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

Baccalauréat technologique STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Énergies et environnement

Session 2024 • Code sujet : **24-2D2IDEEME3C** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Parc photovoltaïque flottant : impact environnemental, production, maintien, stabilité et communication (28 questions) **Page 3**

2. Parc photovoltaïque flottant : production énergétique, raccordement, câbles et défauts de production (22 questions) **Page 14**

3. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 21**

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2024/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2024 - 19-Sujet.pdf

1. Parc photovoltaïque flottant : impact environnemental, production, maintien, stabilité et communication

L'étude porte sur le parc photovoltaïque flottant de Saint-Elix, comparé notamment à un parc au sol. Elle évalue les impacts environnementaux, l'optimisation de la production et de l'occupation du plan d'eau, les solutions de maintien et d'ancrage, ainsi que la structuration du réseau de communication.

Partie 1 : Impact environnemental

Question 1.1. À partir du document technique DT1, identifier les filières de production d'électricité qui émettent du CO_2.

Les filières qui émettent du CO_2 sont celles qui utilisent des combustibles fossiles : charbon, fioul et gaz.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Charbon, fioul et gaz.

Question 1.2. À l'aide de DT1 et du document réponse DR1, calculer les émissions annuelles de CO_2 associées aux filières carbonées pour la production électrique annuelle du parc.

Pour chaque filière, on multiplie la production électrique annuelle par sa proportion, puis par son facteur d'émission.

Filière	Électricité produite	Émissions
Gaz	973,35 MWh	417,57 t
Charbon	108,15 MWh	106,64 t
Fioul	61,80 MWh	48,02 t

La somme des émissions calculées avec les facteurs fournis est de 572,22 t de CO_2 équivalent par an.

DR1 complété : émissions annuelles

Document réponses DR1 Émissions annuelles de CO_2

P : Production électrique annuelle du parc en MWh	Filière qui produit du CO_2	Proportion de production d'électricité de la filière en %	W : Energie électrique produite par la filière en MWh/an	M : Émission annuelle de CO_2 par filière en tonnes de CO_2 eq
15 450 MWh	Gaz	6,3 %	W = 0,063 x P W = 973,35	M = 0,429 x 973,35 de CO_2 eq / MWh
	Charbon	0,7%	0,007x15 450 = 108,15	M = 0,986 x 108,15 = 106,64
	Fioul	0,4%	0,004x15 450 = 61,80	M = 0,777 x 61,80 = 48,00
Masse totale de CO_2 engendrée par les filières carbonées en tonnes de CO_2 eq :				417,56 + 106,64 + 48,00 = 572,20

Gaz : 973,35 MWh ; 417,57 t

Charbon : 108,15 MWh ; 106,64 t

Fioul : 61,80 MWh ; 48,02 t

Total : 572,22 t CO_2 eq

✓ RÉPONSE À RETENIR

572,22 t de CO_2 équivalent par an.

Question 1.3. À partir de DT3, calculer la proportion du plan d'eau occupée par la centrale et vérifier si l'exigence de surface maximale couverte est respectée.

La centrale couvre 12 ha sur un plan d'eau de 27,6 ha : 12 ÷ 27,6 × 100 = 43,48 %. Cette proportion est inférieure à la limite de 50 %.

✓ RÉPONSE À RETENIR

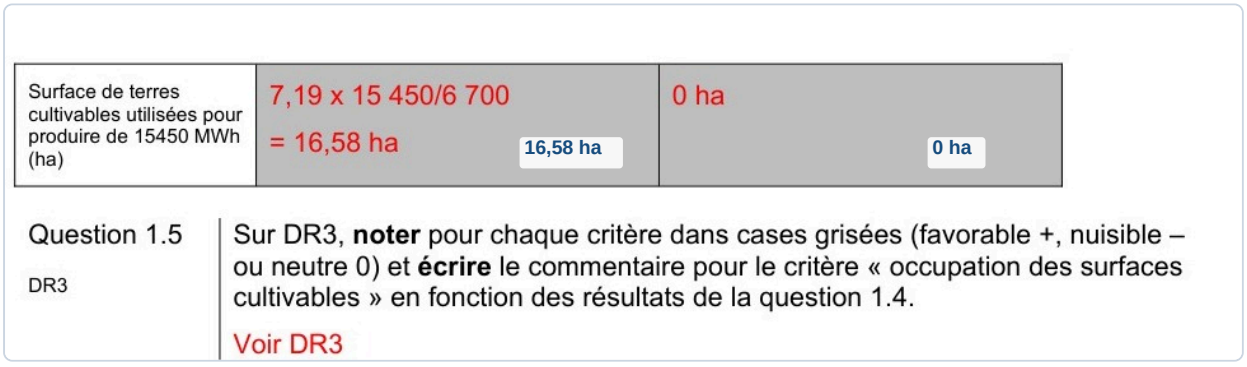
43,48 % de la surface : exigence respectée.

Question 1.4. À l'aide de DT2 et de DR2, comparer les surfaces de terres cultivables mobilisées par les parcs au sol et flottant pour produire 15 450 MWh par an, puis déterminer la surface épargnée.

Parc	Terres cultivables pour 15 450 MWh/an
Au sol	7,19 × 15 450 ÷ 6 700 = 16,58 ha
Flottant	0 ha
Surface épargnée	16,58 ha

La valeur 16,56 ha inscrite dans DR2 ne correspond pas au calcul avec les données affichées. Le résultat calculé est 16,58 ha.

DR2 complété : terres cultivables



✓ RÉPONSE À RETENIR

Le parc flottant épargne **16,58 ha** de terres cultivables.

Question 1.5. Compléter DR3 en évaluant les critères pour les deux types de parc, commenter l'occupation des surfaces cultivables à partir du résultat de la question 1.4, puis déterminer et justifier le parc le moins impactant.

Dans DR3, reporter : température, flottant + et sol − ; surfaces cultivables, flottant + et sol − ; faune et flore, 0 pour les deux ; impact visuel, flottant + et sol − ; maintenance, flottant − et sol +. Pour produire 15 450 MWh/an, le parc au sol mobilise 16,58 ha de terres cultivables, contre 0 ha pour le parc flottant.

Le parc flottant est le moins impactant au regard des critères retenus, malgré une maintenance plus difficile.

DR3 complété : critères et commentaire

- Moins d'impact sur les terres cultivables
- Moins d'impact visuel

Document réponses DR3 Critère d'évaluation

Critères	Parc photovoltaïque flottant	Parc au sol	Commentaires
Influence de la température ambiante sur la production	+	-	L'eau permet une diminution des températures de fonctionnement, ceci permet un gain de production pour les parcs installés sur l'eau.
Occupation des surfaces cultivables	+	-	Un parc p… installé sur un plan d… de surfaces … ent au parc a… **0 ha pour le flottant, contre 16,58 ha au sol : les terres cultivables sont préservées.**
Impact sur la faune et la flore	0	0	Quelle que s… les nuisances ap… t à la flore sont limitées. Des … mesures compensatoires aux quelques impacts générés sont imposés aux abords des installations (mise en place de nichoirs, plantation de haies).
Impact visuel	+	-	Le parc flottant ne doit pas dépasser la surface de l'eau de plus de 44 cm, ceci lui permet d'être discret et peu visible. Le parc au sol est visible car les panneaux sont inclinés à 30° et plus grands que ceux utilisés pour les parcs flottants. L'impact visuel est important.
Maintenance de l'installation	-	+	La maintenance d'un parc au sol est facile à réaliser car l'accès au parc est peu contraint. Pour les parcs flottants, l'accès au système se fait sur des passerelles flottantes et en milieu humide, ceci complique les opérations de maintenance.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le parc flottant est le moins impactant : il préserve les terres cultivables, refroidit les panneaux et limite l'impact visuel.

Question 1.6. Expliquer en quoi le parc photovoltaïque flottant permet de réduire les impacts environnementaux.

Le parc flottant évite de mobiliser des terres cultivables et produit une électricité qui peut se substituer à celle des filières émettrices de CO_2. L'eau refroidit naturellement les panneaux et l'installation est visuellement discrète.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Il préserve les terres cultivables, évite des émissions liées aux filières carbonées et limite l'impact visuel.

Partie 2 : Optimisation de la production

Question 2.1. À partir des données de DT5, calculer la puissance crête totale installée par les panneaux photovoltaïques.

La puissance crête totale est le produit du nombre de panneaux par la puissance unitaire : 34 000 × 425 = 14 450 000 Wc, soit 14,45 MWc.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **14,45 MWc.**

Question 2.2. À partir de DT3, DT4 et DT5, calculer la puissance crête garantie après 25 ans de fonctionnement et vérifier sa conformité à l'exigence du cahier des charges.

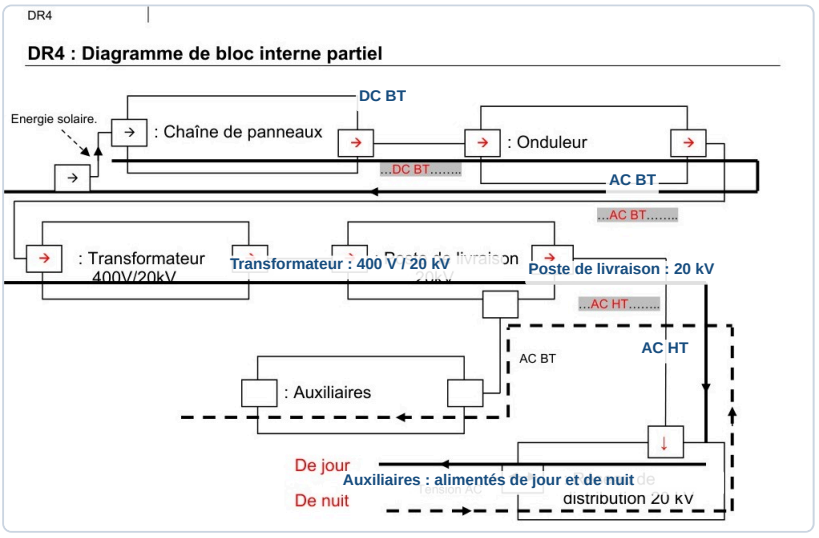
Après 25 ans, la puissance garantie vaut 92 % de la puissance installée : 0,92 × 14,45 = 13,294 MWc. Cette valeur est supérieure au minimum exigé de 13 MWc.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **13,294 MWc après 25 ans : exigence respectée.**

Question 2.3. Compléter le diagramme de blocs internes DR4 en indiquant les éléments manquants et les caractéristiques des liaisons et tensions de la chaîne de conversion et de distribution.

Compléter la chaîne dans l'ordre : panneaux en courant continu basse tension (DC BT), onduleur en courant alternatif basse tension (AC BT), transformateur 400 V/20 kV, puis poste de livraison en 20 kV (AC HT). Le réseau de distribution est à 20 kV. Les auxiliaires peuvent être alimentés de jour comme de nuit.

DR4 complété : tensions de la chaîne



✓ RÉPONSE À RETENIR

Panneaux DC BT → onduleur AC BT → transformateur 400 V/20 kV → poste de livraison AC HT → réseau 20 kV.

Question 2.4. À partir de DR4, expliquer le rôle de l'onduleur dans le raccordement de l'installation au réseau électrique.

Les panneaux délivrent du courant continu et le réseau fonctionne en alternatif. L'onduleur convertit le courant continu en courant alternatif et adapte la tension au raccordement au réseau.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'onduleur convertit le courant continu des panneaux en alternatif et adapte la tension au réseau.

Question 2.5. Compléter les paramètres du logiciel PVGIS dans DR5 pour modéliser la production d'un panneau photovoltaïque, notamment sa technologie, sa position de montage, sa puissance crête, son inclinaison et son azimut.

Dans PVGIS, choisir le silicium monocristallin et une pose à l'air libre. Renseigner une puissance crête de 8,5 kWc, une inclinaison de 11° et un azimut de 15°.

DR5 complété : paramètres PVGIS

DR5 : Paramétrage du logiciel PVGIS

Technologie d'un panneau	Silicium monocristallin ? Ou CIS (Cuivre Indium et Sélénium) ? Ou Cdte (Tellurure de Cadmium) ?	☒ ☐ ☐
Position de montage	A l'air libre ? Ou Intégré [illegible]timent ?	☒ ☐
Puissance crête (kWc)	8,5	
Inclinaison (°)	11	
Azimut (°)	15	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Silicium monocristallin ; à l'air libre ; 8,5 kWc ; 11° ; 15°.

Question 2.6. À l'aide de DT8 et de DR6, déterminer l'énergie électrique produite par une rangée de 20 panneaux inclinés à 11°.

Dans DR6, à la ligne « énergie électrique produite » et dans la colonne correspondant à une inclinaison de 11°, la rangée de 20 panneaux produit 10 002,5 kWh.

DR6 complété : énergie pour 11°



✓ RÉPONSE À RETENIR

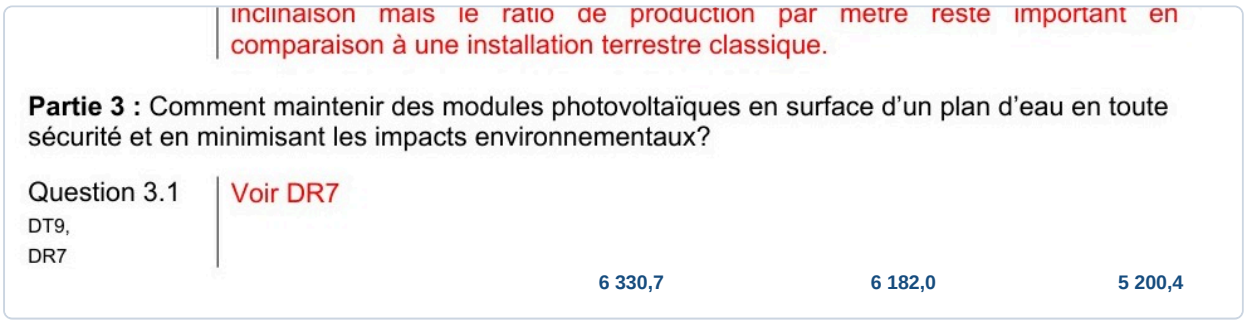
10 002,5 kWh par rangée.

Question 2.7. À partir des données de DR6, calculer le ratio de production électrique par mètre pour les différentes inclinaisons proposées.

Le ratio se calcule en divisant l'énergie par l'espacement exprimé en mètres. Les espacements du tableau étant donnés en centimètres, on les convertit en mètres.

Inclinaison	Calcul	Ratio (kWh·m⁻¹)
11°	10 002,5 ÷ 1,58	6 330,7
22°	12 673 ÷ 2,05	6 182,0
35°	13 053 ÷ 2,51	5 200,4

DR6 complété : ratios de production



✓ RÉPONSE À RETENIR

11° : **6 330,7** ; 22° : **6 182,0** ; 35° : **5 200,4 kWh·m⁻¹.**

Question 2.8. Expliquer comment optimiser l’occupation de la surface du plan d’eau en tenant compte de l’espacement des panneaux, de leur inclinaison, de l’ombrage et de la production électrique.

Pour occuper moins de plan d’eau, rapprocher les panneaux et réduire leur inclinaison afin de limiter l’ombrage entre rangées. La faible inclinaison diminue toutefois l’énergie produite par panneau : il faut arbitrer entre production totale et production par mètre disponible.

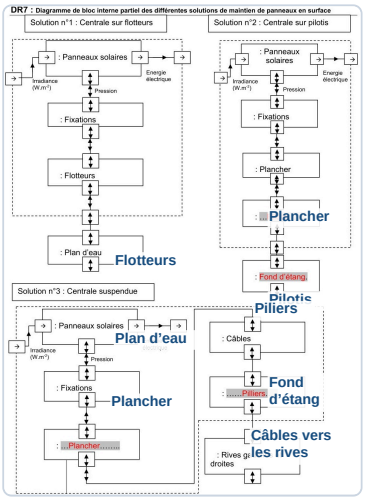
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rapprocher les panneaux et réduire leur inclinaison pour limiter l’ombrage et optimiser la production par mètre de plan d’eau.

Partie 3 : Maintien des panneaux

Question 3.1. À l’aide de DT9, compléter DR7 en indiquant les éléments manquants dans les diagrammes des trois solutions de maintien des panneaux en surface : centrale sur flotteurs, sur pilotis et suspendue.

DR7 doit indiquer les éléments suivants : solution sur flotteurs, fixations, flotteurs et plan d’eau ; solution sur pilotis, fixations, plancher, pilotis et fond d’étang ; solution suspendue, fixations, plancher, câbles, piliers et rives gauche et droite.

DR7 complété : éléments des solutions de maintien



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Flotteurs et plan d’eau ; pilotis et fond d’étang ; plancher, câbles, piliers et rives.

Question 3.2. **À partir de DT11, calculer la surface considérée pour un ensemble de maintien, en tenant compte des surfaces à retrancher, puis déterminer la surface totale correspondante pour les 34 000 ensembles.**

Surface brute : (1 046 + 758) × 1 812 = 3 268 848 mm², soit 3,268848 m². En retranchant les surfaces des ouvertures : 3,27 − 2 × 0,063248 − 4 × 0,035140 = 3,002944 m², arrondi à 3 m² par ensemble. Pour 34 000 ensembles, la surface totale est 102 000 m².

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **3 m² par ensemble, soit 102 000 m² au total.**

Question 3.3. **Expliquer pourquoi la centrale flottante contribue à limiter l'évaporation du plan d'eau.**

La centrale masque une partie des rayons solaires et réduit l'action du vent sur l'eau, ce qui freine l'évaporation. Les flotteurs blancs réfléchissent également une partie du rayonnement solaire.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'ombrage, la réduction de l'effet du vent et la réflexion des flotteurs limitent l'évaporation.

Question 3.4. **À partir des dimensions indiquées, calculer la surface de flottaison utile du flotteur en retranchant les surfaces des ouvertures.**

La surface utile est la surface extérieure moins l'ouverture rectangulaire et l'ouverture circulaire : 1 890 × 980 − 631 × 315 − 3,14159 × 315² ÷ 4 = 1 575 504 mm² environ, soit 1,5755 m².

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **1 575 504 mm², soit environ 1,58 m².**

Question 3.5. **Calculer la hauteur d'immersion du flotteur à partir de son poids, de la masse volumique de l'eau, de la surface utile et de l'accélération de la pesanteur.**

À l'équilibre, le poids est compensé par la poussée d'Archimède : h = poids ÷ (ρ × S_a × g). Avec les valeurs données, h = 34,4 × 9,81 ÷ (1 000 × 1,60 × 9,81) = 0,0215 m.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> **Hauteur d'immersion : 21,5 mm.**

Question 3.6. Vérifier que les panneaux montés sur flotteurs restent en flottaison et expliquer en quoi leur assemblage forme une centrale suffisamment compacte.

L'immersion calculée de 21,5 mm est inférieure à la hauteur de 150 mm du flotteur : il reste donc en flottaison. Les panneaux reliés entre eux forment une centrale compacte qui n'occupe pas tout le plan d'eau.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **21,5 mm < 150 mm** : flottaison assurée et assemblage compact.

Partie 4 : Stabilisation de la centrale

Question 4.1. À partir de DT12, déterminer la vitesse maximale du vent à retenir pour l'étude de stabilité de la centrale.

La vitesse maximale du vent à retenir pour l'étude de stabilité, déterminée à partir de DT12, est de 33,7 $m \cdot s^{-1}$.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **33,7 $m \cdot s^{-1}$.**

Question 4.2. Déterminer l'effort exercé par le vent sur la centrale flottante à partir des données de l'étude.

L'effort exercé par le vent sur la centrale est de 214 kN, valeur comprise dans l'intervalle de contrôle indiqué de 200 à 225 kN.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **214 kN.**

Question 4.3. À partir de DT14, déterminer le couple correspondant à la valeur de l'effort de compression indiquée.

La lecture de DT14 associe à l'effort de compression de 94,5 kN un couple de 6 404 N·m.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **6 404 N·m.**

Question 4.4. À partir de DT13, déterminer la traction admissible du pieu L5K.

La traction admissible lue dans DT13 pour le pieu L5K est de 47,3 kN.

✓ RÉPONSE À RETENIR

47,3 kN.

Question 4.5. Calculer la composante horizontale de la traction admissible du pieu, puis déterminer le nombre minimal de pieux nécessaire pour reprendre les efforts horizontaux liés au vent.

La composante horizontale admissible d'un pieu vaut 47,3 × cos 12° = 46,3 kN. Il faut 214 ÷ 46,3 = 4,62 pieux ; l'arrondi à l'entier supérieur donne le nombre minimal nécessaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

46,3 kN par pieu ; 5 pieux minimum.

Partie 5 : Réseau de communication

Question 5.1. À partir de DT7, préciser la nature des informations échangées dans le réseau de communication de l'installation.

Le réseau transmet des informations numériques provenant des équipements de l'installation, notamment les mesures de la station météorologique et les images des caméras.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Informations numériques de la station météo et des caméras.

Question 5.2. Proposer un exemple d'adresse IP avec préfixe pour le réseau étudié.

Un exemple d'adresse IPv4 avec son préfixe pour le réseau étudié est 172.16.64.5/27.

✓ RÉPONSE À RETENIR

172.16.64.5/27

Question 5.3. À partir de la figure 8, déterminer le nombre de clients du LAN selon les équipements pris en compte, puis distinguer les rôles du LAN et du WAN pour accéder aux informations de l'installation.

La figure compte 3 clients en considérant les caméras et la station météo, ou 4 si l'on ajoute le serveur DNS. Le LAN est le réseau local du site ; le WAN relie ce réseau à l'extérieur, notamment à Internet, pour consulter les informations depuis un autre lieu.

✓ RÉPONSE À RETENIR

LAN : 3 clients, ou 4 avec le serveur DNS. WAN : accès distant aux données du site.

2. Parc photovoltaïque flottant : production énergétique, raccordement, câbles et défauts de production

Cette partie étudie la production énergétique et le raccordement au réseau d'une centrale photovoltaïque flottante. Elle aborde le choix et la répartition des onduleurs, l'influence des câbles sur les chutes de tension et les pertes, ainsi que l'identification d'un défaut de production par comparaison des données.

Partie A : Production d'énergie

Question A.1. Calculer la puissance de la centrale à partir du nombre de panneaux et de leur puissance crête unitaire.

La puissance crête totale est le produit du nombre de panneaux par leur puissance unitaire. Avec 30 590 panneaux de 425 Wc : 30 590 × 425 = 13 000 750 Wc. Cette valeur, arrondie au mégawatt, correspond à environ 13 MWc. Le calcul conserve la puissance exacte avant l'arrondi.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance de la centrale : 13 000 750 Wc, soit environ 13 MWc.

Question A.2. Calculer l'énergie annuelle produite par une centrale terrestre à partir de sa puissance installée et de la production annuelle par kWc donnée dans DRS1.

La production annuelle spécifique donnée pour la centrale terrestre est de 1 334,4 kWh par kWc installé. La centrale ayant une puissance de 13 000 kWc, son énergie annuelle est le produit de ces deux valeurs : 13 000 × 1 334,4 = 17 347 200 kWh. On exprime donc la production en kWh par an.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Énergie annuelle terrestre : 17 347 200 kWh/an.

Question A.3. Compléter dans DRS1 les productions mensuelles de la centrale flottante en tenant compte de l'abaissement de température indiqué.

Dans la colonne de la centrale flottante avec abaissement de température de 2,5 °C, les données mensuelles à compléter sont celles d'avril, mai et juin. Les autres mois sont déjà renseignés. L'addition des douze productions mensuelles donne le total annuel de 1 213,7 kWh par kWc installé.

Mois	Production corrigée (kWh/kWc)
Avril	123,5
Mai	132,5
Juin	138,7
Total annuel	1 213,7

DRS1 complété

Mois	Production énergétique centrale terrestre en kWh pour 1kWc installé Inclinaison de 38°	Production énergétique centrale Flottante en kWh pour 1kWc installé Inclinaison de 11°	Production énergétique centrale flottante en kWh pour 1kWc installé (abaissement de 2,5°c)
Janvier	75,7	52,7	52,7
Février	89,2	69,6	69,6
Mars	118,9	104,5	104,5
Avril	125,4	122,7	QA.3 : 123,5
Mai	125,0	131,6	132,5
Juin	136,7	137,8	138,7
Juillet	131,4	141,1	142,1
Août	135,5	133,5	134,4
Septembre	124,6	113,5	114,3
Octobre	109,2	88,1	88,7
Novembre	84,1	60,2	60,6
Décembre	78,8	52,1	52,1
Total	1334,5	1207,4	QA.4 1213, 1 213,7

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Avril : 123,5 ; mai : 132,5 ; juin : 138,7 ; total : 1 213,7 kWh/kWc.

Question A.4. À partir du total de production par kWc obtenu dans DRS1 pour la centrale flottante refroidie, calculer son énergie annuelle.

Le total annuel corrigé du DRS1 est de 1 213,7 kWh par kWc installé. La puissance de la centrale est de 13 000 kWc. L'énergie annuelle correspond à la production spécifique multipliée par la puissance installée : 13 000 × 1 213,7 = 15 778 100 kWh/an.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Énergie annuelle de la centrale flottante refroidie : 15 778 100 kWh/an.

Question A.5. Calculer l'énergie annuelle de la centrale flottante sans refroidissement supplémentaire, puis les rapports de production entre les centrales flottante, flottante refroidie et terrestre.

Sans refroidissement supplémentaire, le DRS1 donne 1 207,4 kWh/kWc : 13 000 × 1 207,4 = 15 696 200 kWh/an. En rapportant cette énergie à la production terrestre de 17 347 200 kWh/an, on obtient 90,48 %. Pour la centrale flottante refroidie, le rapport est 15 778 100 / 17 347 200 = 90,95 %.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

ECF = 15 696 200 kWh/an ; RFT = 90,48 % ; RFRT = 90,95 %.

Question A.6. Estimer le nombre de foyers correspondant au gain annuel d'énergie obtenu grâce au refroidissement des panneaux.

Le refroidissement apporte un gain annuel de 15 778 100 - 15 696 200 = 81 900 kWh. La consommation de référence est de 4 679 kWh par foyer et par an. Le gain correspond donc à 81 900 / 4 679 ≈ 17,5 consommations annuelles de foyer, soit environ 17 foyers entiers.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Gain équivalent : environ 17,5 foyers, soit 17 foyers entiers.

Question A.7. Comparer les performances et les avantages environnementaux de la centrale flottante et de la centrale terrestre, en tenant compte du refroidissement naturel des panneaux.

La centrale flottante produit moins que la centrale terrestre : son énergie représente 90,48 % de la référence, contre 90,95 % avec refroidissement. Le refroidissement naturel améliore légèrement la production, avec un gain équivalent à environ 17 foyers. En contrepartie, l'installation flottante épargne les terres cultivables et limite l'impact visuel. Elle présente donc des avantages environnementaux malgré une production inférieure.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La centrale flottante produit un peu moins, mais préserve les terres cultivables et limite l'impact visuel.

Partie B : Onduleurs et raccordement

Question B.1. Déterminer le nombre de panneaux nécessaire à partir de la puissance totale de la centrale et de la puissance crête d'un panneau.

La puissance demandée est de 13 000 000 W et un panneau fournit 425 Wc. Le quotient est 13 000 000 / 425 = 30 588,24. Comme il faut un nombre entier de panneaux et atteindre au moins la puissance visée, on arrondit à l'entier supérieur. Le choix conduit à 30 589 panneaux.

✓ RÉPONSE À RETENIR

30 589 panneaux.

Question B.2. Déterminer le nombre de panneaux disposés sur chaque ligne à partir des dimensions fournies.

Dimension disponible	Dimension d'un panneau	Panneaux par ligne
560	70	560 / 70 = 8

Le nombre de panneaux alignés sur une ligne se détermine en divisant la dimension disponible par la dimension d'un panneau. Les valeurs utilisées sont celles données dans le corrigé du sujet.

✓ RÉPONSE À RETENIR

8 panneaux par ligne.

Question B.3. Calculer le nombre de lignes de panneaux à raccorder à partir du nombre total de panneaux et du nombre de panneaux par ligne.

1. Le calcul à partir des 30 589 panneaux donne 30 589 / 8 = 3 823,625 lignes.
2. Il faut donc arrondir au nombre entier supérieur : 3 824 lignes.

La ligne restante peut être incomplète. Le corrigé du sujet utilise aussi 30 592 panneaux, soit 3 824 lignes complètes de 8 panneaux ; ce total est supérieur de trois panneaux au résultat de la question B.1.

✓ RÉPONSE À RETENIR

3 824 lignes.

Question B.4. Répartir les lignes entre les sept postes de transformation, puis déterminer la puissance maximale d'un poste.

La répartition équilibrée des 3 824 lignes entre 7 postes est de 2 postes à 547 lignes et 5 postes à 546 lignes. Vérification : 2 × 547 + 5 × 546 = 3 824. Le poste le plus chargé reçoit 547 × 8 panneaux ; sa puissance maximale vaut 547 × 8 × 425 = 1 859 800 W, soit environ 1,86 MW.

✓ RÉPONSE À RETENIR

2 postes à 547 lignes et 5 à 546 lignes ; puissance maximale : 1,86 MW.

Question B.5. Choisir le conteneur dont la puissance est immédiatement supérieure à la puissance nécessaire pour un poste et indiquer le nombre d'onduleurs qu'il contient.

Le poste le plus chargé nécessite environ 1,86 MW. Il faut choisir un conteneur dont la puissance nominale est immédiatement supérieure à cette puissance. Le modèle indiqué dans le corrigé est celui de 2 200 kWc ; il contient 20 onduleurs. Cette capacité nominale est supérieure à la puissance maximale du poste.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Conteneur de 2 200 kWc, avec 20 onduleurs.

Question B.6. Comparer les puissances d'entrée disponibles avec les onduleurs Sunsys P66TL et P100TL, puis déterminer le type adapté à la puissance de l'installation.

Les 20 onduleurs Sunsys P66TL de 80 kW offrent 20 × 80 = 1 600 kW, ce qui est inférieur aux 1 859,8 kW requis pour le poste le plus chargé. Avec les Sunsys P100TL, la puissance théorique d'entrée indiquée est de 2,4 MW. Elle dépasse les besoins du poste : ce type est donc adapté.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Choisir les Sunsys P100TL : 2,4 MW disponibles pour environ 1,86 MW requis.

Partie C : Influence des câbles

Question C.1. À partir du courant nominal d'un panneau, calculer le courant dans une jonction regroupant 16 lignes.

Le courant nominal d'un panneau est de 6,07 A. La jonction regroupe 16 lignes : le courant total est donc la somme des courants de ces lignes. Le calcul donne 16 × 6,07 = 97,12 A. Cette valeur sert ensuite au choix de la section du câble et au calcul de la chute de tension.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Courant de jonction : 97,12 A.

Question C.2. Pour une pose à l'air libre, choisir la section de câble correspondant au courant calculé.

Le courant à prendre en compte est celui calculé pour la jonction, soit 97,12 A. Pour une pose à l'air libre, le corrigé retient le calibre de 120 A dans le tableau de choix. La section de câble associée à cette intensité est de 16 mm². Ce choix permet de dimensionner le conducteur pour le courant considéré.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Section du câble : 16 mm².

Question C.3. À 90 °C, calculer la résistance d'un câble de 50 m à partir de sa résistance linéique, puis déterminer la chute de tension dans un câble.

À 90 °C, la résistance linéique est de 1,587 Ω/km, soit 0,001587 Ω/m. Pour 50 m, la résistance vaut 0,001587 × 50 = 0,07935 Ω. La chute de tension dans un câble se calcule par R × I : 0,07935 × 97,12 = 7,706472 V, soit 7,71 V après arrondi.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **R50 = 0,07935 Ω ; chute par câble = 7,71 V.**

Question C.4. Pour une liaison composée de deux câbles, calculer la chute de tension totale et son pourcentage par rapport à la tension de référence.

La liaison comporte deux câbles. En utilisant la chute non arrondie de 7,706472 V par câble, on obtient 2 × 7,706472 = 15,412944 V, soit 15,41 V. Rapportée à la tension de référence de 560 V, cette chute représente environ 2,75 %. Le résultat est cohérent avec les valeurs arrondies du corrigé.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Chute totale : 15,41 V, soit environ 2,75 % de 560 V.**

Question C.5. Calculer la puissance perdue dans la liaison composée de deux câbles et confronter le résultat à la lecture de l'abaque.

La puissance perdue se calcule avec la chute totale et le courant : 15,412944 × 97,12 ≈ 1 496,9 W, soit environ 1 500 W. L'abaque indique environ 15 W/m pour 96,7 A. Sur deux longueurs de 50 m, cela donne 15 × 2 × 50 = 1 500 W. Les deux évaluations concordent à l'arrondi près.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Puissance perdue : environ 1 500 W, conforme à la lecture de l'abaque.**

Question C.6. Vérifier si la chute de tension maximale est respectée, puis expliquer les conséquences des pertes sur le rendement et proposer une solution pour les réduire.

Le corrigé indique que la chute de tension calculée, 2,75 %, respecte la limite maximale retenue. Cette chute s'accompagne de pertes qui diminuent la puissance transmise et le rendement de l'installation. Pour réduire ces pertes, on peut augmenter la section des câbles : leur résistance diminue alors, ce qui réduit la chute de tension et les pertes par effet Joule.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Limite respectée ; une section de câble supérieure réduirait les pertes.

Partie D : Identification d’un défaut de production

Question D.1. À partir de l’évolution de la production, identifier une cause possible de la baisse d’efficacité des panneaux.

La baisse de production peut être due à une pluie de sable qui a recouvert les panneaux. Les dépôts masquent une partie des cellules et réduisent le rayonnement solaire reçu. L’efficacité des panneaux diminue alors, ce qui explique la baisse de production observée. Il s’agit d’une cause possible de défaut, à confirmer par le suivi de l’installation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Cause possible : des dépôts de sable qui masquent les panneaux.

Question D.2. Indiquer ce qui a pu expliquer le retour à une production plus élevée après la baisse observée.

Le retour à une production plus élevée peut s’expliquer par le lavage des panneaux, effectué par la pluie ou lors d’un nettoyage manuel. L’élimination des dépôts permet aux cellules de recevoir davantage de rayonnement solaire. La production peut alors remonter vers son niveau attendu.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La pluie ou un nettoyage manuel a pu laver les panneaux.

Question D.3. Expliquer comment la comparaison entre production réelle et production théorique permet de détecter une anomalie et d’agir pour limiter les pertes d’énergie.

On compare la production réelle à la production théorique attendue pour repérer un écart anormal. Une production réelle durablement inférieure peut signaler un défaut, par exemple l’encrassement des panneaux. Le suivi permet de rechercher la cause et d’intervenir rapidement, notamment en nettoyant les modules, afin de limiter les pertes d’énergie.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Un écart anormal entre production réelle et théorique révèle un défaut et guide l’intervention.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2024)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Énergies et environnement du baccalauréat technologique STI2D, session 2024, code 24-2D2IDEEME3C, d'une durée de 4 heures, sans coefficient indiqué. L'étude porte sur un parc photovoltaïque flottant. Elle évalue l'analyse de ses impacts, le calcul de sa production, son maintien et son ancrage, le raccordement électrique, les pertes dans les câbles et le diagnostic des défauts.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Puissance crête installée : P = nombre de panneaux × puissance crête unitaire.
- Énergie annuelle : E = puissance installée en kWc × production annuelle en kWh par kWc.
- Chute de tension : ΔU = R × I ; pour une liaison à deux conducteurs identiques, additionner les chutes des deux câbles.
- Puissance perdue dans une résistance : P = R × I², soit aussi P = ΔU × I.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités et convertir les puissances entre W, kW et MW avant les calculs.
- Distinguer la production annuelle par kWc de l'énergie totale produite par la centrale.
- Dans une liaison à deux câbles, tenir compte des deux conducteurs pour la chute de tension et les pertes.
- Justifier chaque choix technique en le comparant aux contraintes et caractéristiques données.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer l'énergie annuelle produite par une centrale photovoltaïque ?

Multipliez la puissance installée en kWc par la production annuelle exprimée en kWh par kWc. Le résultat est une énergie en kWh. Vérifiez que la puissance et la production spécifique sont exprimées dans des unités compatibles.

Q : Pourquoi la centrale flottante refroidie produit-elle davantage que la centrale flottante non refroidie ?

Le refroidissement des panneaux améliore leur production électrique. Dans cette étude, l'effet d'un abaissement de température de 2,5 °C est pris en compte par les valeurs mensuelles de production inscrites dans DRS1.

Q : Comment organiser le temps pendant l'épreuve ?

La partie commune dure 2 h 30 et vaut 12 points. La partie spécifique dure 1 h 30 et vaut 8 points. Repérez les données utiles, détaillez les calculs et gardez du temps pour vérifier les unités et les conclusions.

Q : Comment justifier un choix technique dans ce sujet ?

Comparez la valeur calculée aux contraintes du cahier des charges ou aux caractéristiques des solutions proposées. Présentez les étapes utiles, indiquez les unités et formulez une conclusion explicite qui relie le résultat au choix retenu.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2024/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2024 - 19-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.