

### Mise en situation et recherche à mener

Les sédiments marins sont très étudiés pour les reconstructions des paléoclimats. Celles-ci reposent sur la composition en isotopes de l'oxygène ( $^{16}\text{O}$  ;  $^{18}\text{O}$ ) des tests carbonatés d'organismes, planctoniques ou benthiques, tels les foraminifères. Les calculs des rapports isotopiques exprimés au travers du  $\delta^{18}\text{O}$  de ces tests, font apparaître, durant le Quaternaire, des variations cycliques des températures. Dès 1920, Milutin Milanković envisage que ces variations cycliques soient corrélées à des variations temporelles des paramètres orbitaux terrestres.

**On cherche, par le repérage de foraminifères et le traitement mathématique, à argumenter la corrélation entre les variations temporelles du  $\delta^{18}\text{O}$  de leurs tests et les paramètres orbitaux terrestres entre 600 000 et 5 000 ans.**

### Ressources

#### Extraction de foraminifères de boues océaniques :

Les boues océaniques contiennent la plupart du temps des foraminifères. Ces boues peuvent être lavées sous un filet d'eau pour les débarrasser de leur fraction argileuse et ne conserver que la fraction carbonatée susceptible de contenir les microfossiles. Il faut s'assurer de la présence de ces foraminifères dans les résidus de lavage, si l'on veut pouvoir ensuite en déterminer les rapports isotopiques et accéder au  $\delta^{18}\text{O}$  de ces tests.

#### Tableau de périodicité des paramètres astronomiques impactant le climat :

Paramètre orbital	Périodicité approximative (années)
Excentricité	413 000 et 100 000
Obliquité	41 000
Précession des équinoxes	19 000 et 23 000

*D'après Laskar*

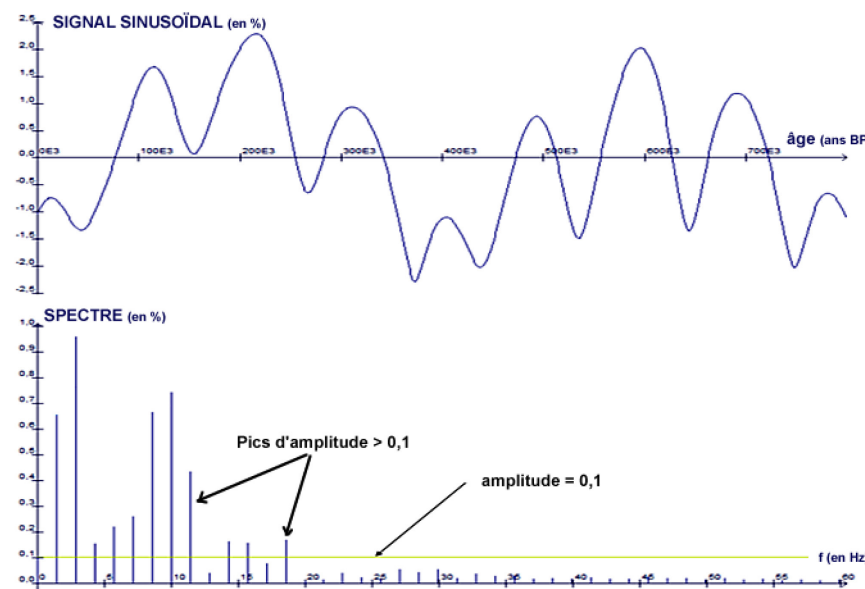
#### La transformation de Fourier :

La transformation de Fourier est une opération mathématique utilisée pour traiter un signal sinusoïdal fonction du temps (exemple : le son). Elle permet d'extraire une ou plusieurs fréquences dans le spectre obtenu à partir du signal sinusoïdal.

Tout enregistrement plus ou moins sinusoïdal et fonction du temps peut être traité par la transformation de Fourier pour isoler une fréquence d'événements répétitifs : c'est donc le cas des enregistrements de  $\delta^{18}\text{O}$  au cours du temps. On peut donc isoler des événements climatiques repérés par des valeurs de  $\delta^{18}\text{O}$ .

De la fréquence obtenue il est alors possible de définir la périodicité de l'événement en appliquant la relation liant période et fréquence :  $T = 1/f$

Capture écran du logiciel Atelier scientifique montrant le spectre obtenu (en bas) lors du traitement d'un signal sinusoïdal (en haut) par la transformation de Fourier



2-2- Les climats de la Terre  
Foraminifères et cycles de Milankovitch

Fiche sujet – candidat

**Matériel et protocole d'utilisation du matériel**

**Matériel :**

- Résidus de lavage de boues océaniques ;
- Une loupe binoculaire ;
- Aiguille montée ;
- Boîte de Pétri ;
- Fichier « mesure\_boue\_oceanique » ;
- Feuille de calcul de la périodicité du signal ;
- Atelier Scientifique — Physique ;
- Fiche Technique Atelier scientifique – Physique.

**Afin d'argumenter la corrélation entre les variations temporelles du  $\delta^{18}\text{O}$  de tests de foraminifères et les paramètres orbitaux terrestres entre 600 000 et 5 000 ans :**

- **Vérifier** dans les résidus de lavage des boues océaniques, la présence de foraminifères utiles à la mesure du  $\delta^{18}\text{O}$  : en isoler un seul ;
- **Traiter** mathématiquement les mesures du  $\delta^{18}\text{O}$  obtenues sur les foraminifères.

**Sécurité :**

Rien à signaler

**Précautions de la manipulation :**

Traitement mathématique :

- Sur le spectre de Fourier obtenu **étirer les abscisses** pour une gamme de fréquence de 0 à 60  $\mu\text{Hz}$  **et les ordonnées** pour une graduation des amplitudes 0 à 0,35.
- **Ne considérer que** les pics significatifs (**amplitude > 0,04330**) apparus dans le spectre de Fourier sur une gamme de fréquence de 0 à 60  $\mu\text{Hz}$ .

**Dispositif d'acquisition et de traitement d'images (si disponible)**

