

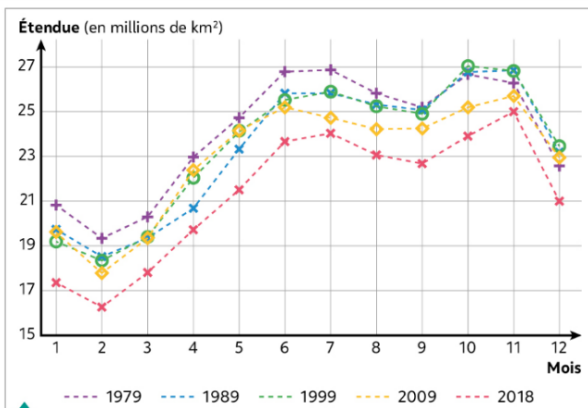
Constat : En raison de l'augmentation du forçage radiatif dû aux GES, l'énergie stockée dans le système Terre augmente, se traduisant par une élévation de température de ses différentes composantes ainsi qu'une fusion des glaces.

Problèmes : Comment la puissance additionnelle est-elle stockée par le système climatique ?
Quelles sont les conséquences du forçage radiatif ?

Mission :

- Une 1^{ère} équipe d'experts collaborent afin d'estimer l'impact de la fonte des glaces sur le niveau des océans.
- Une 2^{ème} équipe d'experts collaborent pour calculer l'effet de la dilation thermique des océans sur l'élévation du niveau moyen des océans.

Equipe 1 : Estimer l'impact de la fonte des glaces sur le niveau des océans.



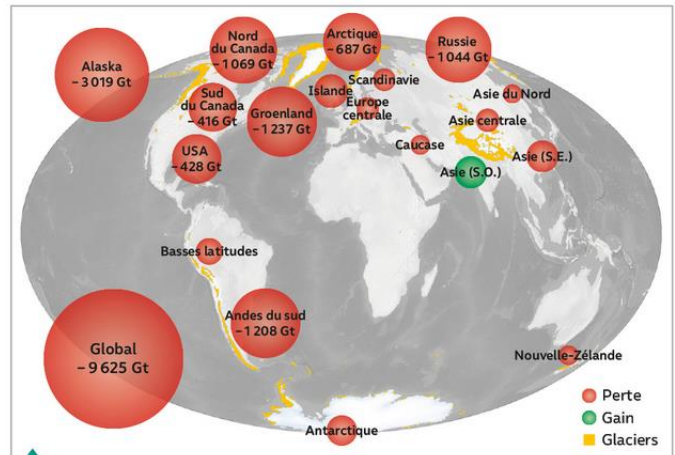
1 Évolution de la superficie totale des banquises arctique et antarctique de 1979 à 2018

La superficie totale des océans est de 361 millions de km².



VOCABULAIRE

Glaciers continentaux : désigne toute glace formée par accumulation de précipitations solidifiées et tassées sur la croûte terrestre. Exemples : calotte polaire, glaciers de montagne.



2 Évolution de la masse totale de glaciers continentaux entre 1961 et 2016

La surface des disques rouges est proportionnelle à la masse perdue. La couleur verte signifie une augmentation de la masse de glaces.

ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE



OBJECTIF Modélisation de la fonte de la banquise et des glaces continentales.

MATÉRIEL DISPONIBLE

- Glaçons
- Éprouvette graduée de 250 mL
- Eau liquide
- Bêcher de 100 mL
- Plaque chauffante

PROTOCOLE

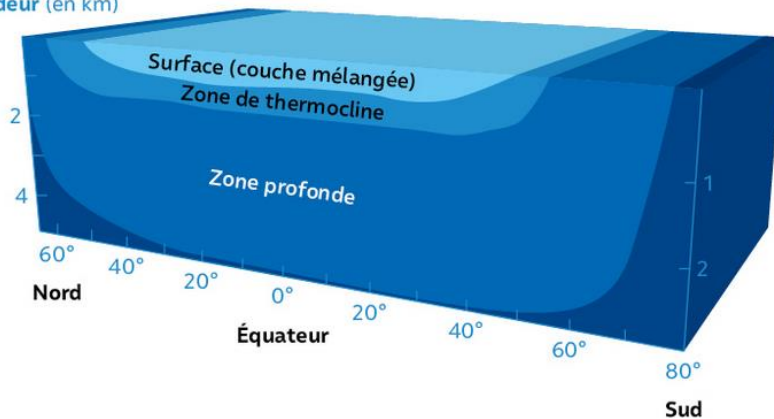
1. Introduire deux glaçons dans l'éprouvette graduée.
2. Compléter d'eau liquide et ajuster à la graduation 100 mL.
3. Laisser fondre le glaçon puis relever le volume.
4. Recommencer l'expérience en faisant fondre les glaçons séparément dans le bêcher.



1. Modéliser la fonte de la banquise et des glaces continentales pour déterminer si elles contribuent à l'élévation du niveau des mers : Mettre en œuvre le protocole en associant chaque expérience à la fonte d'un type de glace.
2. Conclure sur le rôle de la fonte des glaces sur l'élévation du niveau marin.
3. Grâce aux données des doc 1,2 et 5, calculer le volume que représente la masse de glace continentale fondue depuis 1961
4. En considérant que ce volume est égal au produit de la surface totale des océans par l'élévation du niveau des mers, calculer cette élévation.

Equipe 2 : Estimer la dilatation thermique des océans.

Profondeur (en km)



La thermocline est une couche de changement rapide de la température. En raison de l'absorption de l'intégralité du rayonnement solaire par les premières dizaines de mètres d'eau, une thermocline s'établit, en mer, à une profondeur moyenne de 200 m. Elle constitue une barrière entre les eaux profondes de température homogène et constante et les eaux de surface, en interaction avec l'atmosphère terrestre.

3 Répartition des différentes couches maritimes selon la latitude

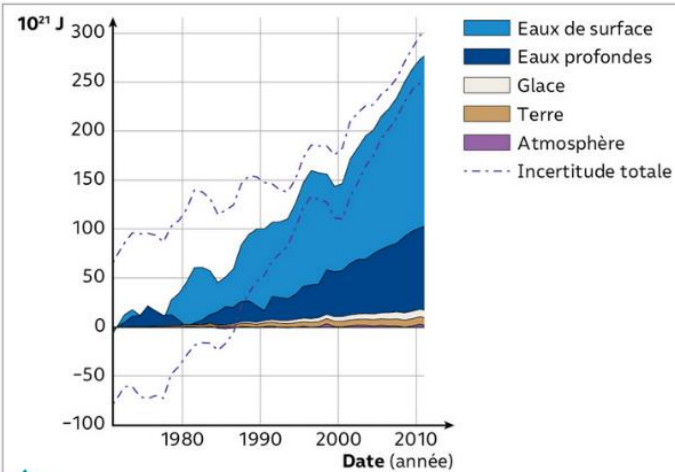
En s'échauffant, un corps stocke de l'énergie par transfert thermique. Tant qu'il ne change pas d'état, l'énergie stockée \mathcal{E} se calcule par :

$$\mathcal{E} = m \times c \times \Delta T$$

m : masse du corps
 c : capacité thermique massique
 ΔT : variation de température

Pour l'eau liquide : $c = 4,18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$.

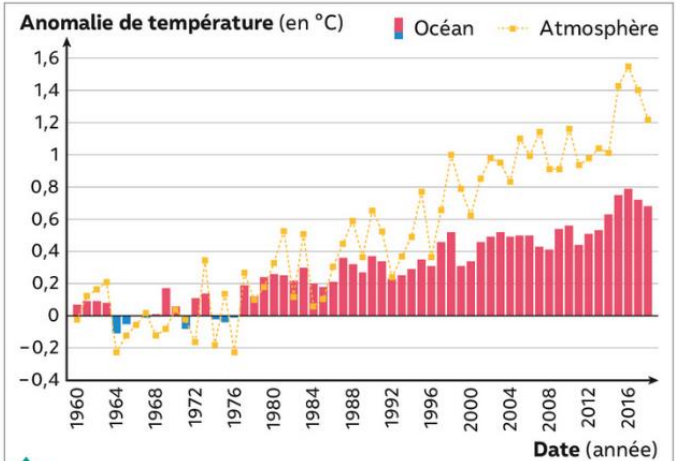
La chaleur latente L caractérise l'énergie à fournir pour faire changer un corps d'état : $L_{\text{vap}}(\text{eau}) = 333 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

4 Stockage d'énergie sous forme thermique**6 Évolution de l'énergie stockée dans le système climatique terrestre depuis 1970**

Lorsqu'un corps s'échauffe, sa masse volumique est modifiée, généralement à la baisse. La grandeur caractérisant cette évolution est appelée coefficient de dilatation thermique, noté β .

La masse volumique de la glace d'eau pure est de $917 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ à 0 °C alors qu'elle est précisément de $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ pour l'eau pure liquide à 4 °C .

Pour l'eau liquide, β est ainsi négatif de 0 à 4 °C ;
 $\beta = 2,6 \times 10^{-4} \text{ °C}^{-1}$ à 15 °C .

5 Dilatation thermique**7 Évolution de la température moyenne annuelle mondiale (référence : moyenne 1900-2000)**

1. Estimer la hausse de température des océans de 1970 à 2012 (doc 7)
2. Estimer l'épaisseur d'eau concernée par la hausse des températures (doc 3)
3. En déduire par le calcul, l'énergie totale stockée par cette couche depuis 1970 (doc 4)
4. Comparer le résultat obtenu avec le graphique (doc 6).
5. En reprenant les valeurs précédemment utilisées et le coefficient de dilatation thermique β calculer l'élévation du volume d'eau correspondant, en supposant $V = \text{él} \times S$ et une augmentation de température de $0,52 \text{ °C}$ depuis 1970.