

MÉTROPOLE 2015

Un aspect du réchauffement climatique

Le but de cet exercice est d'évaluer l'évolution du niveau des océans en lien avec l'augmentation de la température de l'atmosphère terrestre.



Vue d'artiste de New-York sous les eaux

Fonte des glaces aux pôles et niveau des océans

Au cours des deux derniers millions d'années, le niveau de la mer a varié de façon périodique au gré des alternances de périodes glaciaires et interglaciaires. Stabilisé depuis les derniers milliers d'années, le niveau moyen n'a varié que de 0,1 à 0,2 mm au maximum par an.

Au cours du XX^{ème} siècle, une augmentation de ce niveau est clairement observée. Cette montée du niveau moyen est attribuée au réchauffement climatique qui touche la planète à travers deux processus principaux : la dilatation de l'eau de mer, suite au réchauffement des eaux océaniques, et la fonte des glaces terrestres.

La banquise, qui est de l'eau de mer gelée, flotte sur la mer. Si elle fondait, l'eau de fonte produite occuperait exactement le même volume d'eau de mer que la partie immergée de la glace occupait.

Contrairement à la fonte de la banquise, la fonte des calottes polaires et des glaciers qui sont composés d'eau douce, contribue à la montée du niveau de la mer. Sur le continent antarctique, ce sont 30 millions de km³ de glace qui sont stockés. La fonte totale de l'Antarctique équivaldrait à une hausse du niveau de la mer de l'ordre de 60 mètres auxquels il faudrait ajouter la fonte du Groenland, de l'ordre de 7 mètres de plus, l'incertitude étant de plusieurs mètres.

D'après www.cnrs.fr

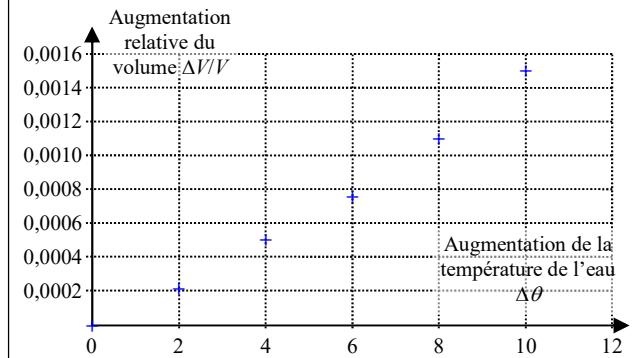
Prévisions pour 2100

D'ici 2100, dans le pire des scénarios, la température moyenne de l'atmosphère terrestre pourrait augmenter de 5,5°C. Par ailleurs, le volume des calottes polaires affecté par la fonte due au réchauffement pourrait atteindre 2,5 · 10¹⁴ m³. L'évolution de la température atmosphérique et la fonte des calottes polaires pourraient entraîner une hausse du niveau des océans atteignant près d'un mètre.

D'après un rapport du Groupe Intergouvernemental d'Experts du Climat (GIEC), publié en septembre 2013

Données :

- masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- masse volumique de la glace : $\rho_{\text{glace}} = 900 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- l'ensemble des océans est modélisé par un parallélépipède de surface $S = 5,0 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$ et de hauteur h . On estime que la hauteur h vaut actuellement 3,0 km ;
- graphe représentant l'augmentation relative de volume de l'eau en fonction de la variation de température $\Delta\theta$ dans le domaine de température utile :



Problème

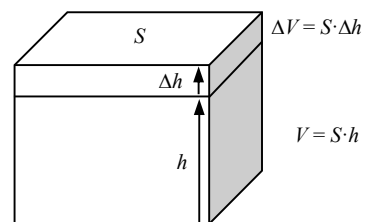
En faisant l'hypothèse que l'océan s'échauffe uniformément de 5,5°C, calculer alors la hausse du niveau des océans en distinguant la hausse due à la dilatation thermique des océans et celle due à la fonte partielle des calottes polaires.

Lister les causes possibles de l'écart par rapport à la valeur annoncée par le GIEC en 2013.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Aides (qui n'étaient pas présentes sur l'épreuve du bac)

- On doit faire l'approximation de considérer que la surface S des océans ne change pas au cours du temps.
- Un volume d'eau diminue lorsqu'il passe de l'état solide à l'état liquide (d'où une masse volumique de la glace plus faible que celle de l'eau liquide).
- Volume d'un parallélépipède et variation de volume.



• Il y a deux causes possibles permettant d'expliquer l'écart par rapport à la valeur annoncée par le GIEC en 2013. Il n'y a rien à savoir par cœur, servez-vous de votre logique et des documents.

Correction

Analyser & réaliser (4 pts)

Effet de la dilatation des océans (2 pts)

Pour une augmentation de la température des océans de $5,5^{\circ}\text{C}$, on trouve une dilatation $\Delta V/V = 7 \cdot 10^{-4}$ (lecture graphique).

$$\text{Soit } \Delta V = 7 \cdot 10^{-4} \times V = 7 \cdot 10^{-4} \cdot S \cdot h$$

$$\text{D'autre part, } \Delta h = \Delta V / S$$

$$\text{On en déduit que } \Delta h = 7 \cdot 10^{-4} \cdot S \cdot h / S = 7 \cdot 10^{-4} \cdot h = 2,1 \text{ m}$$

D si seulement lecture graphique

Accepter entre $6 \cdot 10^{-4}$ et $8 \cdot 10^{-4}$

Effets de la fonte des calottes polaires et des glaciers (2 pts)

Le volume de glace affecté serait de $2,5 \cdot 10^{14} \text{ m}^3$

Ceci représente un volume d'eau supplémentaire $\Delta V'$ de $2,5 \cdot 10^{14} \times 900 / 1000 = 2,25 \cdot 10^{14} \text{ m}^3$

Et donc une variation de hauteur $\Delta h' = \Delta V' / S = 2,25 \cdot 10^{14} / 5,0 \cdot 10^{14} = 0,45 \text{ m}$.

B si la variation de volume lors de la fonte a été négligé

L'élévation totale du niveau de la mer serait donc de $2,1 + 0,45 \cong 2,6 \text{ m}$

Valider (1 pt)

Cette valeur est assez différente de l'estimation donnée par le GIEC (près d'un mètre). Deux raisons possibles :

- Le GIEC parle d'une augmentation de $5,5^{\circ}\text{C}$ de la température de l'atmosphère. Nos calculs supposent une augmentation de $5,5^{\circ}\text{C}$ de la température de **l'ensemble des océans**.
- Le modèle utilisé pour les océans (un parallélépipède) est assez éloigné de la réalité (notamment parce que si le niveau des océans montent, ceux-ci vont s'étaler sur les côtes. Ils ne sont pas « prisonniers » de limites verticales comme on l'a supposé avec le modèle du parallélépipède).

B si seulement mention du problème de température.