

Exercice : Datation du fossile Orrorin par la méthode K/Ar

La datation des fossiles de la lignée humaine pose souvent problème. En effet, les premiers Hominines* ont des âges de l'ordre de -6 à -3 millions d'années (Ma), ce qui est incompatible avec une datation au carbone 14. De plus, la nature chimique du squelette se prête mal aux analyses chimiques. Pour cela, on utilise souvent la méthode K/Ar qui est très adaptée pour la datation des roches sédimentaires, volcaniques et métamorphiques.

A partir de vos connaissances et des documents, vous expliquerez le principe de la datation K/Ar et vous déterminerez le plus précisément possible l'âge d'Orrorin.

Document 1 : Le principe de la datation par le couple 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 :

$$^{40}\text{K}_t = ^{40}\text{K}_{t_0} \cdot (e^{-\lambda t})$$

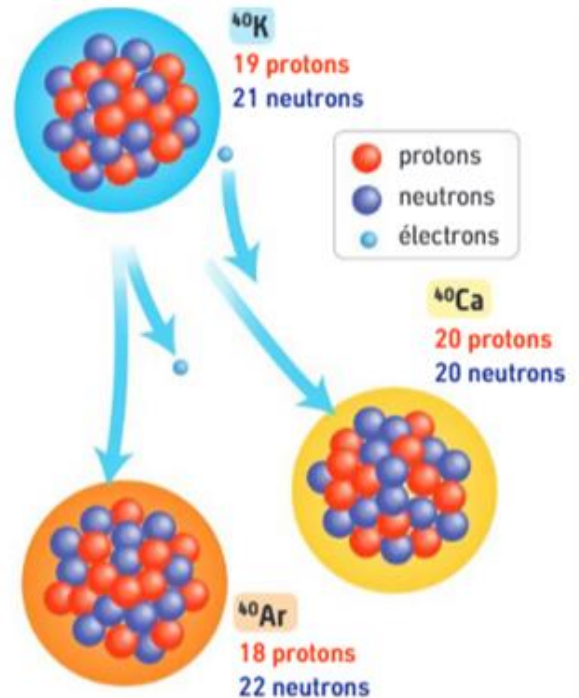
que l'on peut aussi écrire sous la forme

$$t = \frac{\ln\left(\frac{^{40}\text{K}_{t_0}}{^{40}\text{K}_t}\right)}{\lambda}$$

La quantité de $^{40}\text{K}_{t_0}$ 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 : $^{40}\text{K}_{t_0} = ^{40}\text{K}_t + ^{40}\text{Ar}_t$. On obtient alors :

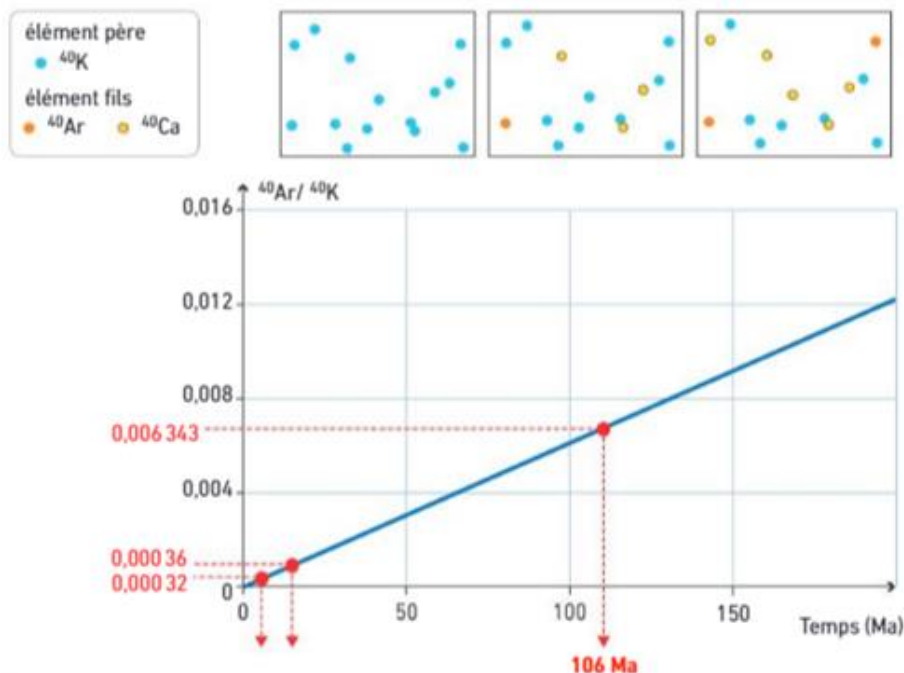
$$t = \frac{\ln\left(1 + \frac{^{40}\text{Ar}_t}{^{40}\text{K}_t}\right)}{\lambda}$$

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.

Document 2 : Graphique de référence des rapports isotopiques Ar/K en fonction du temps



Évolution du rapport $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$ au cours des 200 Ma qui suivent la fermeture du système.

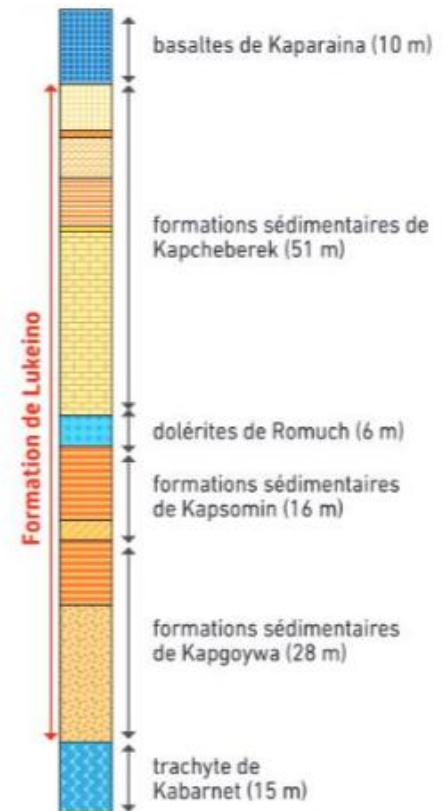
Document 3 : Orrorin, un hominidé fossile difficile à dater

Orrorin tugenensis est une espèce d'Hominine* fossile 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). On a identifié plus d'une douzaine de fragments (dents, humérus, ...) de cette espèce dans les formations sédimentaires de Kapsomin (C).

Orrorin correspond à un ensemble de 13 ossements correspondant au moins à cinq individus distincts 3 et incluant : 1 humérus (bras) ; 3 fémurs, dont 1 morceau de petite taille (cuisse) ; 1 phalange (main) ; 2 mandibules ; 6 dents. La plupart des ossements ont été découvert en octobre et novembre 2000 dans la formation de Lukeino, dans les collines de Tugen, au Kenya, par Ezra Kiptalam Cheboi. Orrorin est le nom local d'un personnage mythique, « l'Homme originel ».



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}K en $\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$	Quantité de ^{40}Ar en $\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$
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.

*Hominine : Groupe de Primates rassemblant les espèces du genre *Homo* et les stades préhumains (*Australopithèques*, *Paranthropes*, *Toumaï* et *Orrorin*)

**Lacustre : relatif à un lac.