

## ÉVALUATION [physik.fr](http://physik.fr)

CLASSE : Première

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h12

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique **avec**

**enseignement de mathématiques spécifique**

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐ Oui ☒ Non

### Dessalement par les végétaux

Exercice au choix sur 12 points

Thème « *Une longue histoire de la matière* »

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.

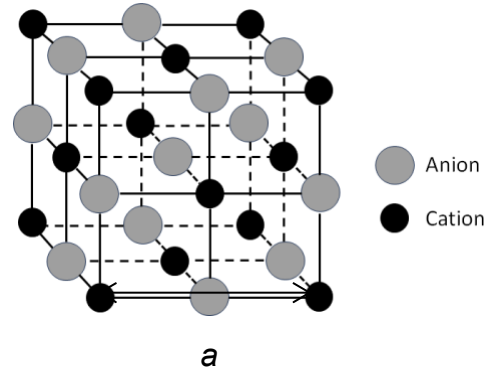


Cristaux

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 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 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- Expliquer si la valeur de la masse volumique calculée précédemment est suffisante pour identifier le cristal.

- 6- Pour déterminer la nature des cristaux présents sur les feuilles de Palétuvier, recopier la proposition qui relève d'une étape d'une démarche scientifique (expérimentale) permettant d'identifier le cristal parmi les propositions 1 à 4 ci-dessous. Justifier votre réponse.

**Proposition 1** : on observe, on sent puis on goûte les cristaux. Si le goût est salé et amer et que les cristaux sont jaunes, alors il s'agit de cristaux d'iodure de potassium.

**Proposition 2** : placer sur une balance 1 L d'eau à 20°C. Dissoudre jusqu'à saturation des cristaux dans 1 L d'eau. Si la masse des cristaux pesée est de 360 g alors il s'agit de cristaux de chlorure de sodium.

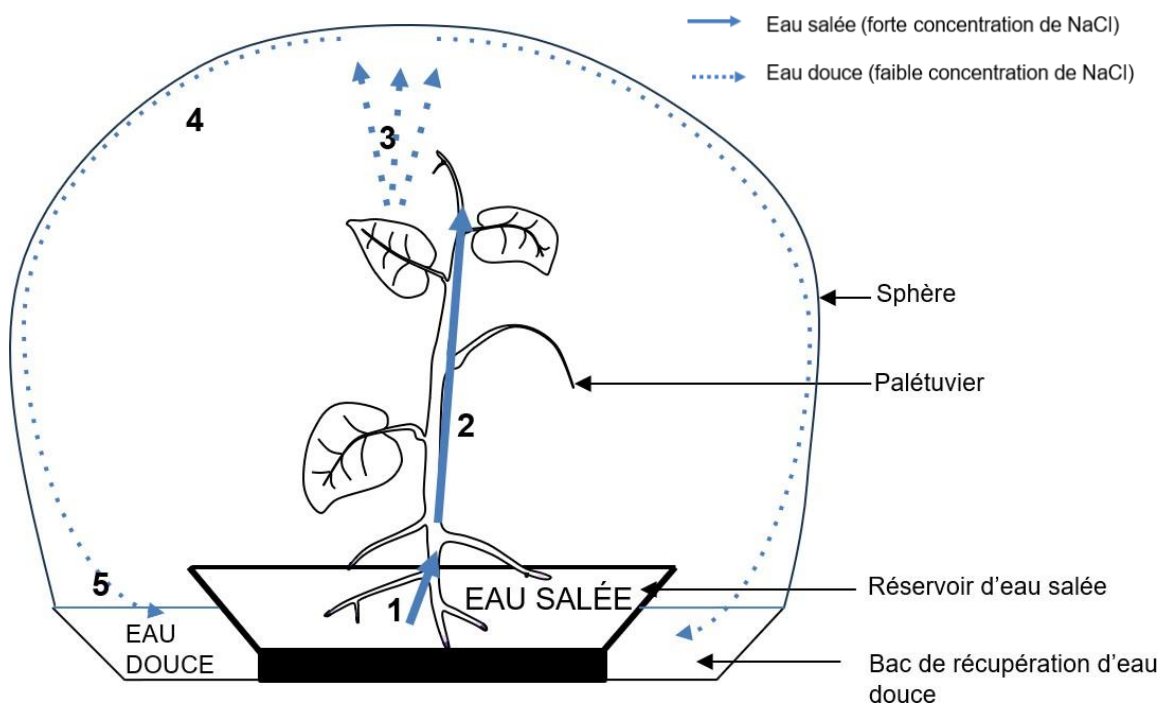
**Proposition 3** : prélever un échantillon puis le mettre dans de l'eau. Peser l'ensemble et mesurer sa température. Si la masse totale est de 1090 g et la température est de 20°C alors il s'agit de cristaux d'hydroxyde de sodium.

**Proposition 4** : prélever un échantillon de cristaux, le photographier, puis demander à un enseignant sa nature. Si l'enseignant pense qu'il s'agit de cristaux d'hydroxyde de sodium alors les cristaux sont bien ceux d'hydroxyde de sodium.

## 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.



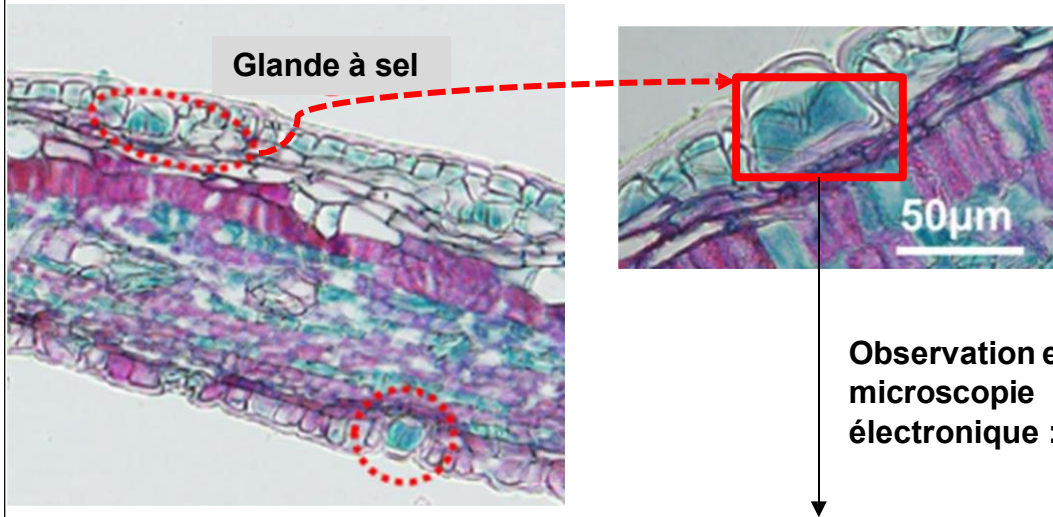
**1** : absorption d’eau salée par les racines des Palétuviers ; **2** : circulation de l’eau salée dans la sève de la plante ; **3** : évaporation d’eau et formation des cristaux au niveau des feuilles du Palétuvier ; **4** : liquéfaction de l’eau sur les parois de la sphère ; **5** : récupération d’eau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

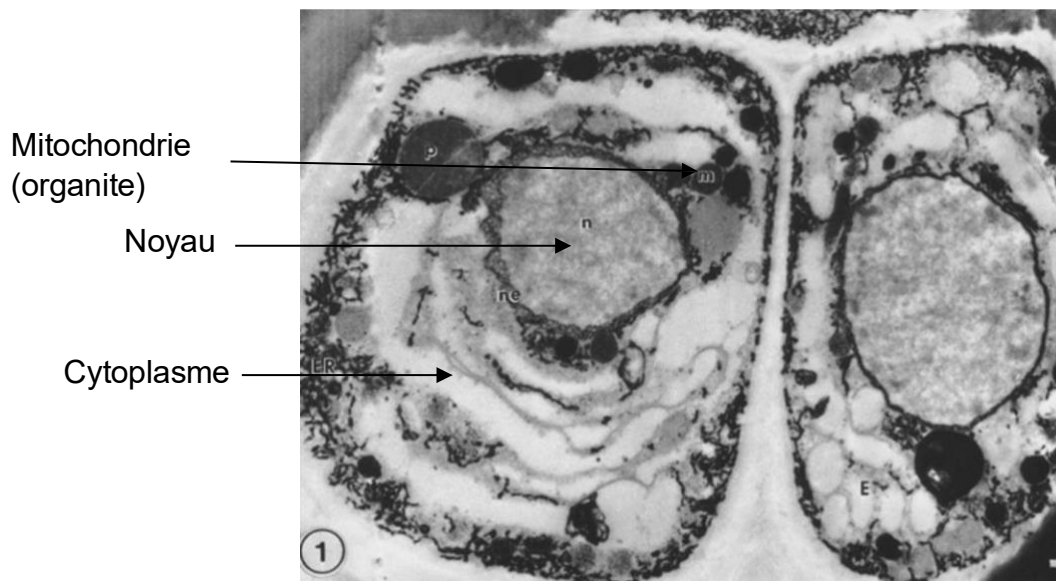
### Document 3 – Structure des feuilles de Palétuvier

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 :



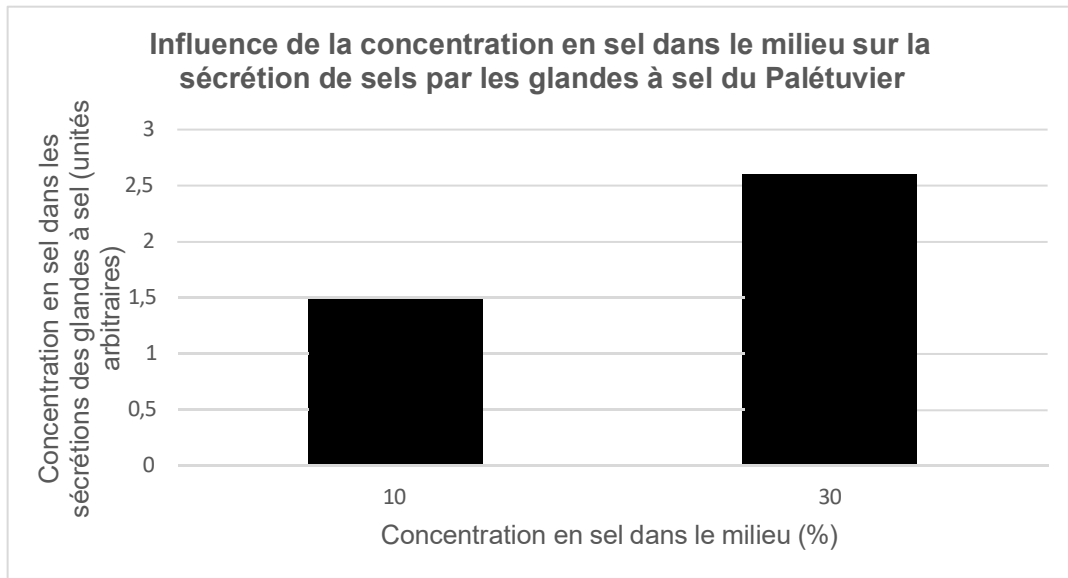
#### Observation en microscopie électronique :



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*

#### 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

- 7- 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.*