

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

## ÉVALUATION

**CLASSE** : Terminale – Épreuve de fin de cycle

**VOIE** :  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT** : Enseignement scientifique  
sans enseignement de mathématiques spécifique

**DURÉE DE L'ÉPREUVE** : 2 h

Niveaux visés (LV) : ∅

Axes de programme : ∅

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui  Non

**DICTIONNAIRE AUTORISÉ** :  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

**Nombre total de pages** : 17

**Parmi les trois exercices qui composent ce sujet, le candidat en traite obligatoirement deux.**

**L'exercice 1, du niveau de la classe de terminale, doit être obligatoirement abordé.**

**Pour le deuxième exercice, le candidat choisit entre l'exercice 2 et l'exercice 3 qui sont du niveau de la classe de première. Il indique son choix en début de copie.**



## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

### Forçage radiatif et conséquences sur l'environnement

Sur 10 points

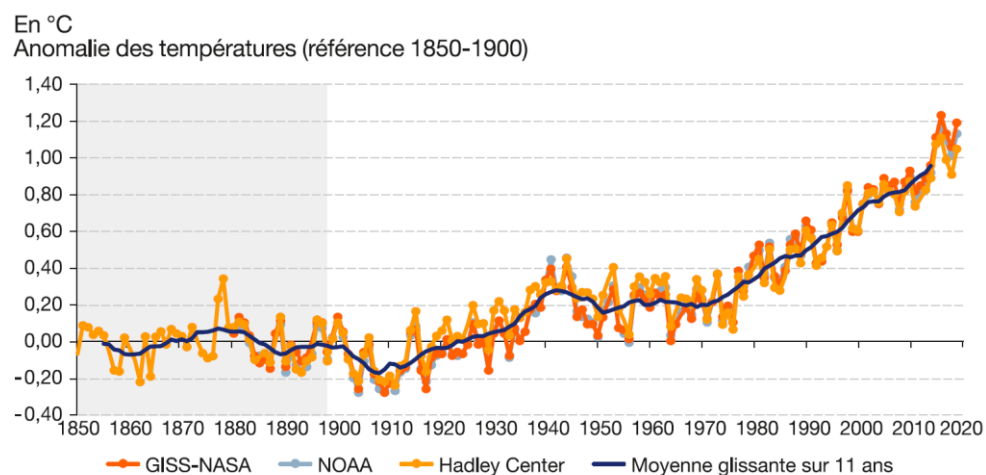
L'ADEME, Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de la transition écologique. Elle a publié en octobre 2020 une prévision des impacts climatiques à venir d'ici 2050 en France. Ces derniers concernent principalement l'augmentation des températures et les risques d'inondation qui en découlent.

L'objectif de cet exercice est de chercher à comprendre les risques liés à l'augmentation du forçage radiatif terrestre.

#### Document 1 – Évolution de la température moyenne annuelle mondiale

L'anomalie de la température de la Terre est l'écart, positif ou négatif, entre la température annuelle moyenne mesurée en degrés Celsius et la température moyenne annuelle normale (observée dans les années 1850) .

Les données proviennent de trois sources : NASA ; NOAA ; Hadley Center.



Note : en grisé la période préindustrielle 1850-1900.

Source : D'après le Ministère de la transition écologique

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

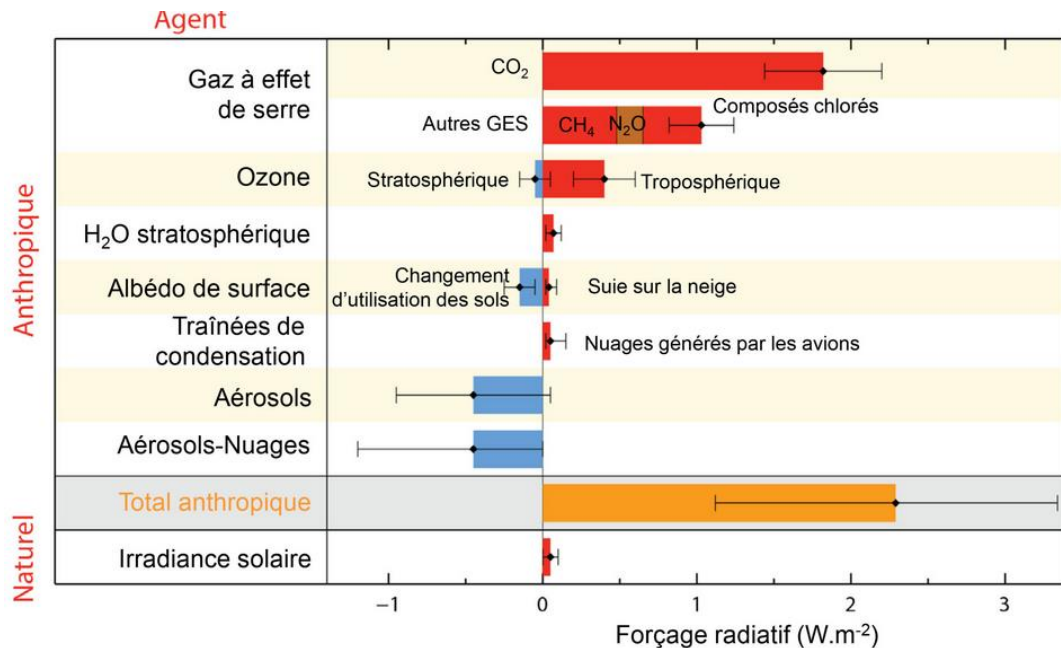


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## Document 2 – Composantes du forçage radiatif terrestre



Anthropique : « d'origine humaine ».

Source : d'après <https://www.climat-en-questions.fr>

- 1- Rappeler la définition du « forçage radiatif ».
- 2- Expliquer pourquoi la température moyenne de la Terre augmente avec l'augmentation du forçage radiatif.
- 3- À partir des documents 1 et 2, expliquer l'évolution de la température moyenne terrestre depuis les dernières décennies.

Comme indiqué dans le document 2, l'un des paramètres influençant le forçage radiatif est l'albédo terrestre moyen. On rappelle que l'albédo quantifie la fraction de la puissance émise par le Soleil et atteignant la Terre qui est diffusée par la Terre vers l'espace.



### Document 3 – Valeurs d'albédo de différentes surfaces

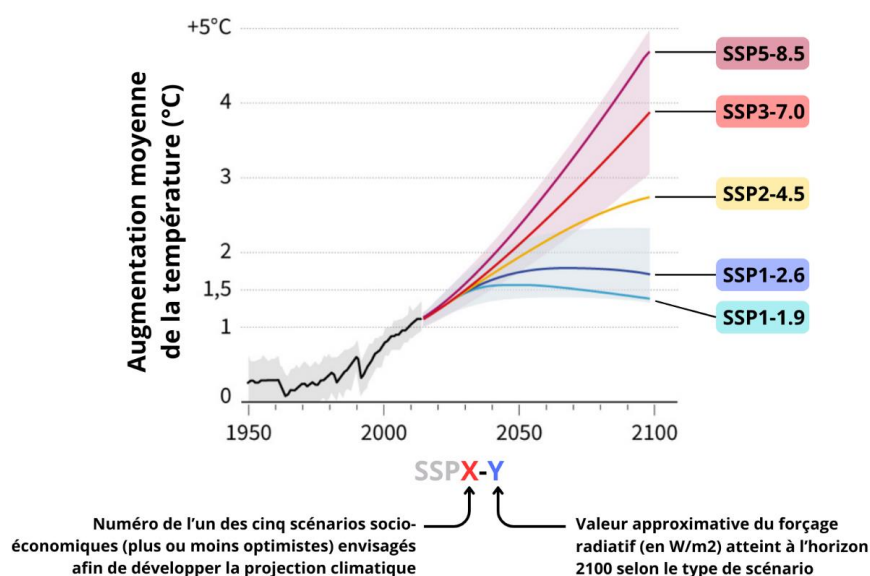
Type de Surface	Albédo (0 à 1)
Surface d'un lac	0,02 à 0,04
Surface de la mer	0,05 à 0,15
Sol sombre	0,05 à 0,15
Glace	0,60 environ
Neige tassée	0,40 à 0,70

Si l'albédo vaut 0, tout le rayonnement reçu est absorbé et s'il vaut 1, tout le rayonnement reçu est réfléchi.

Source : D'après Wikipédia

- 4- À l'aide du document 3, justifier que la fusion des glaces continentales (*glaciers*) et des mers (*banquises*) se traduit par une augmentation du forçage radiatif.
- 5- Représenter sur un schéma l'effet de rétroaction positive de l'albédo sur l'augmentation de la température terrestre.

### Document 4 – Évolution de la température moyenne terrestre en fonction des scénarios SSP



Source : D'après le rapport du GIEC

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

- 6- Le document 4 indique des « scénarios ». Préciser, en justifiant, si on pourrait le remplacer, ou non, par le terme « modèles ».
- 7- En exploitant ses connaissances personnelles et des documents de cet exercice, montrer que les activités humaines entraîneront à long terme des conséquences sur l'écosystème et les êtres vivants.



## **Exercice 2 (au choix) – Niveau première**

*Thème « La Terre, un astre singulier »*

### **Comment les scientifiques savent ?**

*Sur 10 points*

Les évidences apparentes et les récits non scientifiques ont d'abord conduit à de premiers récits sur l'origine de la Terre amenant à diverses estimations de son âge.

Le savoir actuel est bien éloigné de ces premiers récits. Le scientifique du XXI<sup>e</sup> siècle n'est pas né avec ce savoir. Celui-ci s'est construit par le travail des chercheuses et chercheurs qui ont pris en compte les nouvelles observations et découvertes permises par l'évolution technologique des instruments d'observation dans le cadre d'une démarche scientifique.

De même, si nous savons aujourd'hui qu'il n'y a pas d'habitants sur la Lune (les sélénites parfois imaginés depuis l'antiquité), ce savoir se fonde sur une interprétation rigoureuse des observations.

Il s'agit ici de se pencher sur ces questions en remobilisant des éléments de l'histoire des sciences sur l'âge de la Terre et la présence de vie sur la Lune.

### **Partie 1 – l'âge de la Terre**

- 1-** Parmi les étapes de la détermination de l'âge de la Terre mentionnées dans le document 1 (page suivante), indiquer quelle est, historiquement, la première tentative d'explication conforme à une démarche scientifique.
- 2-** Présenter des arguments que les géologues et naturalistes du XIX<sup>ème</sup> siècle ont opposé aux physiciens de leur temps pour contredire l'âge calculé par lord Kelvin ?
- 3-** Citer le phénomène physique majeur, découvert en fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, qui a permis de déterminer, en 1956, que l'âge de la Terre est voisin de 4,5 milliards d'années. Donner le nom d'un ou d'une scientifique ayant contribué à la compréhension de ce phénomène physique majeur.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

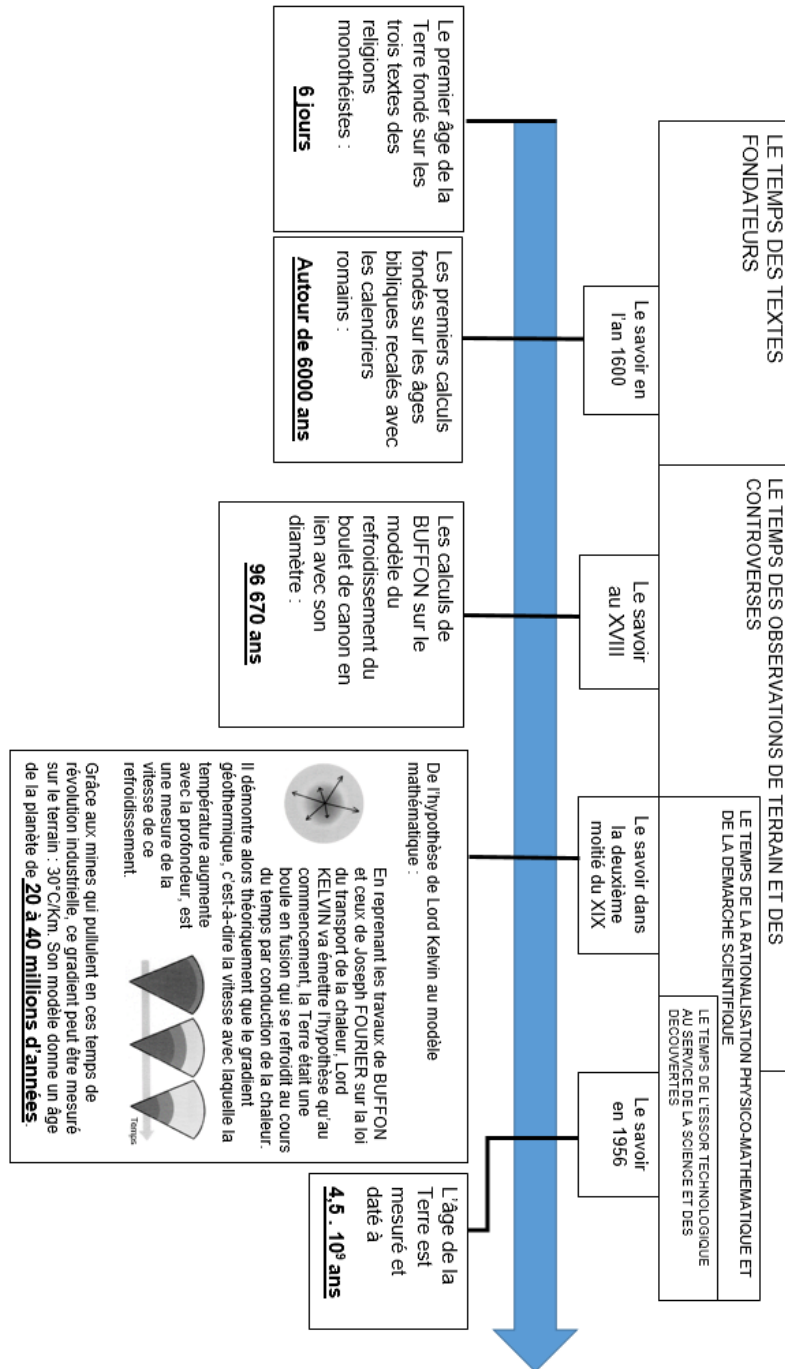
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

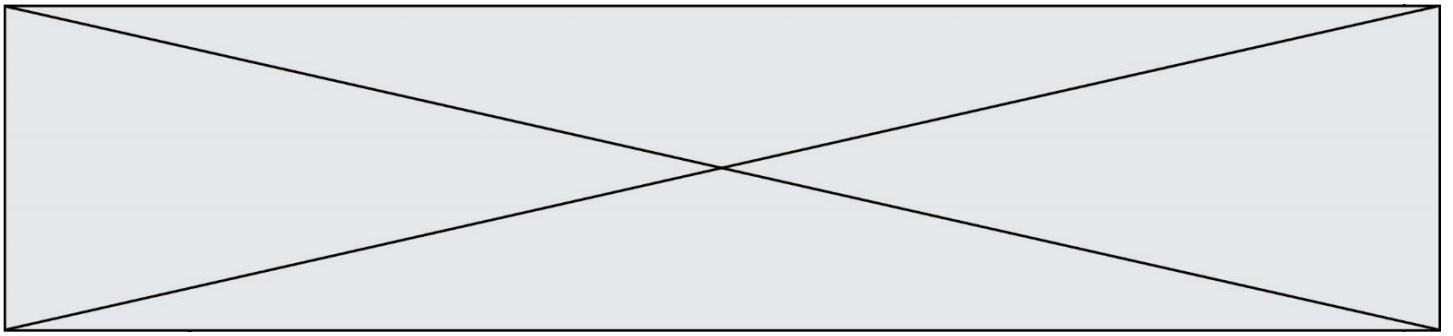


1.1

## Document 1 – L'âge de la Terre dans l'histoire



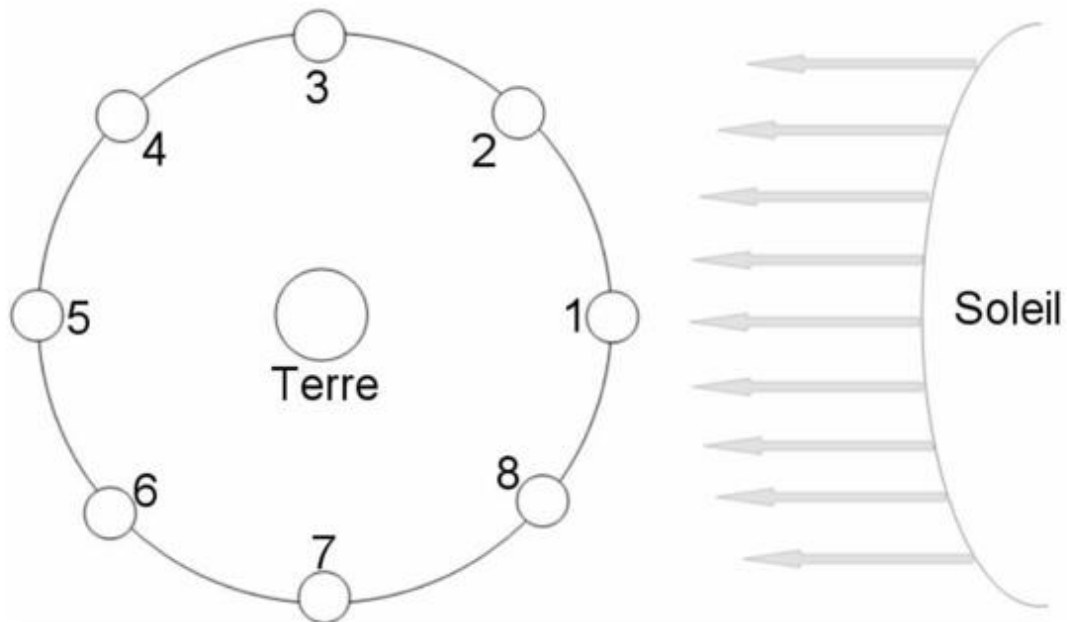
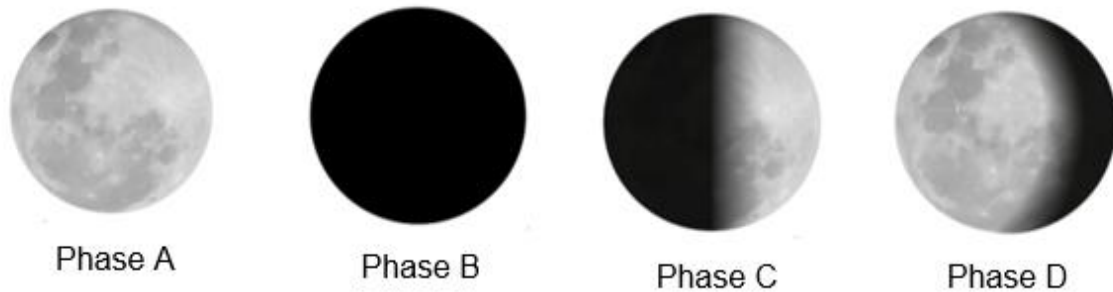
Source : D'après le livre « Comment les scientifiques savent... ? » CNRS éditions et Planète Terre



## Partie 2 – la Lune : un monde habitable ?

Lorsqu'on est amateur d'astronomie, le premier astre fascinant qu'on essaie d'observer et d'étudier de plus près est souvent la Lune... On s'intéresse ici à l'observation de la Lune et de ses différentes phases.

### Document 2 – Phases de la Lune (de A à D) et positions possibles autour de la Terre au cours du temps (de 1 à 8)



Ce schéma est donné sans considération d'échelle.

Source : D'après le site de l'académie de Bordeaux



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

- 4- Choisir parmi les termes « nouvelle Lune », « croissant », « quartier », « gibbeuse » et « pleine Lune », celui qui correspond à la phase A du document 2.
- 5- Indiquer, pour la phase B, le numéro de position correspondant à son observation depuis la Terre (Une phrase réponse est attendue.).
- 6- Le 7 octobre 1959 la mission Luna 3 a permis de photographier pour la première fois la « face cachée de la Lune ». Expliquer pourquoi la Lune a une « face cachée ».

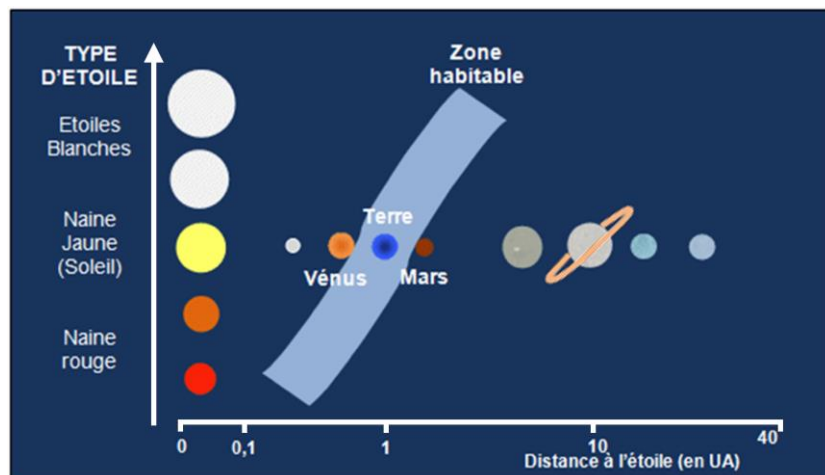
Depuis fort longtemps, les scientifiques en observant les phases de la Lune avaient remarqué la présence de vastes étendues de couleur sombre. En interprétation de cette observation, ils posèrent l'hypothèse de la présence d'eau liquide et de mers sur la Lune. Aussi, certaines personnes comme l'astronome allemand Franz von Gruithuisen en 1824, ont considéré la Lune comme habitable et peuplée d'habitants : les Sélénites.

Dans la suite de ce sujet, il s'agira d'éprouver cette hypothèse en prenant en compte les données modernes acquises depuis.

### Document 3 – Graphique montrant l'emplacement de la zone habitable dans le Système solaire en fonction du type d'étoile

En astronomie et en exobiologie, la zone habitable est un domaine théorique à proximité d'une étoile au sein duquel tous les corps présents pourraient disposer d'eau

liquide à leur surface. L'étendue de cette zone est calculée à partir de la puissance lumineuse émise par l'étoile, et de la distance entre le corps et l'étoile.

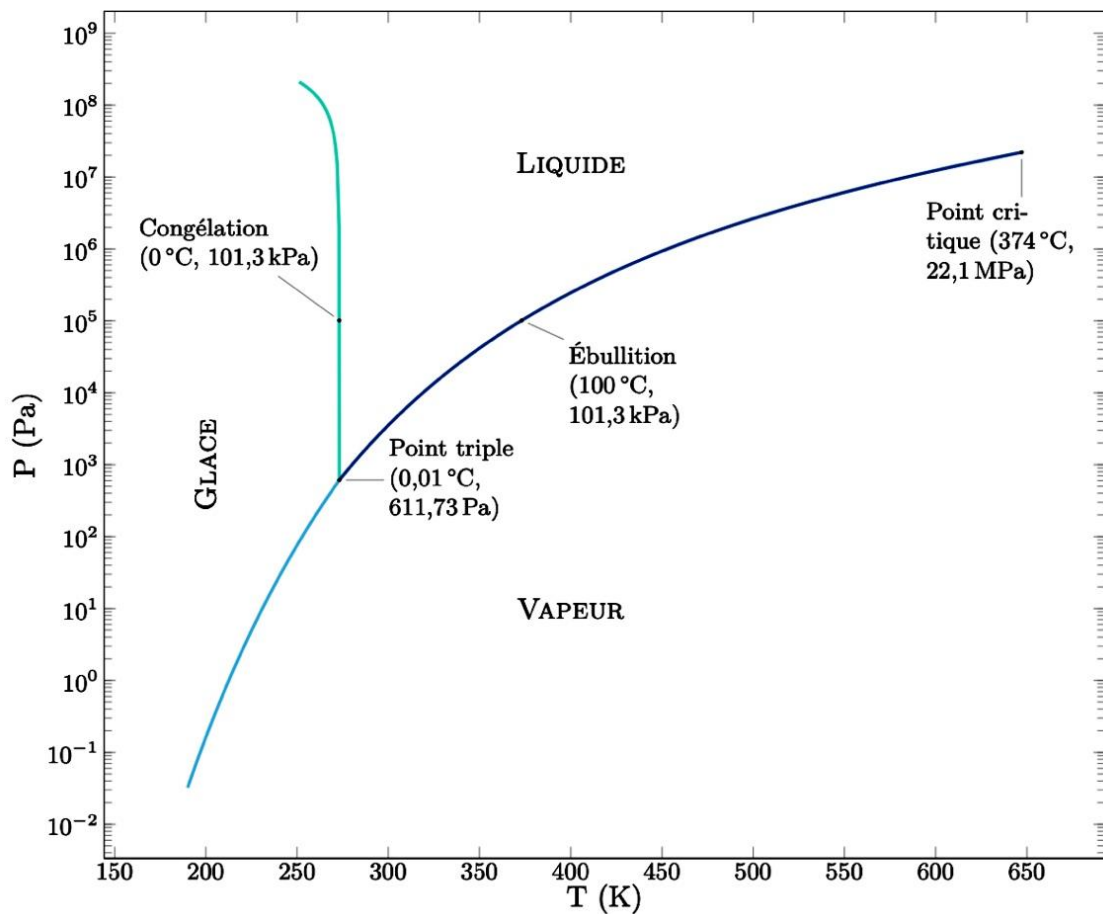


Source : D'après [planet-terre.ens-lyon.fr](http://planet-terre.ens-lyon.fr)



7- Sur la base du document 3, indiquer s'il serait possible qu'il existe de l'eau liquide sur la Lune.

**Document 4 – Diagramme d'état de l'eau en fonction de la température et de la pression atmosphérique**



Source : D'après [planet-terre.ens-lyon.fr](http://planet-terre.ens-lyon.fr)

8- Les données acquises sur la Lune ont permis d'établir que la température de surface oscillait entre 150°C (soit 423°K) en plein soleil et -170°C (soit 103°K) à l'ombre, et que la pression atmosphérique y est extrêmement faible (nettement inférieure à  $10^{-1}$  Pa).

En vous appuyant sur le document 4, discuter de l'hypothèse de la présence d'eau liquide et de mers à la surface de la Lune. La réponse est attendue sous la forme d'un texte argumenté.

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

- 9- Dans quelle mesure les données des documents 3 à 4 illustrent-elles l'idée que la construction d'un savoir scientifique stabilisé est dépendante des avancées technologiques d'une époque et contribue à invalider certaines hypothèses ou croyances populaires, comme celle de Franz von Gruithuisen.



## 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>

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.)

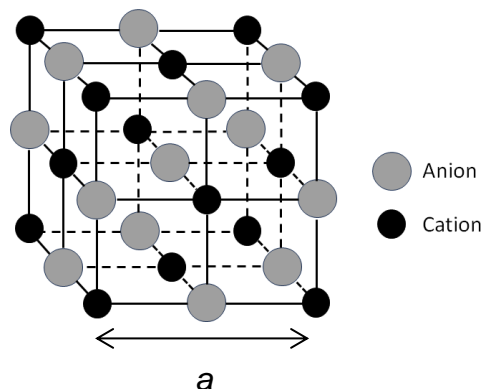
Né(e) le :  /  /



1.1

### 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  $\rho$ , des cristaux de Palétuviers a pour valeur  $2,14 \times 10^3$  kg.m<sup>-3</sup>.



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

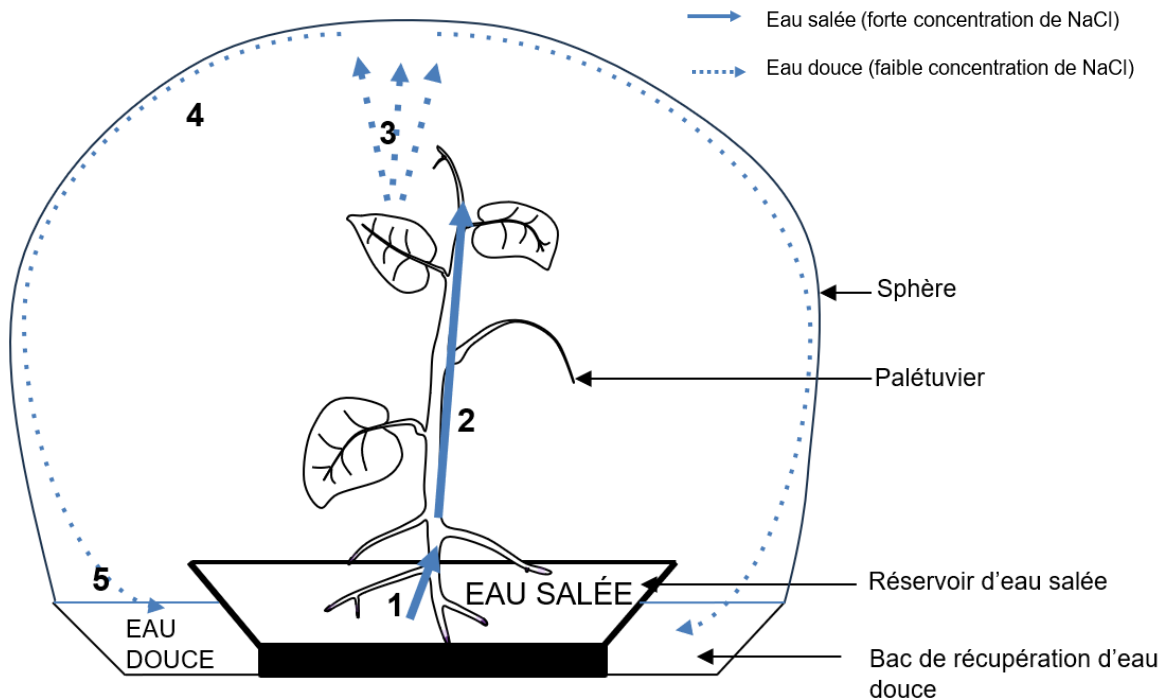
Cristal	Iodure de potassium KI	Hydroxyde de sodium NaOH	Chlorure de sodium NaCl
Couleur du cristal	jaune clair	blanche	blanche
Solubilité dans l'eau à 20°C (g.L <sup>-1</sup> )	1430	1090	358,5
$\rho \times 10^3$ (en kg.m <sup>-3</sup> )	$3,08 \leq \rho \leq 3,16$	$2,09 \leq \rho \leq 2,17$	$2,13 \leq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

**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.



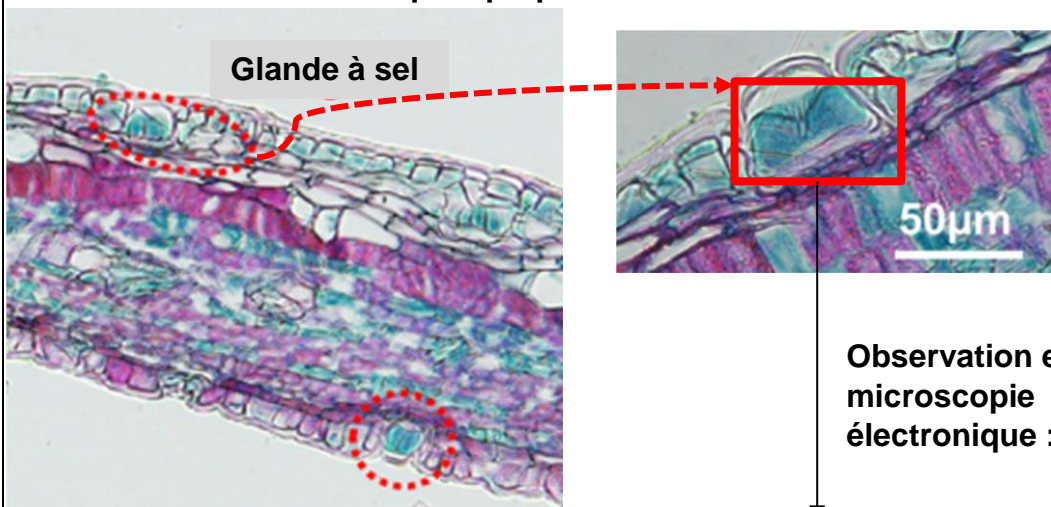
**1** : absorption d'eau salée par les racines des Palétuviers ; **2** : circulation de l'eau salée dans la sève de la plante ; **3** : évaporation d'eau et formation des cristaux au niveau des feuilles du Palétuvier ; **4** : liquéfaction de l'eau sur les parois de la sphère ; **5** : récupération d'eau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

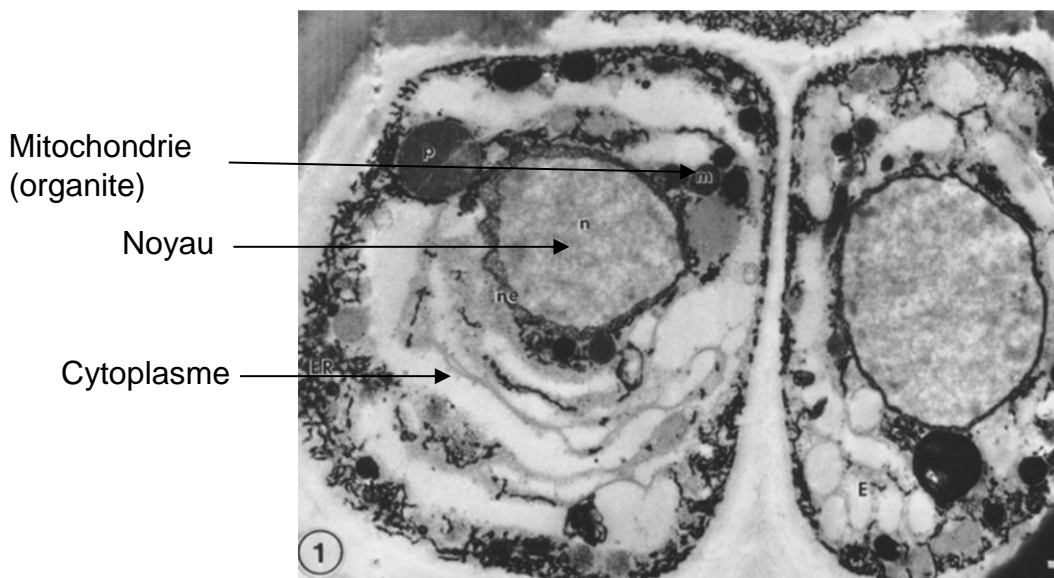
### Document 3 – Structure des feuilles de Palétuvier

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 :



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*

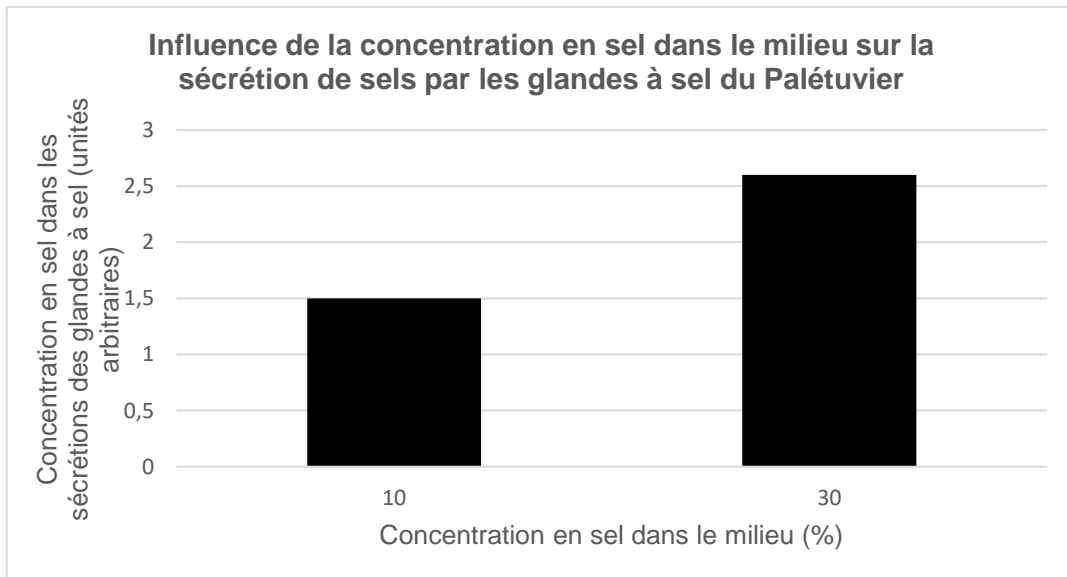




(Les numéros figurent sur la convocation.)

### 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.