SVT · TERMINALE / COURS

Le temps et les roches

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

01 Le problème

Une falaise montre des couches de roches empilées, traversées par un filon, avec des fossiles. Dans quel ordre tout cela s'est-il formé ? Et quel âge a chaque roche, en millions d'années ?

01 L'idée : la pile de journaux et le sablier

Deux façons de dater, comme pour une pile de vieux journaux.

- **La pile** : sans lire les dates, tu sais que le journal du dessous a été posé avant celui du dessus. C'est la **datation relative** : un ordre, pas un âge.
- **Le sablier** : un sablier retourné au moment où la roche se forme. Le sable qui tombe à vitesse connue indique le temps écoulé. C'est la **datation absolue** : les éléments radioactifs sont le sable.

01 La datation relative

- **Superposition** : une couche est plus récente que celle qu'elle recouvre (sauf si la série a été retournée).
- **Recoupement** : une structure qui en recoupe une autre (faille, filon) est plus récente qu'elle.
- **Inclusion** : un morceau de roche inclus dans une autre est plus ancien que la roche qui l'englobe.
- **Continuité** : une même couche a le même âge sur toute son étendue.
- **Identité paléontologique** : deux couches qui contiennent les mêmes fossiles stratigraphiques ont le même âge.

Un **fossile stratigraphique** a vécu peu de temps, en grand nombre et sur une large zone : les ammonites, par exemple. Les grandes coupures de l'échelle des temps géologiques correspondent à des **crises biologiques** (comme la disparition des dinosaures non aviens il y a 66 Ma).

La datation absolue

Un élément radioactif **père** P se désintègre en élément **fils** F à un rythme fixe. La **demi-vie** $t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle la moitié des atomes pères a disparu.

$$P = P_0\,\mathrm{e}^{-\lambda t} \qquad \text{et} \qquad t = \frac{1}{\lambda}\ln\left(1 + \frac{F}{P}\right) \quad \text{si } F_0 = 0$$

avec $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/svt/terminale/le-temps-et-les-roches/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Le chronomètre démarre quand la roche se **ferme** : quand le minéral cristallise et piège les atomes. On date donc la formation de la roche, pas l'âge des atomes.

Méthode	Demi-vie	Usage
Carbone 14	5 730 ans	restes organiques, jusqu'à 50 000 ans environ
Potassium-argon	1,3 milliard d'années	roches volcaniques (^{40}Ar absent au départ)
Rubidium-strontium	49 milliards d'années	roches magmatiques anciennes, méthode de l'isochrone

La méthode de l'isochrone (Rb-Sr)

Dans une roche, il y a déjà du strontium au départ : on ne peut pas utiliser la formule simple. On mesure plusieurs minéraux d'une même roche et on trace $\frac{^{87}\mathrm{Sr}}{^{86}\mathrm{Sr}}$ en fonction de $\frac{^{87}\mathrm{Rb}}{^{86}\mathrm{Sr}}$. Les points s'alignent sur une droite, l'**isochrone**, dont le coefficient directeur a donne l'âge :

$$a = \mathrm{e}^{\lambda t} - 1 \qquad \Longrightarrow \qquad t = \frac{\ln(a+1)}{\lambda}$$

Document : la discordance de Siccar Point

En 1788, le géologue écossais James Hutton emmène deux amis en bateau jusqu'à Siccar Point, une falaise de la côte est de l'Écosse. On y voit des couches de grès presque verticales, tranchées net, et recouvertes de couches de grès rouge presque horizontales.

Ce que montre ce document : les couches du bas se sont déposées à plat, puis ont été basculées par une formation de montagne, puis érodées jusqu'à former une surface plane. Ensuite seulement, de nouvelles couches se sont déposées dessus. Cela demande un temps immense. L'un des compagnons de Hutton écrira que « l'esprit semblait pris de vertige à regarder si loin dans l'abîme du temps ».

Retour au problème

Les principes de datation relative donnent l'ordre des événements : une couche est plus jeune que celle qu'elle recouvre, un filon est plus jeune que les roches qu'il traverse, et les fossiles permettent de comparer des affleurements éloignés. Les âges en millions d'années viennent de la radioactivité, par exemple avec la méthode rubidium-strontium.

Les pièges

- Relatif : un **ordre**. Absolu : un **âge**.
- Le chronomètre démarre à la **fermeture** du système (cristallisation).
- Choisir une méthode dont la demi-vie est adaptée à l'âge cherché : le carbone 14 ne date pas un granite.
- Superposition : valable seulement si les couches n'ont pas été renversées.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/svt/terminale/le-temps-et-les-roches/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits