

Pratique autonome

Enoncé n°2 : Les roches de Baltimore : des âges contradictoires ?

avec tableur-grapheur et le fichier gneiss_baltimore.xlsx

D'après une proposition de Céline Minar dans le cadre du groupe de production de ressources pour les nouveaux programmes (Terminale 2020).

Les roches de Baltimore ont été utilisées dès les années 1700 comme pierres de construction dans la région de Baltimore (Etats-Unis). En plus d'être utilisées dans les bâtiments, elles ont également servi pour les fondations, les routes et les bordures de trottoirs à Baltimore. Certains carriéristes ont qualifié cette roche de "pierre bleue" en raison de la couleur bleu-gris de sa surface fraîche. La dernière carrière de pierre de construction à Baltimore a fermé en 1958. Les géologues se sont intéressés à ces roches pour leur donner un âge et comprendre leur histoire. Ils ont obtenu de curieux résultats ...

On veut dater les roches de Baltimore avec la méthode rubidium-strontium grâce à des mesures effectuées soit sur des roches totales, soit sur leurs minéraux constitutifs, et expliquer les différences de résultats obtenus.

RESSOURCES

Informations sur les roches de Baltimore

Les roches de Baltimore sont des gneiss. Le gneiss est une roche métamorphique de la croûte continentale contenant notamment du quartz, du mica (biotite), des feldspaths plagioclases. Au moins 95% du gneiss de Baltimore peut être décrit comme un gneiss quartzo - feldspathique de composition granodioritique à granitique.

Mesures pour le couple Rb-Sr effectuées sur les gneiss de Baltimore (roches totales) ou leurs minéraux

The following data apply to whole rock and separated minerals for the Baltimore gneiss, Maryland (Wetherill et al., 1968).

Sample	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Rock 1	2.244	0.7380
Rock 2	3.642	0.7612
Rock 3	6.59	0.7992
Biotite 3	289.7	1.969
K-feldspar 3	5.6	0.8010
Plagioclase 3	0.528	0.7767
Rock 4	0.2313	0.7074
Rock 5	3.628	0.7573
Biotite 5	116.4	1.2146
K-feldspar 5	3.794	0.7633
Plagioclase 5	0.2965	0.7461

Aide à la résolution :

- **Traiter** avec le tableur-grapheur les mesures effectuées sur les gneiss de Baltimore afin de **dater** d'une part les roches totales, d'autre part les minéraux de ces roches. Vous devez obtenir trois droites isochrones et calculer les âges correspondants.
- À l'aide du focus scientifique et des ressources, **expliquer** les différents âges obtenus.

FOCUS SCIENTIFIQUE

Datation sur roche totale ou sur minéraux

Dans le cas d'une roche magmatique (roche issue de la cristallisation d'un magma), tous les minéraux constitutifs de la roche apparaissent plus ou moins dans le même épisode, relativement court à l'échelle géologique : ces minéraux sont dits **cogénétiques**. On trouvera donc à peu près le même âge en analysant des échantillons broyés et homogénéisés de la roche totale ou en analysant chacun des minéraux séparément.

Cependant cela ne sera pas le cas dans certaines situations :

- si une roche subit un refroidissement très lent en profondeur, certains minéraux se fermeront bien avant d'autres ;
- si un événement métamorphique affecte une roche magmatique, certains minéraux peuvent se rouvrir durant cet épisode de métamorphisme, tandis que d'autres resteront fermés.

Ainsi, pour une roche magmatique, la date de fermeture d'un minéral particulier correspond au dernier passage de la roche sous une température donnée, tandis que la datation sur roche totale, elle, donnera l'âge moyen de cristallisation de la roche.

Sources : *Mini manuel de Géologie : roches et géochimie*, De A. Provost et C. Langlois et <http://cours-geosciences.univ-lille1.fr/cours/geochemo/geochemo.htm>

Température de fermeture des minéraux

La **température de fermeture d'un système (minéral, roche)** ou **température de blocage** est la température en-dessous de laquelle un système est fermé. La fermeture correspond à l'arrêt de tout échange entre le système considéré et l'environnement (par exemple quand un cristal solide se forme à partir d'un magma liquide). C'est donc la température en dessous de laquelle la composition isotopique d'un minéral n'est plus modifiée. S'il est exposé à des températures supérieures à cette valeur, le système se rouvre.

Système utilisé : Rb / Sr	
Minéral	Température de fermeture (en °C)
Feldspath potassique	env. 500 °C
Biotite	250 - 300
Muscovite (mica blanc)	env. 500 °C

Système utilisé : U / Pb	
Minéral	Température de fermeture (en °C)
Zircon	> 1 000

Système utilisé : K / Ar	
Minéral	Température de fermeture (en °C)
Biotite	280 +/- 40
Muscovite (mica blanc)	env. 350

Valeurs de la température de fermeture de quelques minéraux trouvés dans les roches magmatiques et métamorphiques