

Annexe 2

Datation à partir du couple Rubidium/Strontium (Rb/Sr)

Document 1 : Principe d'utilisation du couple Rb/Sr :

* Le Rubidium 87 est un isotope radioactif qui se désintègre en Strontium 87.



* Sa période de demi-vie est de $48,8 \cdot 10^9$ ans (soit $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$). Il est donc utilisé pour dater des roches très anciennes, essentiellement magmatiques et métamorphiques.

* Cependant, le problème de ce couple d'isotopes est, qu'au moment de la fermeture du système (cristallisation d'un magma, métamorphisme d'une roche...), la roche contient déjà du ${}^{87}\text{Sr}$ mais de quantité inconnue.

Ainsi, quand on mesure la quantité de ${}^{87}\text{Sr}$ présent actuellement dans la roche, on ne peut pas calculer directement l'âge de la roche car on ne sait pas combien de ${}^{87}\text{Sr}$ était initialement présent.

Pour résoudre ce problème, on doit utiliser la méthode de la droite isochrone.

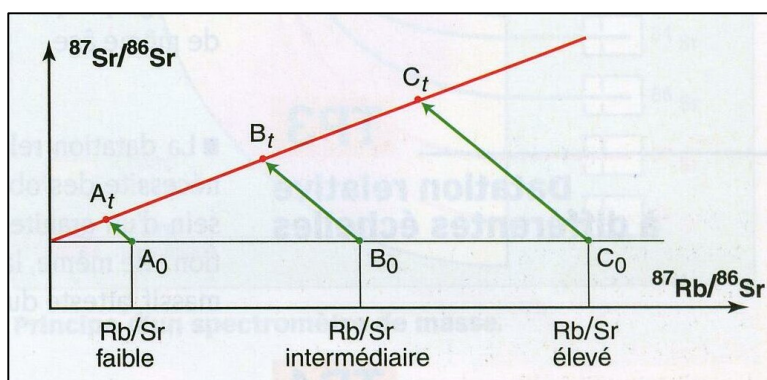
Document 2 : Méthode de la droite isochrone :

* Pour dater une roche avec le couple Rb/Sr, il faut réaliser des mesures sur différents minéraux de la même roche et utiliser un isotope de référence (dont la valeur ne change pas) : le ${}^{86}\text{Sr}$ (il est stable et donc ne se désintègre pas).

* Pour chaque minéral testé, on mesure, grâce à un spectromètre de masse, les quantités actuelles de ${}^{87}\text{Sr}$ et de ${}^{87}\text{Rb}$ par rapport à l'isotope stable ${}^{86}\text{Sr}$ et on place les valeurs obtenues dans le graphique

$$({}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}) = f ({}^{87}\text{Rb}/{}^{86}\text{Sr}) \text{ ci-dessous.}$$

* Dans ce graphique, les compositions isotopiques de ces trois minéraux (A, B et C) sont représentées par les points A_t , B_t et C_t et sont alignés sur une même droite (en rouge) : c'est la droite isochrone.

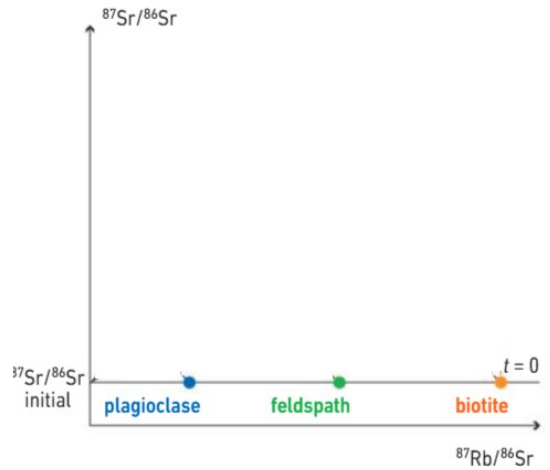


Pourquoi obtient-on une droite ?

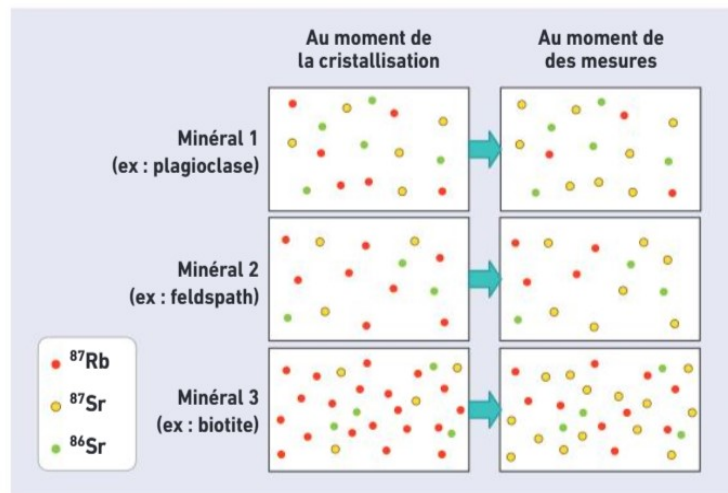
Document 3 : Explications de la droite isochrone

* Lors de la cristallisation de la roche :

- les différents isotopes d'un même atome sont incorporés des les mêmes proportions (c'est-à-dire $^{86}\text{Sr} = ^{87}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb} = ^{86}\text{Rb}$).
- par contre les minéraux n'intègrent pas la même quantité de Rb que de Sr, cela dépend du type de minéral.
- le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ initial est donc identique pour les 3 minéraux, alors que le rapport $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ sera différent en fonction du minéral)

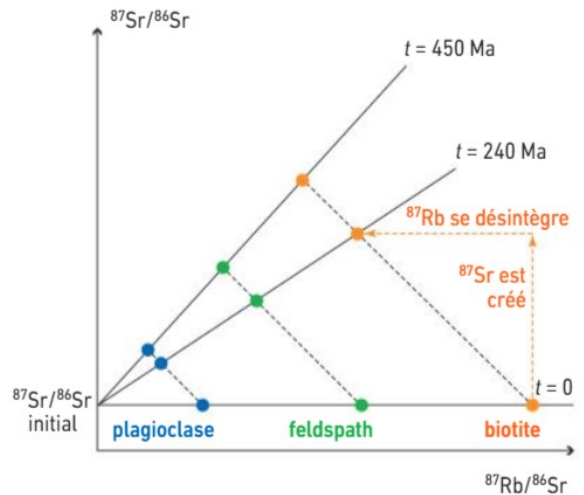


* A partir de la cristallisation de cette roche ($t=0$), dans chaque échantillon les rapports isotopiques $^{86}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ diminuent du fait de la désintégration du ^{87}Rb (alors que le ^{86}Sr lui reste constant). Dans le même temps, les rapports isotopiques $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ augmentent du fait de l'obtention de ^{87}Sr par la désintégration de ^{87}Rb .



* Comme la vitesse de désintégration du rubidium est constante, les divers rapports isotopiques $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en fonction de $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ restent alignés sur une droite dite **droite isochrone**.

Droite isochrone pour la roche étudiée



➔ La pente de la droite isochrone est d'autant plus forte que les échantillons sont âgés.

* L'équation de cette droite isochrone est $Y = aX + B$ soit en remplaçant :

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

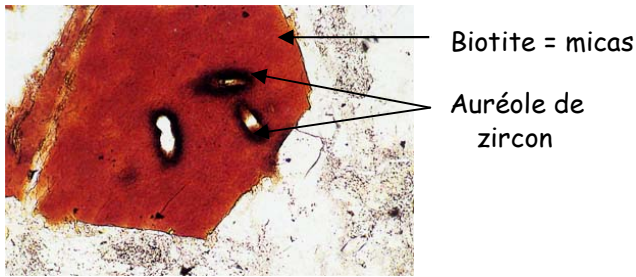
Avec $a = \text{coefficient directeur} = (e^{\lambda t} - 1)$. La pente permet donc de connaître le temps écoulé depuis la fermeture du système :

$$t = \ln(a+1)/\lambda \text{ soit en arrondissant } t = a/\lambda$$

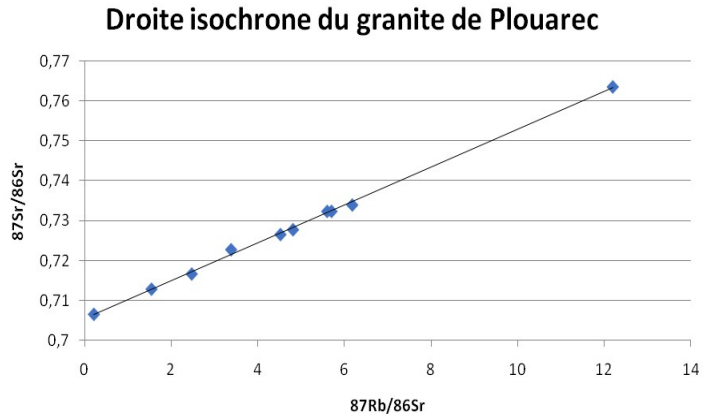
Exercices d'application :

Exercice 1 : Datation du granite de Plouaret

Des mesures ont été réalisées dans différents minéraux du granite de Plouaret. La droite isochrone correspondante a pu être tracée



Les éléments radiogéniques (zircon) dans le mica ont formé une "auréole de radioactivité" (zones brûlées par la radioactivité piégée dans le cristal)



1- **Calculer** la pente de la droite isochrone puis **déterminer** l'âge du granite de Plouaret.

Exercice 2 : Chronologie absolue et relative de deux granites

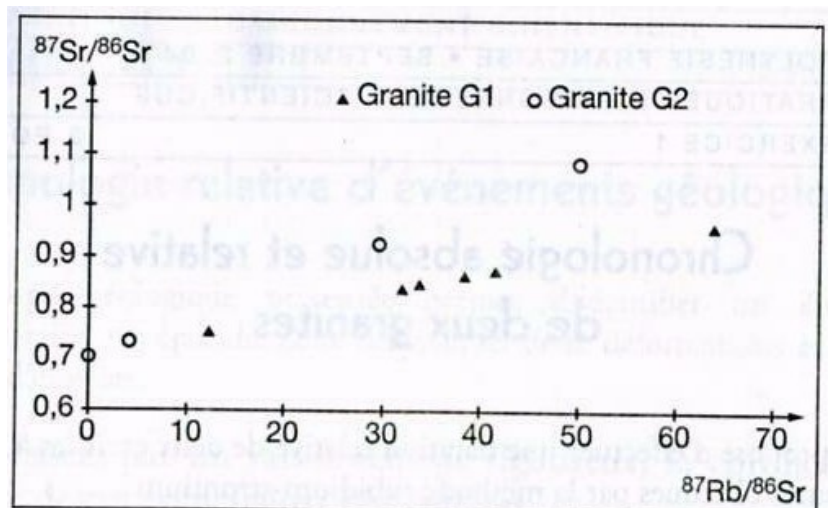
On se **propose** d'effectuer une datation relative de deux granites à partir de mesures obtenues par la méthode rubidium-strontium.

Consigne : À partir des informations extraites du document :

- **expliquer** comment évoluent au cours du temps, dans une roche, les rapports isotopiques $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$;
- **proposer** une datation relative des granites G1 et G2 en justifiant la réponse,
- **calculer** l'âge de chaque granite.

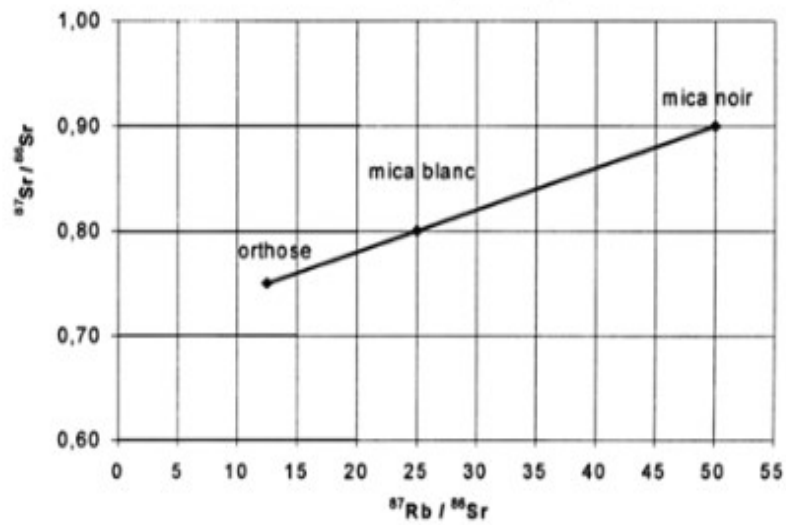
Résultats

Des mesures isotopiques effectuées sur des échantillons et des minéraux des deux granites G1 et G2 ont permis de construire le graphique ci-contre :



Exercice 3 : Utilisation de la droite isochrone

Dans un granite qui affleure en domaine continental, on mesure les rapports isotopiques $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ dans plusieurs minéraux, puis on trace la droite isochrone.



Droite isochrone du granite étudié

Consigne : Déterminer l'âge de ce granite.