

Un autre radiochronomètre, le chronomètre Uranium/Plomb

La datation des zircons de Jack Hills

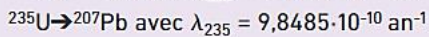
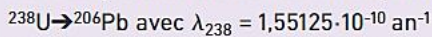
La région de Jack Hills, en Australie, est constituée de roches métamorphiques qui renferment des cristaux de zircon (ZrSiO_4). Particulièrement résistants à l'altération, les zircons traversent les périodes géologiques sans grande modification chimique. Ce sont les plus vieux minéraux connus sur Terre.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



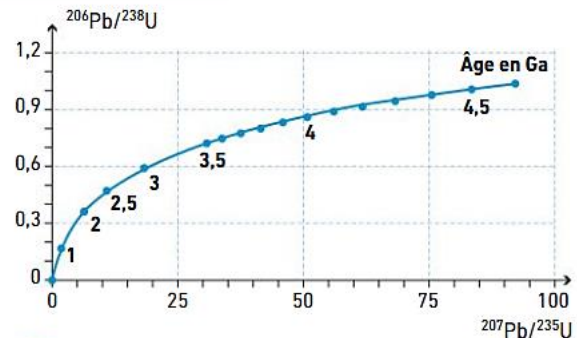
A Cristal de zircon.

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.

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.



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

C Le diagramme concordia.

D Mesures des rapports isotopiques des zircons de Jack Hills.

Le chronomètre Potassium / Argon et la datation de Lucy

Lucy a été découverte le 24 novembre 1974 à Hadar, sur les bords de la rivière Awash, dans le cadre de l'*International Afar Research Expedition* fondée par Maurice Taieb, un projet regroupant une trentaine de chercheurs éthiopiens, américains et français, codirigé par Donald Johanson (paléanthropologue), Maurice Taieb (géologue) et Yves Coppens (paléontologue).



Le premier fragment du fossile a été repéré par Donald Johanson et Tom Gray, l'un de ses étudiants, sur le versant d'un ravin.

Lucy a été décrite une première fois en 1976 mais son rattachement à l'espèce *Australopithecus afarensis* n'a été proposé qu'en 1978.

Squelette de Lucy

Utiliser les ressources et vos connaissances afin de justifier l'utilisation du chronomètre K/Ar par l'équipe de chercheurs. Puis vous proposerez un âge pour les couches sédimentaires contenant les restes de Lucy.

Le principe du chronomètre K/Ar

Le potassium est un élément abondant dans des minéraux communs tels que les feldspaths et les micas. Son isotope ^{40}K est un élément radioactif dont la désintégration produit du calcium (88 %) et de l'argon (12 %) (A). À partir de la loi de désintégration radioactive (p. 142), on peut établir l'équation suivante :

$$^{40}\text{K}_t = ^{40}\text{K}_0 \cdot (e^{-\lambda t})$$

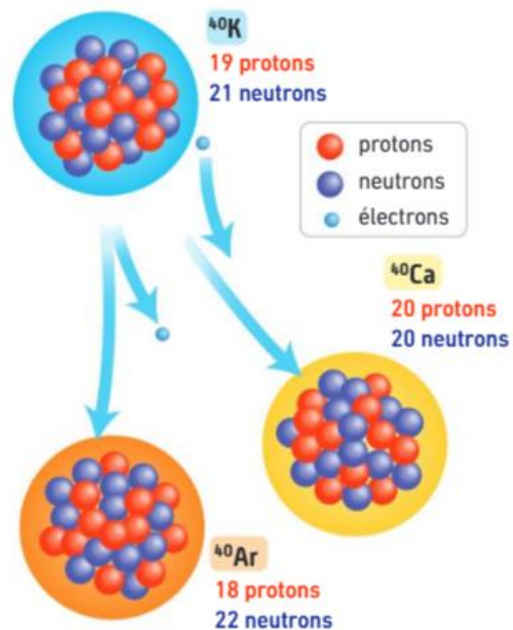
que l'on peut aussi écrire sous la forme

$$t = \frac{\ln\left(\frac{^{40}\text{K}_0}{^{40}\text{K}_t}\right)}{\lambda}$$

La quantité de $^{40}\text{K}_0$ est inconnue, mais elle peut être déduite de la mesure de $^{40}\text{Ar}_t$. En effet, l'argon est un gaz qui s'échappe du magma. Il ne sera piégé que lors de la cristallisation. On peut donc considérer que tout l'argon présent dans l'échantillon provient de la désintégration du potassium : $^{40}\text{K}_0 = ^{40}\text{K}_t + ^{40}\text{Ar}_t$. On obtient alors :

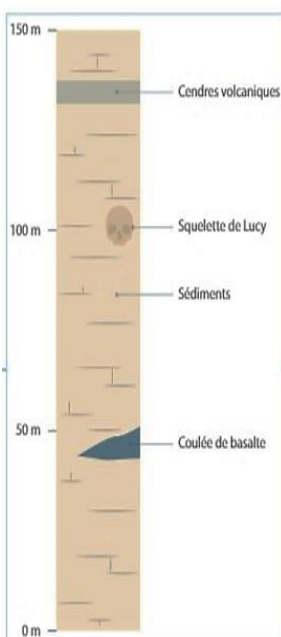
$$t = \frac{\ln\left(1 + \frac{^{40}\text{Ar}_t}{^{40}\text{K}_t}\right)}{\lambda}$$

λ est la constante de désintégration du ^{40}K et vaut $5,81 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$. Un spectromètre de masse permet de doser les teneurs en $^{40}\text{K}_t$ et $^{40}\text{Ar}_t$ dans l'échantillon.



A La désintégration du potassium 40.

Contexte géologique de la découverte et résultats des mesures isotopiques.



Les paléontologues s'intéressent à la dépression de l'Hadar, située en Afrique de l'Est. Le choix de ce site est fondé sur plusieurs arguments :

- ① Au sein des dépôts sédimentaires, on trouve des roches volcaniques associées à l'activité du rift africain.
- ② Des fossiles stratigraphiques (continentaux et lacustres), dans un état remarquable de conservation, ont permis de savoir que les roches sédimentaires se sont déposées entre -3 et -4 Ma.

Isotopes		
Nature des échantillons	Quantité de ^{40}K	Quantité de ^{40}Ar
Cendres volcaniques	$20,1 \times 10^{13}$	$3,27 \times 10^{10}$
Coulée de basalte	$19,9 \times 10^{13}$	$4,34 \times 10^{10}$

Résultats des mesures isotopiques dans les feldspaths de deux échantillons des roches volcaniques de la série