

Modèle CCYC : ©DNE	
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>	
Prénom(s) :	
N° candidat :	N° d'inscription :
 Liberté • Égalité • Fraternité RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>
Né(e) le :	

1.1

## ÉVALUATION

**CLASSE :** Première

**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 :** 15

**Le candidat traite seulement deux exercices, de son choix,**  
**parmi les trois qui sont proposés dans ce sujet.**

**Il indique son choix en début de copie.**



## Exercice 1 – 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 :



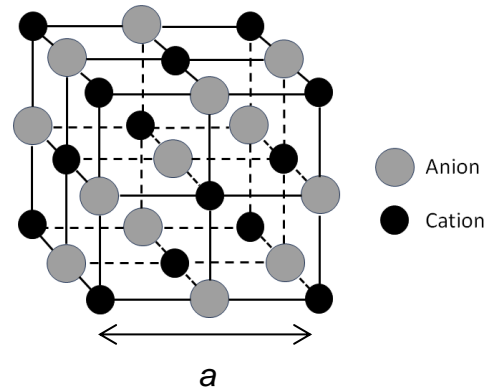
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

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> )	$3,08 \leq \rho \leq 3,16$	$2,09 \leq \rho \leq 2,17$	$2,13 \leq \rho \leq 2,21$

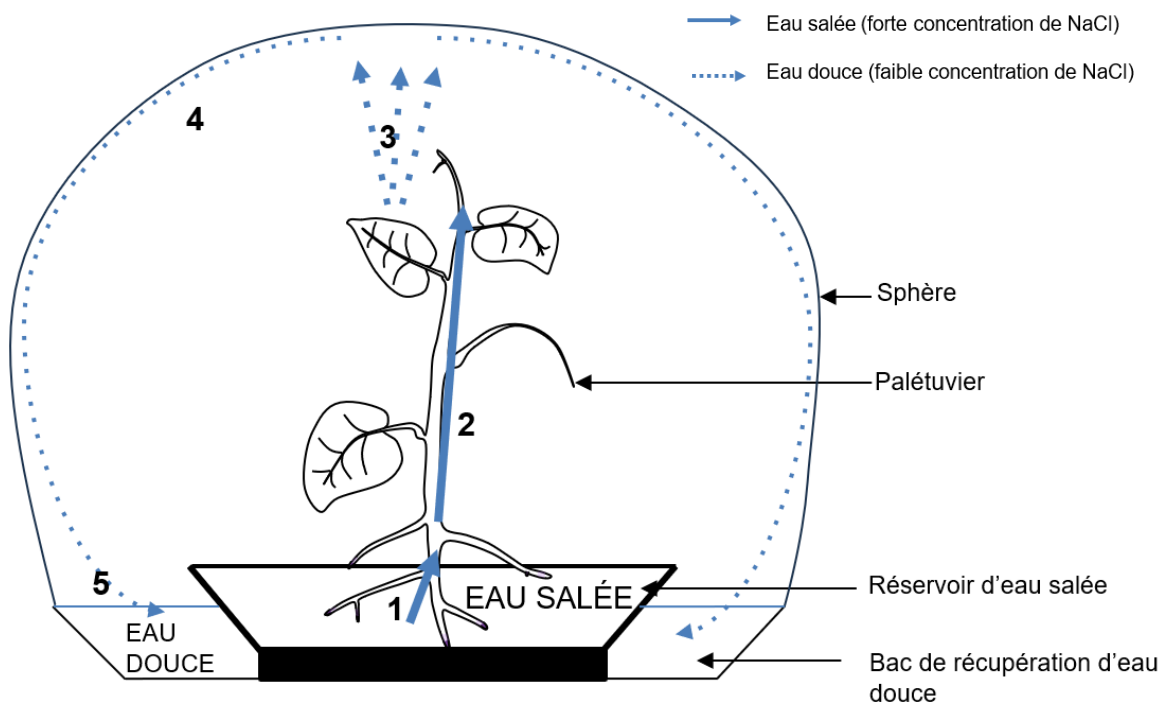
5- Identifier la nature possible des cristaux présents sur les feuilles de Palétuvier.



## 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.



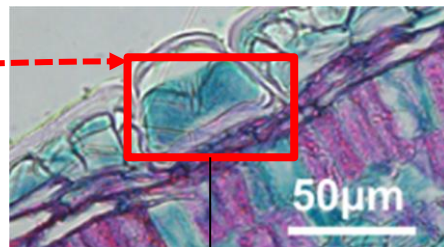
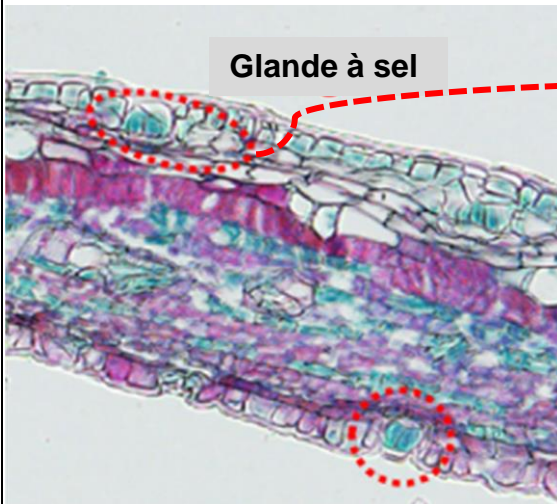
**1** : absorption d'eau salée par les racines des Palétuviers ; **2** : circulation de l'eau salée dans la sève de la plante ; **3** : évaporation d'eau et formation des cristaux au niveau des feuilles du Palétuvier ; **4** : liquéfaction de l'eau sur les parois de la sphère ; **5** : récupération d'eau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

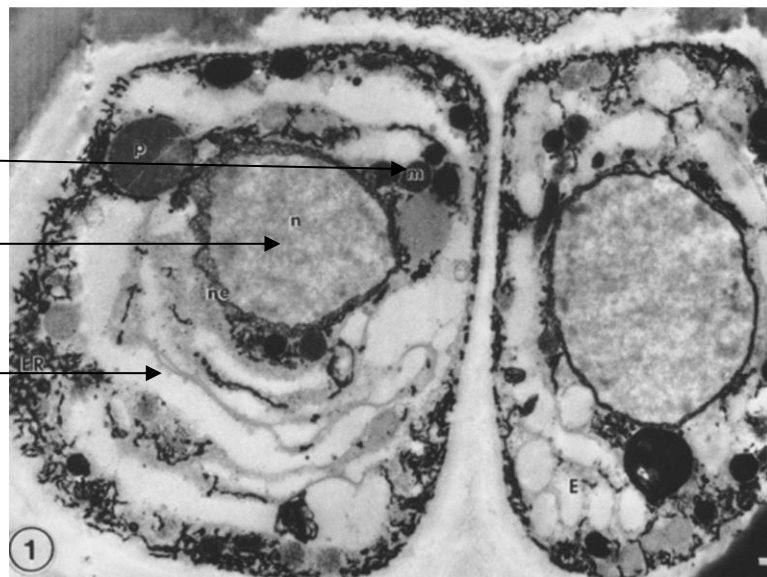


#### Observation en microscopie électronique :

Mitochondrie (organe)

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*

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 :  /  /

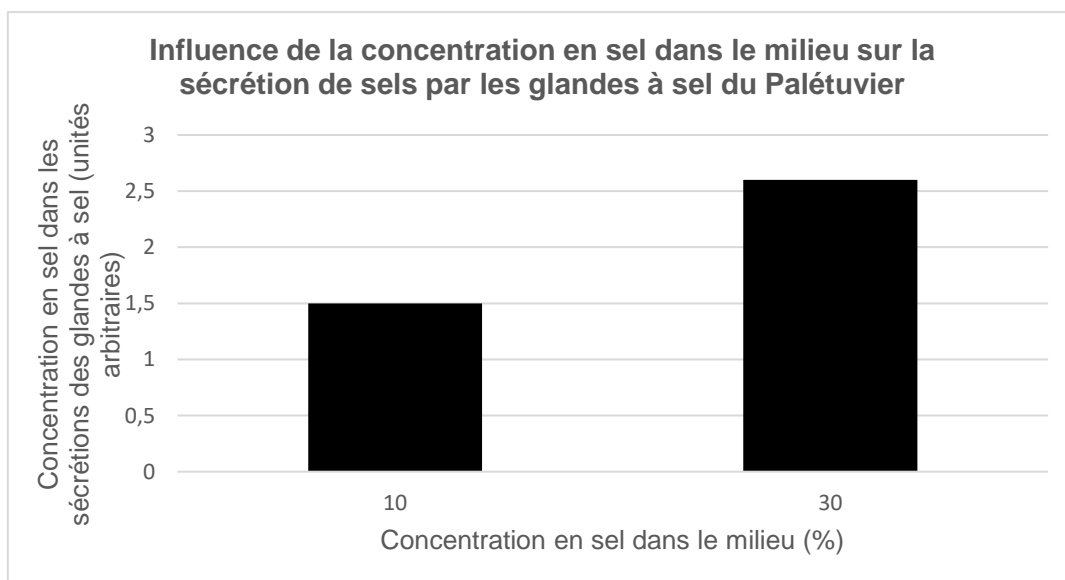


RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

#### 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.



## Exercice 2 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

### L'âge de la Terre

Sur 10 points

L'estimation de l'âge de la Terre a été le sujet de controverses et a évolué au cours des siècles au fur et à mesure des connaissances et des progrès techniques.

- 1- À partir de vos connaissances, indiquer deux arguments (ou méthodes) scientifiques autres que la radiochronologie qui ont été utilisés au cours du temps pour estimer l'âge de la Terre.

En 1969, une météorite du type chondrite carbonée est tombée au nord du Mexique. Les scientifiques l'ont nommée météorite "Allende". Ce type de météorite s'est formé en même temps que le système solaire.

#### Document 1 – Caractéristiques de la météorite Allende

La météorite Allende contient des structures en formes de petites sphères de minéraux appelées chondres dont la composition est proche de la composition moyenne de la Terre.

Ces chondres appartenant à la même météorite ont tous le même âge et contiennent du rubidium 87 ( $^{87}\text{Rb}$ ) qui avec le temps se désintègre en strontium 87 ( $^{87}\text{Sr}$ ), un des isotopes stables du strontium.

Des mesures de rapports isotopiques ont été réalisées sur ces chondres.

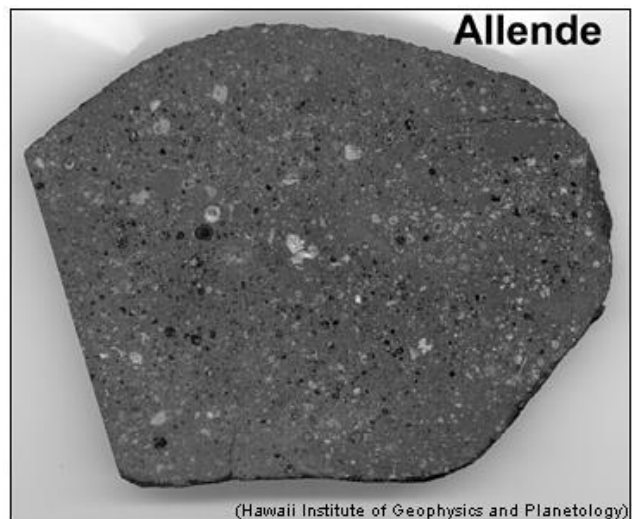


Figure – La météorite Allende

Source : [accés.ens-lyon.fr/acces/thematiques/limites/Temps/datation-isotopique/enseigner/les-meteorites-temoins-de-la-formation-du-systeme-solaire](https://www.acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/limites/Temps/datation-isotopique/enseigner/les-meteorites-temoins-de-la-formation-du-systeme-solaire)




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** :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

### 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 ( $^{87}\text{Rb}$ ), de noyaux fils strontium 87 ( $^{87}\text{Sr}$ ) et de noyaux stables strontium 86 ( $^{86}\text{Sr}$ ). 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

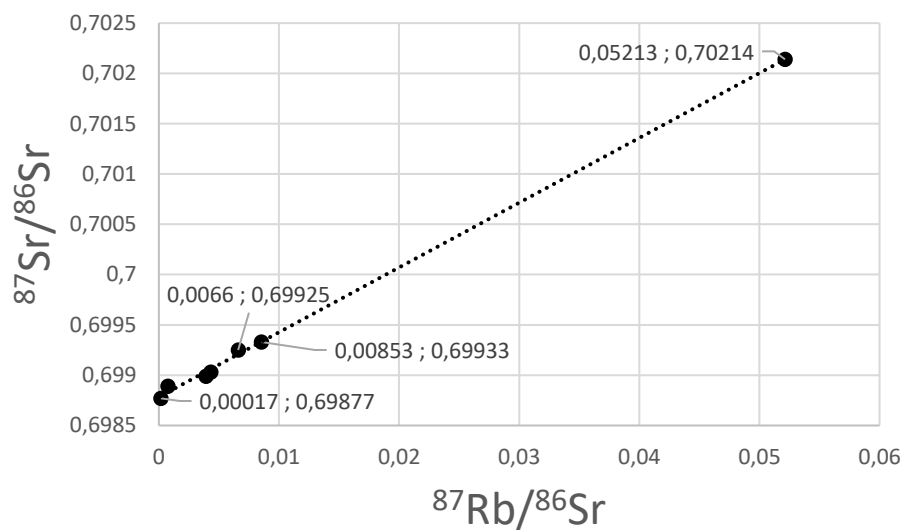
Méthode de datation utilisée en géosciences	Couple isotopique utilisé	Demi-vie du noyau père
Rubidium 87 - Strontium 87	$^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$	$47 \times 10^9$ années
Uranium 234 - Thorium 230	$^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$	245 500 années

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 4 – Droite isochrone des rapports isotopiques des chondres pour le couple Rb/Sr de la météorite Allende**  
(avec les coordonnées x ; y associées à certains points)



Source : construite à partir de données issues de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0016703776901083>

- 5- Montrer à l'aide du document 4 que le coefficient directeur de la droite isochrone correspond approximativement à une valeur de 0,065.

**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 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	$2 \times 10^6$
0,000063	$4,5 \times 10^6$
0,028	$2 \times 10^9$
0,065	$4,5 \times 10^9$
0,88	$4,5 \times 10^{10}$
15,38	$2 \times 10^{11}$

**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.



## Exercice 3 – Niveau première

Thème « Son, musique et audition »

### Ariane décolle, attention à vos oreilles !

Sur 10 points

Le 25 décembre 2021, le lanceur Ariane 5 a réussi un décollage parfait depuis son pas de tir à Kourou en Guyane Française pour lancer dans l'espace le télescope James Webb.

Lors du décollage, une partie de l'énergie s'est dissipée autour du lanceur, se propageant dans l'air sous forme d'ondes sonores. La puissance de ces ondes sonores est estimée à 300 MW soit  $3,00 \cdot 10^8$  W. D'une durée de 1 à 2 minutes, ces vibrations de fréquences comprises entre 20 Hz et 2000 Hz sont audibles jusqu'à une centaine de kilomètres autour du pas de tir.

Pour assister au lancement, les spectateurs peuvent se rendre au site d'observation Toucan situé à 7,0 km du pas de tir.



Figure 1 – Ariane 5 sur son pas de tir

Source : Wikipedia

L'objectif de cet exercice est d'évaluer le risque encouru par les spectateurs et les éventuelles conséquences sur leur audition.

#### Document 1 – intensité sonore

Calcul de l'intensité sonore reçue :

Lorsqu'une source sonore de puissance  $P$  émet une onde sonore, l'intensité sonore perçue à une distance  $d$  de la source est égale à :

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

avec  $P$  la puissance en W et  $d$  la distance en m.

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

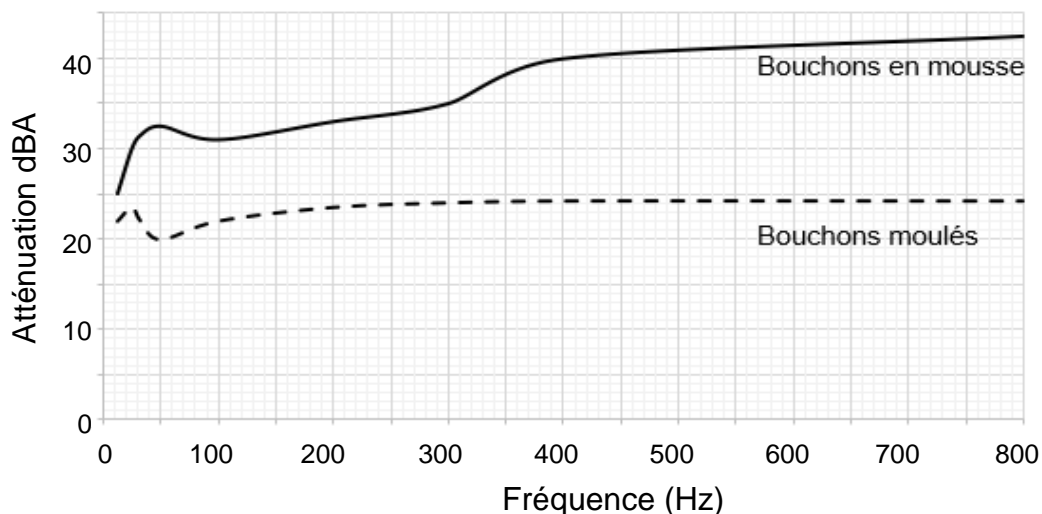
## Document 2 – Durée limite d'exposition journalière sans protection avant dommages

- De 120 dB à 140 dB : quelques secondes
- 107 dB : 1 min/jour
- 100 dB : 4 min/jour
- 95 dB : 15 min/jour
- 92 dB : 30 min/jour
- 86 dB : 2 h/jour
- 80 dB : 8 h/jour

Source : d'après l'Organisation Mondiale de la Santé

## Document 3 – Atténuation selon le type de bouchons d'oreilles

Les bouchons d'oreilles permettent de réduire le niveau d'intensité sonore perçu par l'utilisateur. La valeur de l'atténuation en décibels dépend du type de bouchon et de la fréquence du son.



Source : auteur

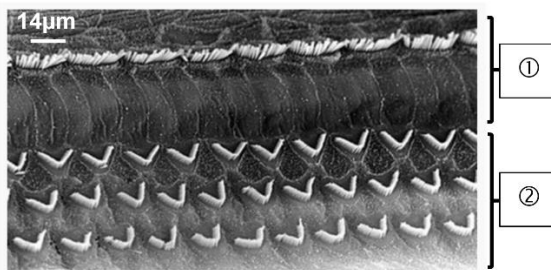


- 1- Montrer que l'intensité sonore reçue par un spectateur présent au site d'observation Toucan est proche de  $5,0 \cdot 10^{-1} \text{ W.m}^{-2}$ .
- 2- Sachant que le niveau sonore est estimé à 118 dB, les bouchons en mousse distribués à l'entrée du site d'observation Toucan pour les spectateurs sont-ils suffisants pour protéger leurs oreilles ? Justifier.

**Document 4 – Photographies au microscope électronique de la cochlée d'un rat avant et après un traumatisme sonore d'intensité croissante**

Photographie 1 :

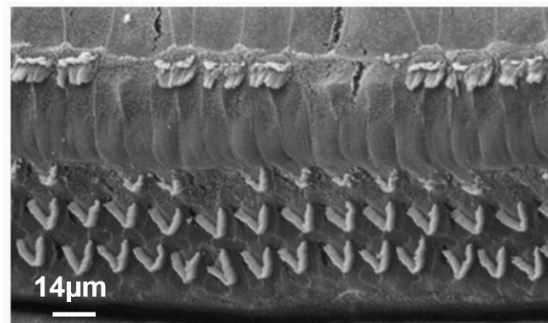
Cochlée de rat normale



- ① Cellules ciliées internes
- ② Cellules ciliées externes

Photographie 2 :

Cochlée de rat observée après un traumatisme sonore de niveau 1



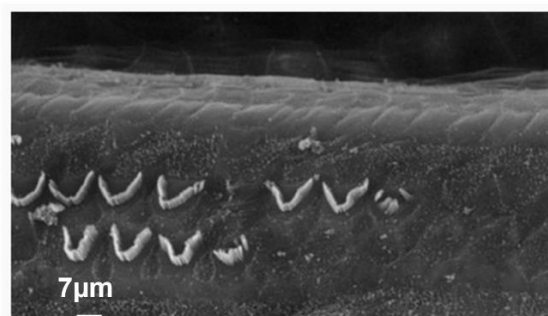
Photographie 3 :

Cochlée de rat observée après un traumatisme sonore de niveau 2



Photographie 4 :

Cochlée de rat observée après un traumatisme sonore de niveau 3



Source : <https://www.cochlea.eu/pathologie/surdites-neuro-sensorielles/traumatisme-acoustique>

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

3- À l'aide de vos connaissances, expliquer comment les vibrations sonores perçues dans l'oreille interne sont à l'origine de messages nerveux auditifs transmis vers le cerveau.

La cochlée d'un humain présente la même structure cellulaire que celle du rat.

4- Déterminer les conséquences d'un traumatisme sonore sur l'audition en utilisant vos connaissances et en comparant les photographies électroniques de la cochlée de rats présentées dans le document 4.