Spécialité : Un aspect du réchauffement climatique

Bac S 2015 Métropole (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

P En supposant que l'océan s'échauffe uniformément de 5,5 °C, calculer la hausse du niveau des océans due à la dilatation thermique, puis celle due à la fonte partielle des calottes polaires. Lister les causes possibles de l'écart avec la valeur annoncée par le GIEC en 2013.

Données utiles $\rho_{\text{eau}} = 1000\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $\rho_{\text{glace}} = 900\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$; océans : parallélépipède de surface $S = 5{,}0\times10^{14}\ \text{m}^2$ et de hauteur $h = 3{,}0$ km ; volume de glace touché par la fonte $V_g = 2{,}5\times10^{14}\ \text{m}^3$; graphe $\dfrac{\Delta V}{V}$ en fonction de $\Delta\theta$; hausse annoncée par le GIEC : près de 1 m

Démarche. Chaque phénomène ajoute un volume d'eau ΔV à l'océan. La surface S étant supposée inchangée, ce volume se répartit en une couche de hauteur $\Delta h = \dfrac{\Delta V}{S}$.

1. Dilatation thermique.

Volume actuel des océans, avec $h = 3{,}0\times10^3$ m :

$$V = S\times h = 5{,}0\times10^{14}\times3{,}0\times10^3 = 1{,}5\times10^{18}\ \text{m}^3$$

Lecture graphique : pour $\Delta\theta = 5{,}5\ ^\circ\text{C}$, entre les points d'abscisses 4 et 6, on lit $\dfrac{\Delta V}{V}\approx 7\times10^{-4}$.

Volume gagné : $\Delta V_1 = 7\times10^{-4}\times1{,}5\times10^{18} = 1{,}05\times10^{15}\ \text{m}^3$

$$\Delta h_1 = \frac{\Delta V_1}{S} = \frac{1{,}05\times10^{15}}{5{,}0\times10^{14}} = 2{,}1\ \text{m}$$

2. Fonte partielle des calottes polaires.

La masse se conserve pendant la fusion : $\rho_{\text{glace}}\times V_g = \rho_{\text{eau}}\times V_{\text{liq}}$, donc

$$V_{\text{liq}} = \frac{\rho_{\text{glace}}\times V_g}{\rho_{\text{eau}}} = \frac{900\times2{,}5\times10^{14}}{1000} = 2{,}25\times10^{14}\ \text{m}^3$$

Les calottes reposent sur un continent : toute cette eau s'ajoute à l'océan.

$$\Delta h_2 = \frac{V_{\text{liq}}}{S} = \frac{2{,}25\times10^{14}}{5{,}0\times10^{14}} = 0{,}45\ \text{m}$$

3. Hausse totale. $\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 = 2{,}1 + 0{,}45 = 2{,}55$ m, soit environ 2,6 m.

4. Écart avec le GIEC. Le résultat est environ 2,5 fois plus grand que la hausse annoncée (près de 1 m). Causes possibles :

- la hausse de 5,5 °C est celle de l'atmosphère ; l'océan ne s'échauffe pas uniformément d'autant : seules les couches de surface se réchauffent nettement d'ici 2100, les eaux profondes très peu. C'est la cause principale, car la dilatation représente l'essentiel de la hausse calculée ;
- le graphe donne la dilatation dans un domaine de température précis, alors que la température de l'eau varie beaucoup avec la profondeur et la latitude ;
- l'océan est modélisé par un parallélépipède de profondeur moyenne estimée à 3,0 km, valeur approximative ;
- la surface S est supposée constante, alors que l'eau qui monte recouvre des terres : S augmente et la hausse réelle diminue ;

PIÈGE

Diviser directement le volume de glace par S : la glace est moins dense que l'eau, elle donne un volume liquide plus petit ($\times\,0{,}9$). Autre oubli fréquent : convertir $h = 3{,}0$ km en mètres.

COMPRENDRE

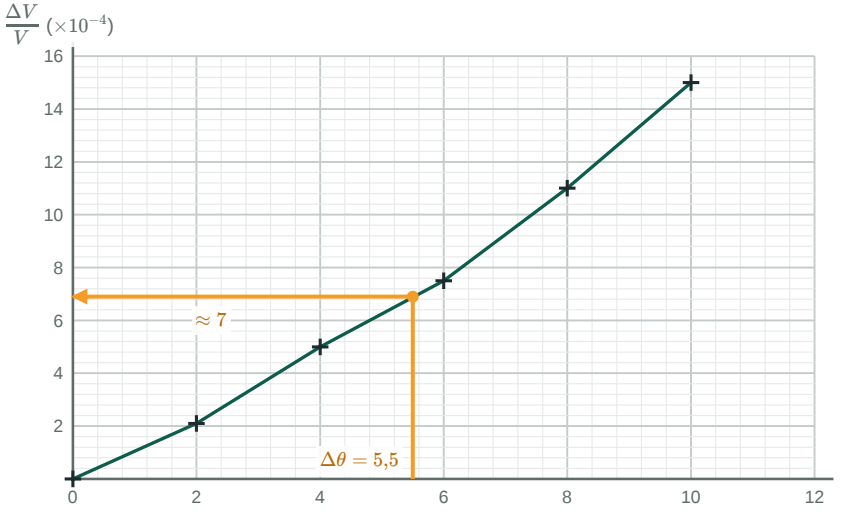
Les données ont deux chiffres significatifs : les hausses aussi. Comme $\Delta h_1 = \dfrac{\Delta V}{V}\times h$, la dilatation ne dépend pas de S : si seul le premier kilomètre se réchauffait de 5,5 °C, elle ne vaudrait que 0,7 m.

MÉTHODE

Résolution de problème : annoncer la grandeur cherchée, traiter chaque cause séparément, poser les hypothèses avant le calcul qui les utilise, conclure par une comparaison chiffrée, puis dire dans quel sens chaque hypothèse déplace le résultat.

- l'eau de mer est salée : sa masse volumique dépasse $1000\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$, ce qui réduit un peu V_{liq} ;
- la lecture graphique est peu précise (un seul chiffre significatif).

$\Delta h_1 = 2{,}1\ \text{m}$ (dilatation) ; $\Delta h_2 = 0{,}45\ \text{m}$ (fonte) ; $\Delta h \approx 2{,}6\ \text{m}$, bien plus que la valeur proche de 1 m du GIEC.



P · Graphe du sujet, avec la lecture pour une hausse de 5,5 °C

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$5.0 \times 10^{14} \times 3.0 \times 10^{3}$
$\approx 1.5 \times 10^{18}$

$\dfrac{7 \times 10^{-4} \times 1.5 \times 10^{18}}{5.0 \times 10^{14}}$
≈ 2.1

$\dfrac{900 \times 2.5 \times 10^{14}}{1000}$
$\approx 2.25 \times 10^{14}$

$\dfrac{2.25 \times 10^{14}}{5.0 \times 10^{14}}$
≈ 0.45

$2.1 + 0.45$
≈ 2.55