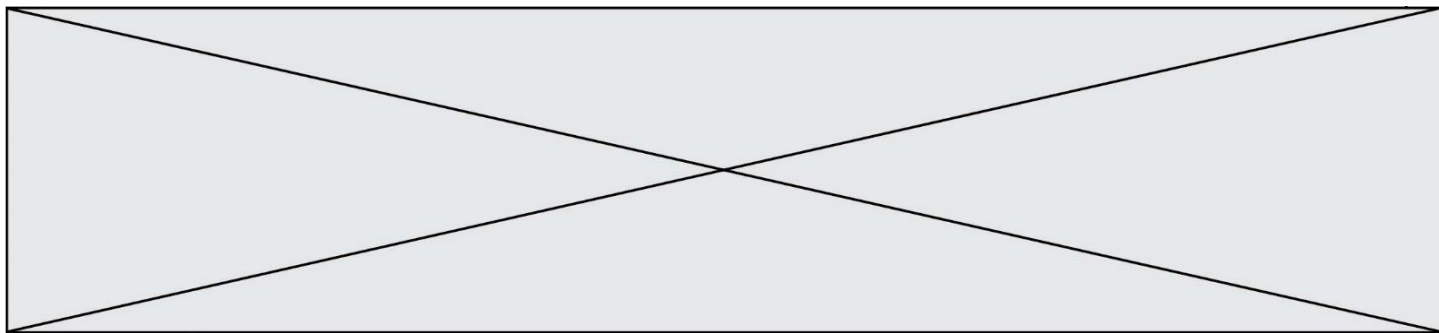




Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

L'évolution du climat au travers de quelques documents issus du 6^{ème} rapport du GIEC

Sur 10 points

Le 6^{ème} rapport du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) paru en 2023 définit plusieurs scénarios d'évolution appelés trajectoires socio-économiques partagées (en anglais, shared socioeconomic pathways, SSP). Ce sont des scénarios d'évolutions socio-économiques mondiales projetés jusqu'en 2100, combinant des hypothèses qualitatives sur l'évolution de la société et des projections quantitatives de paramètres clés (émissions de gaz à effet de serre, PIB, population, urbanisation, ...).

Ce sujet propose, au travers de l'étude de quelques documents issus du 6^{ème} rapport du GIEC, d'aborder deux conséquences observables du changement climatique : l'étendue des glaces de mer et la hausse moyenne des températures.

Partie 1 – La hausse de la température déterminée par nos choix

Document 1 – Les années actuellement les plus chaudes feront partie des plus froides dans 40 ans

Les variations annuelles des températures de surface mondiales sont présentées sous forme de « bandes climatiques », avec des projections futures montrant les tendances à long terme causées par l'homme [...].

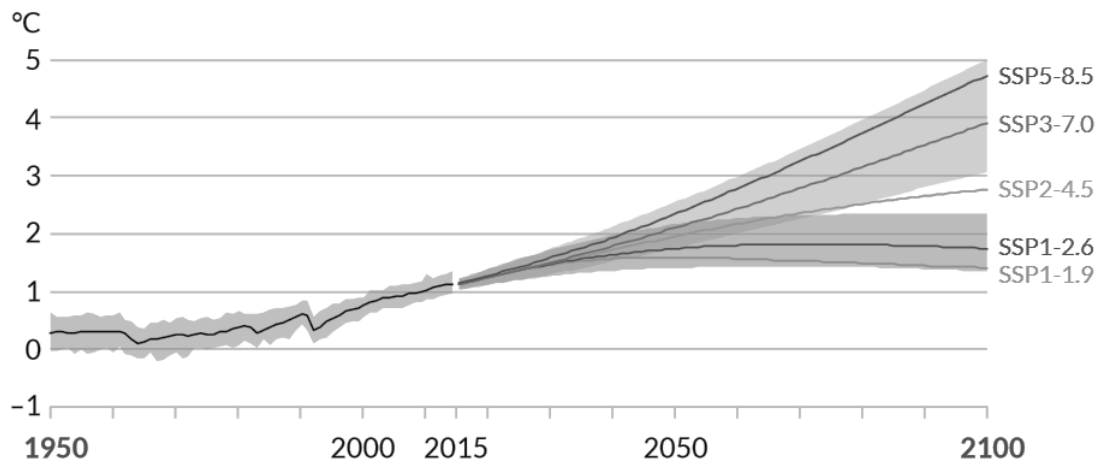
Sur l'infographie suivante, cinq scénarios sont identifiés, en fonction des projections d'émission de gaz à effet de serre :

- très faibles émissions (SSP 1 – 1.9) ;
- faibles émissions (SSP 1 – 2.6) ;
- émissions intermédiaires (SSP 2 – 4.5) ;
- fortes émissions (SSP 3 – 7.0) ;
- très fortes émissions (SSP 5 – 8.5).



(Les numéros figurent sur la convocation.)

Changement de la température à la surface du globe par rapport à 1850 –1900 :



Pour chacune des affirmations suivantes, recopier la réponse correcte sur votre copie.

1-a- La date de référence 1850-1900 correspond :

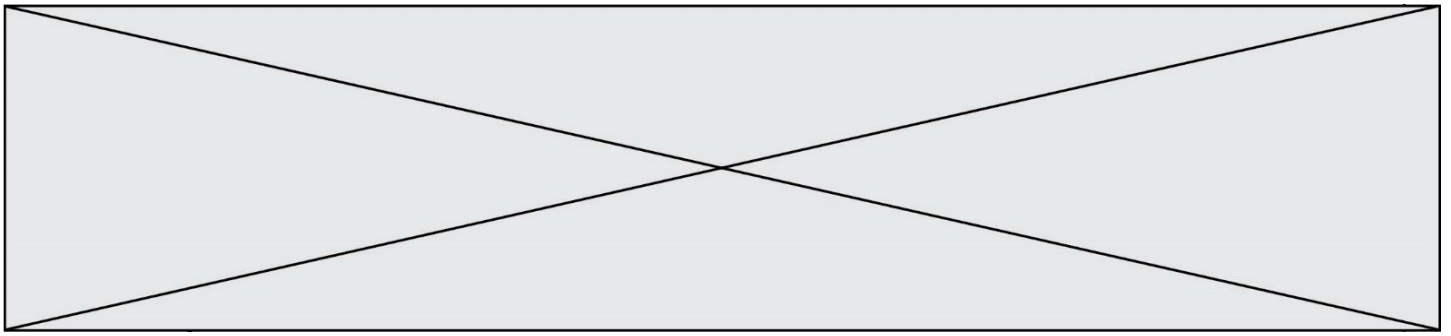
- à la révolution industrielle ;
- au début des études sur le climat ;
- à l'invention des satellites d'observations météorologiques.

1-b- En 2000, l'écart de température mesuré par rapport à la période 1850-1900 était :

- nul ;
- compris entre 0,5 et 1°C ;
- compris entre 2,5 et 3°C.

1-c- On se place dans le cas d'un scénario d'évolution du climat lié à des émissions intermédiaires de gaz à effet de serre. Pour une personne née en 2020, lorsqu'elle aura 70 ans, l'écart de température global par rapport à la période 1850-1900 sera :

- compris entre 1,5 et 2°C ;
- compris entre 2,5 et 3°C ;
- compris entre 3,5 et 4°C.

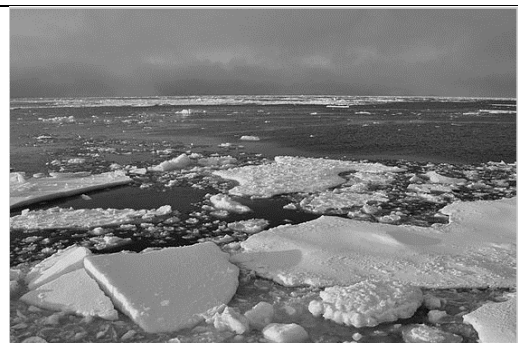


- 2- Préciser l'année à partir de laquelle la température à la surface du globe a atteint $+1^{\circ}\text{C}$ par rapport à 1850-1900.
- 3- Indiquer, en expliquant votre réponse, si les données présentées dans le document 1 relèvent de la climatologie ou de la météorologie.

Partie 2 – Étendue des glaces de mer

Document 2 – À propos de la glace de mer

La glace de mer est constituée d'eau de mer gelée, et parfois aussi de neige tassée ou d'eau douce gelée (l'eau de mer gèle à une température plus basse - environ -2°C - que l'eau douce). C'est un composite complexe principalement formé de glace pure dans divers états de cristallisation, de bulles d'air et de poches de saumure incluses. Étant moins dense que l'eau, elle flotte à la surface de l'océan (tout comme la glace d'eau douce, qui a une densité encore plus faible).

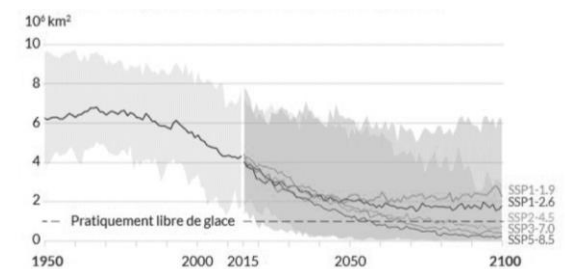


Fragments éparés de glace de mer recouverts de neige

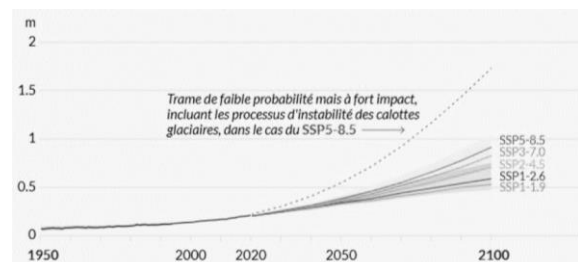
Source : Wikipedia, article « Glace de mer »

Document 3 – Graphiques et projections du GIEC

(a) Étendue de glace de mer de l'Arctique en septembre



(b) Changement du niveau de la mer à l'échelle globale par rapport à 1900



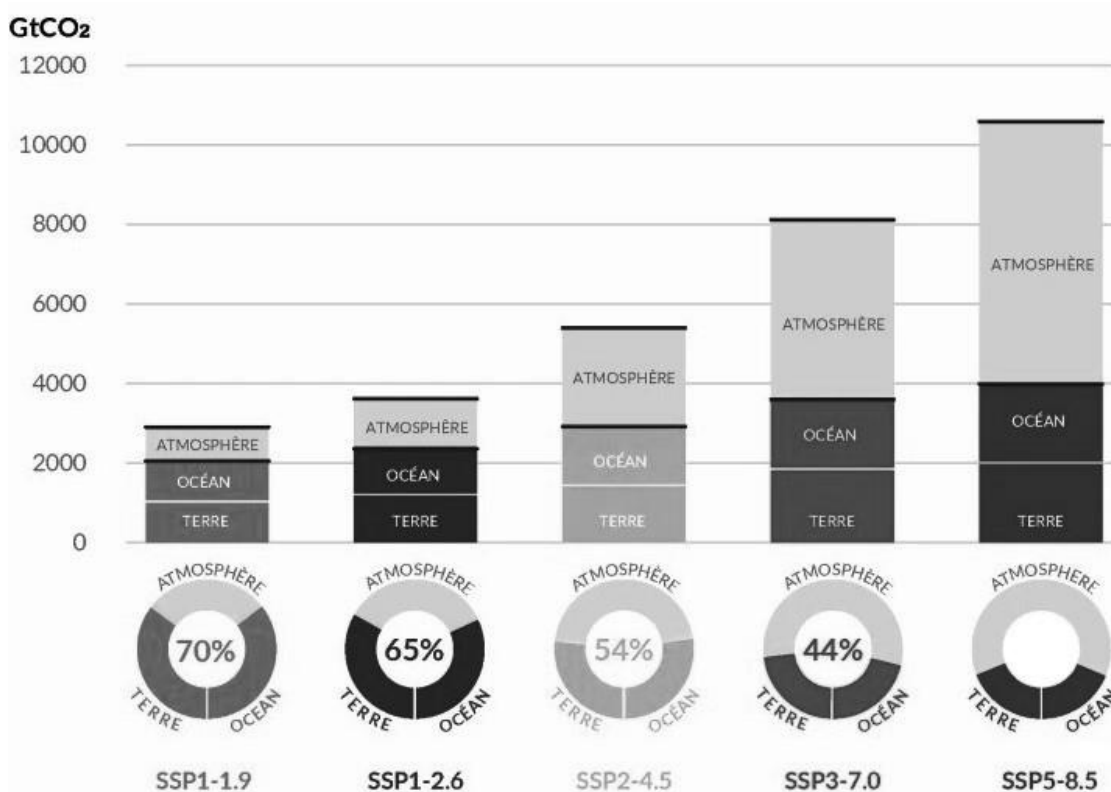
Source : 6^{ème} rapport du GIEC



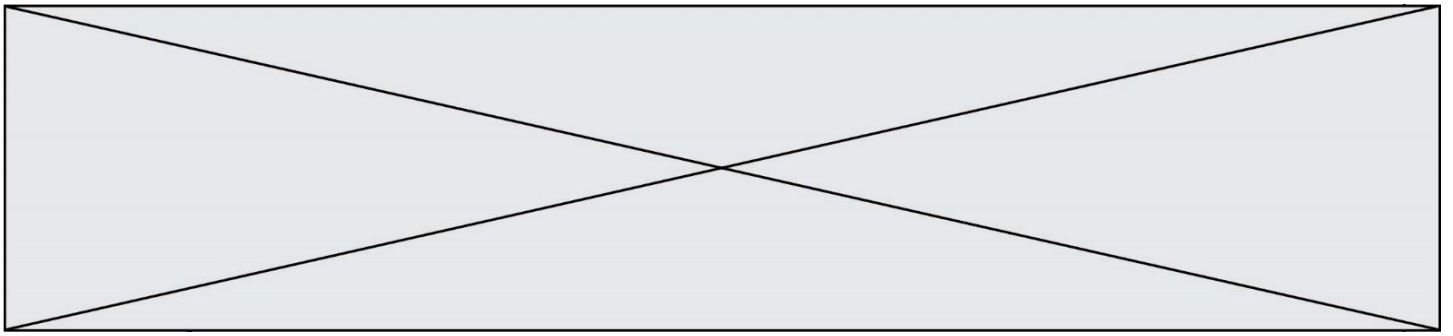
- 4- Déterminer, avec la précision permise par le graphique, une approximation de la variation, exprimée en pourcentage, de l'étendue de glace de mer de l'Arctique entre septembre 1950 et septembre 2015. Arrondir à l'unité.
- 5- Montrer que les résultats présentés sur les graphiques du document 1 et du document 3a mettent en évidence une corrélation entre deux grandeurs que l'on précisera. Indiquer, en justifiant, si cette corrélation peut être associée à une relation de causalité ou non.
- 6- Montrer que les résultats présentés sur les graphiques du document 3a et du document 3b mettent en évidence une corrélation entre deux grandeurs que l'on précisera. Indiquer, en justifiant, si cette corrélation peut être associée à une relation de causalité ou non

Partie 3 – Efficacité des puits de carbone

Document 4 – Émissions de CO₂ anthropique cumulées, absorbées d'ici 2100 par les puits de carbone terrestres et océaniques selon les cinq scénarios représentatifs



Source : 6^{ème} rapport du GIEC, résumé pour les décideurs



- 7- Définir l'expression « émissions de CO₂ anthropique ».
- 8- Pour le scénario SSP5-8.5, déterminer une valeur approchée du pourcentage des émissions cumulées de CO₂ absorbées par les terres émergées et l'océan. Indiquer le calcul effectué.
- 9- En vous appuyant sur le document 4 et sur vos connaissances, expliquer l'affirmation suivante figurant dans le rapport du GIEC : « les puits de carbone océaniques et terrestres perdent en efficacité si les émissions de CO₂ augmentent, ce qui amplifie la hausse moyenne des températures ». Pour cela, il conviendra notamment :
 - d'expliquer ce qu'est un puits de carbone ;
 - de vous appuyer sur des données chiffrées du document 4 ;
 - d'expliquer le lien entre les émissions de CO₂ anthropique et le réchauffement climatique.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Exercice 2 – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

Ça chauffe en Méditerranée !

Sur 10 points

Pendant deux étés successifs, en 2023 et 2024, les températures enregistrées en Méditerranée ont atteint des niveaux records avec une température médiane quotidienne de la surface de la mer Méditerranée de 28,67 °C en 2024, proche du record de 28,71 °C mesuré en 2023.

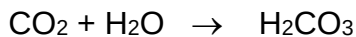
Ces données s'inscrivent dans un constat mondial, ainsi que l'observatoire européen Copernicus l'a publié dans un rapport de septembre 2024, précisant que plus d'un cinquième de la surface océanique mondiale a connu une vague de chaleur sévère en 2023. Ce réchauffement s'explique par le fait que les océans ont absorbé depuis 1970 « plus de 90 % de l'excès de chaleur du système climatique ».

Dans cet exercice, on s'intéresse à quelques conséquences du réchauffement des eaux océaniques.

Document 1 – Le carbone océanique

Le dioxyde de carbone atmosphérique se dissout dans les océans, en suivant une série de transformations chimiques :

- Le dioxyde de carbone (CO₂) se dissout dans l'eau et réagit avec elle pour former de l'acide carbonique (H₂CO₃) qui lui-même se dissocie pour former des ions hydrogénocarbonate (HCO₃⁻) :

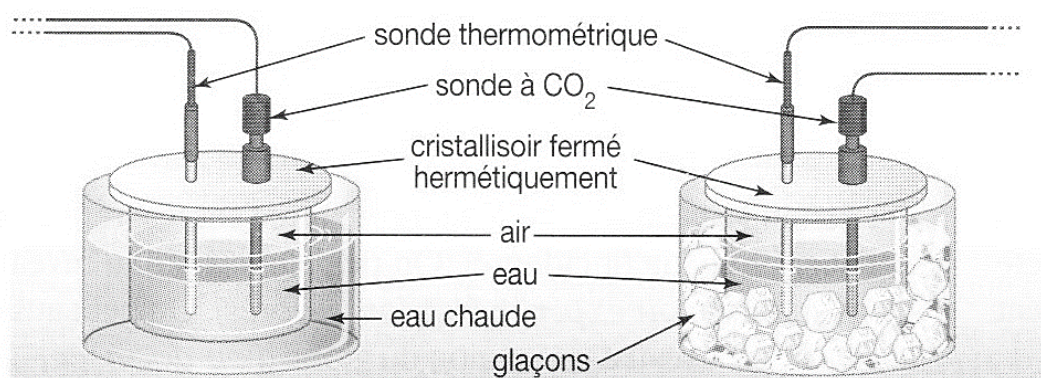


- Les ions calcium (Ca²⁺) de l'eau de mer peuvent réagir avec les ions hydrogénocarbonate pour former du carbonate de calcium (CaCO₃), constituant principal des roches calcaires.



Document 2 – Solubilité du dioxyde de carbone à différentes températures

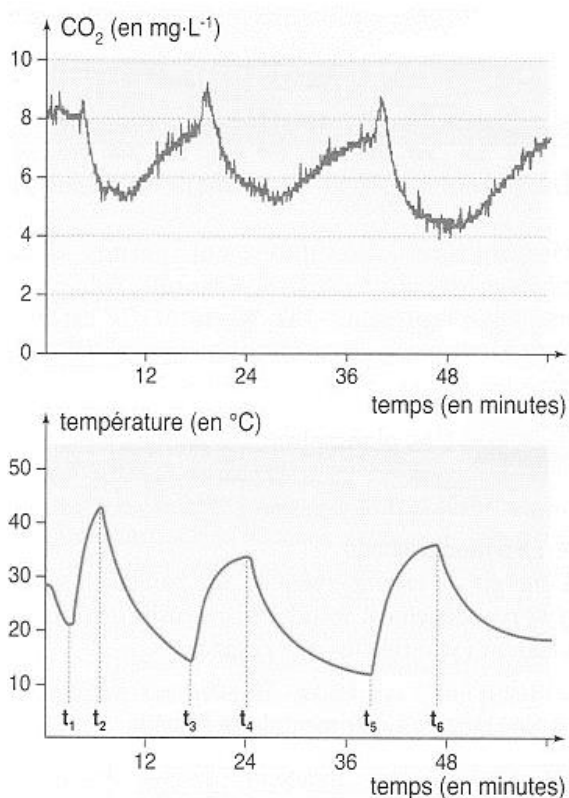
Pour estimer la solubilité du CO_2 dans l'eau à différentes températures, on verse 150 mL d'eau dans un cristalliseur fermé hermétiquement et muni de deux sondes immergées permettant de mesurer le taux de CO_2 et la température en continu.



Aux temps t_1 , t_3 et t_5 , on plonge le cristalliseur dans un récipient rempli d'eau chaude.

Aux temps t_2 , t_4 et t_6 on plonge le cristalliseur dans un récipient rempli de glaçons.

Les résultats des mesures sont présentés ci-contre.



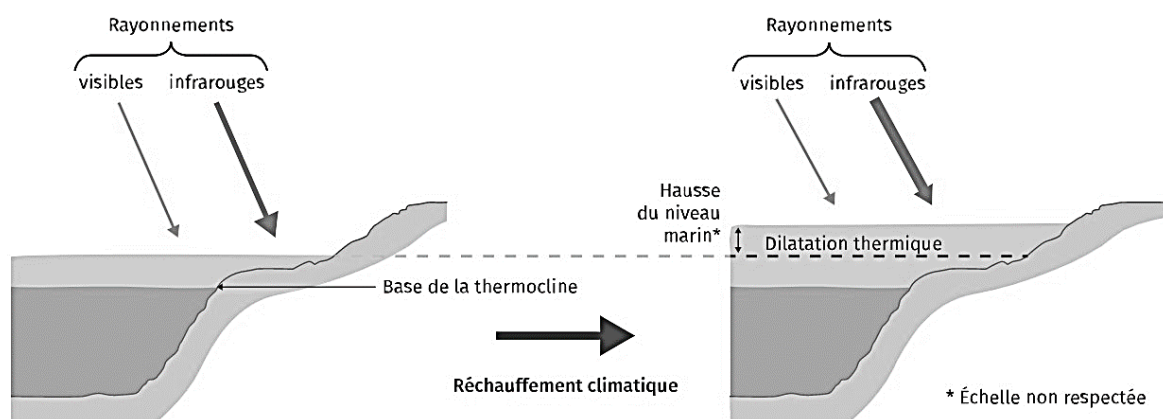
Source : Bordas SVT terminale spécialité 2012

Document 3 – Hausse des températures et montée des eaux

Le volume d'un corps est dépendant de sa température.

Ainsi, une augmentation de température des eaux océaniques entraîne une augmentation de leur volume. Ce phénomène est appelé dilatation thermique.

Il existe dans les océans une profondeur (dite thermocline) à partir de laquelle la température de l'eau reste à peu près constante. La dilatation thermique ne concerne donc que l'eau située au-dessus de cette thermocline.



Source : d'après le Livre Scolaire Terminale Enseignement Scientifique 2020

Lorsqu'un corps de volume V_0 subit un changement de température ΔT , on peut calculer la variation de son volume, notée ΔV grâce à la relation :

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

ΔV est la variation de volume du corps étudié en m^3

α est le coefficient de dilatation thermique du corps en $^{\circ}\text{C}^{-1}$

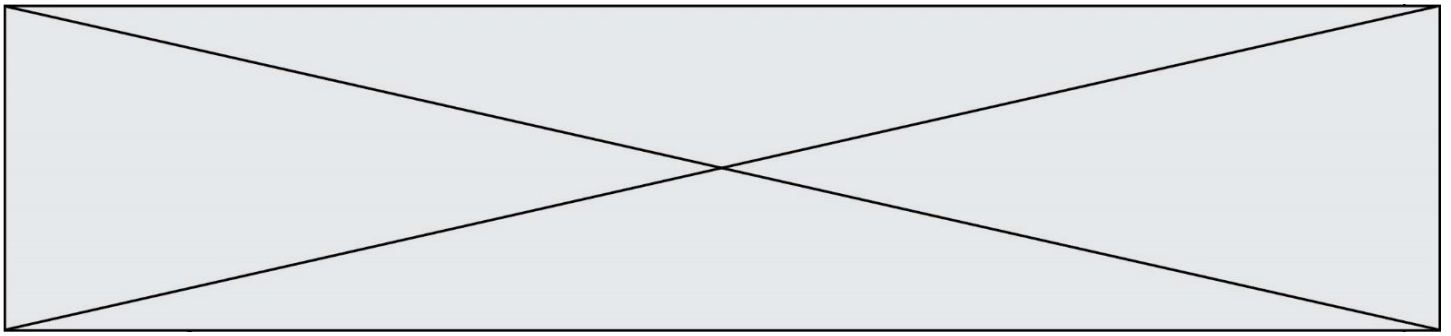
V_0 est le volume initial du corps étudié en m^3

ΔT est la variation de température en $^{\circ}\text{C}$

- 1- Expliquer en quoi l'océan constitue un puits de carbone.
- 2- Décrire et interpréter les résultats de l'expérience présentée dans le document 2.

Les scientifiques s'accordent à dire que le réchauffement des eaux océaniques amplifie le réchauffement climatique global par rétroaction positive.

- 3- Utiliser les résultats de l'expérience du document 2 et les connaissances pour expliquer ce phénomène de rétroaction positive.



L'augmentation du volume de la Méditerranée par dilatation thermique est estimée à $3,4 \text{ km}^3$ par an.

- 4- Retrouver cette valeur de $3,4 \text{ km}^3$ par an par le calcul à partir des données suivantes :

Surface de la Méditerranée : $2\,500\,000 \text{ km}^2$

Coefficient de dilatation thermique de l'eau : $1,0 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Profondeur de la thermocline en Méditerranée : 400 m

Augmentation de la température de la Méditerranée depuis 1993 : $0,034 \text{ }^\circ\text{C/an}$

- 5- À partir des données précédentes, déterminer par le calcul la hauteur d'eau correspondant à ce volume excédentaire de $3,4 \text{ km}^3$.

La hausse du niveau de la mer s'élève à un rythme de 3 mm/an sur la période 1993-2019 en Méditerranée. La dilatation thermique n'explique donc pas à elle seule l'augmentation du niveau de l'eau.

- 6- À partir des connaissances, recopier sur votre copie l'affirmation exacte parmi les quatre propositions suivantes :

L'augmentation du volume marin peut également s'expliquer par ...

- A. ...la fusion des glaces continentales (calottes)
- B. ...la fusion des glaces de mer (banquise)
- C. ...la solidification des glaces continentales
- D. ...la solidification des glaces de mer

- 7- Envisager une solution d'atténuation ou d'adaptation aux problèmes soulevés dans cet exercice.