

***Devoir surveillé de SVT n°4***

*Géologie*

*Durée de l'épreuve : 2 heures*

- Les 5 exercices sont indépendants.
- Il ne sera porté aucune annotation sur les cartes géologiques qui seront restituées à la fin de l'épreuve.
- Le plus grand soin sera apporté à la présentation et l'orthographe, ainsi qu'à la clarté et la concision de vos réponses. Aucune abréviation non conventionnelle ne sera utilisée sans que n'en soit mentionnée la signification.

**Barème (à titre indicatif)**

Exercice 1 : 3 points

Exercice 2 : 5 points

Exercice 3 : 4 points

Exercice 4 : 3 points

Exercice 5 : 5 points

## Exercice 1. Les effets de l'eau sur la fusion des systèmes silicatés

1.1. Le document 1.1 (en annexe) présente le comportement du système albite - anorthite respectivement de formule  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  et  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  sous diverses conditions d'hydratation et de pression.

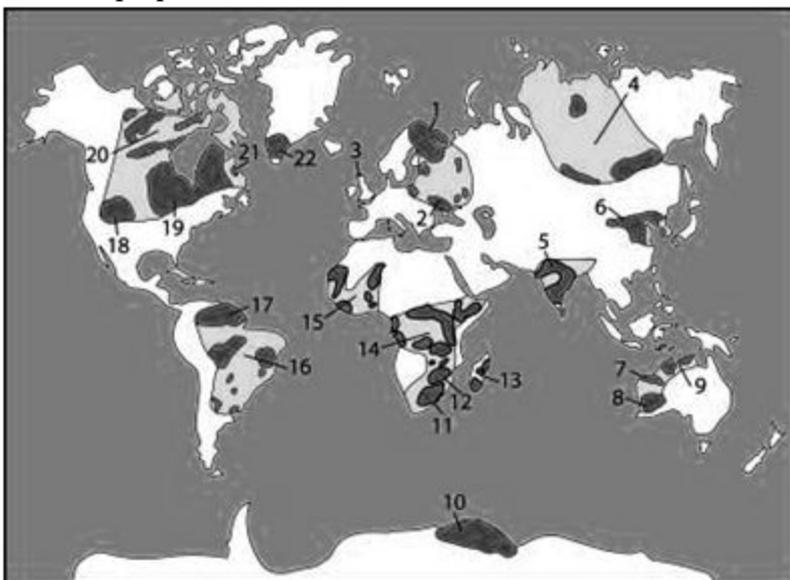
- Rappelez à quelle catégorie de minéraux appartiennent Albite et Anorthite
- Soit un mélange hydraté contenant 50% d'albite et 50% d'anorthite à 0,5 GPa, Indiquez sur le document 1.1 (fourni en annexe et à joindre avec votre copie) l'évolution de la composition de ce mélange lorsque la température augmente de 800°C à 1000°C.
- Cette évolution est elle similaire pour le système anhydre pour une pression de 10<sup>5</sup> Pa ?
- Concluez sur les effets de l'eau sur le système albite anorthite

1.2 Le document 1.2 (en annexe) le comportement du système diopside (un pyroxène) - anorthite pour 3 pressions d'eau différentes.

- Soit un mélange constitué de 80% de diopside et 20% d'anorthite, quelle est la température de fusion totale de ce mélange pour une  $\text{PH}_2\text{O}$  de 1GPa ?
- À 1100°C, indiquez pour chacune des pressions d'eau proposées la proportion de liquide et de solide de ce mélange.
- Indiquez la température à laquelle débute la fusion de ce mélange ainsi que la composition du liquide obtenu pour les trois pressions d'eau indiquées.
- Même question que la question précédente pour un mélange constitué de 50% de diopside et de 50% d'anorthite.
- Concluez sur les effets de l'eau sur le système diopside- anorthite

## Exercice 2 Les roches de l'Archéen, archives de la géodynamique des premiers âges de la Terre.

On cherche à dégager quelques caractéristiques pétrographiques des roches de l'Archéen (période géologique qui se situe entre 4 Ga et 2,5 Ga) afin de reconstituer les conditions de la géodynamique interne de cette époque.



### La répartition géographique des grandes provinces archéennes.

*Ce document n'est pas à exploiter.  
Les affleurements de roches datées de l'Archéen sont en noir, les parties recouvertes de sédiments sont en gris.*

## Document 2.1 La nature des roches archéennes.

- I. 80% des roches archéennes sont constituées de roches grises souvent déformées et/ou métamorphisées. Ces roches sont aussi connues sous le nom de TTG (Tonalite, Trondhémite et Granodiorite)
- II. 10% sont des basaltes et des komatiites constituant des « ceintures vertes ». Les komatiites sont des laves. Alors que les basaltes actuels ont des températures de mise en place de l'ordre de 1250 à 1350 °C, les komatiites faisaient éruption entre 1600 et 1650 °C (Nisbet, 1987).
- III. Les 10 % restants sont constitués par des granites et des sédiments (BIFs: formations ferrifères rubanées). Les granites sont intrusifs dans le socle granito gneissique et les ceintures de roches vertes.

## Document 2.2a Affleurement de komatiite (province de Barberton, Afrique du Sud)



**Document 2.2b** Détail d'une komatiite montrant la structure spinifex. Cette structure se caractérise par des olivines et/ou des pyroxènes géants, en aiguilles et/ou en lames pluricentimétriques.

L'origine de cette structure est mal comprise : elle ferait intervenir, entre autres, une cristallisation rapide d'un liquide ultrabasique en état de surfusion



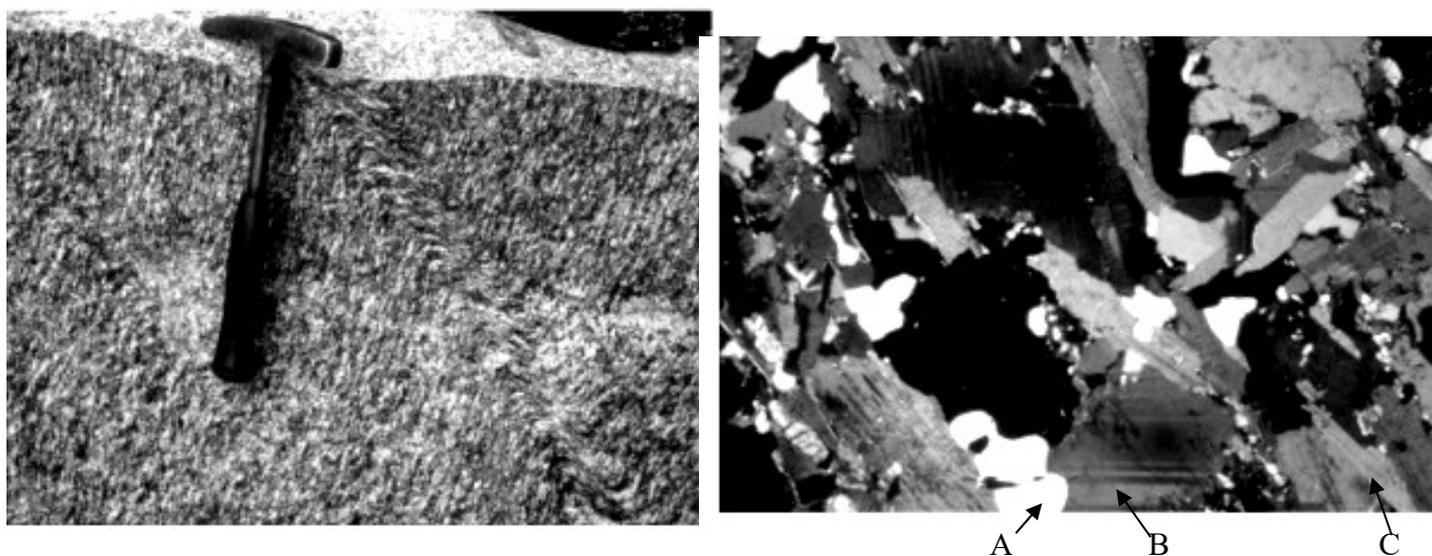
2.1. Les géologues interprètent les komatiites comme des roches volcaniques issues de la fusion partielle du manteau. Relevez à l'aide des documents 2.1, 2.2a et 2.2b des arguments en faveur de cette interprétation.

**Document 2.3** Teneur en oxydes de 2 péridotites et d'une komatiite

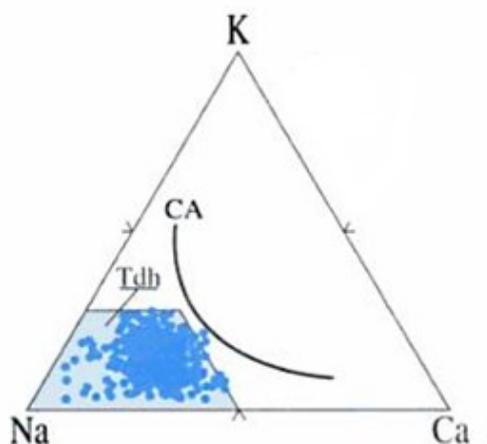
	Lherzolite	Komatiite	Harzburgite
SiO <sub>2</sub>	43,5	45,7	42,3
MgO	41,3	33,9	49,6
FeO	7,3	11,1	7,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,6	1,7	0,5
CaO	1,9	5,9	0,1
TiO <sub>2</sub>	0,2	0	0
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0,2	0,3	0,1

2.2 Estimez le taux de fusion partielle de la péridotite source des komatiites.

**Document 2.4** Affleurement d'une roche appartenant au TTG et lame mince de cette roche (x40). A, B et C désignent respectivement quartz, plagioclase et biotite. (reproduit sur l'annexe en couleur)



**Document 2.5.** Composition des TTG archéennes (Tdh) en Na-K-Ca



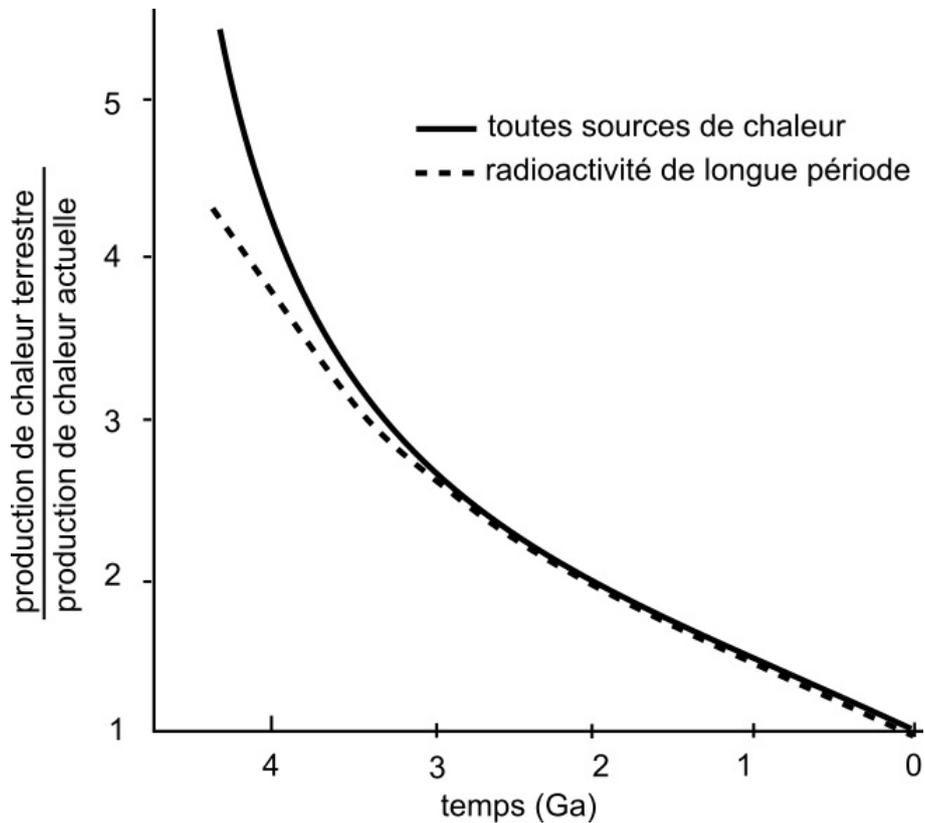
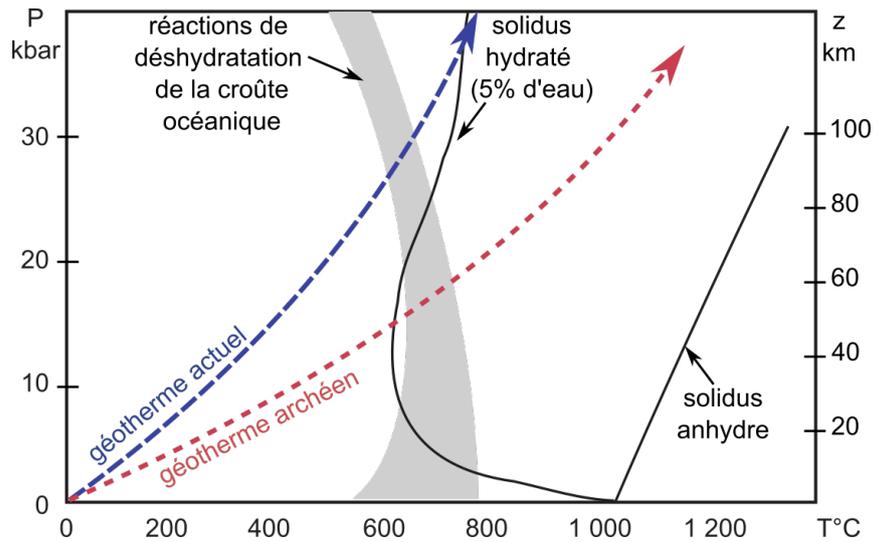
*Tdh = TTG*  
*CA : lignée calco-alcaline.*

**2.3 Utilisez les informations des documents 4 et 5 pour identifier de manière raisonnée les TTG.**

**Document 2.6.** Diagramme Température – Pression des zones de subduction.

*Pointillés : gradients géothermiques archéen et actuel dans une zone de subduction.*

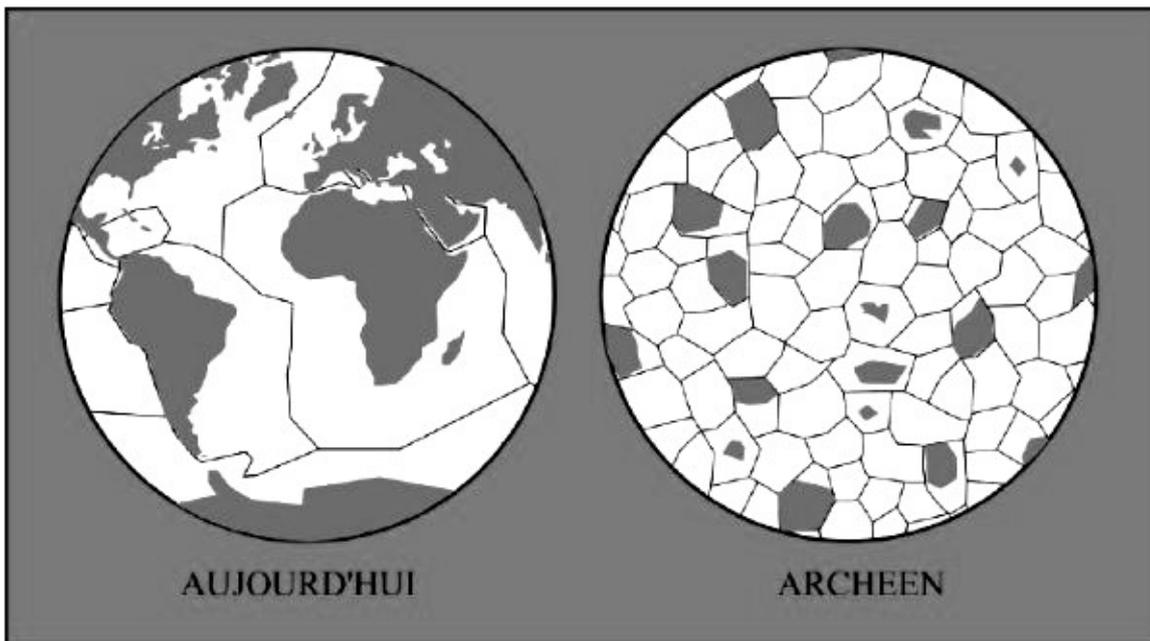
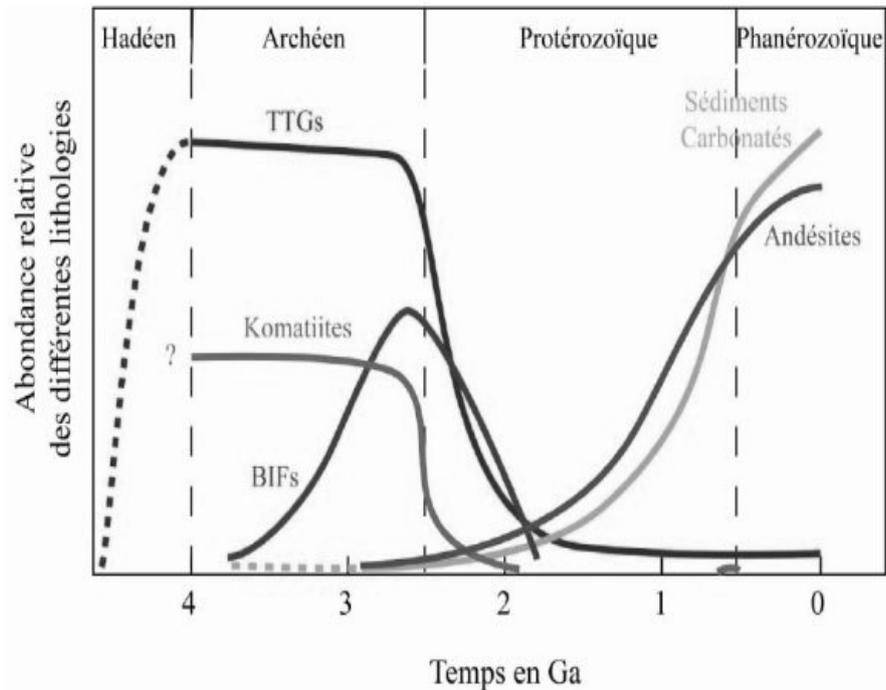
*Traits continus : solidus de la croûte océanique (anhydre et hydraté).*



**Document 2.7.** La production de chaleur terrestre au cours des temps géologiques.

**2.4 Les géologues expliquent la formation des TTG par fusion partielle de la croûte plongeante dans les zones de subduction archéennes. Utilisez les informations fournies par les documents 2.6 et 2.7 pour argumenter cette interprétation.**

**Document 2.8.** Evolution des roches mises en place au cours des temps géologiques



**Document 2.9.** Les plaques lithosphériques et les dorsales aujourd'hui et à l'Archéen (reconstitution hypothétique).

Les traits noirs représentent les limites de plaques

**2.5. À l'aide des informations fournies par les documents 6, 7, 8 et 9, proposez une reconstitution de la géodynamique archéenne et du magmatisme associé à cette dynamique.**

Source des documents :

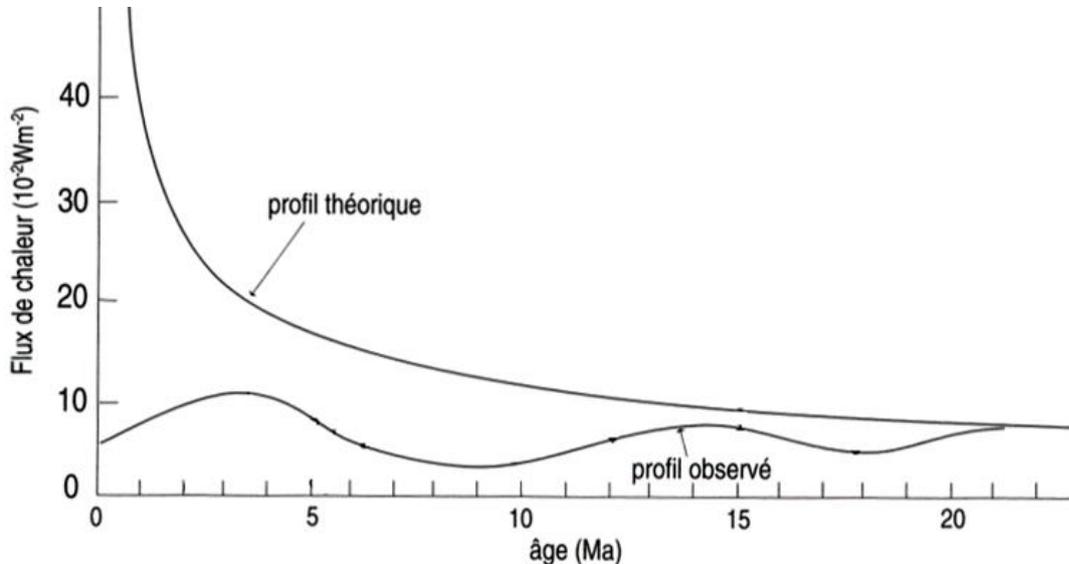
*L'environnement de la Terre primitive. L'Archéen. Hervé Martin, Laboratoire magmas et volcans, Clermont Ferrand.*

*L'environnement de la Terre primitive. M. Dargaud, D. Despois, JP. Parisot. Presse universitaires de Bordeaux, 2005.*

### Exercice 3. Interactions physiques entre lithosphère océanique et eau de mer

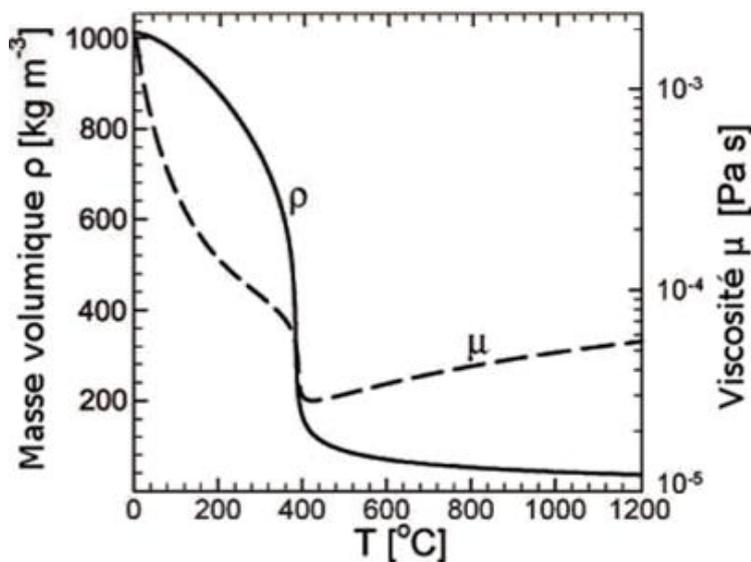
On se propose d'étudier les aspects physiques du devenir de la lithosphère océanique Atlantique en contact avec l'eau de mer.

**Document 3.1** : variation du flux de chaleur de la dorsale Atlantique en fonction de l'âge de la lithosphère océanique (en Ma) ; le flux de chaleur *observé* est obtenu à partir de mesures de température réalisées sur la lithosphère océanique à différents âges et le flux de chaleur *théorique* à partir d'un modèle purement conductif.



3.1. Décrivez de manière concise le document 3.1 et proposez une explication quant à la différence entre les flux de chaleur observé et théorique.

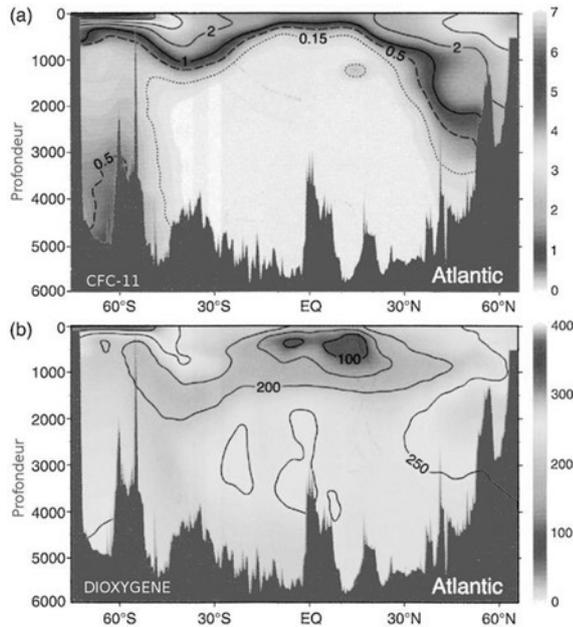
**Document 3.2** : évolution de la masse volumique (en  $\text{kg.m}^{-3}$ ) et de la viscosité (en Pa.s) de l'eau en fonction de la température (pour une pression de 30 MPa, soit environ 3 km de profondeur).



3.2. À partir du document n°3.2 :

- Précisez comment évoluent les propriétés physiques de l'eau avant et après 400°C,
- En vous focalisant sur les intervalles 0-200°C et 200-400°C, expliquez en quoi ces évolutions peuvent être à l'origine : 1) d'un transport descendant d'eau, 2) d'un transport ascendant d'eau.

## Exercice 4. Distribution spatiale des traceurs et circulation de l'océan Atlantique



**Document 4.1** : évolution des CFC-11 (trichlorofluorométhane en  $10^{-12}$  mol.kg $^{-3}$ ) et du dioxygène dissous (en mL.L $^{-1}$ ) le long de 20°W dans l'océan Atlantique en fonction de la profondeur (en m) et de la latitude. Le CFC-11 ou fréon-11 (CCl $_3$ F) est un composé, d'origine anthropique, utilisé pour ses propriétés réfrigérantes dans l'industrie depuis le 20<sup>ème</sup> siècle. (document reproduit sur l'annexe en couleur)

4.1. Expliquez de manière concise la distribution spatiale des traceurs du document n°4.1 entre les hautes latitudes de l'hémisphère nord et l'équateur.

4.2 À partir de vos connaissances, montrez et explicitez quels facteurs gouvernent vers 60°N la répartition spatiale des traceurs du document n°4.1.

4.3 Quel processus majeur de la circulation océanique globale est ainsi mis en évidence ?

## Exercice 5. Analyse morphologique de la mer du Nord

À partir du document n°5.1 reproduit sur l'annexe en couleur

5.1 Quelle structure géologique peut-on reconnaître le long des points 1, 2, 3 et 4 (document 5.1) ?

5.2. La Mer du Nord est-elle un océan ? Justifiez votre réponse en réalisant une analyse morphologique des fonds marins.

5.3. Quel type de marge observe-t-on sur les côtes orientales du Groenland ? Justifiez votre réponse par une analyse morphologique des fonds marins et en réalisant une coupe topographique « à main levée » le long du profil D-E.

5.4. Sachant que la topographie est étroitement liée à la densité, donc à la composition minéralogique de la lithosphère, selon le principe de l'isostasie, habillez et interprétez géologiquement le profil D-E en ajoutant les grandes familles de roches composant le sous-sol le long de la coupe. Tracez la base de la croûte ainsi que la base de la lithosphère, pour montrer les variations d'épaisseur le long du profil.

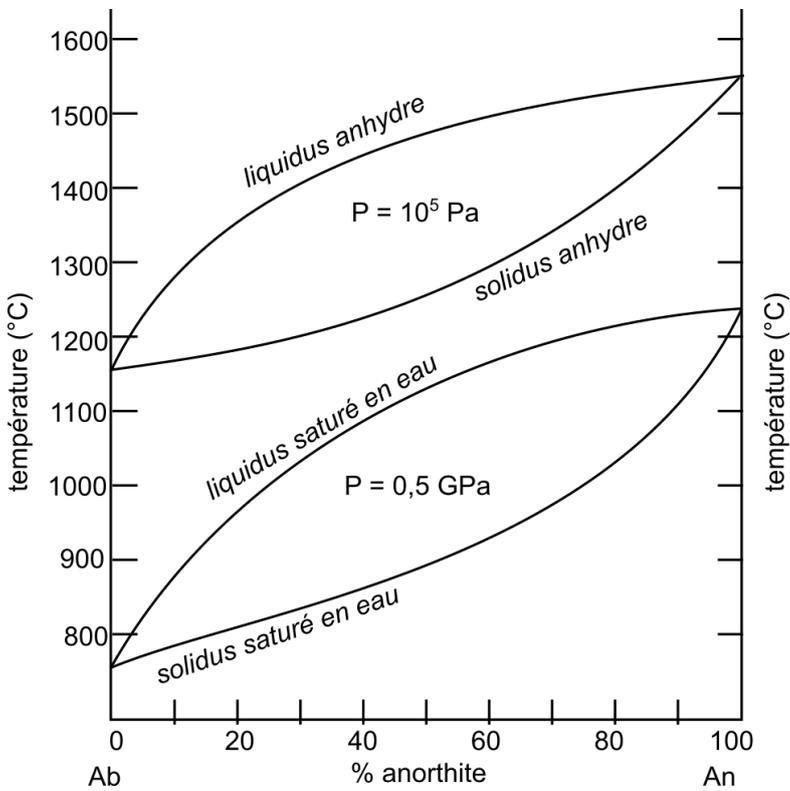
FIN DE L'ÉPREUVE

NOM :  
Classe :

## ANNEXE À JOINDRE À VOTRE COPIE

Exercice 1.

### Document 1.1. Diagrammes de phase d'un système albite(Al) – anorthite (An)



### Document 1.2. Diagrammes de phase d'un système diopside (Di) – anorthite (An)

