

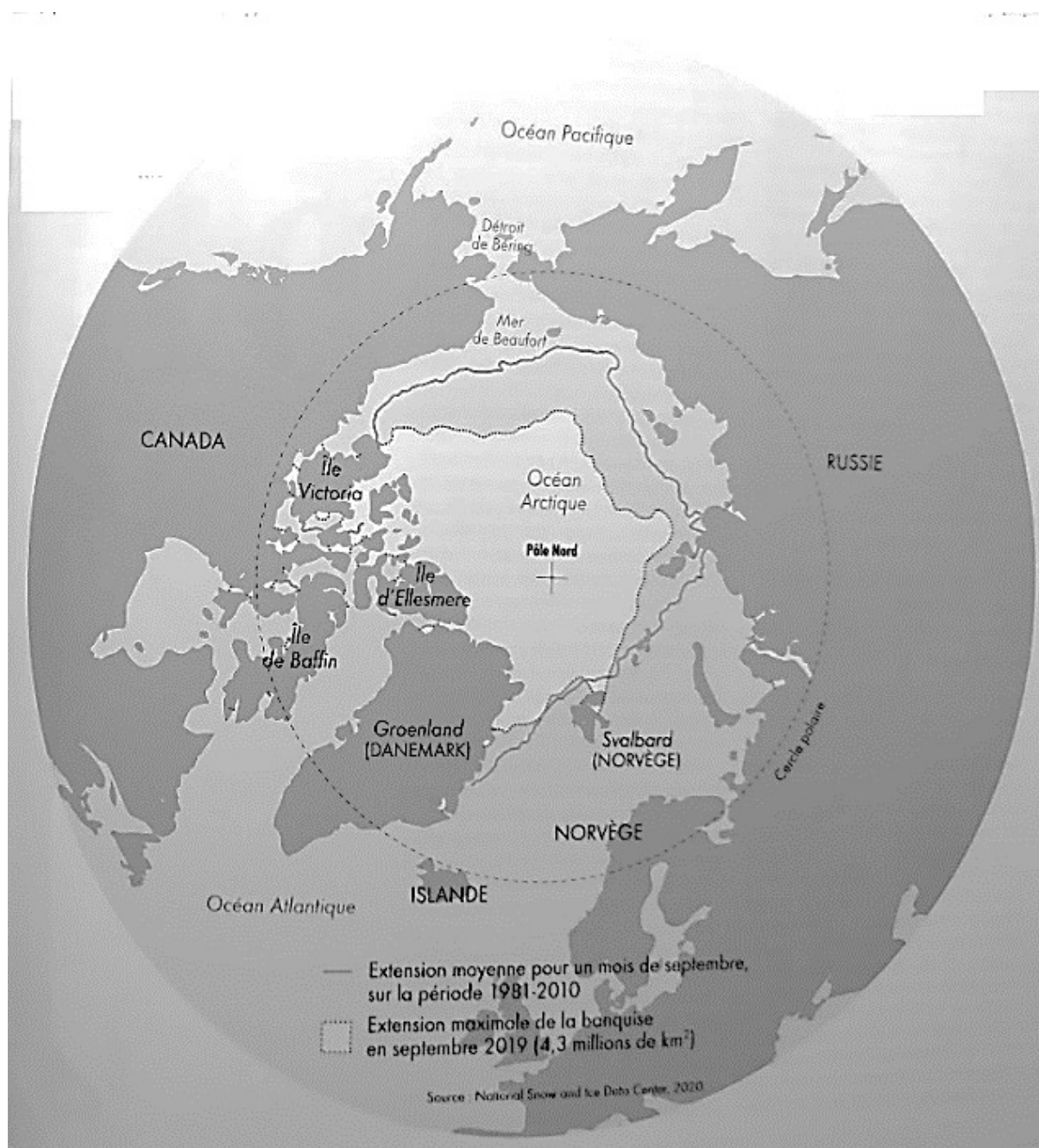
L'Arctique, espace fragile et convoité

Enseignement scientifique Terminale

Durée 1h – 10 points – Thème « Science, climat et société »

L'océan Arctique s'étend sur une surface d'environ 14 millions de km², ce qui en fait le plus petit océan. Il est recouvert en grande partie par la banquise arctique (appelée également glace de mer) qui présente des variations saisonnières.

La surface et l'albédo de cette glace de mer tendent à se réduire en raison du réchauffement climatique. La fonte estivale de cette banquise rend de plus en plus praticable « le passage maritime du Nord-Ouest », qui relie l'océan Atlantique à l'océan Pacifique en passant entre les îles du Grand Nord canadien. Outre les perspectives de route commerciale, ce passage ouvre des appétits de prospections des ressources (réserves d'hydrocarbures) et donne lieu à des controverses sur son statut.



D'après Collection Grand Atlas – Courrier international

À l'aide des informations apportées par les quatre documents placés en fin d'exercice et de vos connaissances, répondre aux questions suivantes.

1 – Pour chacune des 5 séries ci-dessous, noter sur votre copie la lettre correspondant à l'affirmation exacte.

I – La différence entre la banquise et la calotte glaciaire (ou glacier) est

a) La banquise est une plaque de glace posée sur le sol alors que la calotte glaciaire est une couche d'eau de mer qui flotte sur l'océan.

b) La banquise est une couche de glace d'eau de mer qui flotte sur l'océan alors que la calotte glaciaire est de l'eau douce gelée sur un continent.

c) La banquise est une couche de glace issue des glaciers qui flotte sur l'océan alors que la calotte glaciaire est une couche d'eau de mer gelée posée sur le sol.

d) Il n'y a pas de différence, on utilise les deux termes indifféremment.

I- La différence entre la banquise et la calotte glaciaire (ou glacier) est :

b) La banquise est une couche de glace d'eau de mer qui flotte sur l'océan alors que la calotte glaciaire est de l'eau douce gelée sur un continent.

II- La banquise estivale a fondu en 30 ans, depuis les années 1980 de :

a) Environ 1 million de km^2 .

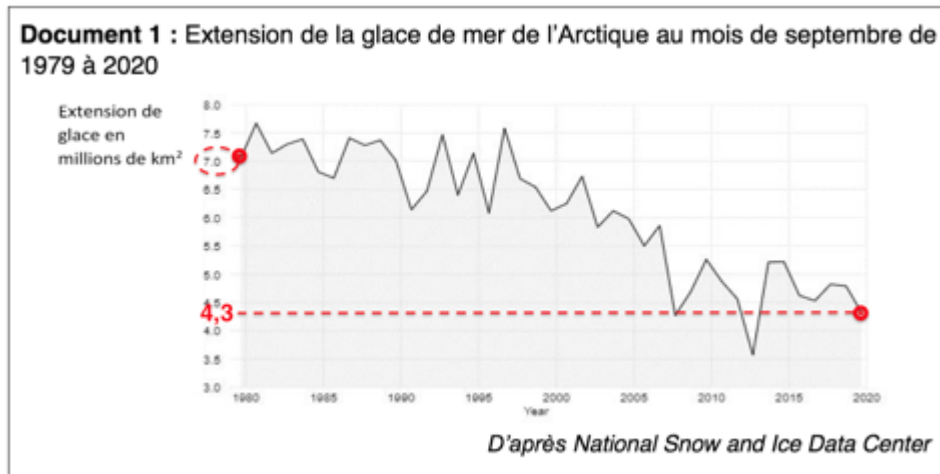
b) Environ 3 millions de km^2 .

c) Environ 6 millions de km^2 .

d) Plus de 7 millions de km^2 .

II- La banquise estivale a fondu en 30 ans, depuis les années 1980 de :

b) Environ 3 millions de km^2 .



$7 - 4,3 = 2,7$ millions de km²

II- L'albedo est :

- a) Le pouvoir réfléchissant d'une surface.
- b) Le pouvoir absorbant d'une surface.
- c) Augmenté par la fonte des glaces ce qui entraîne une rétroaction positive.
- d) Diminué par la fonte des glaces mais cela n'a pas de conséquence majeure sur le climat.

III- L'albedo est :

- a) Le pouvoir réfléchissant d'une surface.

IV- Les causes majeures de l'élévation du niveau marin sont :

- a) La fonte de la banquise et la dilatation thermique des océans.
- b) La fusion des glaces continentales et la dilatation thermique des océans.
- c) La dilatation thermique des océans et l'augmentation de la pluviométrie.
- d) La baisse du niveau des continents qui s'affaissent au cours du temps.

IV- Les causes majeures de l'élévation du niveau marin sont :

b) La fusion des glaces continentales et la dilatation thermique des océans.

Document 2 et 3

V- Les changements en Arctique risquent d'affecter l'économie mondiale car :

a) En raison de la fonte des glaciers, de plus en plus de personnes pourront aller habiter en Arctique.

b) Les passages maritimes sont facilités entre l'océan Atlantique et l'océan Indien.

c) De nouveaux passages sont possibles en bateau au niveau du grand Nord canadien.

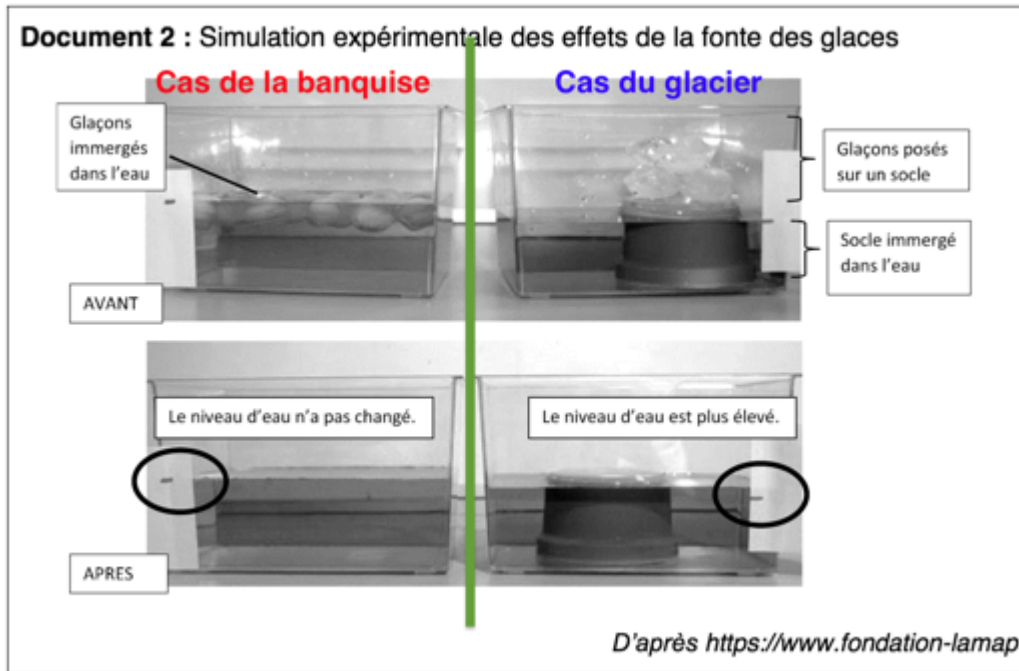
d) Il n'y aura pas d'incidence sur l'économie mondiale, l'Arctique n'est pas impliqué dans les prises de décision géopolitiques.

V- Les changements en Arctique risquent d'affecter l'économie mondiale car :

c) De nouveaux passages sont possibles en bateau au niveau du grand Nord canadien.

2 – À partir de l'interprétation du document 2, discuter du rôle de la fonte des glaces sur la montée du niveau des océans en faisant apparaître la différence entre une banquise et un glacier.

La banquise est une couche de glace d'eau de mer qui flotte sur l'océan : cas des glaçons immergés dans l'eau du document 2.



Le glacier est de l'eau douce gelée sur un continent : cas des glaçons posés sur un socle du document 2.

D'après le document 2, la fonte de la banquise n'entraîne pas une montée du niveau des océans alors que la fonte d'un glacier entraîne une élévation du niveau des océans.

3 – Dans le cadre des hypothèses du document 3 :

3-1- Calculer le volume V_0 d'eau des océans qui subirait un changement de température.

Hypothèses du document 3

- L'ensemble des océans du globe a une surface estimée à $3,6 \times 10^8 \text{ km}^2$. :
- $S = 3,6 \times 10^8 \text{ km}^2 = 3,6 \times 10^8 \times 10^6 \text{ m}^2$
- $S = 3,6 \times 10^{14} \text{ km}^2$
- Dans les scénarios les plus pessimistes, on pose l'hypothèse d'une augmentation de 3°C de l'atmosphère qui pourrait se répercuter sur l'océan. Dans cette hypothèse, on peut estimer que l'augmentation moyenne de

température sur les 1000 premiers mètres de profondeur est de 1,5°C.

$H=1000\text{m}$

$$V_0=S \times H$$

$$V_0=3,6 \times 10^{14} \times 1000$$

$$V_0=3,6 \times 10^{17} \text{ km}^3$$

3-2- En utilisant la formule proposée, évaluer l'augmentation de la hauteur d'eau des océans due au seul phénomène de dilatation thermique de l'eau présente dans l'ensemble des océans du globe

$$\Delta V = \alpha \times V_0 \times \Delta T$$

$$\Delta V = 2,6 \times 10^{-4} \times 3,6 \times 10^{17} \times 3$$

$$\Delta V = 2,8 \times 10^{14} \text{ m}^3$$

$$\text{Or } \Delta V = S \times \Delta H$$

$$S \times \Delta H = \Delta V$$

$$\Delta H = \Delta V / S$$

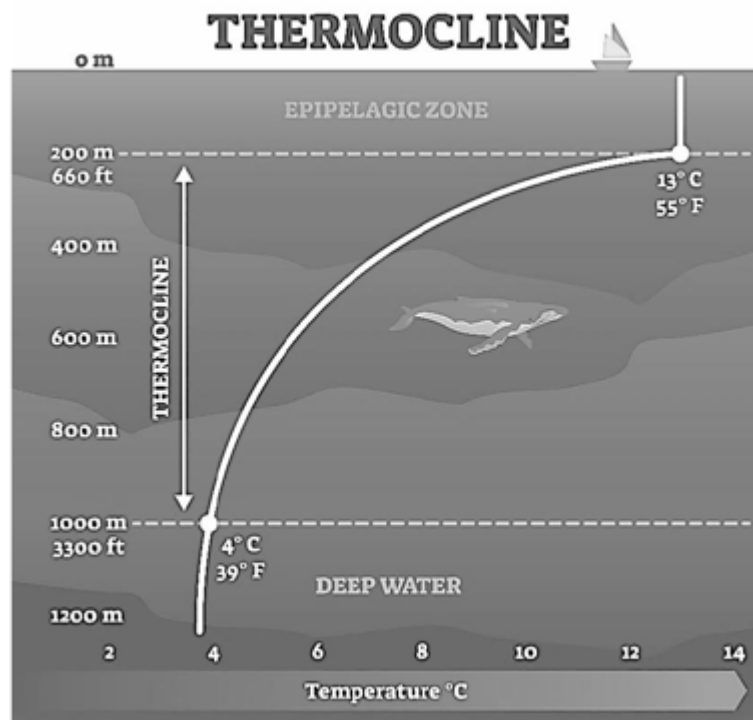
$$\Delta H = 2,8 \times 10^{14} / (3,6 \times 10^{14})$$

$$\Delta H = 0,78 \text{ m}$$

L'augmentation de la hauteur d'eau des océans due au seul phénomène de dilatation thermique de l'eau présente dans l'ensemble des océans du globe serait de 0,78 m

3-3- Justifier le fait que dans le calcul proposé dans le document 3, on ne prenne en compte que les 1000 premiers mètres de l'océan.

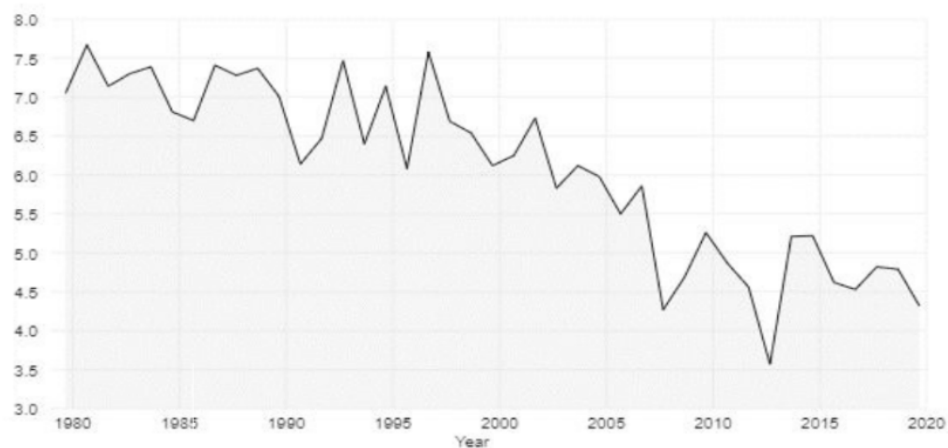
D'après le document 4, après 1000m, nous sommes après la thermocline : dans les eaux profondes qui ont une température constante.



on ne prend en compte que les eaux qui subissent cette augmentation de température soit sur les 1000 premiers mètres de l'océan.

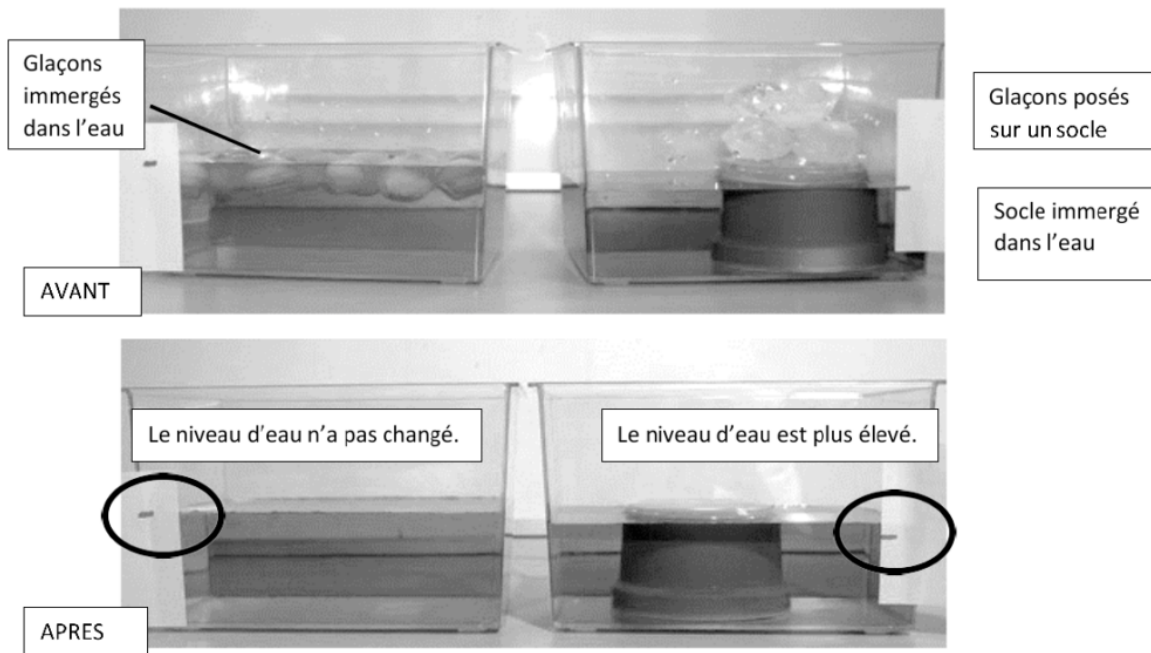
Document 1 : Extension de la glace de mer de l'Arctique au mois de septembre de 1979 à 2020

Extension de
glace en
millions de km²



D'après National Snow and Ice Data Center

Document 2 : Simulation expérimentale des effets de la fonte des glaces



D'après <https://www.fondation-lamap>

Document 3 : Impact du phénomène de dilatation thermique de l'eau sur le 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. Au cours des derniers milliers d'années, le niveau moyen s'est stabilisé et 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 liée au réchauffement des eaux océaniques, et la fonte des glaces terrestres.

D'après <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dospoles/alternative13.html>

Des calculs ont été réalisés afin d'estimer l'augmentation du niveau des océans due au seul phénomène de dilatation de l'eau.

Ainsi, si le volume V_0 de l'océan subit une variation moyenne de température ΔT , on peut calculer la variation de son volume, notée ΔV , grâce au modèle mathématique suivant :

$$\Delta V = \alpha \times V_0 \times \Delta T$$

avec ΔT en °C, ΔV et V_0 en m³ et α le coefficient de dilatation thermique de la couche superficielle océanique tel que $\alpha = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Données et hypothèses de travail :

- L'ensemble des océans du globe a une surface estimée à $3,6 \times 10^8 \text{ km}^2$.
- Dans les scénarios les plus pessimistes, on pose l'hypothèse d'une augmentation de 3°C de l'atmosphère qui pourrait se répercuter sur l'océan. Dans cette hypothèse, on peut estimer que l'augmentation moyenne de température sur les 1000 premiers mètres de profondeur est de 1,5°C.

Document 4 : schématisation de la thermocline

La thermocline est une couche de transition thermique rapide entre les eaux superficielles (epipelagic zone) et les eaux profondes (deep water).

D'après https://addhelium.com/wpcontent/uploads/2020/11/original_1647485839.jpg