

Datation isotopique par la méthode rubidium-strontium

Type: Pratique du raisonnement scientifique.

(dans Hatier, Term S, page 289)

On a daté par la méthode rubidium-strontium un granite du Massif Armoricain. Pour cela, on a récolté des échantillons de roche, que l'on a broyés afin d'isoler certains de leurs minéraux. Sur plusieurs d'entre eux, ainsi que sur un échantillon de la roche totale, on a mesuré au spectromètre de masse les quantités d'atomes de ^{87}Rb , ^{87}Sr et ^{86}Sr , puis calculé les rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$.

Échantillons	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	Rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ mesurés dans la roche et différents minéraux.
Roche totale	2,03	0,731	
Mica 1 (muscovite)	5,19	0,744	
Mica 2 (biotite)	12,98	0,783	
Mica 3 (biotite)	8,63	0,761	
Feldspath calcique	0,14	0,722	
Feldspath potassique	0,18	0,724	

- Montrer comment les informations apportées par les rapports isotopiques de plusieurs de ses minéraux permettent de dater la mise en place de ce granite du Massif Armoricain.

On donne $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = ^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} \cdot 1 + ^{87}\text{Sr}_0/^{86}\text{Sr}$;

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

Pistes de résolution

Les minéraux qui ont incorporé du rubidium au moment de leur cristallisation se sont enrichis en ^{87}Sr , par désintégration radioactive du ^{87}Rb . Le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, qui était le même à l'origine pour tous les minéraux, a donc augmenté au fur et à mesure de la désintégration du ^{87}Rb . La teneur d'un minéral en ^{87}Sr , et donc son rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, dépend de sa richesse initiale en rubidium, plus importante dans les micas que dans les feldspaths. La méthode consiste à placer les rapports isotopiques de chaque échantillon sur un graphique:

Le fait que tous les points représentant les rapports isotopiques actuels des différents minéraux soient alignés, confirme qu'ils ont cristallisé en même temps: les minéraux les plus riches initialement en ^{87}Rb sont aussi ceux qui se sont le plus enrichis en ^{87}Sr , proportionnellement à leur teneur en rubidium.

Pour dater la mise en place du granite, on utilise les rapports isotopiques de la roche

totale, soit:

$0,731 = 2,03 \cdot 1t + {}^{87}\text{Sr}_0/{}^{86}\text{Sr}$; cette dernière valeur est déterminée graphiquement, par l'intersection de la droite isochrone et de l'ordonnée, soit ici 0,7216.

On a donc: $0,731 - 0,7216 = 2,03 \cdot 1t$, d'où

$t = 0,0094/2,03 \cdot 1,42 \cdot 10^{11} = 326 \cdot 10^6$ années.

Ce granite du Massif Armoricain est âgé d'environ 326 millions d'années.

Méthode: Mobiliser ses connaissances concernant le principe de la datation par la méthode du rubidium strontium et préciser la signification des rapports isotopiques initiaux.

Identifier les éléments radioactifs (${}^{87}\text{Rb}$), les éléments radiogénique (${}^{87}\text{Sr}$) et les éléments stables, (${}^{86}\text{Sr}$), invariants. puis envisager l'évolution des différents rapports isotopiques au cours du temps.

Tracer la droite reliant les points représentant la roche totale et certains de ses minéraux. Cette droite a pour fonction $y = ax + b$, la valeur de b donnant le rapport isotopique du strontium à origine.

Mobiliser ses connaissances concernant la signification d'une droite isochrone.

Le rapport isotopique initial ${}^{87}\text{Sr}_0/{}^{86}\text{Sr}$ étant déterminé graphiquement, on détermine l'âge de la roche.

échantillon	${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$	${}^{87}\text{Rb}/{}^{86}\text{Sr}$	$a = 0,004643419$ $b = 0,721607392$
roche totale	2,03	0,731	
mica1 (muscovite)	5,19	0,744	
mica2 (biotite)	12,98	0,783	
mica3 (biotite)	8,63	0,761	
feldspath calcique	0,14	0,722	
feldspath potassique	0,18	0,724	
valeurs	-1	0,71696397	
supplémentaires	15	0,79125867	

