

Exercices de datation absolue

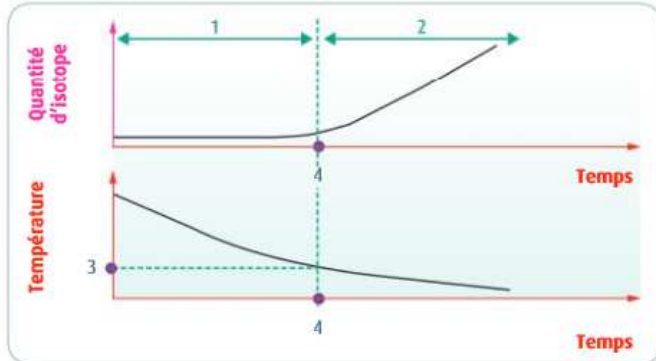
Exercice 1, QCM :

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 :

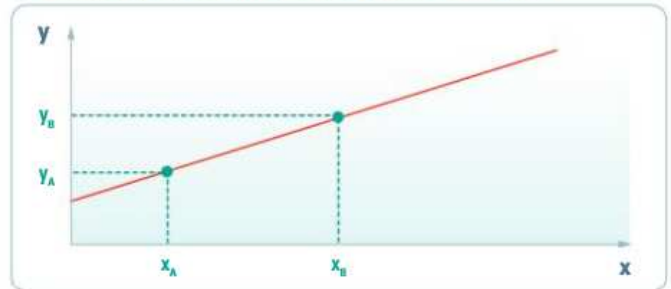
- a. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de fermeture, (4) = âge calculé.
- b. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de métamorphisme, (4) = âge du métamorphisme.
- c. (1) = système ouvert, (2) = système fermé, (3) = température de fermeture, (4) = âge 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. $(y_B - y_A) / (x_B - x_A)$

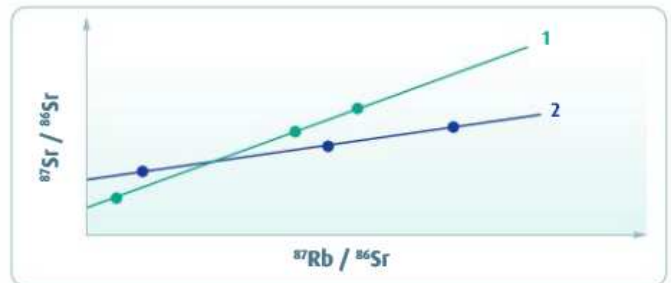
6. Pour dater une roche magmatique du Cambrien, on utilisera :

- 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 :



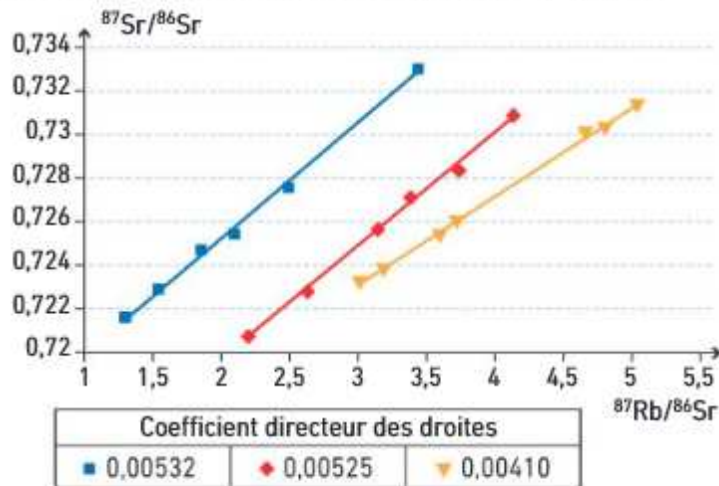
- a. six échantillons d'une roche.
- b. six roches différentes.
- c. trois échantillons de deux roches.

Exercice 2 :

Des géologues ont daté trois granites par radiochronologie (principe de la droite isochrone, basée sur la méthode rubidium-strontium). Le graphique obtenu est présenté ci-dessous.

Détermination de t (âge de la roche) :

$t = \ln(a + 1) / \lambda$, où a est le coefficient directeur de la droite isochrone et λ la constante de désintégration du rubidium, soit $1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$. On considère que les résultats obtenus ont une précision de $\pm 10 \text{ Ma}$.



Que peut-on déduire de l'étude du graphique ? Calculez l'âge absolu de chaque échantillon. Conclure.

Exercice 3 :

La datation des zircons de Jack Hills

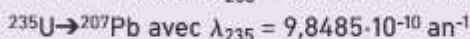
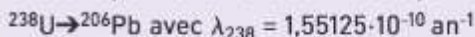
La région de Jack Hills, en Australie, est constituée de roches métamorphiques qui renferment des cristaux de zircon (ZrSiO_4). Particulièrement résistants à l'altération, les zircons traversent les périodes géologiques sans grande modification chimique. Ce sont les plus vieux minéraux connus sur Terre. Ils ont aussi l'avantage d'être riches en uranium, ce qui permet de les dater précisément.

■ À l'aide de l'exploitation rigoureuse des documents et de leur mise en relation, déterminez l'âge des zircons de la région de Jack Hills et expliquez les résultats obtenus.

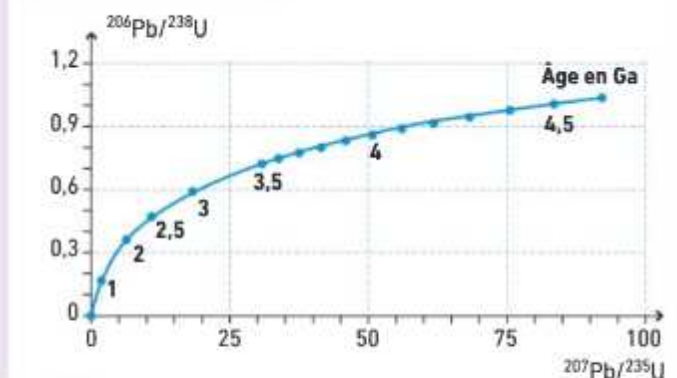


A Cristal de zircon.

La méthode uranium-plomb repose sur l'existence de plusieurs séries de désintégrations, chacune permettant d'établir des équations selon la loi de désintégration radioactive :



En conjuguant les équations obtenues, on trace le « diagramme concordia ». C'est une courbe qui reflète l'évolution des rapports ($^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$) en fonction de ($^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$) au cours du temps. Elle ne se présente pas sous la forme d'une droite, car les constantes de désintégration des deux couples sont différentes. Si les mesures des rapports isotopiques des échantillons se situent sur cette courbe, cela indique leur âge (en Ga = 10^9 ans). Si des points s'écartent de la courbe, cela signifie que les échantillons ne sont pas restés fermés et que les isotopes ont pu diffuser en dehors de leurs minéraux d'origine.



C Le diagramme concordia.

B La méthode uranium-plomb.

	Zircon 1	Zircon 2	Zircon 3	Zircon 4	Zircon 5	Zircon 6
$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	71,9	68,6	74,6	58,8	69,5	67,2
$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	0,965	0,929	0,968	0,797	0,928	0,897

Exercice 4 :

Dater le plus précisément possible l'âge de l'hominidé *Orrorin tugenensis*.

Rappel :

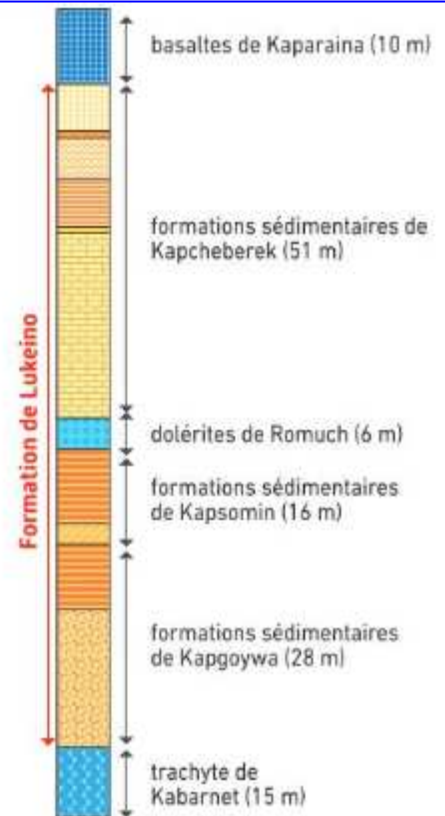
$$t = \frac{\ln\left(1 + \frac{{}^{40}\text{Ar}_t}{{}^{40}\text{K}_t}\right)}{\lambda}$$

λ est la constante de désintégration du ${}^{40}\text{K}$ et vaut $5,81 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$.

Orrorin tugenensis est une espèce d'hominidé* découverte dans le bassin de Lukeino, au Kenya (A). Cette formation géologique est essentiellement constituée de sédiments lacustres* et fluviaux entrecoupés de filons de roches magmatiques (B). Le principal site de fouilles, situé à Kapsomin, a livré la plupart des fossiles d'*Orrorin* (C).



A Vue du bassin de Lukeino.



B Colonne stratigraphique des formations de Lukeino.



C Les restes fossiles d'*Orrorin tugenensis*.

Aucune datation directe des fossiles d'*Orrorin* n'a pu être effectuée. En revanche, les paléontologues ont réalisé des mesures sur les roches volcaniques situées en dessous et au-dessus de la formation de Kapsomin (D).

Échantillon	Formation	Type de roche volcanique	Matériau analysé	Quantité de ${}^{40}\text{K}$ en mol·g ⁻¹	Quantité de ${}^{40}\text{Ar}$ en mol·g ⁻¹
LK34Gm	Kaparaina	trachybasalte	pâte volcanique	$4,055 \cdot 10^{-8}$	$1,299 \cdot 10^{-11}$
LK30Gm	Romuch	basalte	pâte volcanique	$3,063 \cdot 10^{-8}$	$1,039 \cdot 10^{-11}$
LK33AF	Kapcheberek	trachyte	feldspath	$1,680 \cdot 10^{-7}$	$5,583 \cdot 10^{-11}$
LK32Gm	Kapcheberek (partie inférieure)	trachybasalte	pâte volcanique	$4,639 \cdot 10^{-8}$	$1,523 \cdot 10^{-11}$
TG-KB02AF	Kabarnet	trachyte	feldspath	$1,552 \cdot 10^{-7}$	$5,623 \cdot 10^{-11}$

D Caractéristiques des échantillons analysés et résultats des dosages au spectromètre de masse.