



Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

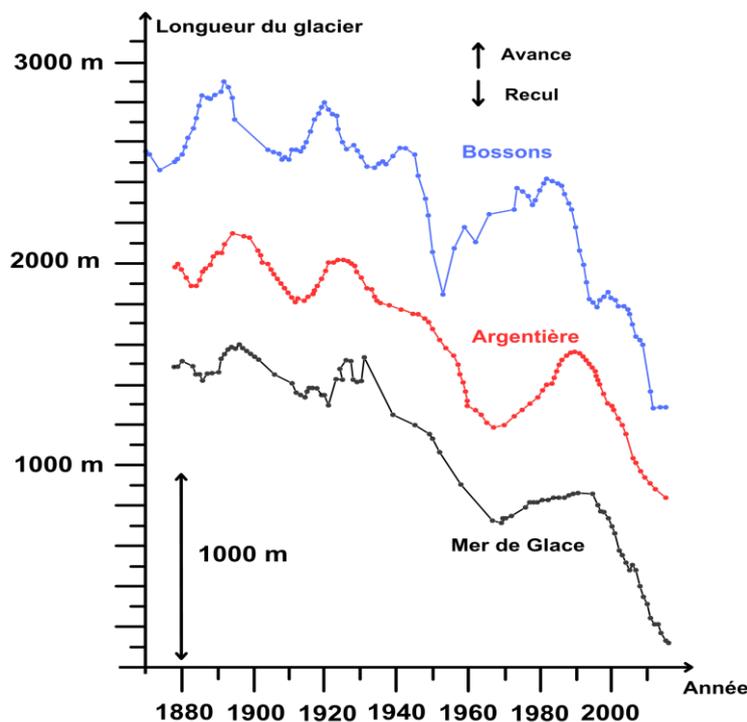
Les glaciers

Sur 10 points

Les glaciers sont des empilements de glace plus ou moins étendus qui se forment par le tassement de couches de neige accumulées. Leur formation nécessite à la fois des précipitations et des températures suffisamment faibles pour former de la neige. Ils couvrent près de 16 millions de km² et représentent 60 à 70 % de l'eau douce terrestre.

En 2024, les 414 glaciers répertoriés en France sont attentivement étudiés et surveillés par les scientifiques, mais également par les alpinistes, parapentistes et touristes, qui s'inquiètent de leur évolution, étroitement liée au réchauffement climatique actuel.

Document 1 – Recul du front de trois grands glaciers du Massif du Mont Blanc depuis la fin du 19^{ème} siècle

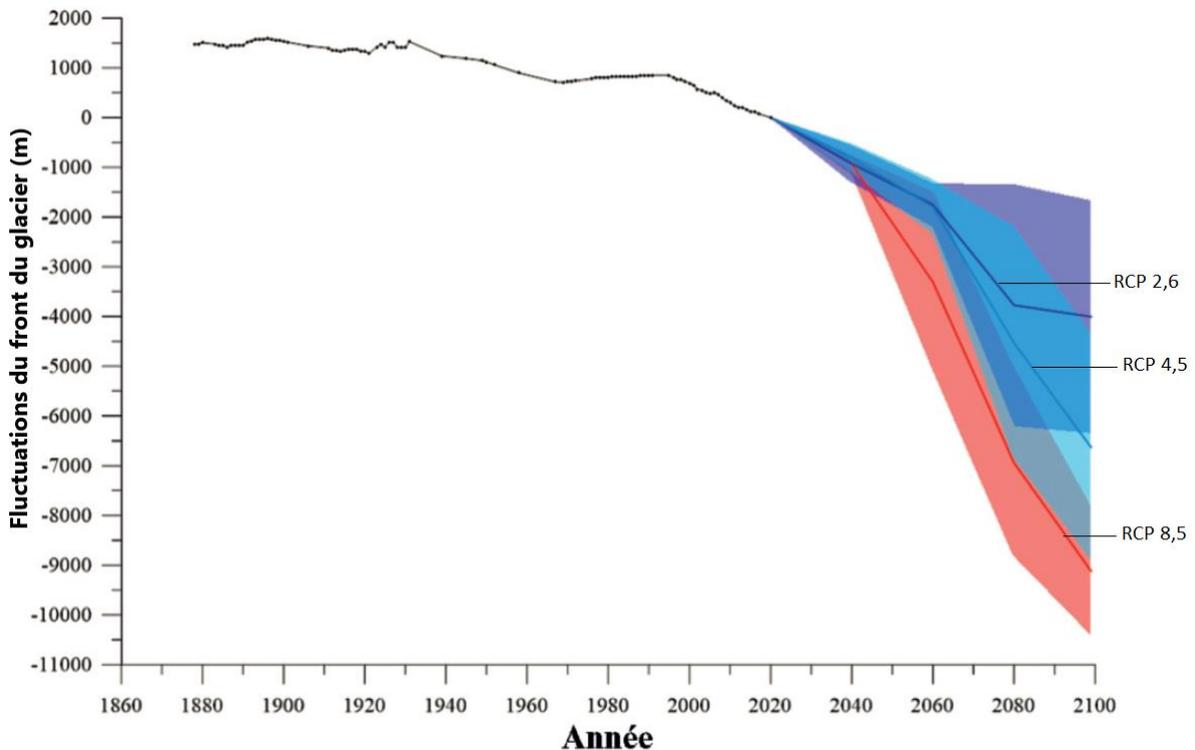


Source : Vallot, Service des Eaux et Forêts, Observatoire GLACIOCLIM



Document 3 – Fluctuations du front du glacier de la Mer de Glace dans le passé et dans le futur pour trois scénarios considérés

Les scénarios et modèles climatiques fournissent une large fourchette de l'évolution du climat. Ils dépendent essentiellement du scénario climatique considéré (RCP), qui dépend notamment des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle de l'humanité. Par exemple, le scénario RCP 2,6 signifie que les émissions de gaz à effet de serre entraînent un forçage radiatif de 2,6 W/m² supplémentaire.



La variation est exprimée en mètres par rapport à la position actuelle.

Source : Christian Vincent, Vincent Peyaud, Olivier Laarman, Delphine Six, Adrien Gilbert, et al.. *Déclin des deux plus grands glaciers des Alpes françaises au cours du XXI e siècle : Argentièrre et Mer de Glace*



Exercice 2 (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>



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

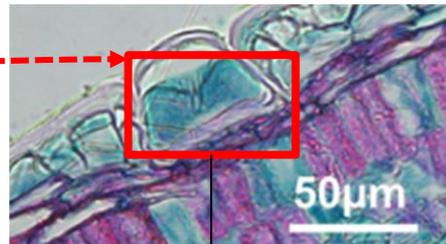
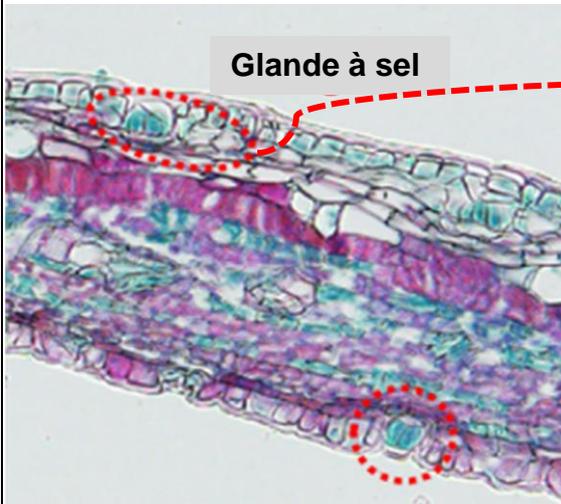
Cristal	Iodure de potassium KI	Hydroxyde de sodium NaOH	Chlorure de sodium NaCl
Couleur du cristal	jaune clair	blanche	blanche
Solubilité dans l'eau à 20°C (g.L ⁻¹)	1430	1090	358,5
$\rho \times 10^3$ (en kg.m ⁻³)	$3,08 \leq \rho \leq 3,16$	$2,09 \leq \rho \leq 2,17$	$2,13 \leq \rho \leq 2,21$

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

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 :

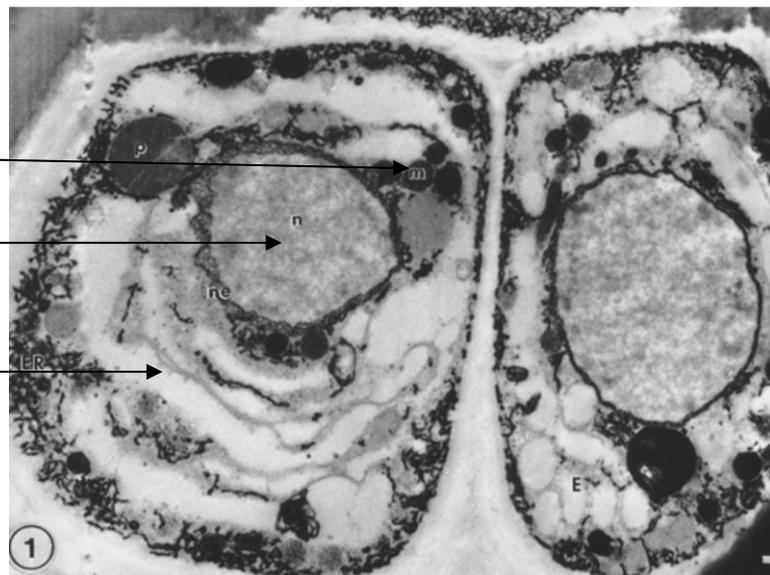


Observation en microscopie électronique :

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*



Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

Le paradoxe du Soleil pâle

Sur 10 points

Le système solaire s'est formé il y a 4,57 milliards d'années. Le paradoxe du jeune Soleil pâle désigne la contradiction apparente, entre la présence d'eau liquide sur Terre à cette époque et le fait que le Soleil ne brillait qu'à 70 % de son intensité actuelle. La température sur Terre devait être inférieure à 0 °C et donc l'eau aurait dû être présente à l'état solide uniquement.

L'objectif de cet exercice est d'étudier ce paradoxe.

Partie 1 – Caractérisation du Soleil jeune

Actuellement, la puissance surfacique moyenne du rayonnement solaire arrivant à la surface de l'atmosphère terrestre est de $340 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

- 1- Montrer que la puissance surfacique moyenne solaire qui atteignait la surface de l'atmosphère terrestre il y a 4 milliards d'années était d'environ $240 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Document 1 – Loi de Stefan

La puissance émise par unité de surface (P exprimée en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) est proportionnelle à la puissance quatrième de la température (T exprimée en Kelvin).

$$P = \sigma \times T^4$$

avec σ , constante de Stefan-Boltzmann valant $5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$.

Relation entre la température θ (°C) et la température T (K) :

$$T = \theta + 273$$

- 2- À l'aide du document 1, montrer qu'en première approximation, la température de la Terre aurait dû être d'environ -18 °C il y a 4 milliards d'années.



Partie 2 – Première proposition d'explication du paradoxe

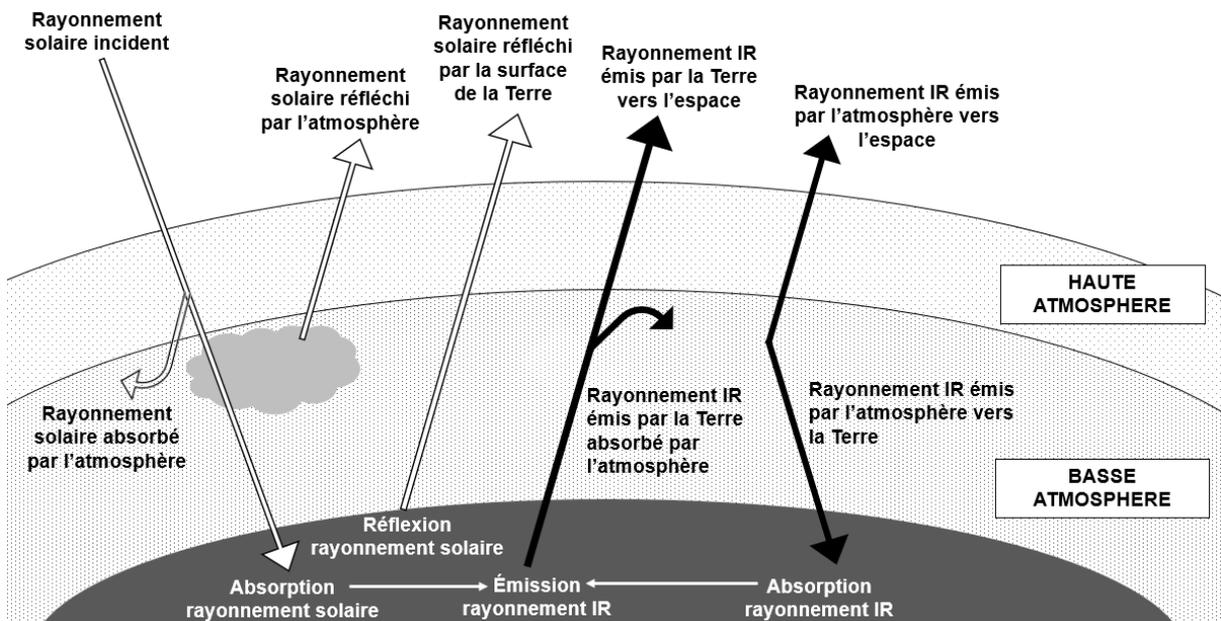
Document 4 – Tableau de la pression partielle atmosphérique en CO₂

Une température de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ est incompatible avec la présence d'eau liquide. Des études ont permis de montrer qu'il y a 4 milliards d'années, un volcanisme très intense rejetait de grandes quantités de dioxyde de carbone dans l'atmosphère terrestre.

Période	-4 Milliards d'années	Actuelle
Pression partielle en CO₂	Entre 0,3 et 0,6 bar	3×10^{-4} bar

Source : d'après <https://planet-terre.ens-lyon.fr>

Document 5 – Bilan radiatif terrestre



Source : d'après l'auteur

- 4- À partir des documents 4 et 5 et de vos connaissances, proposer une explication au paradoxe du Soleil pâle, c'est à dire à la présence d'eau liquide il y a 4 milliards d'années malgré une température terrestre inférieure à 0°C due à la plus faible puissance reçue du Soleil.

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

Partie 3 – Seconde proposition d'explication du paradoxe

D'autres chercheurs ont proposé d'expliquer le paradoxe du Soleil jeune pâle par un albédo moyen très faible.

5- Définir l'albédo.

Document 6 – Quelques valeurs d'albédo

Surface	Océan	Forêt	Nuages	Sable	Neige
Albédo	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	0,8 – 0,9

Albédo moyen terrestre actuel : $\alpha = 0,3$

Albédo moyen terrestre estimé à l'époque du Soleil jeune (4 milliards d'années) :
 $\alpha = 0,05$

Source : d'après l'auteur

- 6- Expliquer pourquoi la valeur de l'albédo à l'époque du jeune Soleil pâle permettrait d'expliquer la présence d'eau liquide sur Terre alors que la puissance surfacique solaire incidente était plus faible qu'actuellement.
- 7- Expliquer en quoi l'étude de paradoxes scientifiques est une composante essentielle de la démarche scientifique. Vous argumenterez en vous appuyant sur l'exemple étudié dans cet exercice et sur vos connaissances personnelles.