

1.2. Le temps et les roches  
**VERS L'ÂGE D'ORRORIN**  
*Poursuite d'une stratégie*

Fiche sujet – candidat (1/4)

**Contexte**

En 1999, la paléontologue Brigitte Senut et son équipe découvre les restes d'*Orrorin tugenensis* dans la formation de Lukeino au Kenya. Parmi les ossements trouvés figure un fémur dont la morphologie plus proche de celle de l'être humain que du chimpanzé évoque une marche debout. Les scientifiques pensent alors détenir le plus ancien homininé bipède et entreprennent de déterminer son âge afin de savoir si Orrorin est plus ancien qu'*Ardipithecus ramidus*, découvert en 1993 et âgé de 4,4 Ma. En 2002, des datations par la méthode potassium-argon sont effectuées sur des échantillons de roches volcaniques qui encadrent et/ou entrecoupent les sédiments de la formation de Lukeino qui renferment des fragments du squelette d'Orrorin.

**On cherche à déterminer si Orrorin est plus âgé que *Ardipithecus ramidus*, en utilisant différents radio-chronomètres.**

**Consignes**

**Partie A : Appropriation du contexte et activité pratique (durée recommandée : 20 min)**

**La stratégie consiste à vérifier que des roches volcaniques peuvent être utilisées dans le cadre de la méthode potassium-argon et à appliquer cette méthode pour dater les roches qui encadrent les sédiments contenant les fragments du squelette d'Orrorin.**

***Appeler l'examineur pour vérifier les résultats obtenus.***

**Partie B : Communication des résultats, interprétation, poursuite de la stratégie et conclusion (durée recommandée : 40 min)**

**Présenter et traiter les résultats obtenus**, sous la forme de votre choix et les **interpréter**.

***Répondre sur la fiche-réponse candidat, appeler l'examineur pour vérification de votre production et obtenir la ressource complémentaire.***


**Proposer** une autre méthode de datation absolue pouvant s'appliquer au contexte de Lukeino.

***Appeler l'examineur pour formaliser votre proposition à l'oral***

**Conclure** à partir de l'ensemble des données, sur la pertinence et l'intérêt de multiplier les méthodes de datation absolue pour déterminer si Orrorin est plus âgé que *Ardipithecus ramidus*.

1.2. Le temps et les roches  
**VERS L'ÂGE D'ORRORIN**  
*Poursuite d'une stratégie*

Fiche sujet – candidat (2/4)

| Protocole  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>Matériel :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Lame mince de basalte ou de trachyte, étiquetée : « roche volcanique semblable à celles présentes dans la formation de Lukeino »</li><li>- Fichier « Lukeino_K-Ar » contenant les mesures de teneurs en <math>^{40}\text{K}</math> et <math>^{40}\text{Ar}</math> dans des échantillons de roches volcaniques de la formation de Lukeino</li><li>- Microscope polarisant</li><li>- Planche noir et blanc d'identification des minéraux</li><li>- Tableur</li><li>- Fiche technique « utilisation d'un tableur »</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Identifier dans une lame mince</b> d'une roche volcanique un minéral contenant du potassium ;</li><li>- <b>Traiter les mesures</b> faites sur les roches volcaniques qui encadrent les sédiments de la formation de Lukeino qui renferment des fragments du squelette d'Orrorin.</li></ul> |  |
| <p><b>Sécurité (logo et signification)</b></p> <p>RAS</p>  | <p><b>Précisions</b></p> <p>Dans un tableur, <math>5,543 \cdot 10^{-10}</math> se note 5,543E-10</p> <p>Attention aux unités de temps lors du calcul de l'âge ; tenir compte de l'unité de la constante de désintégration : 1 Ma = <math>10^6</math> ans</p>  | <p><b>Dispositif d'acquisition et de traitement d'images (si disponible)</b></p>  |

1.2. Le temps et les roches  
**VERS L'ÂGE D'ORRORIN**  
*Poursuite d'une stratégie*

Fiche sujet – candidat (3/4)

**Ressources**

**La méthode de datation potassium-argon**

Elle repose sur la mesure de la quantité d'argon 40 ( $^{40}\text{Ar}$ ) et de potassium 40 ( $^{40}\text{K}$ ) présente dans un échantillon de roche provenant de la solidification d'un magma entièrement dégazé.

L'isotope 40 du potassium est radioactif et se désintègre selon deux voies :

- 89,5 % des noyaux de potassium 40 se transforment en  $^{40}\text{Ca}$
- 10,5 % des noyaux de potassium 40 se transforment en  $^{40}\text{Ar}$

Lors d'une éruption, le magma perd l'argon 40 par dégazage. Au cours du temps, l'argon 40 produit par la désintégration radioactive du potassium 40 s'accumule à nouveau dans la roche tandis que le potassium 40 disparaît.

En tenant compte du fait que seulement 10,5 % du  $^{40}\text{K}$  se désintègre en  $^{40}\text{Ar}$ , l'application de la loi de décroissance radioactive donne le temps écoulé depuis la fermeture du système, c'est-à-dire l'âge de la roche :

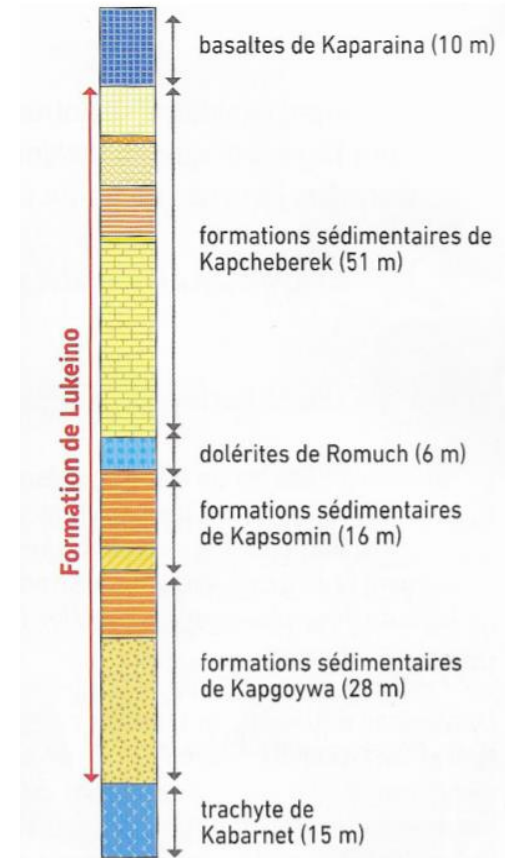
$$t = \left(\frac{1}{\lambda}\right) \times \ln\left(1 + \frac{1}{0,105} \times \frac{n(^{40}\text{Ar})}{n(^{40}\text{K})}\right)$$

avec  $\lambda$  = constante de désintégration égale à  $5,543 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$

**Formule chimique de quelques minéraux**

| Groupe                  | minéral           | Formule chimique   |
|-------------------------|-------------------|--|
| PYROXENES               | augite            | $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_2 (\text{Al}, \text{Si})_2 \text{O}_6$ |
| PERIDOTS                | olivine           | $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{SiO}_4$  |
| FELDSPATHS potassiques  | Orthose           | $\text{K Al Si}_3 \text{O}_8$  |
| FELDSPATHS plagioclases | albite, anorthite | $\text{Ca Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_8$  |

**Les roches de la formation de Lukeino**



Les ossements d'Orrorin sont dispersés dans les formations de Kapcheberek et Kapsomin.  
 Basaltes, dolérites et trachytes sont des roches volcaniques.

1.2. Le temps et les roches  
**VERS L'ÂGE D'ORRORIN**  
*Poursuite d'une stratégie*

Fiche sujet – candidat (4/4)

**Ressources complémentaires**

| <b>Couple d'éléments utilisés dans le cadre d'une datation absolue</b> | <b>Limites inférieures et supérieures de datation possible</b> | <b>Types échantillons pouvant être datés</b> |
|--|--|--|
| $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$   | 1.10 <sup>4</sup> ans à 4,5.10 <sup>9</sup> ans                | Roches métamorphiques et magmatiques         |
| $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$                                       | 10.10 <sup>6</sup> à 4,5.10 <sup>9</sup> ans                   | Zircons (minéral)                            |
| $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  | 1.10 <sup>4</sup> ans à 4,5.10 <sup>9</sup> ans                | Roches magmatiques                           |
| $^{232}\text{Th}/^{208}\text{Pb}$                                      | 10.10 <sup>6</sup> à 4,5.10 <sup>9</sup> ans                   | Zircons (minéral)                            |
| $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$  | 8.10 <sup>6</sup> à 4,5.10 <sup>9</sup> ans                    | Roches magmatiques                           |

Précision : les roches volcaniques font partie des roches magmatiques.