

1-2- À la recherche du passé géologique de notre planète
Les vieux zircons des Jack Hills

Fiche sujet – candidat

Mise en situation et recherche à mener

En 2001, la revue Nature publie un article qui décrit l'obtention de l'âge des plus vieux minéraux terrestres à partir de la méthode de datation dite Uranium-Plomb appliquée aux zircons découverts dans l'ouest de l'Australie, au cœur de la chaîne montagneuse des Jack Hills.

On veut vérifier, en observant une roche et en réalisant des calculs, que les zircons des Jack Hills se prêtent à la datation radiométrique et que leur âge est voisin de celui de la Terre¹.

¹La Terre est âgée de 4,57 Ga

Ressources

Les zircons :

- Les zircons sont des minéraux particulièrement résistants, susceptibles d'endurer de nombreux cycles d'érosion et de transport. Ceux des grès des Jack Hills, des roches détritiques, se seraient formés au sein de granites continentaux peu de temps après la formation de la Terre
- Le zircon, ou silicate de zirconium ($ZrSiO_4$) est un minéral dans lequel une certaine quantité du zirconium peut être substituée par l'uranium, soit $(U, Zr)SiO_4$, ce qui dans ce cas rend ce minéral utile pour les datations. Au moment où le minéral cristallise, il incorpore une certaine quantité d'uranium mais pas de plomb car au-dessus de la température de fermeture du système ($900^\circ C$), le plomb s'échappe du réseau cristallin du zircon. L'uranium commence, à ce moment, à se désintégrer radioactivement en plomb à l'intérieur du système fermé.
- En mesurant le rapport isotopique (fils/père), c'est-à-dire $^{207}Pb/^{235}U$ et/ou $^{206}Pb/^{238}U$ dans un zircon donné, on obtient son âge radiométrique, selon les formules :

$$n(^{207}Pb)/n(^{235}U) = e^{\lambda t} - 1 \text{ d'où } t = (1/\lambda) \ln(1 + (n(^{207}Pb)/n(^{235}U)))$$

avec λ = constante de désintégration du $^{235}U = 3,12 \cdot 10^{-17} \text{ s}^{-1}$

$$n(^{206}Pb)/n(^{238}U) = e^{\lambda' t} - 1 \text{ d'où } t = (1/\lambda') \ln(1 + n(^{206}Pb)/n(^{238}U))$$

avec λ' = constante de désintégration du $^{238}U = 4,92 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$

La morphologie des zircons :

En LPNA, le zircon forme des cristaux incolores avec le plus souvent une forme de grains arrondis de relief très fort.

La présence d'une auréole noire autour du minéral témoigne, le cas échéant, de la désintégration de l'uranium.



Un zircon en enclave dans le minéral biotite d'une lame mince de granite observé en LPNA X400

<https://sciences-nature.fr/aureoles-de-desintegration-radioactive-autour-de-zircons/>

1-2- À la recherche du passé géologique de notre planète
Les vieux zircons des Jack Hills

Fiche sujet – candidat

Matériel disponible et protocole d'utilisation du matériel

Matériel :

- lame mince d'une roche ;
- Microscope polarisant ;
- Plaque noire et blanche d'identification des minéraux ;
- Tableur ;
- Fichier **rapports_isotopiques_zircons_Jack_Hills.xlsx** (ou sa version .ods) contenant les mesures des rapports isotopiques de l'uranium et du plomb dans les zircons de grès des Jack Hills.

Afin de vérifier que les zircons des Jack Hills se prêtent à la datation radiométrique et que leur âge est voisin de celui de la Terre :

- **Observer** la lame mince de la roche ;
- **Traiter** les rapports isotopiques mesurés dans différents zircons.

Sécurité :

Rien à signaler

Précautions de la manipulation :

Logiciel tableur :

- L'assistance graphique est inutile : ne pas utiliser la fonction graphique ;
- Pour créer une formule de calcul dans une cellule :
 - Placer le curseur sur la cellule qui doit recevoir le calcul ;
 - Taper = pour activer la barre de formule ;
 - Taper la formule adéquate ;
 - Valider par la touche entrée ;
- Le « log népérien » se note LN ;
- $3,12 \cdot 10^{-17}$ se note 3,12E-17.

Attention aux unités de temps lors du calcul de l'âge des zircons : tenir compte de l'unité de la constante de désintégration.

1 Ga = 10^9 ans

1 an = 3600 x 24 x 365 s

Dispositif d'acquisition et de traitement d'images (si disponible)

