

Principe de la radiochronologie

Il existe dans la nature de nombreux éléments chimiques possédant des isotopes radioactifs naturels. En se désintégrant, ceux-ci émettent un rayonnement et se transforment en isotopes stables, qualifiés de radiogéniques. On appelle demi-vie le temps nécessaire pour que la moitié des éléments pères se transforment en éléments fils.

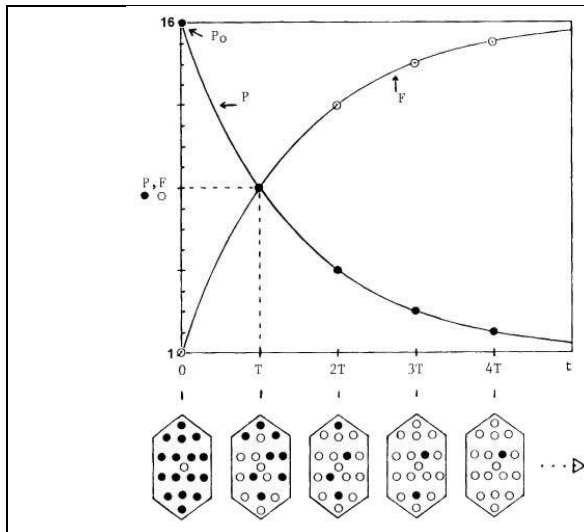


Figure 1

Exemple: prenons un système clos contenant 16 éléments pères P, et 1 éléments fils F (qui peut exister au départ dans le milieu). Le schéma ci-dessus vous montre l'évolution de la quantité de P et F au cours du temps.

L'isotope ^{87}Rb du rubidium est radioactif, il se désintègre en strontium ^{87}Sr . La demi-vie est de 48,8 milliards d'années. Au cours du temps, la quantité de ^{87}Rb diminue alors que celle de ^{87}Sr augmente. On peut démontrer que:

$$^{87}\text{Sr}_t = (e^{\lambda t} - 1) ^{87}\text{Rb}_t + ^{87}\text{Sr}_0$$

λ : constante de désintégration du couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$ ($\lambda = \ln 2 / T$ où T est la demi-vie)

$^{87}\text{Sr}_0$: quantité d'éléments fils au temps 0 (cristallisation)

$^{87}\text{Rb}_t$ et $^{87}\text{Sr}_t$: quantité de chaque isotope au temps t

Le problème auquel on se heurte est que les quantités initiales d'isotopes pères et fils sont inconnues: on va alors devoir faire appel à un isotope de référence stable: ^{86}Sr

Si l'on prend plusieurs minéraux appartenant à la même roche, ou à des roches dont on est sûr qu'elles ont le même âge, on peut doser par spectrométrie de masse les isotopes.

Le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ est constant pour les minéraux car la cristallisation incorpore indifféremment les deux isotopes.

En revanche, le rapport $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ varie, car Rb prend la place du potassium, et Sr celle du calcium. Le rapport dépend donc de la composition du minéral.

Si l'on trace le graphique $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}) = f(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})$, on obtient à t_0 une droite (voir le graphique ci-contre)

Au cours du temps, ^{87}Rb se transforme en ^{87}Sr : le rapport $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ diminue, tandis que le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ augmente. La transformation se faisant en système clos, on obtiendra des points alignés, définissant une droite isochrone, c'est à dire une droite reliant des points correspondant à des minéraux de même âge. La pente de cette droite a est proportionnelle à l'âge de l'échantillon, et on peut montrer que:

$$t = \ln(a+1) / \lambda$$

L'âge de l'échantillon peut donc être déterminé.

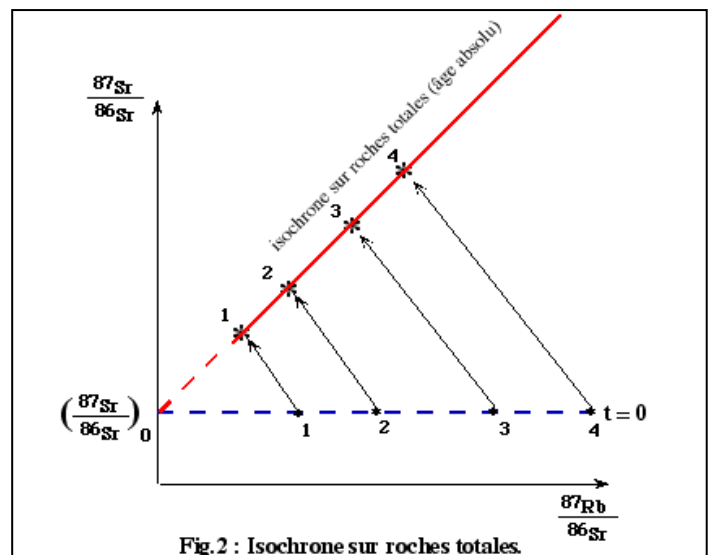


Fig.2 : Isochrone sur roches totales.