

Exercice : coraux fossiles et variations du niveau de la mer

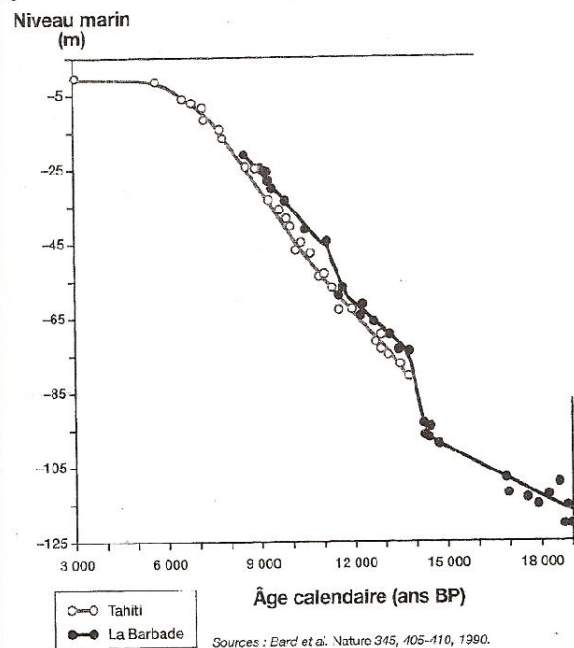
Entre l'époque glaciaire qui régnait il y a 20 000 ans et le climat chaud qui règne actuellement, de nombreux paramètres climatiques et océanographiques ont subi des variations, en particulier au niveau des températures et du niveau des mers.

Des forages ont permis de prélever des coraux fossiles ayant vécu pendant les derniers 18 000 ans. Ces études ont été menées sur des récifs coralliens situés dans des bassins océaniques éloignés géographiquement : Tahiti dans le Pacifique et la Barbade dans l'Atlantique (Caraïbes).

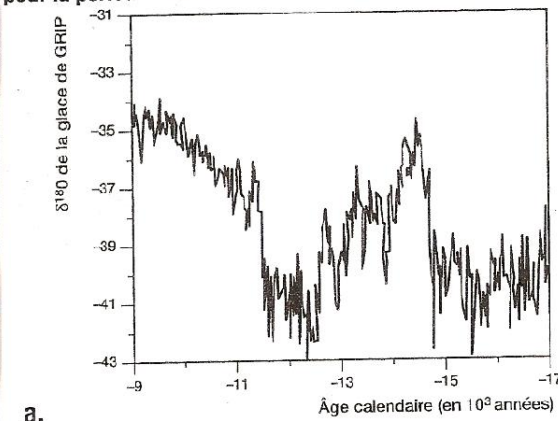
Le document 1 représente l'âge et la profondeur des coraux fossiles prélevés par carottage à Tahiti et à la Barbade.

Le document 2a représente le $\delta^{18}O$ mesuré à partir de la glace du Groenland (station de GRIP) sur la période -9000/-17 000 ans, et le document 2b représente le thermomètre isotopique des glaces du Groenland actuellement (correspondance entre la température de l'atmosphère et le $\delta^{18}O$ des précipitations).

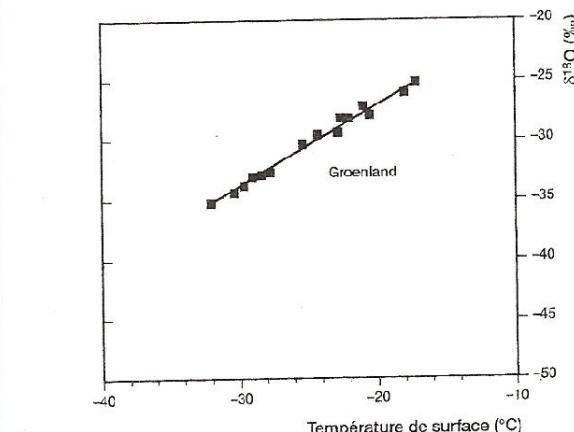
1. Âge et profondeur des coraux fossiles prélevés par carottage à Tahiti et à la Barbade.



2a. $\delta^{18}O$ mesuré dans la glace du Groenland (Station de GRIP) pour la période -9000/-17 000.



b. Thermomètre isotopique des glaces du Groenland.



Sources : Jouzel et al., 1994.

Questions

A partir de l'exploitation et de la mise en relation des documents, recherchez les caractéristiques des variations du niveau des mers au cours des 18 000 dernières années ainsi qu'une explication possible de ces variations en argumentant vos réponses pour la période -9000/-17 000.

Correction

- le sujet présente deux exigences :
- rechercher les caractéristiques des variations du niveau des mers au cours des 18 000 dernières années
- rechercher une explication possible à ces variations
- le principe de l'actualisme doit être énoncé au moins une fois et être utilisé pour les deux documents

Le DOCUMENT 1 permet de répondre à la première exigence et le DOCUMENT 2 à la seconde.

L'exploitation du DOCUMENT 1 permet de déterminer les caractéristiques des variations du niveau des mers à partir de l'âge et de la profondeur des coraux fossiles prélevés par carottage à Tahiti et à la Barbade.

Le document présente l'âge des coraux depuis -19 000 ans à -3 000 ans ainsi que leur profondeur par rapport au niveau de la mer actuelle.

Signification de la profondeur du corail fossile

Les coraux actuels vivent sous une très faible épaisseur d'eau (quelques mètres). Ceci signifie que la présence d'un corail fossile à 115 m de profondeur est une indication du niveau de la mer à cette époque. Celui-ci était donc 115 m plus bas qu'actuellement.

Relation entre l'âge des coraux fossiles et leur profondeur

On constate que de -19 000 ans à -3 000 ans, le niveau où se situaient les coraux est de moins en moins profond ; ce qui signifie que le niveau de la mer a monté pendant toute cette période et que la croissance des coraux a suivi cette élévation du niveau marin.

Vitesse de la montée du niveau de la mer

On peut remarquer trois phases :

- de -19 000 à -14 200 ans pendant laquelle le niveau marin passe de -115 m à -95 m, soit une remontée de 20 m en 4 800 ans, soit une vitesse de $V = 20 \text{ m} / 48 \text{ siècles} = 0,42 \text{ m par siècle}$;
- de -14 200 à -13 800 ans pendant laquelle le niveau marin est passé de -95 m à -75 m, soit une élévation de 20 m en 400 ans, soit une vitesse $V = 20 \text{ m} / 4 \text{ siècles} = 5 \text{ m par siècle}$, soit une vitesse 10 fois plus rapide qu'au cours de la période précédente ;
- de -13 800 à -6 500 ans le niveau est passé de -80 m à -5 m (courbe concernant Tahiti), soit 75 m en 7 300 ans, soit une vitesse $V = 75 \text{ m} / 73 \text{ siècles} = 1 \text{ m environ par siècle}$.

Remarque : Si on considère la courbe concernant la Barbade, on constate que de -13 800 à -12 000 ans, la vitesse de remontée est plus lente avant d'accélérer ensuite.

Depuis environ 6 000 ans, le niveau marin est stable.

Synthèse : le niveau de la mer a augmenté de 115m depuis 20 000 ans. Les variations relatives du niveau de la mer à l'échelle mondiale sont contrôlées par le volume d'eau dans les bassins océaniques et on considère que pendant les deux cents derniers millions d'années le volume d'eau sous forme de glace, liquide et vapeur est constant à la surface de la Terre.

Cette augmentation du niveau marin peut être mise en relation avec un réchauffement climatique qui entraîne :
 - une dilatation thermique de l'eau provoquant une augmentation du volume marin
 - une destruction des calottes polaires (continents) : il y a dans ce cas un transfert d'eau des calottes polaires vers les océans et le volume d'eau est ainsi plus élevé

L'exploitation du DOCUMENT 2 permet de déterminer les variations de la température au niveau du Groenland au cours des 17 000 dernières années à partir du $\delta^{18}O$ mesuré

dans les glaces du Groenland et du thermomètre isotopique des glaces actuelles.

- DOCUMENT 2b

Il montre une relation linéaire entre la valeur du $\delta^{18}O$ des précipitations (neige) et la température de surface. On constate que plus la température est basse, plus la valeur du $\delta^{18}O$ est faible (ainsi pour un $\delta^{18}O$ de -25 ‰, la température est de -17 °C environ et pour un $\delta^{18}O$ de -35 ‰, la température est de -32 °C). La connaissance du $\delta^{18}O$ des glaces est donc un indicateur de la paléotempérature.

- DOCUMENT 2a

Il montre plusieurs périodes qui peuvent être comparées à celles du DOCUMENT 1 :

- De -17 000 à -14 500 ans, le $\delta^{18}O$ est faible, voisin de -40 correspondant à une température de -40 °C. Pendant cette période, le niveau de la mer remonte faiblement (aucune relation de cause à effet ne peut être énoncée à partir de ces données).

- De -14 500 à -14 000, le $\delta^{18}O$ remonte jusqu'à -35 indiquant une période de réchauffement climatique, la température au niveau du Groenland étant alors de -32 °C (soit un réchauffement de 8 °C par rapport à la période précédente).

On peut alors expliquer la rapide montée du niveau de la mer au cours de cette période (5 m par siècle) par la fusion des glaces polaires, l'eau de fonte retournant à la mer.

- De -14 000 à -11 500 ans, la baisse du $\delta^{18}O$ et donc de la température peut expliquer le ralentissement de la montée du niveau marin visible sur la courbe concernant la Barbade.

- Après -11 500 ans, le $\delta^{18}O$ remonte : à nouveau, c'est le signe d'un réchauffement climatique qui peut expliquer l'accélération de la montée du niveau marin visible sur la courbe concernant la Barbade