

ACTIVITÉ 1.2.4. – LA DILATATION DES OCÉANS

Le niveau de la surface des océans s'élève année après année, et cela avec un rythme de plus en plus important. Actuellement et en moyenne, l'élévation atteint 3,1 mm/an, soit le double de la vitesse mesurée au cours du XX^e siècle (source : GIEC). Le GIEC, groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat, estime aujourd'hui que le niveau de la mer pourrait s'élever de 1,1 m d'ici les années 2100.

Cette activité propose de déterminer l'impact de la dilatation de l'eau sous l'effet du réchauffement dans l'élévation du niveau des océans.

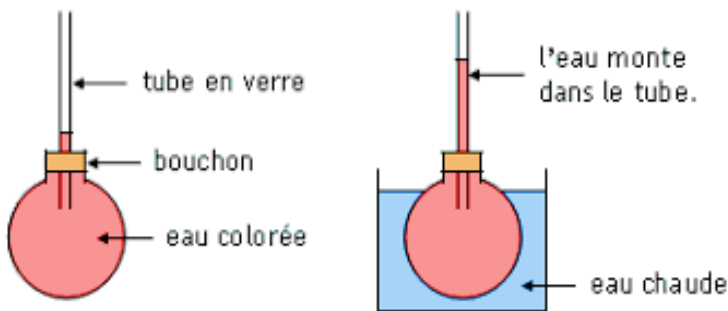
Illustration d'après SciTechDaily.



Doc. 1 d'après un entretien avec Sabrina Speich, océanographe et climatologue

La capacité de l'océan à stocker de l'énergie est bien plus efficace que celle des continents et de l'atmosphère : il absorbe 93 % de l'excédent d'énergie résultant de l'augmentation de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre due aux activités humaines. Des mesures de températures collectées sur les cinq ou six dernières décennies sur 1 000 à 2 000 m de profondeur montrent que les couches superficielles mais aussi les couches profondes se réchauffent, notamment au niveau des hautes latitudes [donc près des pôles de la Terre]. Ce stockage d'énergie thermique a de nombreuses conséquences, par exemple la montée des eaux (l'océan se réchauffant se dilate et donc son volume augmente) et la circulation des courants océaniques. Comme l'océan est doté d'une inertie thermique importante et d'une dynamique plus lente que l'atmosphère, il mémorise plus longtemps les perturbations qui l'affectent. Ainsi, l'accumulation d'énergie dans les océans rend le changement climatique irréversible à des échelles de temps de plusieurs siècles.

Doc. 2 À propos des océans sur Terre



Une même quantité de liquide possède un volume plus grand si sa température est plus importante. On parle alors de *dilatation thermique*. **Le coefficient de dilatation thermique indique la proportion en volume gagné pour chaque degré Celsius supplémentaire acquis par le liquide.**

Doc. 3 Dilatation thermique

Au cours du XX^e siècle, la température moyenne du globe a augmenté de 0,6 °C. On peut considérer que ce changement de température n'a concerné que la couche océanique de surface, c'est-à-dire les 1 000 premiers mètres de profondeur. Dans la plage de températures considérées, à savoir aux environs de 10 °C, le coefficient de dilatation thermique de l'eau vaut :

$$\alpha = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} = 0,01 \text{ } \%/^\circ\text{C}.$$


Ainsi l'eau gagne 0,01 % de son volume à chaque fois que sa température s'élève d'un degré Celsius.

Donnée : surface totale des océans sur Terre : $S = 360 \times 10^6 \text{ km}^2$.

- À l'aide de l'activité 1.2.3. et des documents ci-dessus, dresser la liste des phénomènes qui participent à l'élévation du niveau de la surface des océans.
- Montrer par le calcul que l'élévation de la température au XX^e siècle est responsable de l'élévation du niveau de la surface des océans sur environ 6 cm par dilatation thermique.
Au besoin, s'aider des pistes ci-contre.
- Calculer la hauteur de laquelle s'élèverait le niveau de la surface des océans par dilatation thermique si la température de l'océan devait augmenter de 3 °C d'ici la fin du XXI^e siècle.
- La statue de la Liberté mesure 93 m de haut. Commenter l'illustration en en-tête en termes de dilatation thermique des océans.

Pistes :

- Calculer le volume (le nombre de km³) de l'eau considérée.
- Calculer le pourcentage de volume gagné en raison des 0,6°C supplémentaires.
- Calculer le volume supplémentaire (le nombre de km³ en plus).
- Calculer la hauteur d'eau en plus.

Correction et bilan ACTIVITÉ 1.2.4. – Dilatation thermique des océans 

1. Il faut citer la fonte des glaces continentales, la dilatation thermique du sol (et donc du plancher océanique), et la dilatation thermique de l'eau liquide.

2. On assimile l'eau des océans à un pavé, de surface S constante et de hauteur h . Le volume de ce pavé est donné par la relation suivante : $V = S \times h$. La variation du volume, notée ΔV vaut

$$\Delta V = S \times \Delta h.$$

$$\text{Ainsi, } \alpha = \frac{1}{\Delta T} \times \frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{\Delta T} \times \frac{\Delta h}{h} \text{ donc } \Delta h = \alpha \times h \times \Delta T$$

$$\text{Calcul : } \Delta h = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 1\,000 \text{ m} \times 0,6 \text{ } ^\circ\text{C} = 0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm.}$$

Méthode plus lente mais aussi juste :

Calcul du volume des océans : $V = S \times h = 360 \times 10^6 \text{ km}^2 \times 1 \text{ km} = 360 \times 10^6 \text{ km}^3$.

Pour chaque degré Celsius en plus, le volume augmente de 0,01 %, soit de

$$0,01\% \times 360 \times 10^6 \text{ km}^3 = 36\,000 \text{ km}^3$$

Pour 0,6 degré Celsius supplémentaire, le volume gagné vaut

$$0,6 \times 36\,000 \text{ km}^3 = 21\,600 \text{ km}^3.$$

Ce volume supplémentaire se répartit uniformément sur la surface S , ce qui ajoute une hauteur supplémentaire qui vaut

$$21\,600 \text{ km}^3 / (360 \times 10^6 \text{ km}^2) = 0,000\,06 \text{ km} = 6 \text{ cm.}$$

3. En faisant le même calcul, on tombe sur une hauteur de 30 cm.

4. Sur l'illustration, la statue de la Liberté est immergée jusqu'aux épaules, c'est-à-dire environ jusqu'aux $\frac{3}{4}$ de sa hauteur, soit $\frac{3}{4} \times 93 \text{ m} = 70 \text{ m}$. Cette illustration est donc largement exagérée car il n'est pas pensable actuellement que le niveau de la mer s'élève de 70 m, même si elle permet de prendre la mesure de l'urgence.

Bilan

L'océan joue un rôle stabilisateur majeur dans le réchauffement climatique, par sa capacité à stocker de l'énergie sous forme thermique. Cela a pour conséquence l'élévation du niveau de la mer, auquel participe également la fusion des glaces continentales. L'accumulation d'énergie dans les océans rend le changement climatique irréversible sur une échelle de temps de plusieurs siècles. Les prévisions estiment que le niveau de la surface des océans peut s'élever de plus d'un mètre d'ici la fin du siècle.