

# Le $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères benthiques.

Les foraminifères sont des organismes unicellulaires hétérotrophes (protozoaires) aquatiques. Ils vivent dans un test calcaire («coquille» constituée de carbonate de calcium:  $\text{CaCO}_3$  contenant du  $^{18}\text{O}$  et du  $^{16}\text{O}$ ) qui s'accumule à leur mort dans certaines conditions sur les fonds marins. Le groupe est très diversifié tant d'un point de vue morphologique que biologique. Ainsi certaines espèces sont planctoniques alors que d'autres vivent sur les fonds océaniques (on les dit alors benthiques) où la température est considérée constante au cours du temps.

[Lien vers les fichiers excel paléoclimatologie](#)

## Les facteurs influençant le $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères

Le  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères dépend de la température et du  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer:

- Corrélation positive entre le  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères et le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer:

$$\delta^{18}\text{O foraminifères} = f(\delta^{18}\text{O eau de mer})$$

- Corrélation négative entre le  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères et la température de l'eau de mer:

$$\delta^{18}\text{O foraminifères} = -f(T^\circ \text{ eau})$$

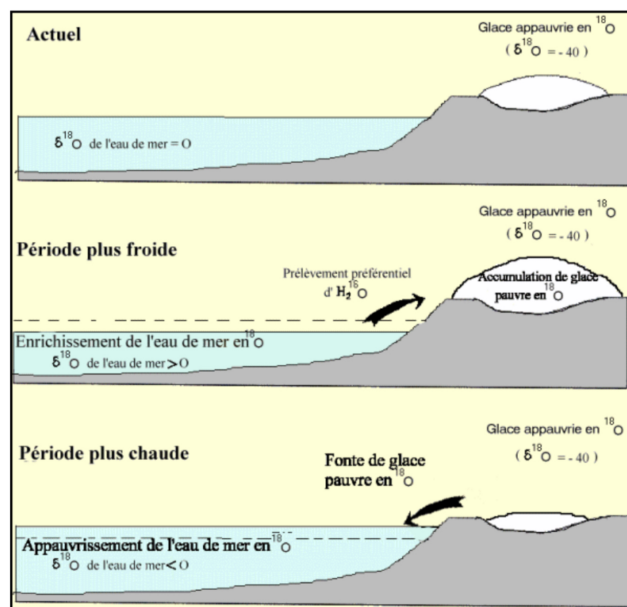
Les foraminifères benthiques (foraminifères benthiques) vivent au fond des océans où la température est constante; le  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques dépend donc uniquement du  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau: il existe une corrélation positive entre le  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques et le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer:

$$\delta^{18}\text{O foraminifères benthiques} = f(\delta^{18}\text{O eau de mer})$$

## Les facteurs influençant le $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau des océans

En période plus froide qu'actuellement, l'eau s'évapore sous les tropiques, précipite sous forme de neige et s'accumule sous forme de glace dans les glaciers et les calottes polaires; donc le volume des océans diminue tandis que le volume des calottes polaires augmente. L'eau qui s'évapore des océans et qui s'accumule sous forme de glace est appauvrie en  $^{18}\text{O}$  ( $\delta^{18}\text{O}$  de la glace polaire = -40 à -50 pour mille); l'eau qui reste dans les océans se retrouve donc relativement enrichie en  $^{18}\text{O}$ ; le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer est alors supérieur à l'actuel c'est à dire supérieur à 0.

En période plus chaude qu'actuellement, la glace des calottes polaires fond et le volume des océans augmente. L'eau provenant de la fonte des calottes polaires qui retourne aux océans est appauvrie en  $^{18}\text{O}$ ; le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer diminue et devient alors inférieur à l'actuel c'est à dire inférieur à 0.



On en déduit que le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer dépend du volume relatif entre les océans et les calottes glaciaires: il existe une corrélation positive entre le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer et le volume des calottes glaciaires:

$$\delta^{18}\text{O eau de mer} = f(\text{volume calottes glaciaires})$$

Le volume des calottes glaciaires dépend du climat global:

$$V \text{ calottes} = -f(T^\circ \text{ globale})$$

Le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer dépend donc aussi du climat global: il existe une corrélation négative entre le  $\delta^{18}\text{O}$  de l'eau de mer et la température globale:

$$\delta^{18}\text{O} \text{ eau de mer} = -f(T^\circ \text{ globale})$$

Il existe donc une corrélation négative entre le  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques et le climat global:

$$\delta^{18}\text{O} \text{ foraminifères benthiques} = -f(T^\circ \text{ globale})$$

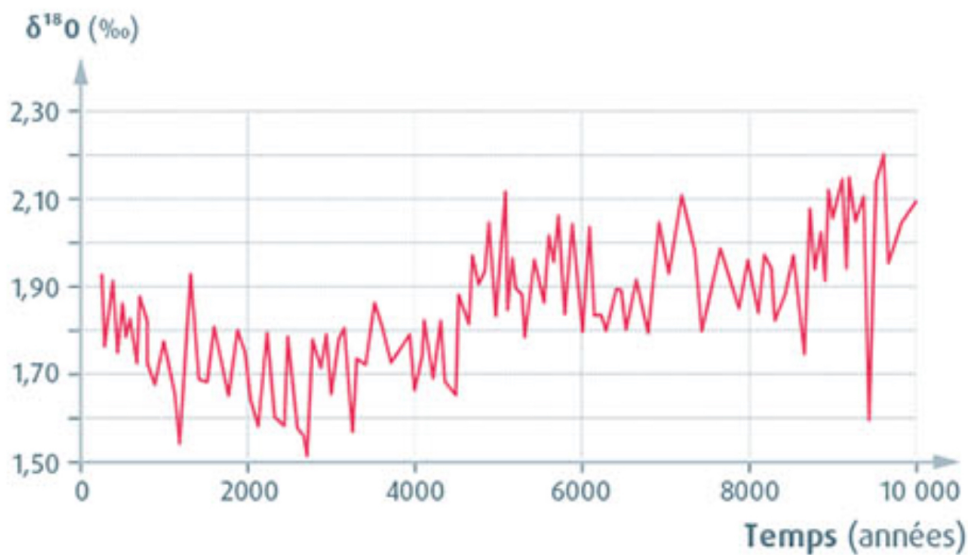
Les forages des fonds océaniques donnent accès à des sédiments océaniques contenant des restes de tests calcaires de foraminifères que l'on peut dater (plus les sédiments sont profonds plus ils sont anciens). Ces données sont disponibles dans le dossier ocean\_o18. En mesurant le  $\delta^{18}\text{O}$  de ces tests calcaires, et connaissant la relation ci dessus, il est alors possible de reconstituer les variations paléo-climatiques:

Une augmentation du  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques témoigne d'une augmentation du volume des calottes glaciaires, c'est à dire d'un refroidissement climatique.

Une diminution du  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques témoigne d'une diminution du volume des calottes glaciaires, c'est à dire d'un réchauffement climatique.

### Variations du $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères benthiques à l'Holocène (-12 000 -> actuel)

Variations du  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques à l'Holocène



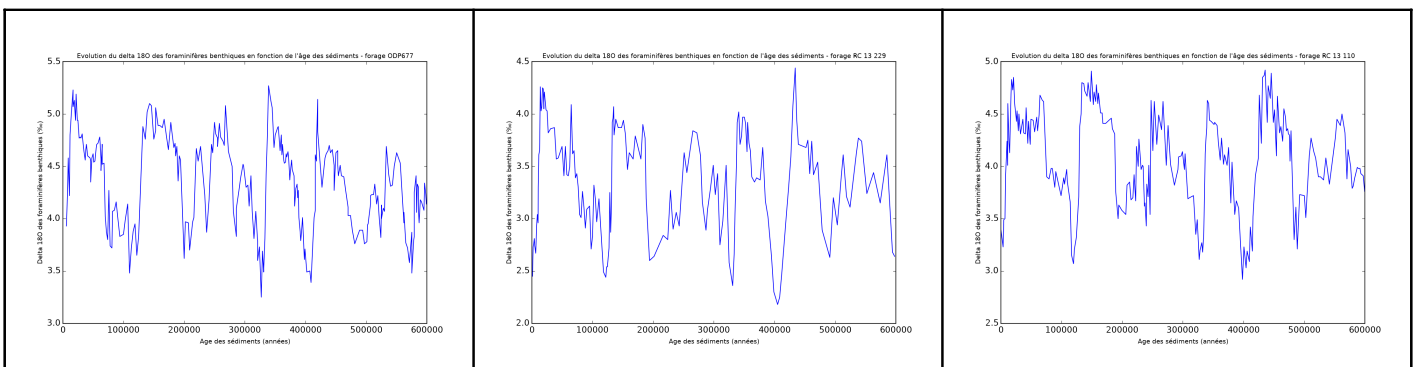
On observe que:

De - 10 000 à - 5000 ans, le  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques est élevé, c'est donc une période froide

De -5000 à - 1000, le  $\delta^{18}\text{O}$  est plus faible, il y a donc eu un réchauffement du climat

De - 1000 à l'actuel, le  $\delta^{18}\text{O}$  augmente légèrement, c'est donc un refroidissement du climat

### Variations du $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères benthiques depuis 800 000 ans (Fin Pléistocène + Holocène)



Le  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques dépend du volume relatif océans / calottes glaciaires et donc du climat. Les mesures du  $\delta^{18}\text{O}$  des tests calcaires des foraminifères benthiques des sédiments océaniques, mettent ainsi en évidence une alternance de périodes à  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques élevé c'est à dire des périodes plus froides qu'actuellement (périodes glaciaires d'environ 80 000 ans) , entrecoupées de périodes à  $\delta^{18}\text{O}$  des foraminifères benthiques faible c'est à dire des périodes plus chaudes qu'actuellement (périodes interglaciaires d'environ 15 000 ans).

Ces résultats sont concordants (mêmes variations paléo-climatiques) sur les [trois forages océaniques étudiés](#), et concordants avec les résultats issus du delta isotopique des glaces polaires; ils traduisent des changements climatiques globaux à l'échelle planétaire.