

SEANCE DE REMEDIATION SUR LA DATATION EN SCIENCES DE LA TERRE

PROGRAMME DE SPECIALITE SVT TERMINALE

LES PRINCIPES DE DATATION RELATIVE

Principe de **superposition** : Toute couche qui en recouvre une autre lui est postérieure (si elle n'a pas été renversée tectoniquement).

Principe de **recoupement** : Toute structure qui en recoupe une autre lui est postérieure.

Principe de **d'inclusion** : toute inclusion est plus ancienne que la structure qui l'entoure

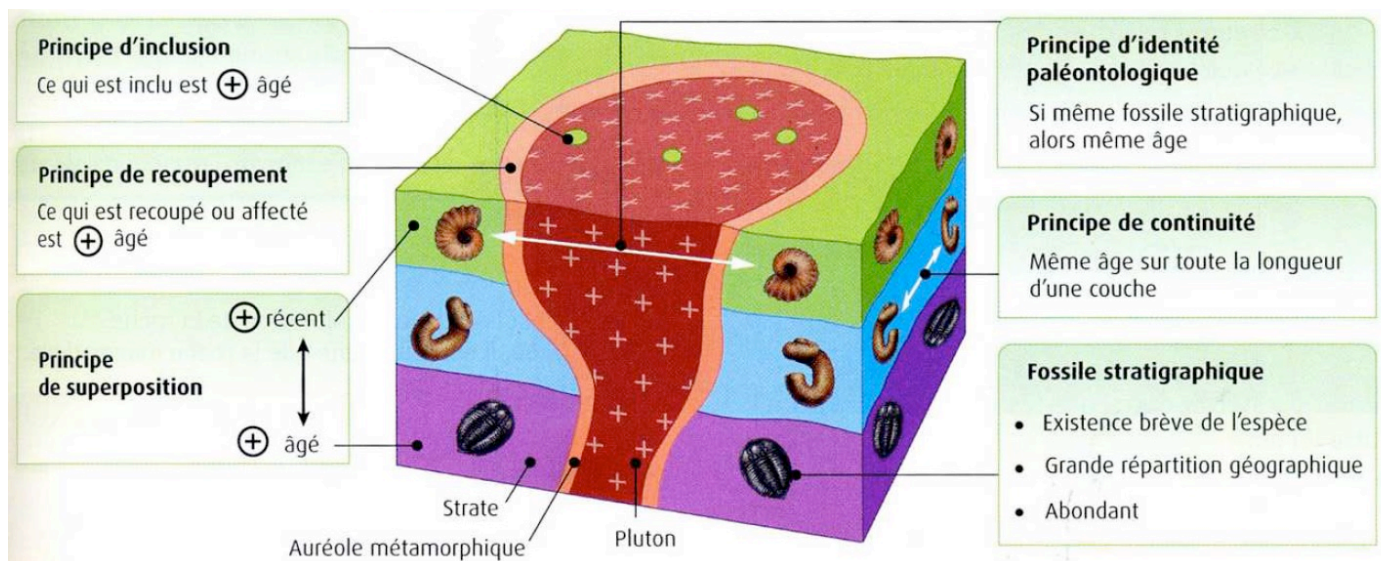
Principe de **continuité latérale** : une même strate est de même âge en tous points.

LE DECOUPAGE DU TEMPS GRACE AUX FOSSILES

Seuls certains fossiles sont exploitables pour caractériser l'âge de leur strate, ce sont les **fossiles stratigraphiques**, qui répondent à 3 critères :

- évolution morphologique rapide de l'espèce, ou sa disparition rapide, à l'origine d'une faible extension dans le temps (datation plus précise)
- vaste répartition géographique (uniquement des espèces marines) pour pouvoir corréler des couches
- grand nombre d'exemplaires (abondance des individus et grand potentiel de fossilisation) de manière à avoir une probabilité relativement élevée de les trouver dans une strate.

Principe de **d'identité paléontologique** : deux couches ou deux séries de couches contenant les mêmes fossiles stratigraphiques ont le même âge.



L'ECHELLE CHRONOSTRATIGRAPHIQUE

Les **coupures** dans les temps géologiques sont établies sur des critères paléontologiques : l'apparition ou la disparition de groupes de fossiles stratigraphiques. Les **ères** géologiques sont de vastes divisions des temps géologiques, dont les limites ont été définies en fonction de changements majeurs dans la nature des fossiles (crise biologique). Les ères sont subdivisées en **périodes**, et les périodes en **étages**. Chaque étage est défini par un **stratotype**, c'est-à-dire un affleurement rocheux le plus complet et le plus caractéristique (référence mondiale).

Ère	Période	Étage
Secondaire = Mésozoïque	Crétacé	...
		Berriasien
		...
	Jurassique	Pliensbachien
		Sinemurien
		Hettangien
	Trias	Rhétien
		...

LA DATATION ABSOLUE PAR RADIOCHRONOLOGIE

Regarder la vidéo (ENS / ordre de grandeur / datation) : <https://www.youtube.com/watch?v=65oFHBE0OjI>

Principe de la radiochronologie : La chronologie absolue repose sur la présence d'**isotopes radioactifs** dans les roches. La désintégration d'un isotope radioactif, qualifié d'**élément-père P**, donne naissance à un nouvel élément, l'**élément-fils F**, et à des rayonnements radioactifs selon l'équation suivante

$$P_t = P_o \cdot e^{-\lambda t}$$

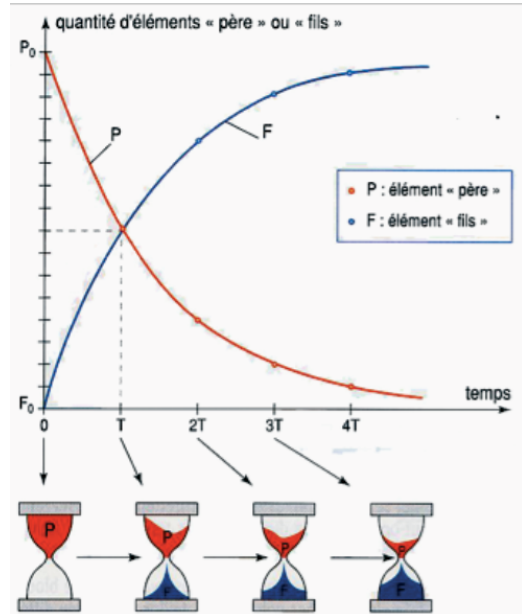
Avec P_o la quantité d'élément père lors de la fermeture du système isotopique et P_t la quantité d'élément père au temps t .

Chaque atome père P qui se désintègre crée un atome fils F comme l'illustre le graphique ci-contre.

En système clos, on peut donc écrire :

$$\begin{aligned} P_o + F_o &= P_t + F_t \\ \Leftrightarrow F_t &= F_o + P_o - P_t \\ \Leftrightarrow F_t &= F_o + P_o \cdot e^{\lambda t} - P_t \end{aligned}$$

$$F_t = F_o + P_o(e^{\lambda t} - 1)$$



Pour déterminer t d'après cette équation, il faut connaître :

- F_t et P_t : mesurables avec un spectromètre de masse
- F_o : des méthodes différentes permettent d'éliminer ou d'évaluer F_o .

Exemple de la méthode K/Ar : $^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}$

L'isotope-fils (l'argon) est un gaz qui n'est pas incorporé par les cristaux lors de leur formation (il n'a pas d'affinité pour les cristaux).

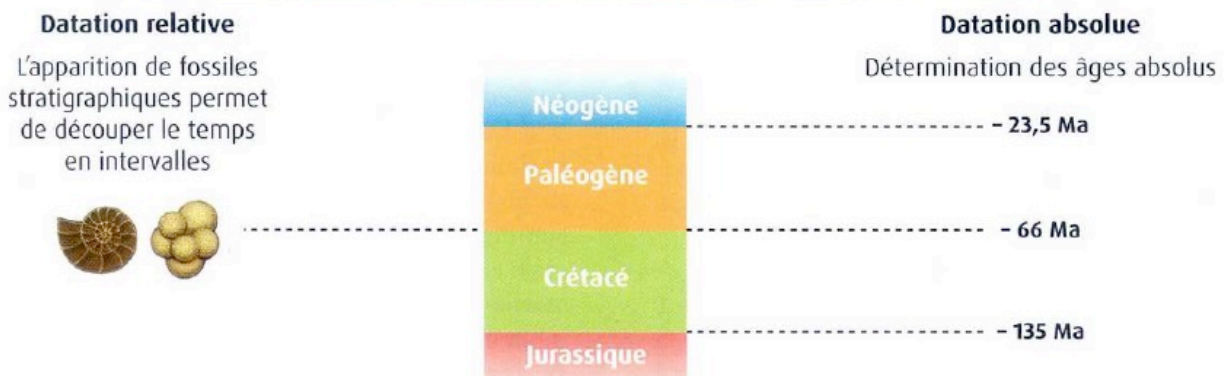
L'argon présent dans un cristal ou une roche peut donc être considéré comme provenant uniquement de la désintégration du potassium : $^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}$. $F_o = \text{Ar}_0$ est donc considéré nul.

La formule devient dans ce cas : $^{40}\text{Ar} = ^{40}\text{K}(e^{\lambda t} - 1)$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + \frac{^{40}\text{Ar}}{^{40}\text{K}} \right)$$

D'où

Calage de l'échelle stratigraphique dans le temps grâce à la radiochronologie



Datation relative

Pour chaque proposition, identifiez la bonne réponse.

1. D'après le principe de superposition, en l'absence de toute déformation, une strate reposant sur une autre lui est :

- a. antérieure.
- b. postérieure.
- c. peut-être synchrone.

2. Si une strate n'a pas la même composition sur toute sa longueur, alors :

- a. on ne peut pas appliquer le principe de continuité.
- b. elle a néanmoins le même âge sur toute sa longueur, d'après le principe de continuité.
- c. cela signifie qu'elle s'est formée à deux moments différents.

3. Si deux formations sédimentaires géographiquement éloignées ont une composition chimique différente, mais contiennent les mêmes fossiles stratigraphiques, alors :

- a. on ne peut pas appliquer le principe d'identité paléontologique.
- b. d'après le principe d'identité paléontologique, elles ont le même âge.
- c. d'après le principe de continuité, elles ont le même âge.

4. Si deux formations sédimentaires géographiquement éloignées ont une composition chimique identique, mais contiennent des fossiles stratigraphiques différents, alors :

- a. on ne peut pas appliquer le principe d'identité paléontologique.
- b. d'après le principe de continuité, elles ont le même âge.
- c. d'après le principe de continuité, elles sont d'âge différent.

5. Cette photo représente un galet de roche magmatique traversé par un filon. On peut dire que :

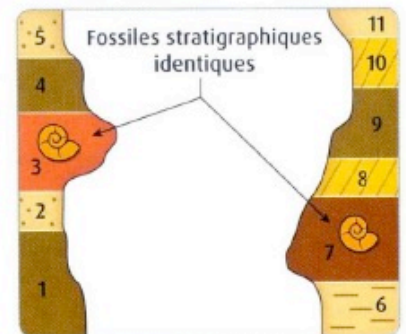
- a. le filon recouvre la roche magmatique ; d'après le principe de superposition, il est plus jeune que la roche magmatique.
- b. le filon recoupe la roche magmatique ; d'après le principe de recoupement, il est plus jeune que la roche magmatique.



c. le filon est issu de la décoloration de la roche magmatique, il est plus jeune que la roche magmatique.

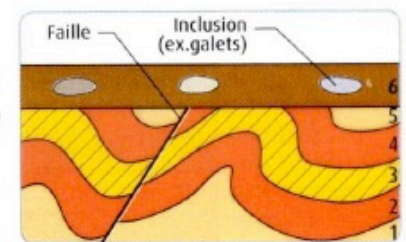
6. D'après ce schéma :

- a. la strate 4 est forcément synchrone de la strate 8.
- b. la strate 4 est peut-être synchrone de la strate 8.
- c. la strate 7 est peut-être synchrone de la strate 9.



7. D'après ce schéma, l'épisode de plissement est :

- a. antérieur à la faille et la strate 6.
- b. postérieur à la faille et à la strate 6.
- c. postérieur à la faille et antérieur à la strate 6.



8. Un fossile stratigraphique est la trace d'un être vivant dont l'espèce doit avoir eu :

- a. une durée d'existence brève uniquement.
- b. une durée d'existence longue, pour le retrouver plus fréquemment dans les roches et établir des corrélations temporelles.
- c. une durée d'existence brève à l'échelle géologique et une grande extension géographique.

9. L'ordre croissant des niveaux de coupures dans l'échelle stratigraphique est :

- a. Ère – période – étage.
- b. Période – ère – étage.
- c. Étage – période – ère.

10. Les intervalles de temps de l'échelle chronostratigraphique sont caractérisés par :

- a. l'apparition et la disparition d'un fossile stratigraphique.
- b. l'apparition et la disparition d'au moins deux fossiles stratigraphiques.
- c. un assemblage caractéristique de fossiles stratigraphiques.

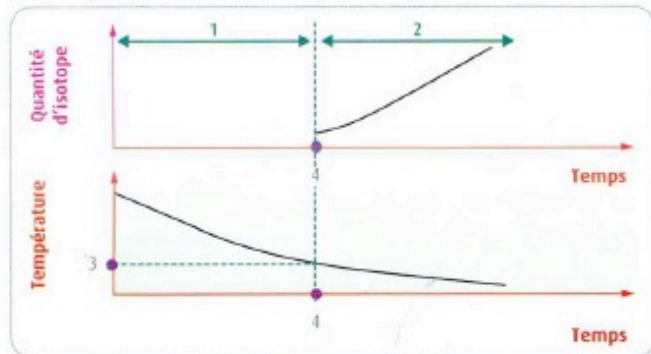
Datation absolue

Pour chaque proposition, identifiez la bonne réponse.

1. La période d'un isotope radioactif est :

- a. la vitesse à laquelle un isotope se désintègre en isotopes fils.
- b. la période au bout de laquelle la moitié des isotopes pères s'est désintégrée.
- c. la période au bout de laquelle la moitié des isotopes fils a disparu.

2. D'après le document ci-dessous, la quantité d'isotope mesurée correspond à :



- a. l'isotope père radioactif.
- b. l'isotope fils radiogénique.
- c. l'isotope père ou fils, tout dépend du couple considéré.

3. Dans le document ci-dessus, les numéros correspondent à :

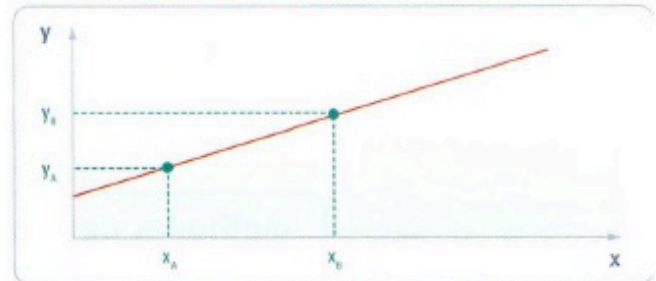
- a. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de fermeture, (4) = âge calculé.
- b. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de métamorphisme, (4) = âge du métamorphisme.
- c. (1) = système ouvert, (2) = système fermé, (3) = température de fermeture, (4) = âge calculé par radiochronologie.

4. Sur la courbe ci-contre (voir question 8), l'isochrone 1 a un coefficient directeur :

- a. plus élevé que l'isochrone 2, la roche de l'isochrone 1 est donc plus âgée.
- b. plus faible que l'isochrone 2, la roche de l'isochrone 1 est donc plus jeune.

c. plus élevé que l'isochrone 2, la roche de l'isochrone 1 est donc plus jeune.

5. Pour calculer le coefficient directeur de la droite ci-dessous, il faut effectuer le calcul suivant :



- a. $(x_A - y_A) / (x_B - y_B)$
- b. $(x_A - x_B) / (y_B - y_A)$
- c. $(y_B - y_A) / (x_B - x_A)$

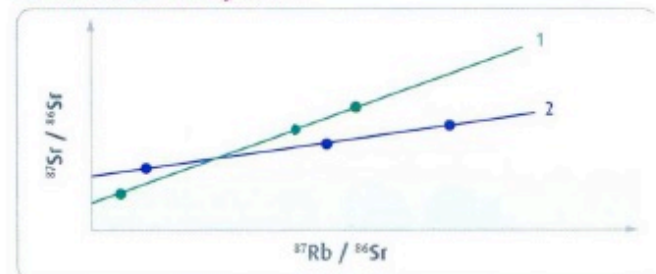
6. Pour dater une roche magmatique du Cambrien, on utilisera :

- a. le carbone 14.
- b. le radiochronomètre rubidium/strontium.
- c. aucun des deux, la roche est trop âgée.

7. La radiochronologie :

- a. permet de définir les étages.
- b. permet notamment d'attribuer des âges aux limites d'intervalles de l'échelle stratigraphique.
- c. a rendu la datation relative obsolète.

8. Les deux droites isochrones ci-dessous ont été obtenues en analysant :



- a. six échantillons d'une roche.
- b. six roches différentes.
- c. trois échantillons de deux roches.

Correction du QCM

- Datation relative : 1b – 2b – 3b – 4a – 5b – 6b – 7a – 8c – 9c - 10c
- Datation absolue : 1b – 2b – 3c – 4a – 5c – 6c – 7b – 8c