



Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

L'agrivoltaïsme

Sur 10 points

L'agrivoltaïsme est un système qui permet de combiner sur une même surface, une production agricole et une production d'électricité d'origine photovoltaïque. La première centrale agrivoltaïque en France a été implantée en 2018 à Tresserre, commune située à une vingtaine de kilomètres de Perpignan. Elle est constituée de panneaux, recyclables à 90 %, situés à environ 4,50 m de hauteur afin de pouvoir laisser passer tous les engins agricoles. Les panneaux sont mobiles, pilotés à distance grâce à un algorithme complexe, au gré des besoins : à plat pour protéger la production d'une pluie battante, d'un soleil brûlant, du gel ou de la grêle, ou à la verticale pour laisser passer un maximum de lumière et de pluie.

Document 1 – Caractéristiques de la centrale agrivoltaïque à Tresserre



Surface agricole	4,5 hectares*
Nombre de panneaux	7 800
Surface couverte par les panneaux	40 %
Coût du projet	20 millions d'euros
Puissance électrique produite	2,2 MW**

* 1 hectare (ha) = 10 000 m²

** 1 mégawatt (MW) = 1 000 000 W

Source : <https://sunagri.fr>

- 1- Décrire la chaîne de transformation énergétique représentant la conversion d'énergie qui a lieu au niveau des panneaux solaires.
- 2- À partir du document 1, calculer la surface totale des panneaux photovoltaïques de la centrale photovoltaïque de Tresserre.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

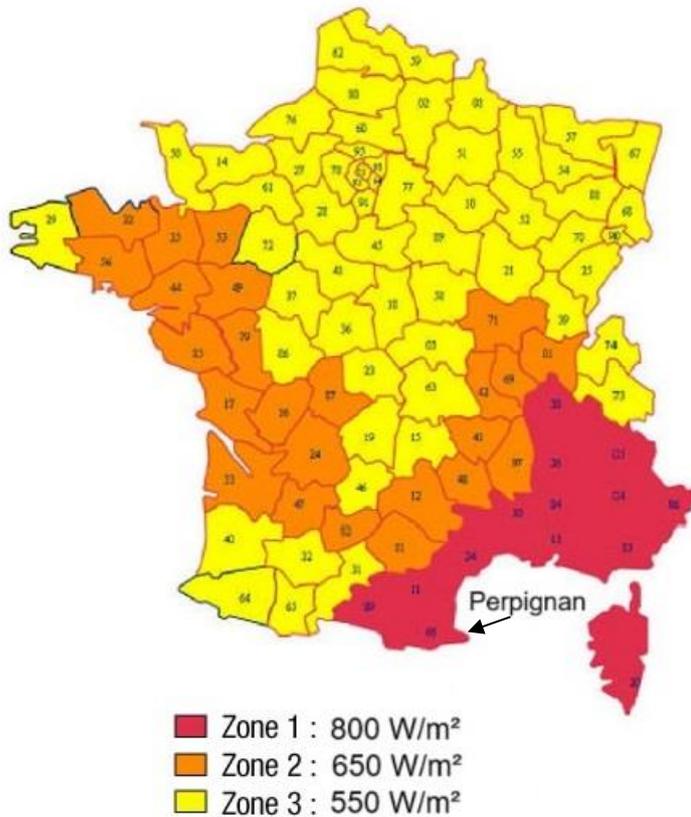
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

- 3- Montrer que la puissance moyenne produite par un mètre carré de panneau photovoltaïque est de 122 W dans les conditions de fonctionnement de la centrale photovoltaïque.

Document 2 – Carte de la puissance solaire surfacique en France



Source : lepanneausolaire.net

- 4- À partir du document 2, déterminer la valeur de la puissance solaire surfacique à Tresserre.
- 5- Donner l'expression littérale du rendement global noté η d'un système de conversion d'énergie.
- 6- Calculer la valeur du rendement global de l'installation photovoltaïque de Tresserre.



Document 3 – Le travail forcé, ce vilain secret qui se cache au cœur du développement de l'énergie solaire

Rappelons tout d'abord que le silicium polycristallin, comme les terres rares, abonde en Chine et plus particulièrement dans le nord-ouest du pays, le Xinjiang. Son utilisation est nécessaire à la fabrication des panneaux solaires. La production de silicium polycristallin est donc utile. Cependant, l'on sait aussi que dans le cycle de vie d'un panneau solaire, la partie la plus énergivore est l'extraction et la purification du silicium. Si cette opération est menée à base de charbon, le bilan est forcément mauvais en termes de pollution. En outre, les poussières de silice cristalline peuvent induire une irritation des yeux et des voies respiratoires, des bronchites chroniques et une fibrose pulmonaire irréversible nommée silicose. Cette atteinte pulmonaire grave et invalidante n'apparaît en général qu'après plusieurs années d'exposition et son évolution se poursuit même après cessation de l'exposition. Vous comprenez pourquoi les Ouïghours sont sollicités par les autorités chinoises pour ces tâches à la fois ingrates et dangereuses.

Source : d'après une interview de Emmanuel Lincot - Atlantico <https://www.iris-france.org>

- 7- Présenter de façon argumentée les avantages et les inconvénients de l'agrivoltaïsme.
- 8- D'après le document 3 et vos connaissances, expliquer la phrase « *Si cette opération est menée à base de charbon, le bilan est forcément mauvais en termes de pollution.* ».
- 9- En quoi le texte du document 3 manque-t-il de rigueur sur le plan scientifique ?



Document 2 – La radiochronologie, une méthode de datation

La radiochronologie consiste à mesurer dans plusieurs échantillons d'une même roche la quantité de noyaux pères rubidium 87 (^{87}Rb), de noyaux fils strontium 87 (^{87}Sr) et de noyaux stables strontium 86 (^{86}Sr). On déduit des rapports isotopiques (rapports des quantités mesurées) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$.

En traçant la courbe représentant le rapport isotopique $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en fonction du rapport isotopique $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, une droite est obtenue.

Cette droite, appelée droite isochrone (*iso* : identique et *chronos* : temps), peut être modélisée par la fonction $y = ax + b$. Le coefficient directeur de a de la droite donne, après un calcul, l'âge de l'ensemble des échantillons de la roche.

Document 3 – Tableau des demi-vies de quelques noyaux radioactifs utilisés dans des méthodes de datation en géosciences

Méthode de datation utilisée en géosciences	Couple isotopique utilisé	Demi-vie du noyau père
Rubidium 87 - Strontium 87	$^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$	47×10^9 années
Uranium 234 - Thorium 230	$^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$	245 500 années

Source : à partir des données issues de <https://fr.wikipedia.org>, article période radioactive

- 2- Parmi les noyaux $^{87}_{37}\text{Rb}$, $^{86}_{38}\text{Sr}$ et $^{87}_{38}\text{Sr}$, indiquer en justifiant quel est le noyau radioactif.
- 3- Donner la définition de la demi-vie d'un noyau radioactif.
- 4- À l'aide du document 3, justifier l'utilisation du couple Rubidium/Strontium pour la datation de la météorite Allende, plutôt que la datation avec le couple Uranium/Thorium.



Document 5 – Tableau de correspondance entre valeur du coefficient directeur d'une droite isochrone et âge de l'échantillon étudié pour le couple Rb/Sr

Coefficient directeur	Âge (années)
0,000028	2×10^6
0,000063	$4,5 \times 10^6$
0,028	2×10^9
0,065	$4,5 \times 10^9$
0,88	$4,5 \times 10^{10}$
15,38	2×10^{11}

- 6-** En vous appuyant sur le document 5, montrer comment la datation d'une météorite comme celle d'Allende apporte un argument en faveur d'un âge de la Terre d'environ 4,57 Ga.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

Dessalement par les végétaux

Sur 10 points

L'augmentation croissante de la population mondiale et le réchauffement climatique global posent le problème de la gestion de l'eau douce pour les populations humaines. Parmi les techniques à l'étude, on cherche à exploiter l'eau salée par l'utilisation de certains végétaux.

Un cabinet parisien a été lauréat d'un concours en 2010 en proposant le projet « *Freshwater Factory* ». Il s'agissait d'une tour de 280 mètres de haut, abritant des centaines de Palétuviers, arbres tropicaux peuplant les mangroves (forêts poussant au bord ou dans l'eau très salée). Si le projet avait été réalisé, il était attendu que cette tour produise 30 000 litres d'eau douce par jour.

L'objectif de ce sujet est d'étudier la capacité du Palétuvier à extraire le sel de l'eau.

Partie 1 – Étude des cristaux présents sur les feuilles du Palétuvier.

La photographie ci-dessous présente une feuille de Palétuvier sur laquelle on observe des cristaux.



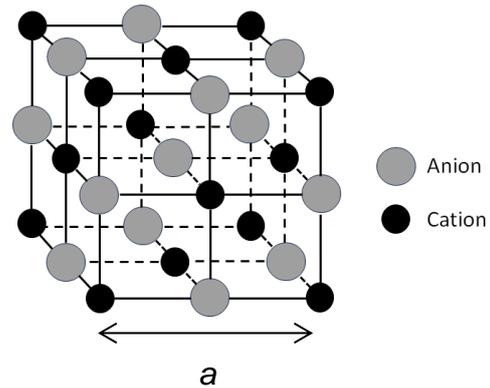
Cristaux

Source : d'après <https://ocean.si.edu/ecosystems/coasts-shallow-water/crystals-salt>



Document 1 – Caractéristiques des cristaux échantillonnés sur les feuilles de Palétuvier

Des mesures expérimentales par des techniques physiques effectuées sur les cristaux provenant des feuilles de Palétuvier ont permis de déterminer une grandeur caractéristique, le côté de la maille a de valeur $5,62 \times 10^{-10}$ m.



La perspective cavalière d'une maille des cristaux présents sur les feuilles de Palétuvier est donnée ci-dessus. La masse de chaque cation de ce cristal est égale à $3,68 \times 10^{-26}$ kg.

La masse de chaque anion des cristaux est égale à $5,85 \times 10^{-26}$ kg. La maille contient 4 cations et 4 anions.

Source personnelle

- 1- Justifier que la structure des cristaux provenant des feuilles de Palétuvier est celle d'un solide cristallin.
- 2- À partir du document 1, montrer que la valeur de la masse totale des ions contenus dans une maille, notée m_{tot} est de $3,81 \times 10^{-25}$ kg.
- 3- À partir du document 1, calculer la valeur du volume, notée V , de la maille des cristaux de la feuille de Palétuviers.
- 4- En déduire que la masse volumique, notée ρ , des cristaux de Palétuviers a pour valeur $2,14 \times 10^3$ kg.m⁻³.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



1.1

Les encadrements des valeurs des masses volumiques de trois cristaux sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Cristal	Iodure de potassium KI	Hydroxyde de sodium NaOH	Chlorure de sodium NaCl
Couleur du cristal	jaune clair	blanche	blanche
Solubilité dans l'eau à 20°C (g.L ⁻¹)	1430	1090	358,5
$\rho \times 10^3$ (en kg.m ⁻³)	$3,08 \leq \rho \leq 3,16$	$2,09 \leq \rho \leq 2,17$	$2,13 \leq \rho \leq 2,21$

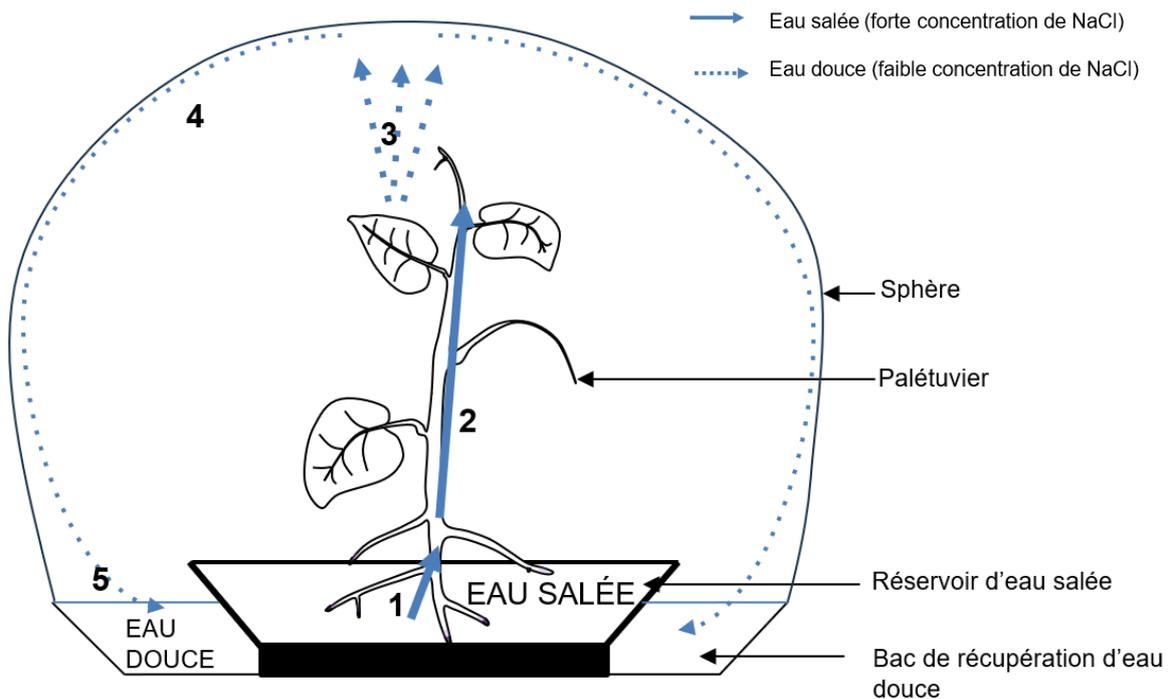
5- Identifier la nature possible des cristaux présents sur les feuilles de Palétuvier.



Partie 2 – Le dessalement de l'eau par les Palétuviers dans le cadre du projet « Freshwater Factory »

Document 2 – Principe de la Freshwater Factory

La tour est composée d'une trentaine de sphères transparentes pour une hauteur de 280 mètres. Elle comprend plusieurs centaines de Palétuviers. La structure d'une sphère est présentée dans la figure ci-dessous. Grâce aux marées, l'eau de mer salée monte dans les sphères. Les Palétuviers sont présents dans ces sphères. La figure ci-dessous présente le fonctionnement d'une sphère.



1 : absorption d'eau salée par les racines des Palétuviers ; **2** : circulation de l'eau salée dans la sève de la plante ; **3** : évaporation d'eau et formation des cristaux au niveau des feuilles du Palétuvier ; **4** : liquéfaction de l'eau sur les parois de la sphère ; **5** : récupération d'eau douce dans la sphère.

Sources : d'après <https://www.dca.archi/projet/freshwater-factory> et <https://www.dca.archi/pdf.php?url=projet/freshwater-factory>

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

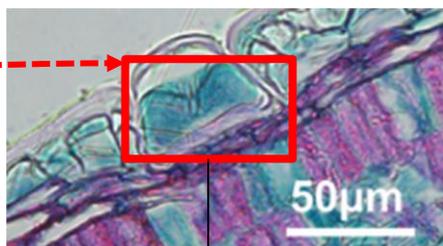
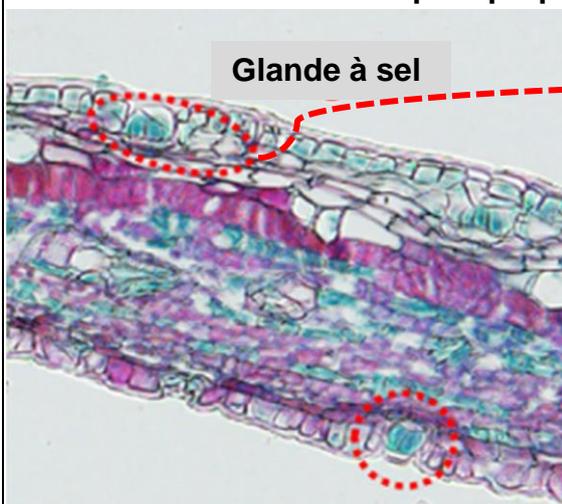
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 3 – Structure des feuilles de Palétuvier

De fortes concentrations de sels sont toxiques pour les cellules végétales. Les feuilles de Palétuvier possèdent à leur surface des glandes appelées « glandes à sel ». Le document ci-dessous en présente des observations, aux microscopes optique et électronique.

Observation en microscopie optique :

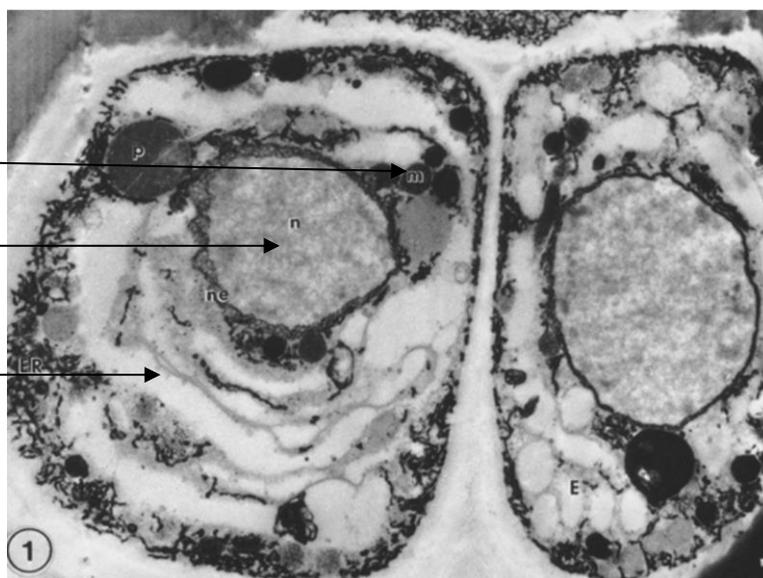


Observation en microscopie électronique :

Mitochondrie (organite)

Noyau

Cytoplasme

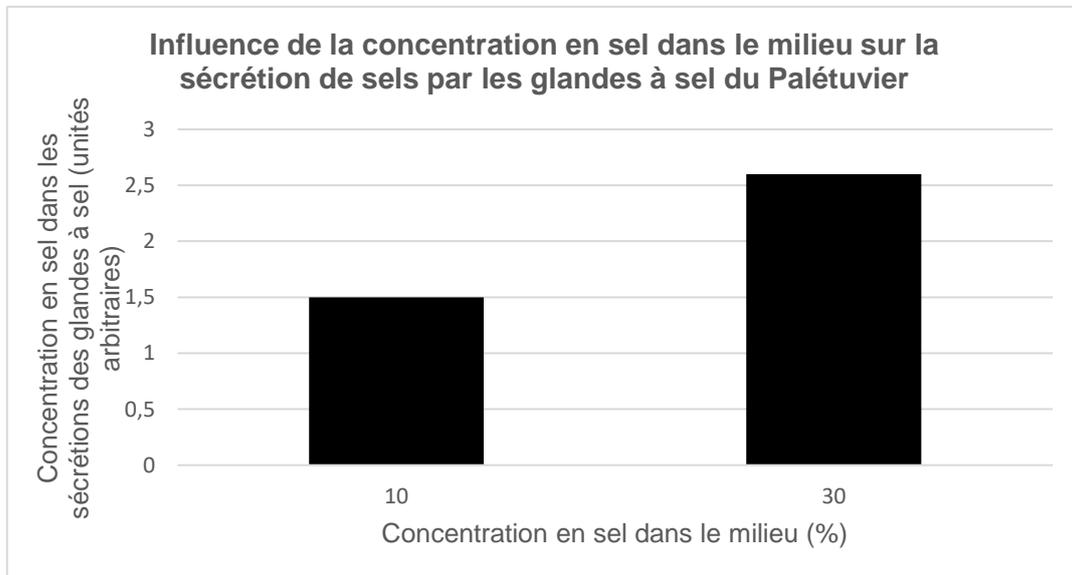


Source : d'après Drennan PM, Berjak P, Lawton JR, Pammenter NW. Ultrastructure of the salt glands of the mangrove, *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh., as indicated by the use of selective membrane staining. *Planta*. 1987 Oct et Cui, Miaomiao & Wang, Zuankai & Wang, Bin. (2022). Survival Strategies of Mangrove (*Ceriops tagal* (perr.) C. B. Rob) and the Inspired Corrosion Inhibitor. *Frontiers in Materials*



Document 4 – Rôle des glandes à sel du Palétuvier

Des études sont réalisées au niveau de ce qui est rejeté (les sécrétions) par les glandes à sel du Palétuvier, présentes au niveau de ses racines et de ses feuilles. Ces sécrétions sont des solutions ioniques salines qui cristallisent par la suite. Les concentrations en sel sont mesurées dans les sécrétions de ces glandes en fonction de la salinité du milieu dans lesquelles plongent les racines du Palétuvier. Les résultats de ces mesures sont indiqués sur la représentation graphique ci-dessous.



Sources : d'après Cheng H, Inyang A, Li CD, Fei J, Zhou YW, Wang YS. Salt tolerance and exclusion in the mangrove plant *Avicennia marina* in relation to root apoplastic barriers. *Ecotoxicology*. 2020 Aug;29(6):676-683

- 6- Expliquer comment le fonctionnement des Palétuviers permet de produire de l'eau douce dans le cadre de la « *Freshwater Factory* ».

Vous rédigerez une argumentation organisée à partir des documents 2 à 4 et de vos connaissances en envisageant l'étude à l'échelle des cellules et des organes.