

L'étude des glaces continentales (inlandsis) permet de retracer le climat depuis 800 000 ans. En dehors des pôles, la palynologie apporte aussi des informations. Comment peut-on confirmer ces résultats en milieu océanique ?

Mesure du $\delta^{18}\text{O}$ dans les sédiments océaniques :

Le rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de l'océan dans le passé ne peut être déterminé directement, mais indirectement dans les tests calcaires (ou coquilles) d'organismes fossilisés (Foraminifères par exemple), selon le même principe que pour la glace. On définit ainsi un $\delta^{18}\text{O}$ pour les carbonates (de formule CaCO_3). En effet, les organismes planctoniques élaborent leurs tests carbonatés selon la réaction : $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Le rapport $\delta^{18}\text{O}$ de leur coquille est ainsi d'autant plus grand, que celui de l'eau est élevé.

On utilise ici des Foraminifères vivant à grande profondeur (= **foraminifères benthiques**). En effet, l'incorporation d' ^{18}O dépend non seulement de sa teneur dans l'eau de mer, mais aussi de la température, et les températures ne varient que peu en profondeur au cours du temps contrairement à la surface. Attention, les valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ sont différentes de celles des glaces car les référentiels ne sont pas les mêmes.

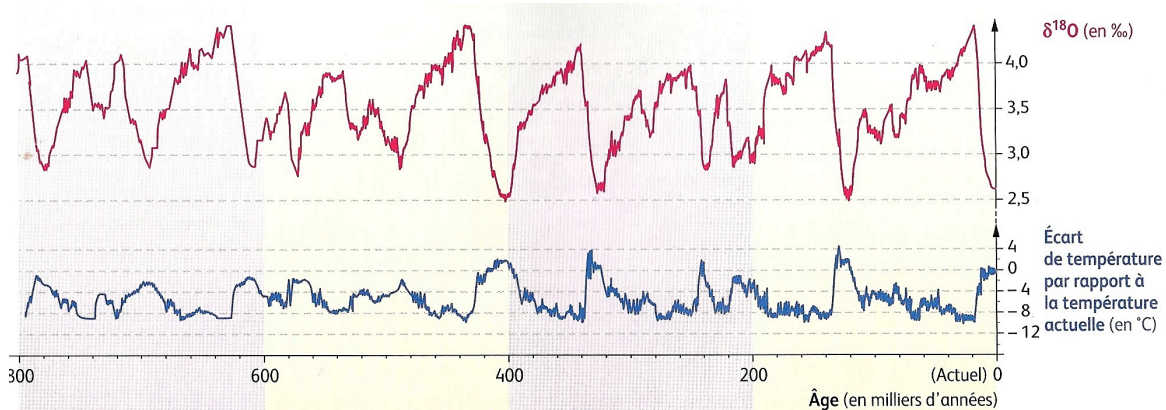
Comme pour la glace, le $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ est comparé à un rapport de référence.

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{sédiment}} = \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{sédiment}} - (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{bélemnite référence}}}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{bélemnite référence}}}$$

Le fossile servant de référence est une bélemnite (Céphalopode fossile). Il a été trouvé dans une roche calcaire datée du Crétacé supérieur (99,5 à 65,5 Ma). A cette époque, on suppose que la Terre était dépourvue de toute calotte glaciaire : l'eau de mer présentait alors un $\delta^{18}\text{O}_{\text{eau de mer}}$ d'environ $-0,7 \text{ ‰}$ par rapport aux eaux actuelles.

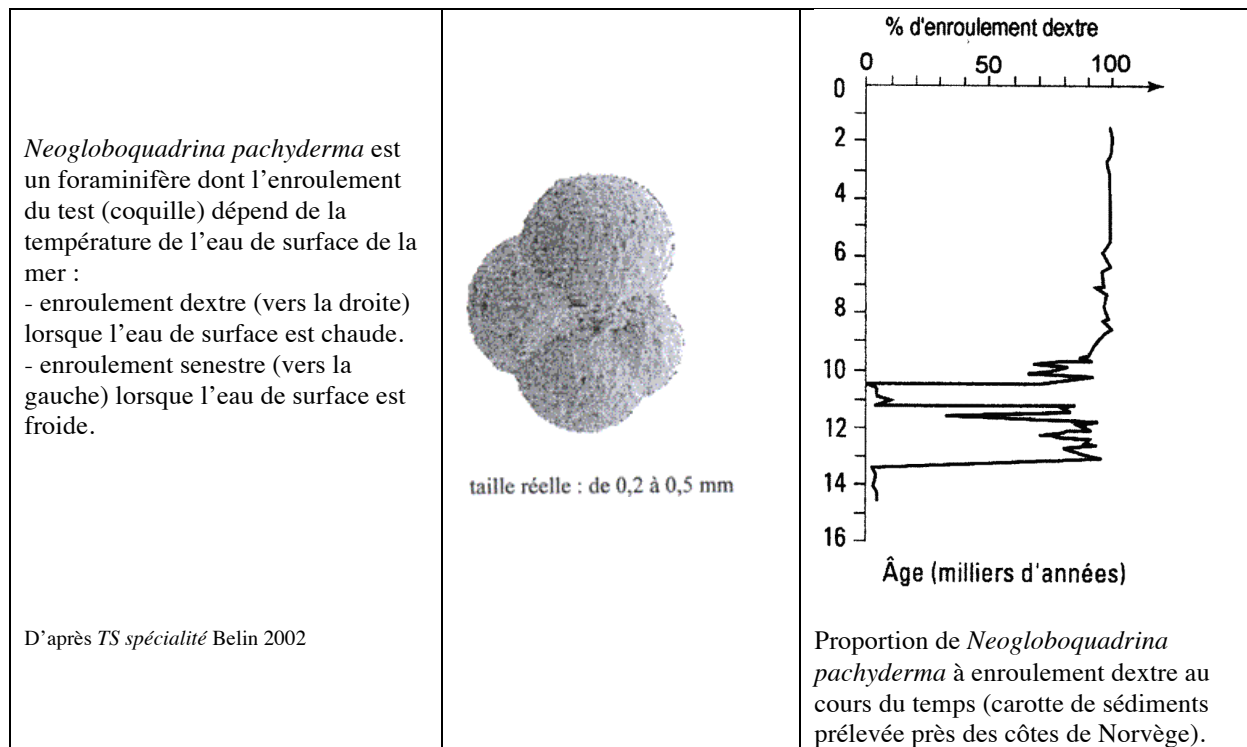
Un exemple de Foraminifère vu en microscopie électronique.
Photographie au microscope électronique à balayage de deux foraminifères prélevées dans l'océan Pacifique subtropical (*Pulleniatina obliquiloculata*).
D'après <http://www.cerege.fr>

← Isotopes de l'oxygène et variation du volume des glaces.
D'après <http://planet-terre.ens-lyon.fr>



Composition isotopique des tests de foraminifères benthiques depuis 800 000 ans. La variation des températures déduite de l'étude des glaces antarctiques est rappelée au dessous. © Spécialité SVT Nathan 2012

Autre exemple possible, sans utiliser le $\delta^{18}\text{O}$:



Autre exemple possible, sans utiliser le $\delta^{18}\text{O}$:

