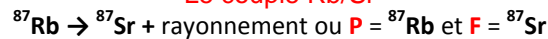


Le couple Rb/Sr



Parmi les isotopes de rubidium présents dans les roches, seul l'un d'eux, le ${}^{87}\text{Rb}$ est radioactif. Il se désintègre en ${}^{87}\text{Sr}$ qui est lui stable. Les autres isotopes stables présents dans les roches sont : ${}^{85}\text{Rb}$, ${}^{84}\text{Sr}$, ${}^{86}\text{Sr}$ et ${}^{88}\text{Sr}$. Au cours du temps, la quantité de ${}^{87}\text{Rb}$ (= **P**) diminue proportionnellement à l'augmentation de la quantité de ${}^{87}\text{Sr}$ (= **F**). La quantité de ${}^{86}\text{Sr}$ quant à elle est stable, elle ne change pas au cours du temps.

Avec pour information

T (période ou demi-vie) = $48,9 \cdot 10^9$ ans et λ = constante de désintégration (= $\ln 2/T$) = $1,42 \cdot 10^{-11}$ an⁻¹

La décroissance radioactive d'un élément se fait selon une loi mathématique qui est une fonction exponentielle du temps. Un système d'équations permet de connaître le temps écoulé depuis la formation de la roche.

$$(1) P = P_0 \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow P/P_0 = e^{-\lambda t} \rightarrow P_0 = P \cdot e^{\lambda t}$$

$$(2) F = F_0 + (P_0 - P) \rightarrow F = F_0 + (P \cdot e^{\lambda t} - P) \rightarrow$$

$$F = F_0 + P(e^{\lambda t} - 1) \rightarrow {}^{87}\text{Sr} = {}^{87}\text{Sr}_0 + {}^{87}\text{Rb}(e^{\lambda t} - 1)$$

Nous avons affaire ici à une équation de type **y = a.x + b** :

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

2 valeurs sont connues par la mesure directe grâce à un spectrophotomètre : ${}^{87}\text{Sr}$ et ${}^{87}\text{Rb}$

2 valeurs restent inconnues : ${}^{87}\text{Sr}_0$ et **t**, le temps écoulé que nous recherchons.

Lors de la cristallisation du magma, c'est-à-dire lors de la « **fermeture du système** », les éléments Rb et Sr sont incorporés dans les minéraux (Rb se substitue au K, Sr au Ca). Les différents minéraux d'une roche n'ayant pas la même composition chimique, ils incorporent Rb et Sr dans des proportions différentes dans les différents minéraux entrant dans la composition de la roche.

Par contre le rapport ${}^{87}\text{Sr}_0/{}^{86}\text{Sr}_0$ est identique dans tous les minéraux de la roche à celui du magma d'origine (**roche magmatique actuelle** prise comme référence – voir calculs). Comme ${}^{86}\text{Sr}$ est un isotope stable, sa quantité reste constante au cours du temps ${}^{86}\text{Sr} = {}^{86}\text{Sr}_0$. On peut donc considérer que le rapport (${}^{87}\text{Sr}_0/{}^{86}\text{Sr}_0$) représente la quantité d'éléments fils au moment de la fermeture du système soit « **F₀** ». (« **F₀** » proche de **0,7...**)

Divisons donc les termes de l'équation (2) par ${}^{86}\text{Sr}$

$${}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr} = (e^{\lambda t} - 1) \cdot {}^{87}\text{Rb}/{}^{86}\text{Sr} + {}^{87}\text{Sr}_0/{}^{86}\text{Sr}_0$$

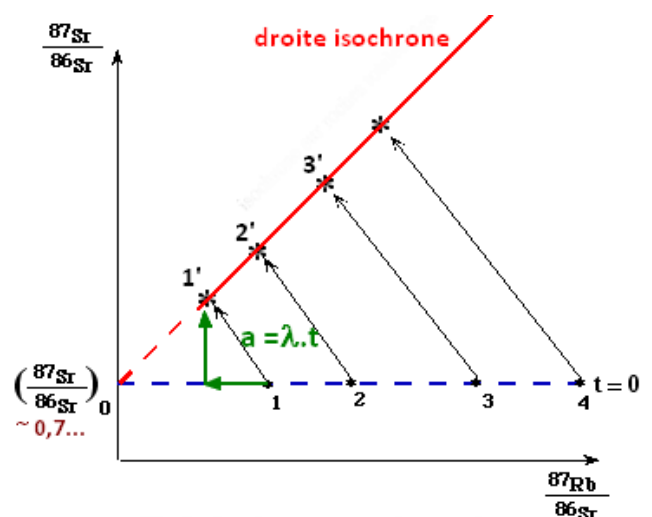
Connaissant la valeur de ce rapport (${}^{87}\text{Sr}_0/{}^{86}\text{Sr}_0$), il ne nous reste plus qu'une inconnue, le **temps**.

Si nous plaçons les coordonnées (x; y) dans un repère orthonormé pour chaque minéral entrant dans la composition d'une roche (ou $X = {}^{87}\text{Rb}/{}^{86}\text{Sr}$ et $Y = {}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$) nous constatons que **les points obtenus s'alignent sur une droite dite droite isochrone**.

A t_0 , la droite qui relie les points est de coefficient directeur **a=0**.

Que se passe-t-il lorsque le point 1 passe au point 1' ?

Il se passe que la **quantité de ${}^{87}\text{Rb}$ diminue** alors que celle de ${}^{87}\text{Sr}$ **augmente**. Cela représente la dégradation de l'isotope père en isotope fils. « L'écart » entre les deux droites qui correspond au **coefficient directeur a = (e^{λt} - 1)** de la droite en pointillés représente donc le **temps écoulé**, autrement dit l'âge de la roche.



Rq : **Plus le temps passe, plus le coefficient directeur de cette droite est important puisqu'il y aura encore moins de Rb et plus de Sr**. Cette variation est d'autant plus importante que le minéral, à l'origine, est riche en Rb ; mais les points continuent à s'aligner sur une droite car λ est une constante (= $1,42 \cdot 10^{-11}$ dans le cas du couple Rb/Sr).

Calculons le coefficient directeur

Soit A le premier minéral et B le second minéral et $(x_A; y_A)$ et $(x_B; y_B)$ les coordonnées respectives de ces 2 points de la droite :

$$a = y_B - y_A / x_B - x_A = (e^{\lambda t} - 1) \rightarrow t = 1/\lambda \cdot \ln(a + 1) \text{ (ATTENTION } \ln = \text{log. Népérien).}$$