

Problème : Comment utiliser les radiochronomètres pour dater des échantillons de roches ?

A. Datation avec le radiochronomètre rubidium/strontium



Dans ce tableau on présente les rapports isotopiques de 9 minéraux du gneiss d'Amitsoq.

La constante de désintégration du ^{87}Rb est :
 $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$

6 Les gneiss d'Amitsoq. Les gneiss d'Amitsoq (Groenland) sont parmi les plus anciennes roches à la surface de la Terre. Les mesures des rapports isotopiques ont été réalisées sur des fragments de roche (voir tableau).

Je manipule

1. Dans le fichier tableur fourni, afficher une courbe de tendance dans le graphe ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = f(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})$).
2. Afficher le coefficient directeur de la droite.

Concevoir une stratégie réaliste pour résoudre une situation problème

Concevez un protocole permettant de déterminer l'âge des gneiss d'Amitsoq (Groenland).

Mettre en œuvre un protocole de résolution pour obtenir des résultats exploitables

Protocole détaillé de réalisation de la datation

Réalisation de la droite isochrone

- Sélectionner les deux colonnes des valeurs de $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
- Sélectionner les fonctionnalités « Insertion/ Diagramme/Nuage de points (ou diagramme XY selon le logiciel) »
- Sélectionner le graphique par double-clic sur un des points du graphique
- Sélectionner par clic droit « Ajouter une courbe de tendance » ; cocher « Linéaire » et cocher « Afficher l'équation sur le graphique » et valider (ou fermer selon le logiciel) ;
- Si besoin ; augmenter le nombre de décimales à 4 ; cliquer sur l'équation de la droite, cliquer droit sur la zone sélectionnée, puis cliquer sur « Format d'étiquette de courbe de tendance », à « nombre » indiquer la valeur souhaitée (pour Excel 2010)
- Noter le coefficient directeur de cette équation ; il doit comporter 4 décimales

Calcul de l'âge

Présenter les résultats pour les communiquer.

Présentez vos résultats rigoureusement annotés et titrés : tableau, graphique, calculs.

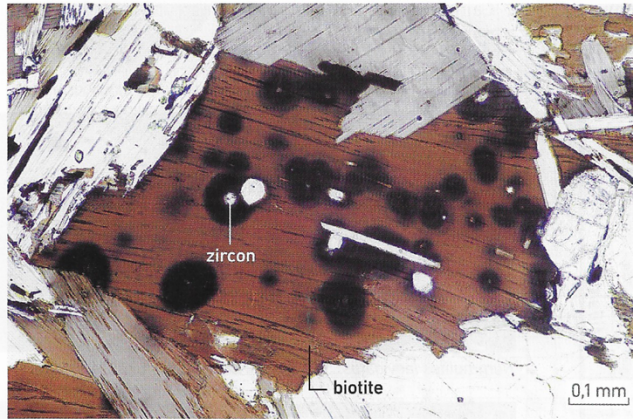
Exploiter les résultats obtenus pour répondre au problème

Répondez au problème posé

B. Observation de traces de désintégration d'uranium contenu dans les zircons

Le zircon est un minéral courant dans les magmas granitiques. Extrêmement résistant, il est considéré comme pratiquement inaltérable, si bien que certains cristaux de zircon sont presque aussi vieux que la Terre.

On le trouve couramment en inclusion dans les cristaux de biotite au sein des granites et des rhyolites. Il peut contenir des traces d'uranium, élément radioactif qui, en se désintégrant, « brûle » la biotite environnante, provoquant la formation d'une auréole brune ou noire caractéristique.



C Cristal de biotite contenant des cristaux de zircon. Observation au microscope polarisant (LPNA*).

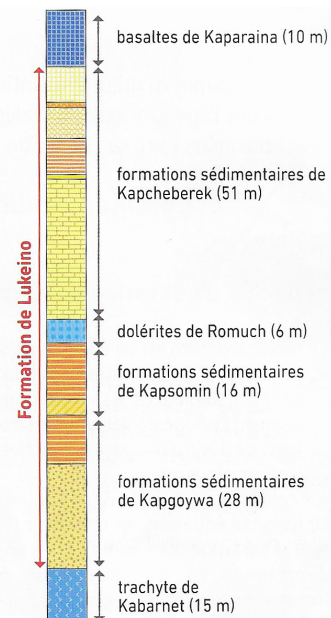
Observez au **microscope polarisant** des zircons dans une biotite (mica brun) ainsi que l'auréole métamorphique formée. Rendez compte de vos observations avec une photographie titrée et légendée.

C. Datation avec le radiochronomètre potassium/argon

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}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.

Question : Sachant que la constante de désintégration du potassium en argon est $\lambda = 5,81\cdot 10^{-11} \text{ ans}^{-1}$. Déterminez le plus précisément possible l'âge de l'hominidé *Orrorin tugenensis*

D. Le radiochronomètre Uranium/plomb

Le zircon est un minéral très résistant qui contient de l'**uranium** radioactif majoritairement sous forme de deux isotopes : ^{238}U et ^{235}U .

^{238}U se désintègre en ^{206}Pb

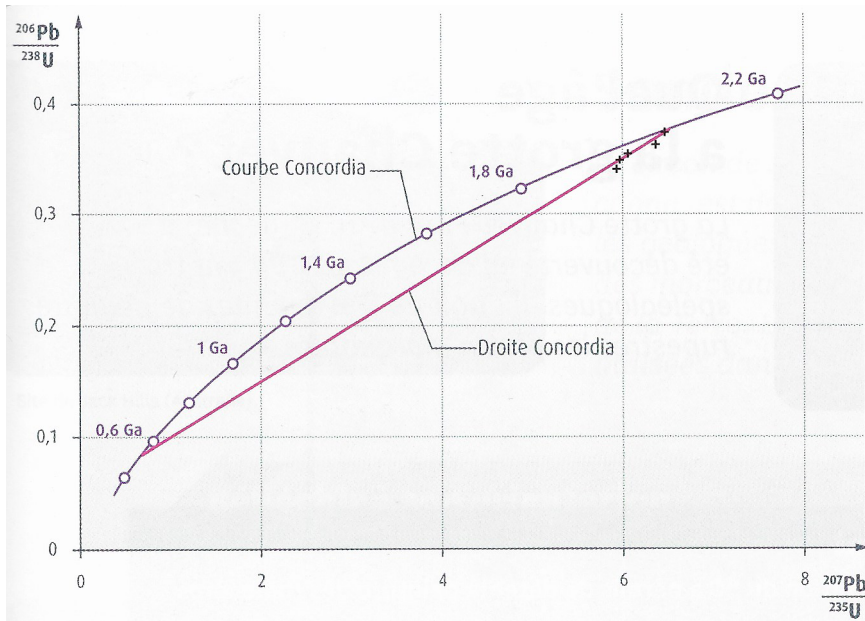
^{235}U se désintègre en ^{207}Pb

Les valeurs λ sont différentes pour ces deux désintégrations.

Le plomb ne peut intégrer le réseau cristallin du zircon : il provient donc uniquement de la désintégration de l'uranium.

On utilise donc les deux rapports isotopiques $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ et $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$ pour dater une formation rocheuse.

Toutes les combinaisons de ces rapports sont situées sur une courbe nommée **Concordia** qui indique l'âge correspondant.



Datation des gneiss de l'Anse du Culeron. Les mesures des rapports $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ et $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$ dans les zircons du gneiss ne sont pas regroupées en un point sur la Concordia mais s'alignent sur une droite, nommée « Discordia ». Celle-ci recoupe la Concordia en deux points, nommés intercepts. L'intercept supérieur est donné par les zircons non perturbés. Il indique la durée écoulée depuis la première fermeture du système, correspondant à l'âge de cristallisation de la roche initiale. L'intercept inférieur est donné par les zircons qui se sont réouverts. Cet intercept indique donc le temps écoulé depuis la fermeture consécutive à la ré-ouverture des zircons, donc l'âge de perturbation, due à un métamorphisme par exemple.

Question : Dater la formation du gneiss de l'Anse du Culeron : Pour cela déterminez l'âge du granite initial puis sa transformation par métamorphisme en gneiss.