

Dans cet exercice on nous demande de dater de manière relative **deux granites** (dire quel est le plus jeune/le plus vieux et non pas proposer un âge absolu pour ces deux granites), **roches magmatiques plutoniques**, grâce à des valeurs obtenues par des mesures radiochronologiques effectuées sur les **minéraux** de ces roches et reportées sur un graphique.

*Rem. : Comme la **formule mathématique** dans cet exercice n'est pas donnée (y compris la valeur de la **constante de désintégration** $\lambda = 1,42.10^{-11}$) et que les élèves ne sont pas sensés la retenir par cœur ni en faire la démonstration mathématique, **des calculs ne sont pas attendus**. On adoptera donc un **raisonnement** sans passer par le calcul. **RAISONNEMENT** = Je vois que...(saisir des informations) \rightarrow j'en déduis que \leftarrow \leftrightarrow J'apporte les renseignements nécessaires à l'aide de mes connaissances.*

Ce qui relève de la **saisie d'informations / déductions**

Je vois

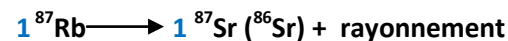
- Les rapports $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr} \rightarrow$ axe des X – Le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \rightarrow$ axe des Y
- \rightarrow Pour chacun des granites, les valeurs obtenues par mesure directe du ^{87}Rb (« P ») et du ^{87}Sr (« F ») montrent que **les coordonnées des points** (valeurs obtenues pour chaque minéral) **s'alignent sur une droite**.
- Ces droites sont des fonctions affines de type **$y = a.x + b$**
- \rightarrow Ces deux **droites**, non confondues, ont le **même point à l'origine : $b = 0,710$** . Ce point représente les **quantités initiales des éléments fils** (« Sr_0 » = « F_0 ») c'est-à-dire **au moment de la « fermeture du système »**. Donc, à $t = 0$ tous les minéraux avaient incorporé la même quantité de $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$.
- \rightarrow Ces droites n'ont pas le même **coefficient directeur « a »** : $a_A < a_B$. On peut en déduire qu'**elles n'ont pas le même âge**.

Ce qui relève des **connaissances**

Je sais (l'apport de ces connaissances va permettre d'apporter les éclaircissements nécessaires à la démonstration).

La chronologie relative repose sur la présence dans les minéraux de roches d'**isotopes radioactifs** dont la désintégration en fonction du temps constitue un chronomètre naturel.

Ici, la datation repose sur la désintégration dès la « fermeture du système » d'un **élément « père »**, le **Rubidium** qui se désintègre en **éléments « fils »**, le **strontium**, en émettant un rayonnement.



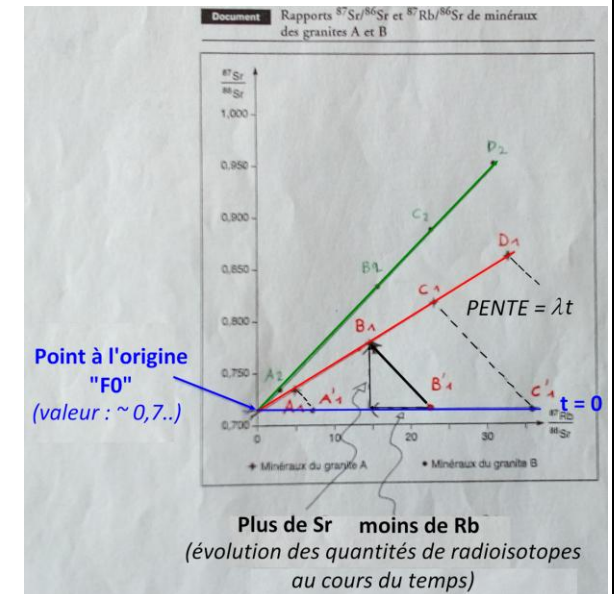
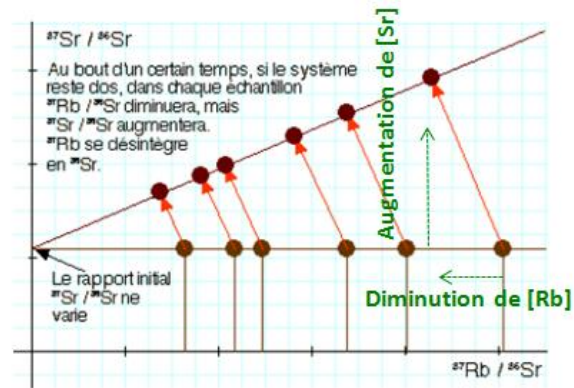
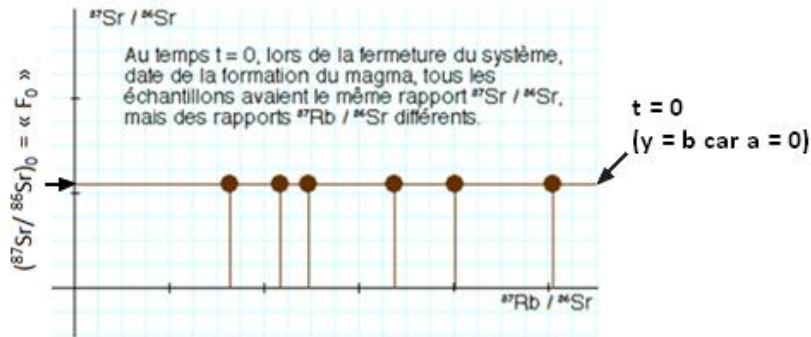
Quelle aurait été les concentrations en Rb et Sr au moment de la fermeture du système autrement dit lorsque le magma a cristallisé et donné une roche ?

Au moment de la « fermeture du système », **le rapport** des divers isotopes du Sr ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)₀ **est le même pour tous les minéraux** (Cf. : *exercice sur une roche volcanique contemporaine*) ; en revanche, **le rapport** $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ **est variable** car chaque minéral a incorporé du ^{87}Rb dans des proportions différentes.

- \rightarrow On peut tracer la droite au moment de la « fermeture du système » (qui correspond à **$t = 0$**) : il s'agit d'**une droite monotone ($a = 0$)** recoupant l'axe des ordonnées en **un même point pour les deux granites** (c'est le rapport $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0 = 0,710 = \text{« F}_0 \text{»}$).

Lorsque le système est « fermé » alors il n'y a plus d'échanges de ^{87}Rb ou de ^{87}Sr entre l'échantillon et son environnement : le radiochronomètre se déclenche et, à partir de ce moment, **la quantité de ^{87}Rb diminue** (\rightarrow le rapport $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ diminue) alors que **la quantité de ^{87}Sr augmente** (\rightarrow le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ augmente) de façon proportionnelle. Cependant, les points restent alignés sur une droite dont la valeur du **coefficient directeur** (= la **penste**) **augmente avec le temps** car ce coefficient directeur a pour formule mathématique **une constante du temps** : $a = (e^{\lambda t} - 1)$ et que la désintégration se fait à vitesse constante selon une période (demi-vie) connue.

Rappel : (λ) est la constante de désintégration.



SYNTHÈSE

Chaque coefficient directeur des 2 droites est une constante du temps qui s'écoule : $a = \text{environ } \lambda t$ où λ est la constante de désintégration.

La valeur du coefficient directeur de la droite du granite B étant plus grande que celle du granite A, nous pouvons en conclure que le granite B est plus vieux que le granite A \rightarrow

$$a_B > a_A \text{ alors } t_B > t_A$$

Même si, nous le rappelons, les calculs ne sont pas exigés, nous pouvons tout de même le vérifier

$a = (e^{\lambda t} - 1) \rightarrow e^{\lambda t} = a + 1 \rightarrow \lambda t = \ln(a+1) \rightarrow t = 1/\lambda \cdot \ln(a+1)$ avec $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$. Le résultat sera donc exprimé en années.

\ln = logarithme népérien (ATTENTION : sur la calculatrice ln est différent de log qui signifie : logarithme base 10).

Pour le granite B : $t = 1/1,42 \cdot 10^{-11} \cdot (0,960 - 0,830 / 30 - 15) = 610\ 328\ 638 \text{ ans}$ soit env. **610 Ma**

Pour le granite A : $t = 352\ 112\ 676 \text{ ans}$ soit env. **352 Ma**