

LI PCST - Module GO122 « Climat, Énergies »

TDI - Les climats du passé

(Poly en couleurs à télécharger sur ecampus)

Partie 1. Les isotopes stables de l'oxygène et leur intérêt en
paléoclimatologie
(Exercices 1 et 2)

Partie 2. Les variations du niveau marin
(Exercice noté à rendre à la fin du TD)

Partie I. Les isotopes stables de l'oxygène et leur intérêt en paléoclimatologie

Rappels :

L'oxygène se compose de trois isotopes, ^{16}O : 99.76% ; ^{17}O : 0.04% ; ^{18}O : 0.2%

L'eau est un mélange de molécules H_2^{16}O (99,8 %) et H_2^{18}O (0,2 %).

Le rapport entre les 2 isotopes ^{16}O et ^{18}O change au cours du cycle de l'eau en lien avec le fractionnement isotopique (proportionnel à la masse) et en fonction de la température, de l'évaporation et de la condensation.

$$\delta^{18}\text{O} (\text{‰}) = \left[\frac{\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \text{ sample} - \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \text{ standard}}{\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \text{ standard}} \right] \times 1000$$

Standard (Std) : SMOW pour l'océan 0,002

Exercice I : Le fractionnement isotopique

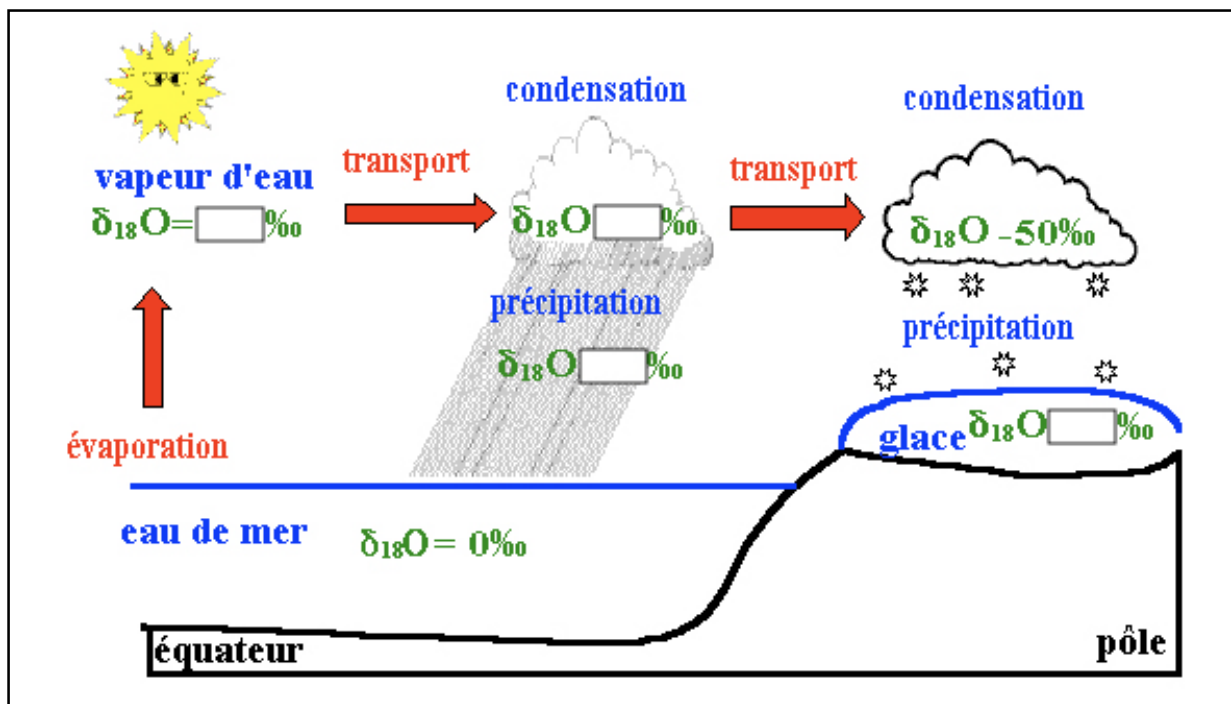


Figure I : Schéma à compléter

Question 1 : Estimer approximativement les valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ dans le schéma ci-dessus.

Question 2 : Quel est le $\delta^{18}\text{O}$ d'un échantillon de glace pour lequel $(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{glace}} = 0,00196$?

Question 3 : Décrire la Figure 2. Quelles informations pouvez-vous déduire des relations existantes entre les différents paramètres présentés ? Que va-t-on observer aux pôles durant une période glaciaire ?

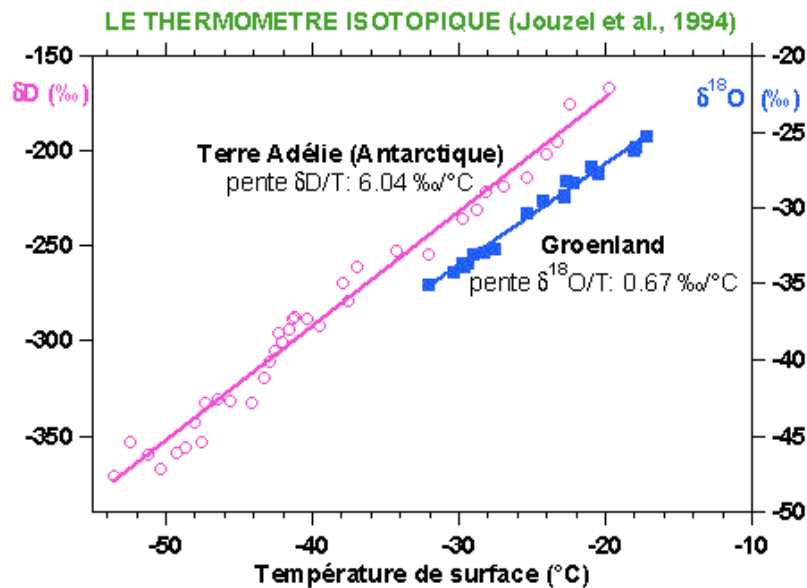


Figure 2 - Valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ et δD de la glace au Groenland et en Terre d'Adélie en Antarctique.

Question 4 : D'après les observations précédentes et la figure ci-dessous, estimez les tendances du $\delta^{18}\text{O}$ de la glace et de l'océan pour des périodes plus froides et plus chaudes qu'actuellement. Expliquer.

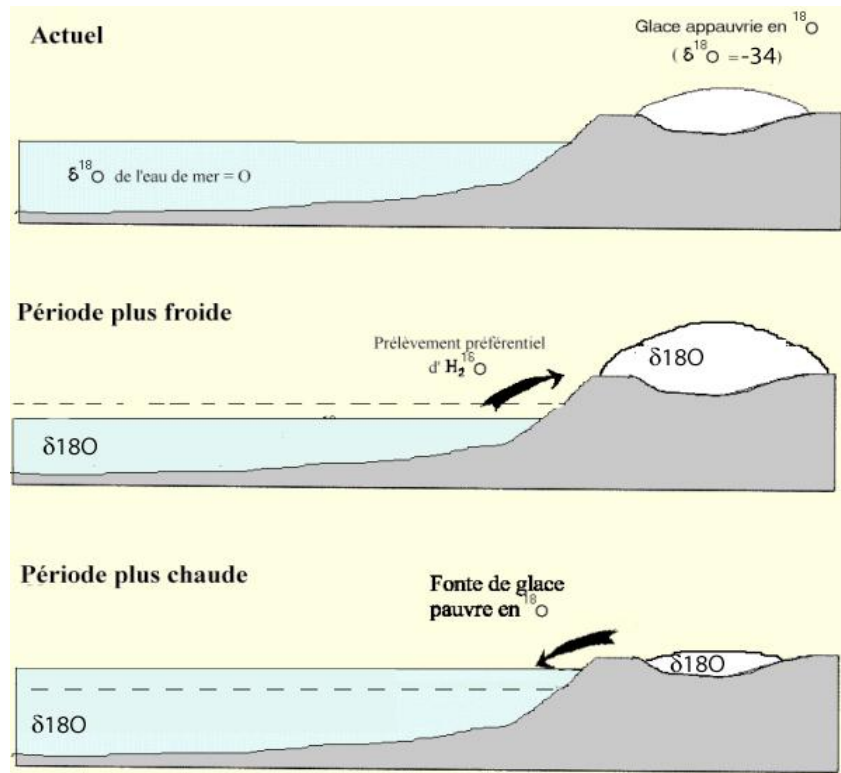


Figure 3 : Aide à la question 4

Exercice 2 : Enregistrement du signal isotopique dans les océans et dans les glaces au cours des 400 000 dernières années

Question 1 : Discuter les relations entre les $\delta^{18}\text{O}$ mesurés dans les océans et dans la glace en Antarctique présentés en figure 4.

Question 2 : A partir de l'observation de la figure 4, discuter le lien entre les températures atmosphériques et les $\delta^{18}\text{O}$ mesurés dans les océans et dans la glace.

Question 3 : Observez-vous une certaine cyclicité temporelle dans ces données ? A quoi peut être due cette cyclicité ? Climatiquement, à quoi peut-elle correspondre ? Repositionnez ces périodes sur le graphique des températures atmosphériques.

Question 4 : A part la température atmosphérique, quels autres changements majeurs peuvent exister entre une période glaciaire et interglaciaire ?

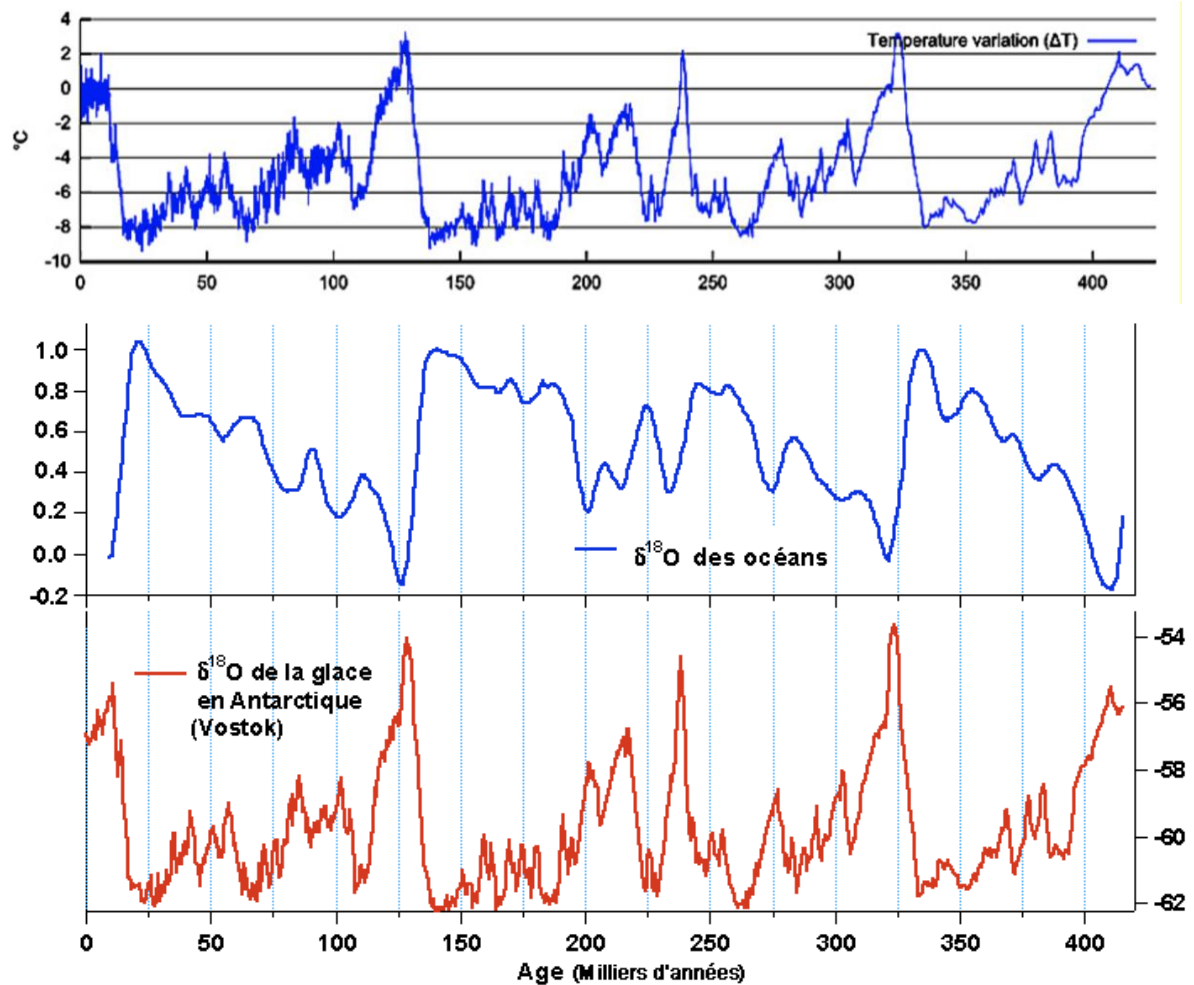


Figure 4. 1) Variations des températures atmosphériques par rapport à l'actuel obtenu grâce à l'analyse de la carotte de glace prélevée à Vostok en Antarctique. Variations 2) du $\delta^{18}\text{O}$ dans les océans et 3) dans la glace Antarctique (‰).

Partie 2 – Les variations du niveau marin

Travail en Autonomie

Rappels :

*On distingue deux sortes de glace :

- les calottes posées sur les continents (glaces continentales), telles que les calottes de l'Antarctique et du Groenland qui peuvent atteindre plusieurs milliers de mètres d'épaisseur.
- les banquises (glaces de mer) qui s'étendent actuellement dans l'océan Arctique et autour de l'Antarctique et qui peuvent atteindre 15 mètres d'épaisseur.

Exercice : Variations passées du niveau marin : impacts sur les populations (30 min)

Partie A – Premières migrations humaines en Amérique

Les plus anciennes traces de peuplements de l'Amérique découvertes à ce jour sont datées de la dernière période glaciaire, il y a environ 20 000 ans. Une migration plus ancienne n'est cependant pas exclue. Les études archéologiques et génétiques (ADN mitochondrial) des populations indiennes d'Amérique révèlent une origine asiatique commune. Ce peuplement humain s'est accompagné de celui de grands mammifères (mammouths, bisons, bœufs-musqué...).

Au plus fort des périodes glaciaires, une immense calotte de glace appelée Laurentide recouvrait complètement le nord du continent américain (voir Figure. 1).

Question 1 : Pourquoi le contour des côtes à cette époque était-il différent de l'actuel ? Argumentez votre réponse.

Question 2 : Par quels moyens des populations humaines venant d'Asie ont-elles pu peupler le continent américain ? En quoi la Figure 2 peut-elle vous aider à répondre à cette question ? Argumentez votre réponse avec des données précises.



Figure 1 - Reconstitution de l'extension des calottes d'Amérique du Nord et de la morphologie côtière au dernier maximum glaciaire (période la plus froide, il y a environ 20 000 ans).

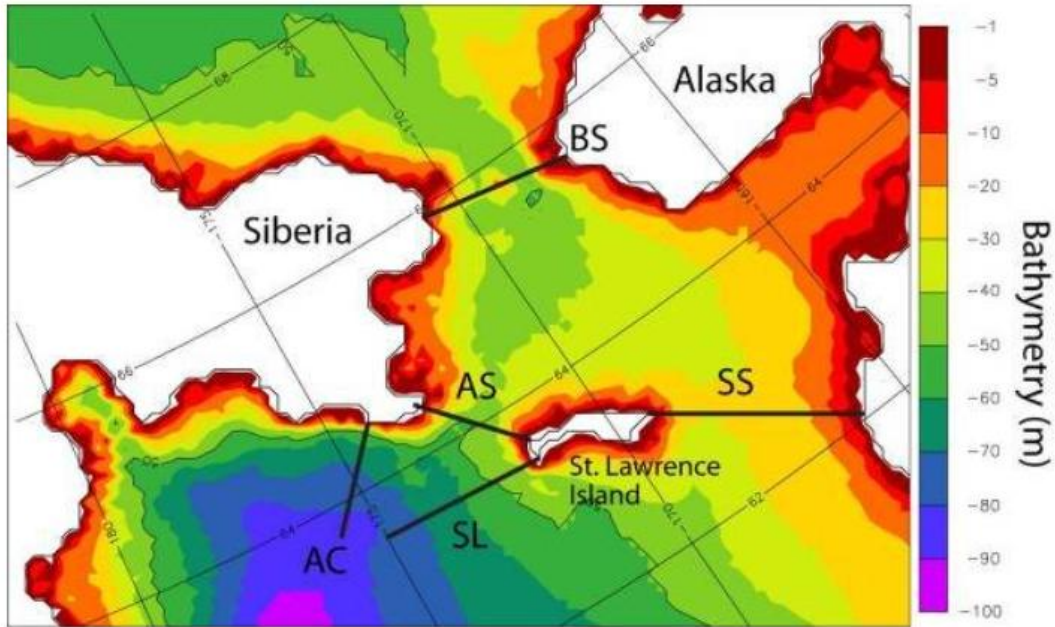


Figure 2 : Bathymétrie actuelle, en mètres, autour du détroit de Behring.

Partie B – La grotte préhistorique de Cosquer (Marseille), un témoin des variations climatiques

En Méditerranée, dans les Calanques marseillaises, des plongeurs ont découvert une grotte ornée (La grotte Cosquer) abritant des dessins et peintures préhistoriques (Figure 3). Ces dessins représentent principalement des animaux dont les principaux sont des chevaux, des pingouins et des phoques. Des datations au carbone 14 ont permis de déterminer que ces dessins et peintures ont été faits par des humains il y a entre environ 18 000 et 28 000 ans avant aujourd'hui.

L'entrée de la grotte Cosquer est aujourd'hui complètement immergée.

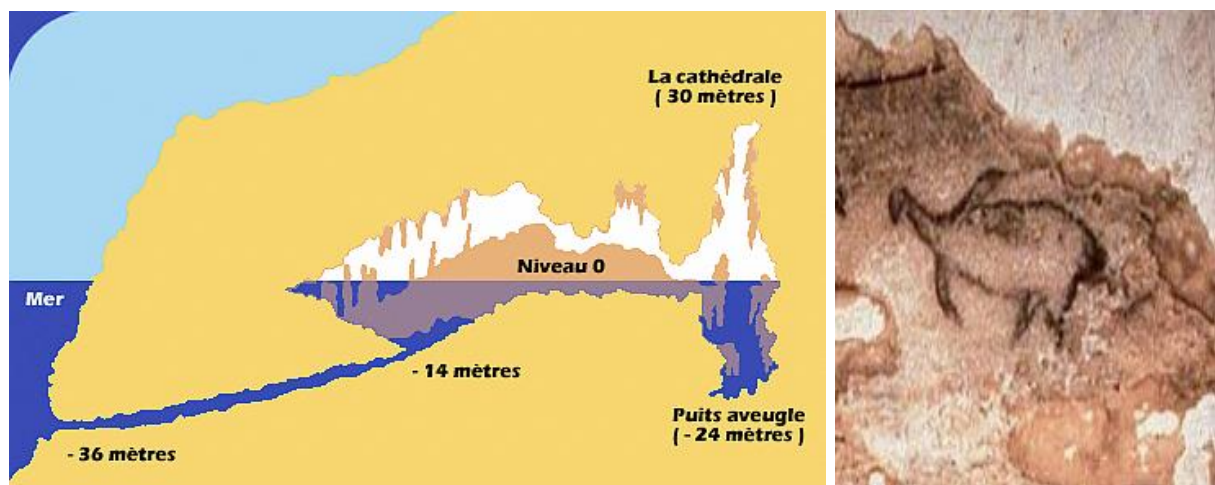


Figure 3 : A gauche est présentée une coupe de la grotte Cosquer (Marseille) et à droite un dessin au charbon fait sur une paroi de la grotte représentant un pingouin.

Question 3 : Qu'atteste la présence de peinture de pingouins sur ces parois ?

Question 4 : Comment expliquer que l'entrée de la grotte Cosquer se trouve actuellement immergée ?

Question 5 : A partir des données de variation de niveau marin qui vous sont fournies sur la Figure. 3 pouvez-vous comparer les résultats de la grotte Cosquer avec ceux de la partie A ? Si oui, les données des deux parties de l'exercice sont-elles en accord ? Argumentez.