

LES ISOTOPES RADIOACTIFS. MESURE DU TEMPS ABSOLU EN GEOLOGIE.

Introduction

Datations relatives :

- stratigraphie, biostratigraphie

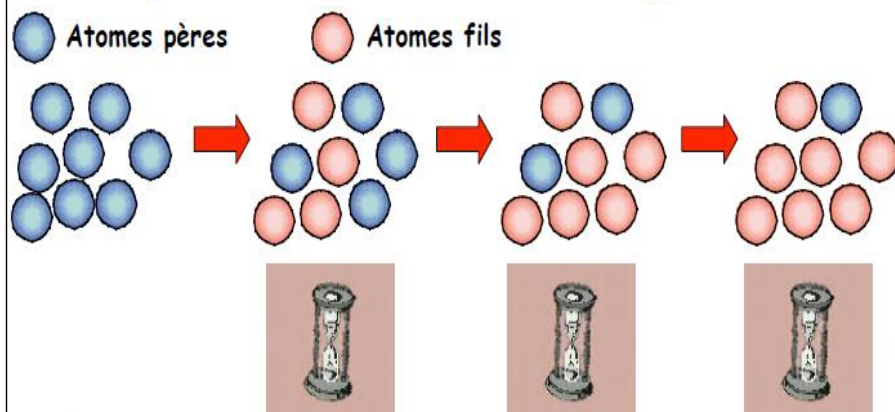
Datations absolues : l'âge de la Terre

- Darwin (1859) :
300 Ma (taux d'érosion dans la région de Weald)
- Lord Kelvin (fin XIX^e) :
100 Ma (vitesse de refroidissement)
- applications de la radioactivité
 - 1904-06 : première datation de Rutherford par la désintégration du Ra (40, 140, 500 Ma)
 - Boltwood (1905) :
méthode U/Pb (1600 Ma)
 - 1946 : résultats U/Pb de Holmes
(3000 à 3400 Ma)
 - 1953 : Patterson U/Pb sur météorites
(4550 Ma)

Formes de la radioactivité

- Radioactivité α
Emission d'une particule α He_2^4
- Radioactivité β
Emission d'une particule β e^-, e^+
- Capture électronique
Capture d'un électron de la couche K
- Fission spontanée

Equation de la désintégration



$$\frac{dn_p}{dt} = -\lambda n_p \Rightarrow N_t = N_0 \times e^{(-\lambda t)}$$

Equation de la désintégration

$$N_t = N_0 \times e^{(-\lambda t)}$$

Problème: que vaut N_0 ? $N_0 = (N_t + F_t)$

$$N_t = (N_t + F_t) \times e^{(-\lambda t)}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + \frac{F_t}{N_t} \right)$$

Problème: il peut exister des atomes F à t_0 !!!

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(1 + \frac{F_t - F_0}{N_t} \right)$$

Conditions de la géochronologie

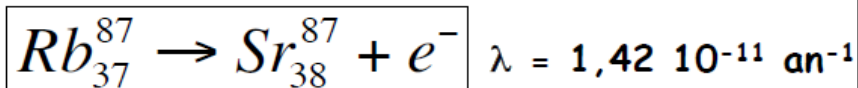
- 1) λ doit être connue avec précision
- 2) P_t et F_t doivent être mesurables avec précision
- 3) il faut connaître F_0
(ou trouver un moyen de s'en affranchir)
- 4) le système doit être rester clos
(pas d'apport ou de départ d'atomes)

1. Méthode Rb/Sr

Méthode Rb-Sr : principe

Rb₃₇
Sr₃₈

Rb⁸⁵, (Rb⁸⁷)*
Sr⁸⁴, Sr⁸⁶, Sr⁸⁷, Sr⁸⁸



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

$$\left(\frac{Sr^{87}}{Sr^{86}} \right) = \left(\frac{Rb^{87}}{Sr^{86}} \right) (e^{\lambda t} - 1) + \left(\frac{Sr^{87}}{Sr^{86}} \right)_0$$

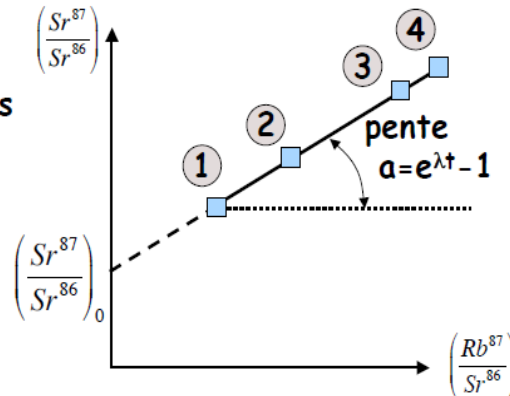
y = x A + B

Méthode Rb-Sr : démarche

- prélèvement de n échantillons $\left\{ \begin{array}{l} \text{de même âge} \\ \text{de rapports } \left(\frac{Rb^{87}}{Sr^{86}} \right) \text{ différents} \end{array} \right.$
- mesure des rapports $\left(\frac{Sr^{87}}{Sr^{86}} \right) \left(\frac{Rb^{87}}{Sr^{86}} \right)$
- report dans un diagramme

⇒ Les points sont alignés sur une **isochrone**

$$t = \frac{\ln(a + 1)}{\lambda}$$



Géochimie de Rb et Sr

● Rb :

- substitution avec K^+
 - concentré dans les minéraux potassiques
- comportement géochimique : très incompatible

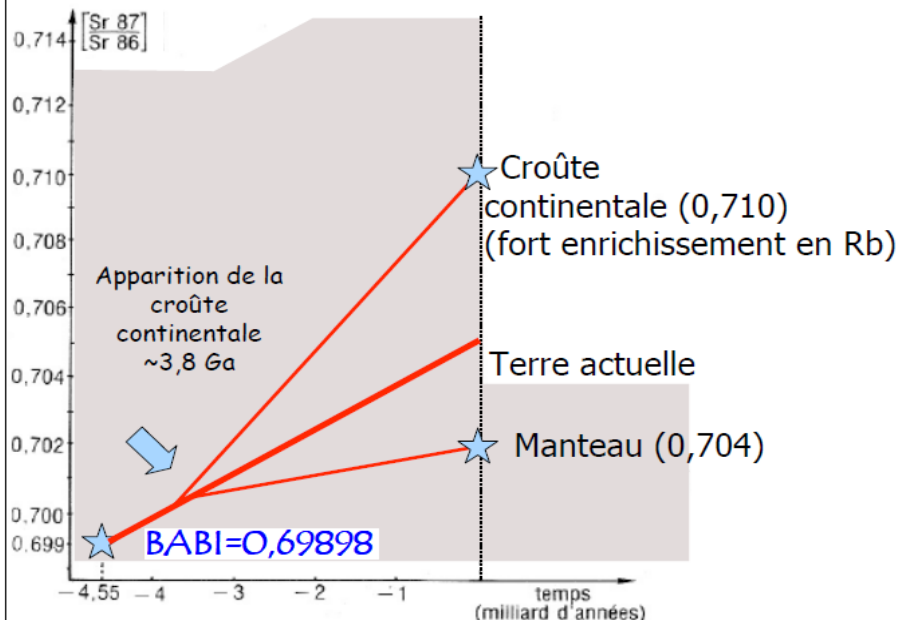
● Sr :

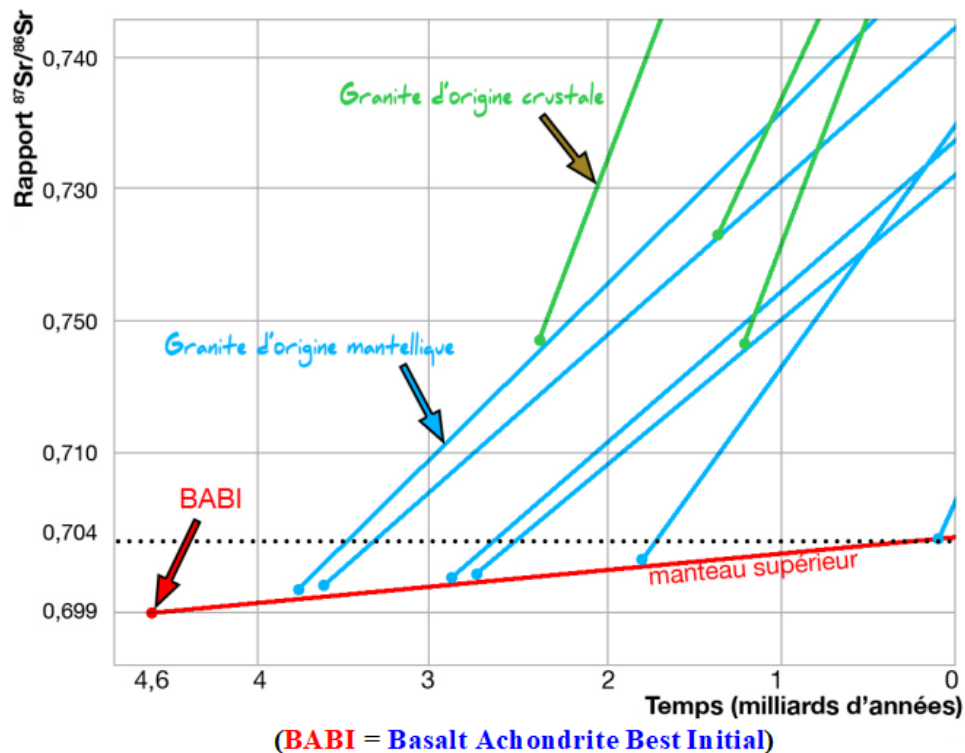
- substitution avec Ca^{2+}
 - abondant dans les plagioclases calciques
- incompatible mais moins que Rb

⇒ larges variations de Rb/Sr dans les minéraux

⇒ Rb se concentre dans les premiers liquides (fusion) ou derniers liquides (cristallisation)

Evolution manteau-croûte





Conclusions

- Datation :
 - isochrone roche totale : 1ère cristallisation
 - isochrone sur minéraux : dernier événement thermique
- Rapport isotopique du Sr :
 - indicateur des sources des magmas :
 - manteau : < 0,704
 - croûte : > 0,710
 - mélanges : valeurs intermédiaires
- Rapport isotopique de l'eau de mer est une fonction de l'entrée de Sr au niveau des rides
 - Sr se substitue à Ca (calcaires)
 - activité des rides, érosion

2. Méthode K-Ar

3. Méthode ^{14}C