

Les carottes océaniques : un outil d'étude des paléoclimats

— TIPE —

2003-2004

Mise en place des éléments

La diatomée

Définition du $\delta^{18}O$ et principe

Protocole expérimental

Le CEREGE

Ligne de traitement

Spectrométrie de masse

Interprétation des résultats expérimentaux

Hypothèses

Recherche d'une relation entre $\delta^{18}O_{\text{séd}}$ et T

Problème de la dépendance en $\delta^{18}O_{\text{eau}}$

Recherche des coefficients numériques

Interprétation physique

Applications numériques

▶ Algue verte

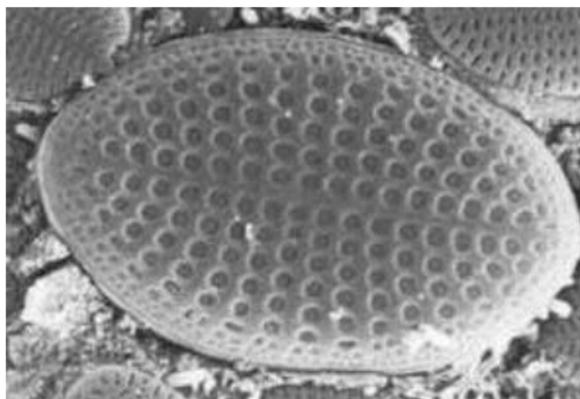


Figure: Une diatomée au microscope électronique à balayage

▶ Coque siliceuse (SiO_2)

- ▶ Existence d'isotopes (oxygène 18)
- ▶ $\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} = f(T)$

- ▶ Nécessité d'une référence
Fossile calcaire issu de la formation rocheuse de Pee Dee en Caroline de Sud (PDB)

- ▶ Analogie RMN : $\frac{R_{\text{éch}}}{R_{\text{réf}}} \simeq 1$

$$\delta = \left(\frac{R_{\text{éch}}}{R_{\text{réf}}} - 1 \right) \times 1000$$



- ▶ Ligne laser construite en 2002, calibrée en 2003. Premiers échantillons en cours d'analyse (2004)
- ▶ Le seul laboratoire en France à avoir une ligne conventionnelle (poudre fine) et une ligne laser (grosse granulométrie)



Figure: Ligne de traitement

- ▶ Purification de BrF_5
- ▶ $SiO_2 + 2BrF_5 \rightarrow O_{2(g)} + SiF_4 + 2BrF_3$
- ▶ Piégeage des sous-produits

Spectroscopie de masse de $O_{2(g)}$ obtenu par la réaction précédente.

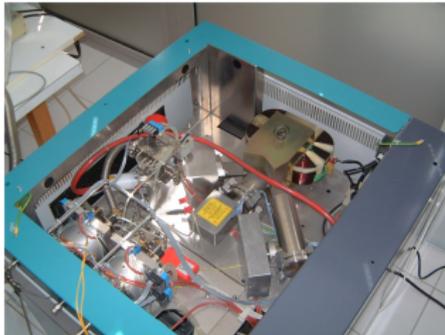


Figure: Spectro de masse

- ▶ Ionisation de $O_{2(g)}$
- ▶ Accélération des ions dans le champ \vec{E}

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = eU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

- ▶ Tri des particules par le champ \vec{B}
 $m \cdot \frac{v^2}{\rho} \vec{n} = evB\vec{n} \Rightarrow \rho = \frac{mv}{eB}$

$$R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{e}}$$

- ▶ $\text{SiO}_{2(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}^* \rightleftharpoons \text{SiO}_{2(\text{s})}^* + \text{H}_2\text{O}$
- ▶ Contrôle thermodynamique
- ▶ $K^\circ \neq 1$
- ▶ Solution de SiO_2^* dans SiO_2 (solvant)
- ▶ Solution de H_2O^* dans H_2O (solvant)

- ▶ $\ln(x^*) = \ln(R) = \ln(R_{\text{réf}}(1 + \frac{\delta}{1000})) \simeq \ln(R_{\text{réf}}) + \frac{1}{1000}\delta$
- ▶ $\ln K^\circ(T) = \ln(x_{\text{SiO}_2^*}) - \ln(x_{\text{H}_2\text{O}^*}) \simeq A(\delta^{18}\text{O}_{\text{séd}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{eau}})$
$$= -\frac{\Delta_r H^\circ - (273 + \theta)\Delta_r S^\circ}{R \times 273(1 + \frac{\theta}{273})} \simeq B + C\theta$$
- ▶ $\theta = \alpha + \beta(\delta^{18}\text{O}_{\text{séd}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{eau}})$

- ▶ Fractionnement isotopique, cycle de l'eau, quantité de glace
- ▶ $\delta^{18}\text{O}_{\text{eau}} \neq \text{cte}$
- ▶ Eaux à grande profondeur ou hautes latitudes : $T \simeq 0^\circ\text{C}$

On utilise des valeurs contemporaines pour trouver α et β .
Aujourd'hui, $\delta^{18}O_{\text{eau}} = 0$ (définit le SMOW)

- ▶ Core RC11-120 (Océan indien subantarctique) :

$$\begin{cases} \theta = 11,25 \text{ °C} \\ \delta^{18}O_{\text{séd}} = 1,8 \text{ ‰} \end{cases}$$

- ▶ Cocos Ridge core TR163-19 (Pacifique équatorial) :

$$\begin{cases} \theta = 25,5 \text{ °C} \\ \delta^{18}O_{\text{séd}} = -2 \text{ ‰} \end{cases}$$

- ▶ $\theta = 18 - 3,75(\delta^{18}O_{\text{séd}} - \delta^{18}O_{\text{eau}})$

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{séd}} = \delta^{18}\text{O}_{\text{eau}} - \frac{\theta - 18}{3,75}$$

- ▶ $\delta^{18}\text{O}_{\text{séd}}$ est d'autant plus grand que $\delta^{18}\text{O}_{\text{eau}}$ est grand
- ▶ $\delta^{18}\text{O}_{\text{séd}}$ diminue lorsque la température augmente

Ontong Java Plateau core (159°22' E, 0°19' N)

Applications numériques

