterminer la tension et le courant sortant du bloc de jonctions.**

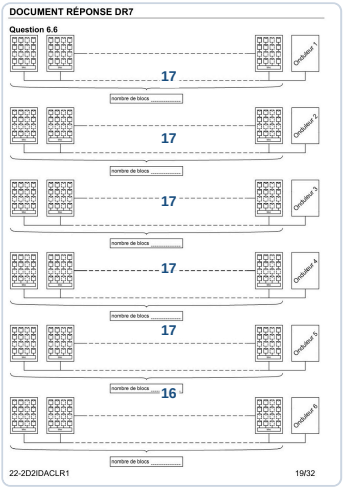
Dans une chaîne de 13 modules en série, les tensions s'additionnent : $U = 13 \times 54{,}7 = 711{,}1\ \mathrm{V}$. Les 9 chaînes en parallèle additionnent leurs courants : $I = 9 \times 5{,}86 = 52{,}74\ \mathrm{A}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tension : 711,1 V. Courant : 52,74 A.

Question 6.6. **Répartir au mieux les 101 blocs entre les six onduleurs et compléter le DR7 en indiquant le nombre de blocs reliés à chaque onduleur.**

La répartition équilibrée de 101 blocs sur 6 onduleurs donne 16 blocs par onduleur, avec 5 blocs restants. On ajoute donc un bloc à cinq onduleurs : cinq reçoivent 17 blocs et le sixième en reçoit 16.

DR7 complété : répartition des blocs



✓ RÉPONSE À RETENIR

Onduleurs 1 à 5 : 17 blocs chacun. Onduleur 6 : 16 blocs.

Question 6.7. Déterminer le courant d'entrée des onduleurs les plus chargés selon la répartition retenue, puis conclure sur la puissance nominale d'un onduleur.

Les onduleurs les plus chargés reçoivent 17 blocs. Leur courant d'entrée vaut $17 \times 9 \times 5{,}86 = 896{,}58\ \mathrm{A}$, sous $711{,}1\ \mathrm{V}$. La puissance nominale correspondante, avec 320 W par module, est $17 \times 9 \times 13 \times 320 = 636\,480\ \mathrm{W}$. Le produit des valeurs électriques arrondies de DT3 donne environ 637,6 kW ; un onduleur d'environ 637 kW au minimum est donc nécessaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Courant maximal : 896,58 A. Puissance nominale requise : environ 637 kW par onduleur.

7. Analyse du bâtiment de gardiennage et de ses dispositions constructives

Le bâtiment étudié est un poste de surveillance destiné à accueillir les gardiens et les techniciens, utilisé comme bureau et lieu de convivialité. Les plans et coupes servent à analyser le choix du dallage désolidarisé, son intérêt pour les fondations et les fonctions des couches de la toiture terrasse.

Question A.1. Au regard de l'usage du bâtiment et des plans DTS1a et DTS1b, justifier le choix d'un dallage désolidarisé, décrire son intérêt et indiquer son impact sur les fondations.

Le bâtiment accueille seulement des gardiens et techniciens : il n'exige pas un plancher porteur. Le DTS1b montre un dallage posé sur le sol et désolidarisé des murs par une couche périphérique.

- Cette indépendance limite la transmission des mouvements et du retrait du béton aux murs, donc le risque de fissuration.
- Le dallage transmet son poids directement au sol : les fondations portent les murs, sans avoir à supporter le dallage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le dallage repose indépendamment sur le sol, limite les fissurations des murs et ne nécessite pas d'être porté par les fondations.

Question A.2. À partir du détail DTS1c, décrire la fonction de chacune des couches composant la toiture terrasse.

Couche, de l'intérieur vers l'extérieur	Fonction
Dalle pleine en béton	Supporte les couches de toiture et reprend les charges.
Pare-vapeur	Limite la migration de vapeur d'eau vers l'isolant.
Isolant	Réduit les transferts thermiques.
Étanchéité	Empêche l'eau de pénétrer dans le bâtiment.
Gravier	Protège l'étanchéité et la maintient en place.

Le relevé d'étanchéité protège la jonction avec l'acrotère ; le becquet couvre sa tête et éloigne l'eau de ruissellement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La dalle porte la toiture ; le pare-vapeur, l'isolant, l'étanchéité et le gravier assurent la protection contre la vapeur, les pertes de chaleur, l'eau et les dégradations.

8. Isolation thermique du poste de surveillance

Le projet impose des matériaux d'isolation répondant à une exigence minimale de classement au feu de classe B, tout en maintenant un coût raisonnable. Le candidat compare les isolants, calcule les résistances thermiques de la paroi et son coefficient de transmission, puis apprécie la limitation des déperditions.

Question B.1. Parmi les isolants présentés dans le DTS2, choisir les matériaux qui répondent aux critères de classement au feu indiqués pour le projet.

Le projet impose un classement au feu de classe B au minimum. Le tableau du DTS2 indique les classements suivants :

Isolant	Classement au feu	Conforme
Polystyrène expansé (PSE)	B	Oui
Laine de verre	A à B	Oui
Laine de roche HD	A à B	Oui
Fibre de bois	E	Non

Les isolants classés A ou B répondent à l'exigence. La fibre de bois, classée E, n'est pas retenue.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Isolants conformes : PSE, laine de verre et laine de roche HD. La fibre de bois n'est pas conforme.

Question B.2. À partir des critères environnementaux et de l'efficacité thermique présentés dans le DTS2, citer deux raisons de choisir la laine de verre plutôt que le PSE ou la laine de roche.

Le tableau du DTS2 montre que la laine de verre est mieux notée que le PSE pour le bilan environnemental. Elle présente aussi la conductivité thermique la plus faible : $\lambda = 0{,}035$ W·m^{-1}·K^{-1}, contre 0,037 à 0,040 pour le PSE et 0,040 pour la laine de roche HD. À épaisseur égale, elle freine donc davantage les transferts de chaleur. Ces critères justifient son choix face au PSE et à la laine de roche.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La laine de verre est mieux notée que le PSE au bilan environnemental et offre la meilleure performance thermique : $\lambda = 0{,}035$ W·m^{-1}·K^{-1}.

Question B.3. Relever dans le DTS2 la valeur R pour une laine de verre de 17 cm et la reporter sur la ligne isolant du DRS1. Calculer ensuite la valeur précise de R à partir des formules du DTS3.

Pour 17 cm de laine de verre, le DTS2 indique une résistance de référence R = 5 m²·K·W^{-1}. Pour le calcul précis, on applique la formule du DTS3 : $R = e/\lambda$. Avec $e = 0{,}17$ m et $\lambda = 0{,}035$ W·m^{-1}·K^{-1}, $R = 0{,}17/0{,}035 = 4{,}857\ldots$, soit 4,86 m²·K·W^{-1} à 10^{-2} près. Reporter cette valeur calculée dans le DRS1.

DRS1, ligne isolant complétée

	e [m]	λ [W·m⁻¹·K⁻¹]	R [m²·K·W⁻¹]
R_{se}			
Enduit	0,01	0,87	0,01
Béton armé	0,2	1,65	0,12
Isolant	0,17		0,035 4,86
Revêtement ignifugé FERMACELL	0,02	0,32	0,06
R_{si}			
Résistance thermique de la paroi			
U_{pv} =			

Tableau 1 : transferts thermiques par la paroi verticale étudiée

✓ RÉPONSE À RETENIR

DRS1, isolant : e = 0,17 m ; λ = 0,035 W·m⁻¹·K⁻¹ ; R = 4,86 m²·K·W⁻¹. Valeur du DTS2 : 5 m²·K·W⁻¹.

Question B.4. Compléter les cases non grisées du tableau DRS1, calculer la résistance thermique totale du mur, puis en déduire le coefficient de transmission thermique surfacique UPV des parois verticales et préciser son unité.

Pour une paroi verticale, le DTS3 donne R_{se} = 0,04 et R_{si} = 0,13 m²·K·W⁻¹. En utilisant les résistances arrondies au centième du DRS1 et R = 4,86 m²·K·W⁻¹ pour l'isolant, la somme des couches donne R_T = 5,22 m²·K·W⁻¹. Le coefficient de transmission est l'inverse de cette résistance : $U_{PV} = 1/R_T$ = 0,19 W·m⁻²·K⁻¹, arrondi au centième.

Élément	R (m²·K·W⁻¹)
R_{se}	0,04
Enduit	0,01
Béton armé	0,12
Laine de verre	4,86
Revêtement ignifugé FERMACELL	0,06
R_{si}	0,13

DRS1, résistances superficielles et résultats

	e [m]	λ [W·m⁻¹·K⁻¹]	R [m²·K·W⁻¹]
R_{se}			0,04
Enduit	0,01	0,87	0,01
Béton armé	0,2	1,65	0,12
Isolant			
Revêtement ignifugé FERMACELL	0,02	0,32	0,06
R_{si}			0,13
Résistance thermique de la paroi			5,22
U_{pv} =	0,19 W·m⁻²·K⁻¹		

Tableau 1 : transferts thermiques par la paroi verticale étudiée

✓ RÉPONSE À RETENIR

R_T = 5,22 m²·K·W⁻¹ ; U_{PV} = 0,19 W·m⁻²·K⁻¹.

Question B.5. Conclure quant au moyen mis en œuvre pour éviter des déperditions thermiques trop importantes.

La laine de verre de 17 cm apporte l'essentiel de la résistance thermique de la paroi. Avec les autres couches, la résistance totale atteint 5,22 m²·K·W⁻¹ et le coefficient de transmission est limité à 0,19 W·m⁻²·K⁻¹. Cette valeur faible traduit une isolation efficace : les transferts de chaleur à travers les murs sont fortement réduits. Le dispositif mis en œuvre répond donc à l'objectif de limitation des déperditions thermiques.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'isolation en laine de verre limite efficacement les déperditions thermiques : U_{PV} = 0,19 W·m⁻²·K⁻¹.

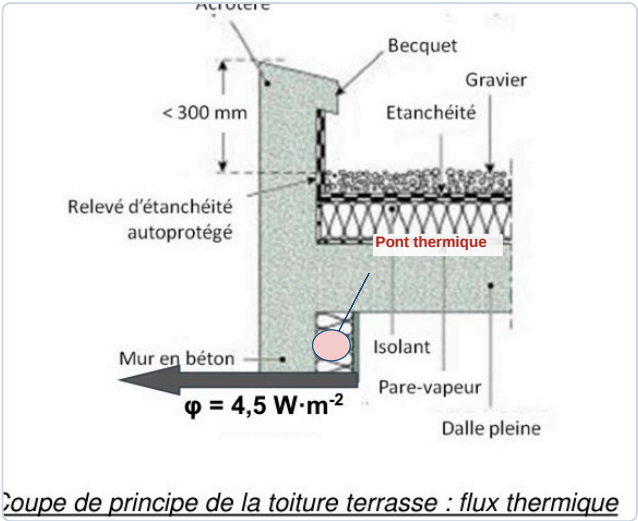
9. Protection des parois intérieures contre la condensation

L'étude examine le risque de condensation dans le bâtiment selon les températures intérieure et extérieure, l'humidité relative et la performance thermique des parois. Le candidat repère un pont thermique, calcule une température de surface et utilise le diagramme de Mollier pour déterminer la température limite de condensation.

Question C.1. Définir un pont thermique et le représenter à la jonction entre les murs et la toiture sur la coupe de principe du DRS1.

Un pont thermique est une zone de l'enveloppe où l'isolation est interrompue ou moins efficace, ce qui augmente les déperditions de chaleur et abaisse la température de surface intérieure. Sur la coupe du DRS1, il faut le repérer à la jonction du mur en béton et de la toiture terrasse, au raccord des isolants. Cette zone, plus froide que les parois courantes, peut favoriser la condensation.

Repérage du pont thermique



Coupe de principe de la toiture terrasse : flux thermique

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Pont thermique au raccord mur-toiture, où la continuité de l'isolation est interrompue.

Question C.2. En considérant un flux thermique surfacique de 4,5 W/m² à travers un mur vertical, calculer la température de surface du mur côté intérieur, puis expliquer sa différence avec la température de l'air intérieur.

Pour un mur vertical, le DTS3 donne la résistance superficielle intérieure **R_{si} = 0,13 m²·K/W**. La chute de température entre l'air intérieur et la surface vaut $\varphi R_{si} = 4,5 \times 0,13 = 0,585\ ^\circ\mathrm{C}$. Donc $T_{\text{paroi-int}} = 20 - 0,585 = 19,415\ ^\circ\mathrm{C}$, soit environ 19,4 °C. La surface est plus froide que l'air intérieur car l'échange thermique entre l'air et la paroi entraîne une chute de température au niveau de la résistance superficielle intérieure.

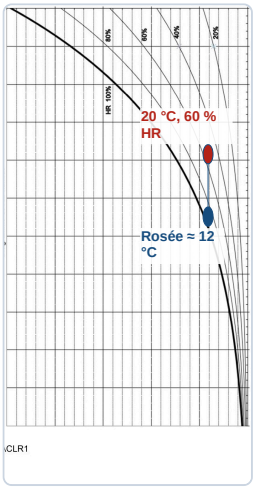
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Température de surface intérieure : **19,4 °C**.

Question C.3. À partir du DTS4, placer sur le diagramme de Mollier du DRS2 le point correspondant aux conditions intérieures de 20 °C et 60 % d'humidité relative en période d'occupation. Indiquer la température limite de la paroi avant condensation et faire apparaître clairement le tracé.

Sur le diagramme, placer le point à **20 °C** sur la courbe **HR = 60 %**. Tracer ensuite une horizontale jusqu'à la courbe de saturation à 100 % HR, puis lire la température correspondante sur l'axe des températures. La lecture donne une température de rosée d'environ 12 °C. En dessous de cette température de surface, la vapeur d'eau commence à se condenser. Le point et le tracé sont reportés sur le DRS2.

Point intérieur et température de rosée



✓ RÉPONSE À RETENIR

Température limite avant condensation : environ **12 °C**.

Question C.4. Sachant que la température de consigne hors gel durant les périodes d'inoccupation est fixée à 14 °C, conclure quant au risque de condensation sur les parois intérieures.

À 14 °C à l'intérieur et −2 °C à l'extérieur, le flux surfacique vaut $\varphi = U\Delta T = 0,2 \times (14 - (-2)) = 3,2\ \mathrm{W/m^2}$. La température de surface intérieure est alors $14 - 3,2 \times 0,13 \approx 13,6\ ^\circ\mathrm{C}$. Si la teneur en vapeur d'eau reste celle de la période d'occupation, le point de rosée reste proche de 12 °C : la surface demeure plus chaude. Il n'y a donc pas de risque sur les parois courantes, mais les ponts thermiques restent les zones à surveiller.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pas de risque sur les parois courantes ; surveiller les ponts thermiques.

10. Vérification de la capacité portante du sol et dimensionnement des semelles

Le poste de surveillance repose sur des fondations superficielles de type semelles filantes et comporte une toiture terrasse en béton. Les questions demandent d'évaluer les surfaces, volumes et charges transmis, puis de déterminer la largeur minimale des fondations au regard de la contrainte admissible du sol.

Question D.1. À partir des plans DTS1c, calculer la surface de la toiture terrasse en considérant les faces intérieures des murs, puis en déduire le volume de béton constituant la toiture.

Le plan DTS1c donne les dimensions intérieures, entre faces des murs : 3,60 m × 6,10 m. La dalle en béton a une épaisseur de 200 mm, soit 0,20 m. La surface vaut 3,60 × 6,10 = 21,96 m², puis le volume de béton vaut 21,96 × 0,20 = 4,392 m³.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surface : 21,96 m². Volume de béton : 4,392 m³.

Question D.2. Calculer le poids du béton de la toiture terrasse, puis le poids total de cette toiture en tenant compte du béton et du complexe d'étanchéité.

Le poids du béton est son volume multiplié par le poids volumique : 4,392 × 25 = 109,8 kN. Le complexe d'étanchéité pèse 0,9 kN/m² sur les 21,96 m² de toiture, soit 19,764 kN. Le poids total de toiture est la somme du poids du béton et de celui du complexe d'étanchéité.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Poids du béton : 109,8 kN. Poids total de la toiture : 129,564 kN.

Question D.3. Calculer la surface de toiture reprise par un mètre linéaire de semelle filante, puis en déduire la charge permanente gTT, en kN/m, provenant du complexe de toiture terrasse.

Sur le plan DTS1c, la zone reprise par un mètre linéaire de semelle s'étend sur 1 m le long de la semelle et sur 2 m en largeur, jusqu'à l'axe médian de la toiture de 4 m. Sa surface tributaire est donc de 2 m² par mètre linéaire. Le complexe, à 0,9 kN/m², transmet une charge linéaire de 0,9 × 2.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surface reprise : 2 m² par mètre linéaire. Charge permanente du complexe : 1,8 kN/m.

Question D.4. Pour le bâtiment situé en Corse à 73 m d'altitude, calculer la charge de neige S sur la toiture, en kN/m², en appliquant la méthode des Eurocodes rappelée au DTS5.

À 73 m d'altitude, l'altitude est inférieure à 200 m. La carte du DTS5 situe la Corse en région A1, pour laquelle le tableau donne S_k = 0,45 kN/m². La toiture est horizontale : α = 0°, donc le coefficient de forme vaut μ_1 = 0,8. Avec S = S_k × μ_1, la charge de neige est 0,45 × 0,8.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Charge de neige : S = 0,36 kN/m².

Question D.5. À partir de la charge linéaire aux ELU pELU = 30 kN/m et de la contrainte admissible du sol σadm = 0,1 MPa, calculer la largeur minimale de la semelle.

La contrainte admissible 0,1 MPa correspond à 100 kN/m². Pour un mètre linéaire de semelle de largeur b, la surface d'appui est b × 1 m. La contrainte de contact ne doit pas dépasser la limite admissible : 30/b ≤ 100. Il faut donc b ≥ 30/100 = 0,30 m.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Largeur minimale : 0,30 m, soit 30 cm.

Question D.6. Justifier sans calcul le surdimensionnement des semelles réalisées, de 35 cm de largeur et 25 cm de hauteur.

La largeur réalisée de 35 cm dépasse la largeur minimale de 30 cm déterminée à la question précédente. Le sujet précise qu'elle correspond à la largeur du godet de la pelle : cette dimension facilite le terrassement et la réalisation continue de la semelle. Le surdimensionnement constitue également une marge pratique pour l'exécution et la répartition des charges sur le sol.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La largeur de 35 cm dépasse le minimum requis et correspond au godet de la pelle, ce qui facilite le terrassement et la mise en œuvre.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2022)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Architecture et construction du baccalauréat technologique STI2D, session 2022, code 22-2D2IDACLR1, d'une durée de 4 heures, sans coefficient imprimé. Elle étudie la centrale photovoltaïque de Porette de Nérone et son bâtiment de gardiennage. Les compétences évaluées couvrent l'énergie, les structures, les réseaux, l'isolation thermique, la condensation et le dimensionnement des fondations.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Résistance thermique d'une couche : R = e/λ ; la résistance totale additionne les résistances des couches et les résistances superficielles.
- Coefficient de transmission thermique : U = 1/RT ; son unité est $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.
- Puissance solaire reçue par un module : PRP = éclairement × surface ; le rendement est ηPV = Pnom/PRP.
- Charge de neige sur toiture selon le sujet : S = Sk × μ1 ; μ1 dépend de l'angle de la toiture.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les unités avant les calculs : MWh en kWh, dimensions en mètres et MPa en kN/m² si nécessaire.
- Distinguer les associations électriques : en série, les tensions s'ajoutent ; en parallèle, les courants s'ajoutent.
- Sur le diagramme de Mollier, relier horizontalement le point intérieur à la courbe de saturation pour lire le point de rosée.
- Sur les plans, distinguer les dimensions intérieures et extérieures et respecter la zone de toiture reprise par la semelle.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la résistance thermique d'une couche et celle de toute la paroi ?

Pour une couche homogène, utilisez R = e/λ avec l'épaisseur en mètres et la conductivité en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$. Additionnez les résistances des couches et les résistances superficielles intérieure et extérieure pour obtenir RT.

Q : Comment déterminer la température de rosée sur le diagramme de Mollier ?

Placez le point correspondant à la température et à l'humidité relative de l'air intérieur. Suivez une horizontale jusqu'à la courbe de saturation à 100 % ; la température lue à cette intersection est la température de rosée.

Q : Comment gérer le temps et les parties au choix dans cette épreuve ?

La partie commune dure indicativement 2 h 30 et vaut 12 points : les parties 1, 2, 3 et 6 sont obligatoires, puis il faut choisir la partie 4 ou 5. La partie spécifique dure 1 h 30, vaut 8 points et ses quatre parties sont obligatoires.

Q : Que faut-il soigner pour répondre aux attentes de notation du sujet ?

Présentez les formules, les substitutions numériques, les unités et une conclusion lorsque la consigne le demande. Reportez les résultats sur les documents réponses concernés et rendez-les avec la copie, en veillant à rendre les tracés lisibles.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2022/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2022 - 5-Sujet.pdf
Ressources Bac STI2D : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.