

TD de radiochronologie

Exercice n°1 : L'âge de la Terre

Dans cet exercice nous calculerons par la méthode Rubidium-Strontium l'âge d'un gneiss prélevé au Groenland, celui d'un minéral, le zircon, trouvé en Australie et l'âge d'une chondrite. On a reporté l'ensemble des données dans le tableau ci-dessous:

1. Rappeler le principe de la méthode Rubidium-Strontium

Le ^{87}Rb est un isotope radioactif, qui donne par désintégration au cours du temps le ^{87}Sr . La mesure de la concentration en ^{87}Sr dans un échantillon permet donc de connaître le temps qui s'est écoulé depuis la « fermeture » du système ; donc l'âge de l'échantillon.

2. Les données :

Echantillons	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Chondrite 1	$0,5 \pm 0,06$	$0,73226 \pm 0,005$
Chondrite 2	$1,5 \pm 0,07$	$0,79878 \pm 0,006$
Chondrite 3	$2 \pm 0,07$	$0,83204 \pm 0,006$
Gneiss 1	$0,75 \pm 0,06$	$0,75158 \pm 0,005$
Gneiss 2	$1,3 \pm 0,07$	$0,78208 \pm 0,006$
Gneiss 3	$1,8 \pm 0,07$	$0,80980 \pm 0,006$
Zircon 1	$0,8 \pm 0,05$	$0,75496 \pm 0,005$
Zircon 2	$1,1 \pm 0,06$	$0,77294 \pm 0,006$
Zircon 3	$1,4 \pm 0,07$	$0,79093 \pm 0,006$

2.1. Représenter sur un graphe le rapport isotopique du $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en fonction du rapport isotopique $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ pour chaque échantillon.

Voir document « isochrones1_2_3 ».

2.2. A partir de ces graphes, déterminez pour chaque échantillon l'âge du gneiss, du zircon et de la chondrite. On donne la constante de désintégration radioactive du Rubidium, $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$.

Les pentes sont : 0,0665 pour la chondrite ; 0,0554 pour le gneiss et 0,06 pour le zircon ; ce qui donne, en appliquant les formules du cours, des âges de : 4,53 Ga ; 3,79 Ga et 4,1 Ga respectivement.

Aucun échantillon terrestre (gneiss ou zircon) ne donne d'âge aussi ancien que la chondrite (qui date la formation de tous les objets du système solaire et donc de la Terre) : on ne retrouve pas sur Terre d'échantillon qui n'ait pas été perturbé depuis la formation de la Terre. Normal car la Terre est une planète tectoniquement active : difficile de retrouver des échantillons très anciens. De plus, les échantillons terrestres subissent soit de l'altération, soit du métamorphisme qui « ouvrent » les systèmes isotopiques.. On note toutefois que le zircon, minéral résistant à l'altération et au métamorphisme, fournit un âge plus vieux que le gneiss.

2.3. Déterminez le rapport initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$: que représente-il ?

Composition isotopique initiale en Sr : 0,69, 0,71 et 0,707 respectivement. Là encore même valeur pour la chondrite, le gneiss et le zircon : la Terre et les chondrites se sont donc formées à partir d'un même « matériel » dont la composition isotopique initiale en Sr était environ 0,70...

Exercice n°2 : datation d'un événement métamorphique

Les données suivantes (roche totale et minéraux séparés) proviennent du gneiss de Baltimore.

Echantillon	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Roche 1	2,244	0,7380
Roche 2	3,642	0,7612
Roche 3	6,59	0,7992
Biotite	289,7	1,969
Feldspaths K	5,6	0,8010
Plagioclase	0,528	0,7767
Roche 4	0,2313	0,7074
Roche 5	3,628	0,7573
Biotite	116,4	1,2146
Feldspaths K	3,794	0,7633
Plagioclases	0,2965	0,7461

a. Interpréter les données au moyen des diagrammes isochrones adéquats.

Voir document « isochrones 4_5_6. »

b. Déterminer les âges et les rapports ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)₀ initiaux

Pente sur roches totales =	0,0145	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} = 0,7054$
Pente sur roche 3 =	0,0041	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} = 0,7751$
Pente sur roche 5 =	0,0042	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{initial}} = 0,7447$

On en déduit en appliquant les formules du cours :

Age sur roches totales = 1,014 Ga = âge de formation des roches

Age sur roche 3 = 288 Ma = âge d'un événement métamorphique enregistré par les minéraux de la roche. Il y a ouverture des systèmes isotopiques pour les minéraux de la roche et « remise » à zéro des chronomètres (pour les minéraux uniquement) : l'âge donné par les minéraux est donc l'âge de cet événement = âge du métamorphisme. Les compositions isotopiques initiales en Sr obtenus sur minéraux n'ont aucune signification

Age sur roche 5 = 288 Ma