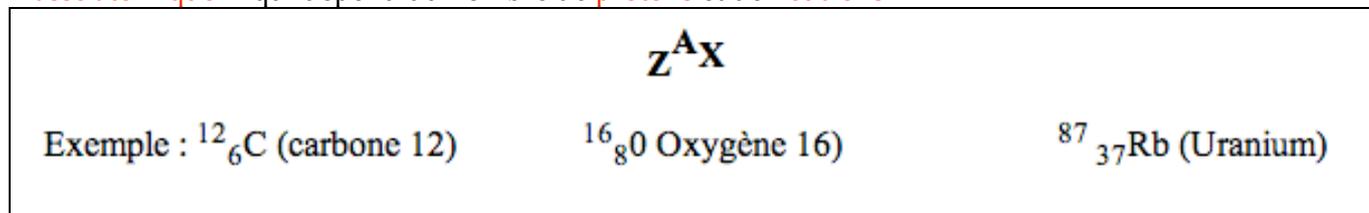


2. L'âge de la croûte continentale.

a) Mesurer l'âge des roches.

La détermination de l'âge de la croûte continentale se fait par datation des roches qui la constituent, en particulier les **granites**. Cette datation s'appuie sur les propriétés de désintégration des isotopes radioactifs de certains atomes.

Chaque atome est caractérisé par le nombre Z (numéro atomique) de **protons** dans son noyau et par sa **masse atomique A** qui dépend du nombre de **protons** et de **neutrons**.



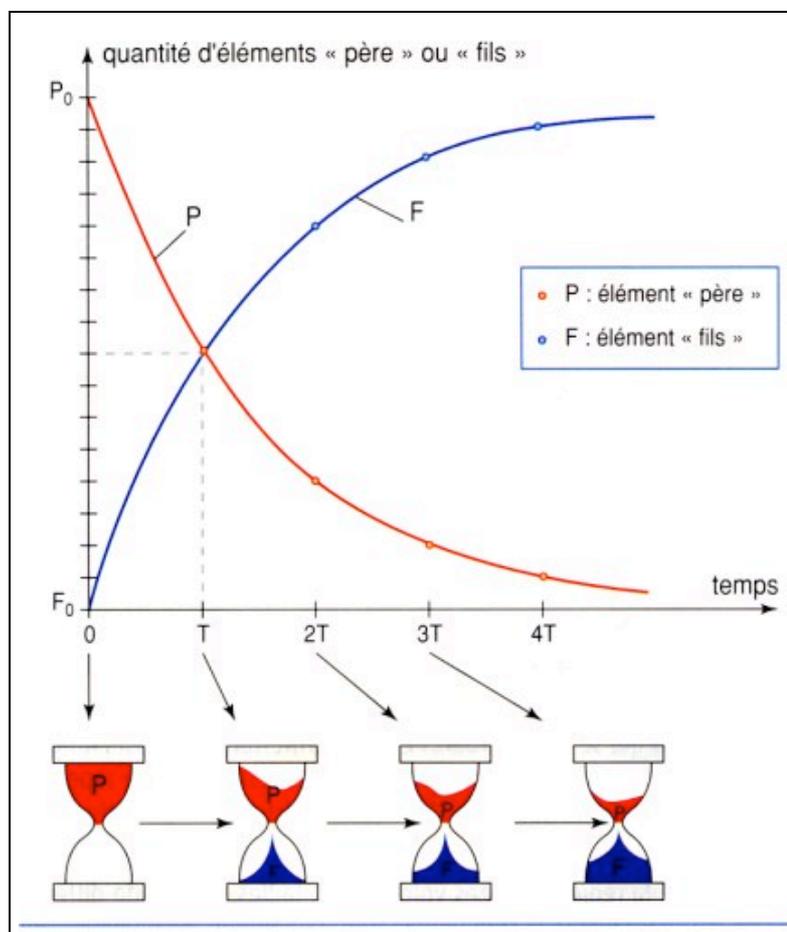
Certains éléments chimiques possèdent des **isotopes** : il s'agit d'atomes du même élément (ils ont donc exactement les mêmes propriétés chimiques) mais différents par leur nombre de neutrons et donc par leur masse atomique A .

Exemple : Le Rubidium possède 24 isotopes dont : $^{85}_{37} Rb$ (72.2 %), $^{87}_{37} Rb$ (27.8 %)

Certains noyaux atomiques sont **radioactifs**, c'est-à-dire qu'ils se transforment spontanément (**se désintègrent**) au cours du temps en un autre noyau en émettant un rayonnement énergétique.



Exemple : $^{87} Rb$ donne : $^{87} Sr$ + Rayonnement énergétique



Tout système (être vivant, fossile, roche...) contient, lors de sa formation, des éléments radioactifs qui se désintégreront au cours du temps, c'est-à-dire qui se transformeront en d'autres éléments avec émission de rayonnements.

Les méthodes de datation absolue reposent donc sur la décroissance radioactive d'isotopes de certains éléments chimiques.

Cette désintégration s'effectue selon une loi qui dépend du temps et d'une **constante de désintégration (λ)** propre à chaque isotope.

Couples d'isotopes	Période	Âges mesurés
238 U / 206 Pb	4,47 GA	> 25 MA
87 Rb / 87 Sr	48,8 GA	> 100 MA
40 K / 40 Ar	1,31 GA	1 à 300 MA
14 C / 14 N	5 730 années	100 à 50 000 années

La date que l'on obtient est celle qui correspond **au moment où les isotopes de l'échantillon utilisé (fraction minérale, roche totale) ont été confinés** : aucun constituant n'a pu quitter l'échantillon et aucun des constituants extérieurs n'a pu y entrer. A partir de cette date, les éléments chimiques ont évolué spontanément en suivant les lois physiques de désintégration sans interaction avec le milieu. On parle de **système fermé**.

On désigne par « fermeture » **le moment où les échanges d'éléments chimiques entre les minéraux (et éventuellement le verre) cessent**. La date trouvée est celle de la fermeture du système.

Remarque : en général, les roches sédimentaires ne sont jamais des systèmes fermés. Sauf cas particuliers comme le ^{14}C , la radiochronologie ne permet pas de dater les roches sédimentaires. On se limitera au cas des roches magmatiques et métamorphiques pour lesquelles, dans certaines conditions de pression données, la fermeture du système est due à l'abaissement de la température en deçà d'un certain seuil.

Pour dater les granites, on utilisera le couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$

En pratique on utilise le couple Rubidium - Strontium; c'est une méthode particulièrement adaptée à la datation des granites car le rubidium est des éléments chimiques présents dans certains minéraux comme les **micas** ou les **feldspaths**.

La difficulté provient ici du fait que les mêmes minéraux possédaient également une certaine quantité de ^{87}Sr au moment de la fermeture du système. On ne peut distinguer ce ^{87}Sr de celui qui provient de la désintégration du ^{87}Rb

Le principe consiste à mesurer **deux rapports isotopiques** dans **différents minéraux** de la roche à dater puis de positionner les résultats dans un repère; on obtient alors un ensemble de point plus ou moins alignés à partir desquelles on peut tracer une droite, dite **droite isochrone**, dont la **valeur de la pente** est directement liée à l'âge.

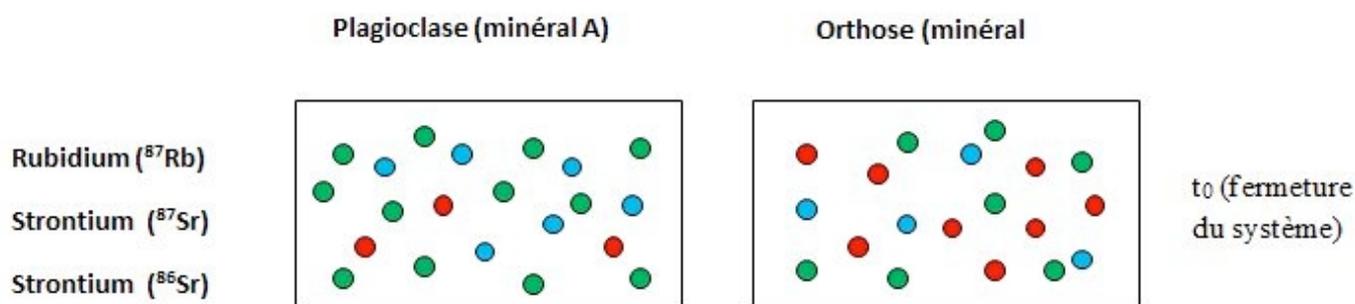
Le couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$ est caractérisé par sa période T (ou demi-vie), c'est-à-dire le temps nécessaire pour que la moitié d'une quantité donnée d'éléments père se désintègre (T = 48.9. 109 ans).

Pour le détail des démonstrations voir ancien programme :

http://beaussier.mayans.free.fr/ecrire/?exec=articles&id_article=295

Le strontium possède deux isotopes :

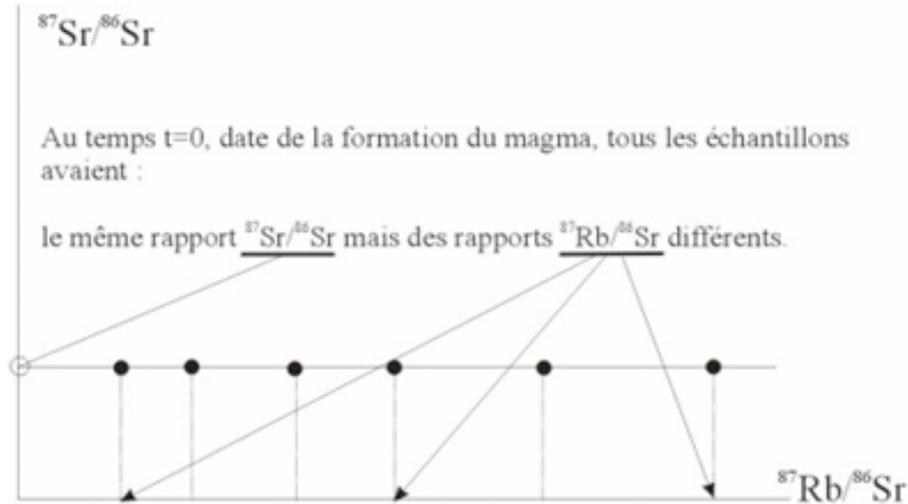
- . Le ^{87}Sr , radiogénique, dont la quantité augmente au cours du temps par désintégration du ^{87}Rb (radioactif)
- . Le ^{86}Sr , dont la quantité reste stable au cours du temps, car il n'est ni radioactif ni radiogénique



Le rapport initial $^{87}\text{Rb}_{(0)}/^{86}\text{Sr}_{(0)}$ n'est donc pas le même pour tous les minéraux d'une roche magmatique.

En revanche, **les rapports $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sont identiques dans les différents minéraux appartenant à la même roche** (normal ils appartiennent à la même famille, ils ont les mêmes propriétés).

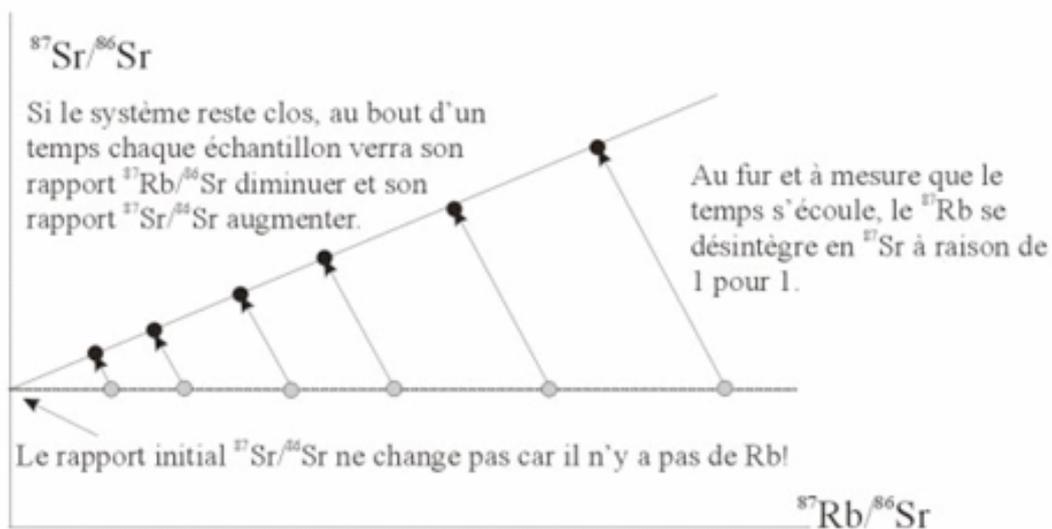
Au temps $t = 0$, le système est graphiquement représenté par une droite parallèle à l'axe des abscisses.



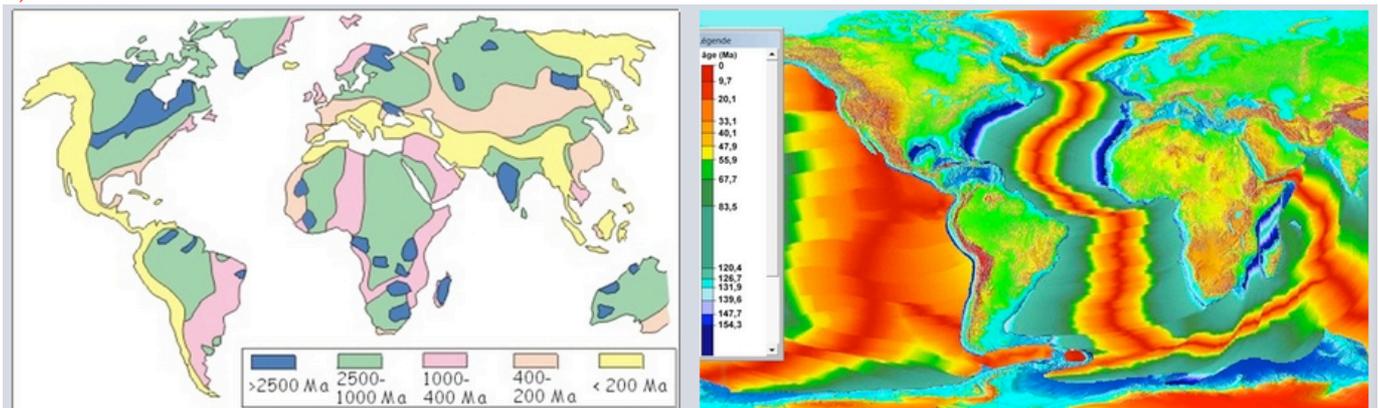
	Evolution	Justification.
^{87}Rb	↘	Elément « père » se désintègre en ^{87}Sr
^{86}Sr	=	Element stable, aucune modification.
^{87}Sr	↗	Elément « fils » provient de la désintégration de ^{87}Rb
$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	↘	↘/= → ↘
$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	↗	↗/= → ↗

Graphiquement cela se traduit par une droite dont la pente est fonction du temps : une telle droite est dite **isochrone** car elle relie des points correspondant à des minéraux de même âge.

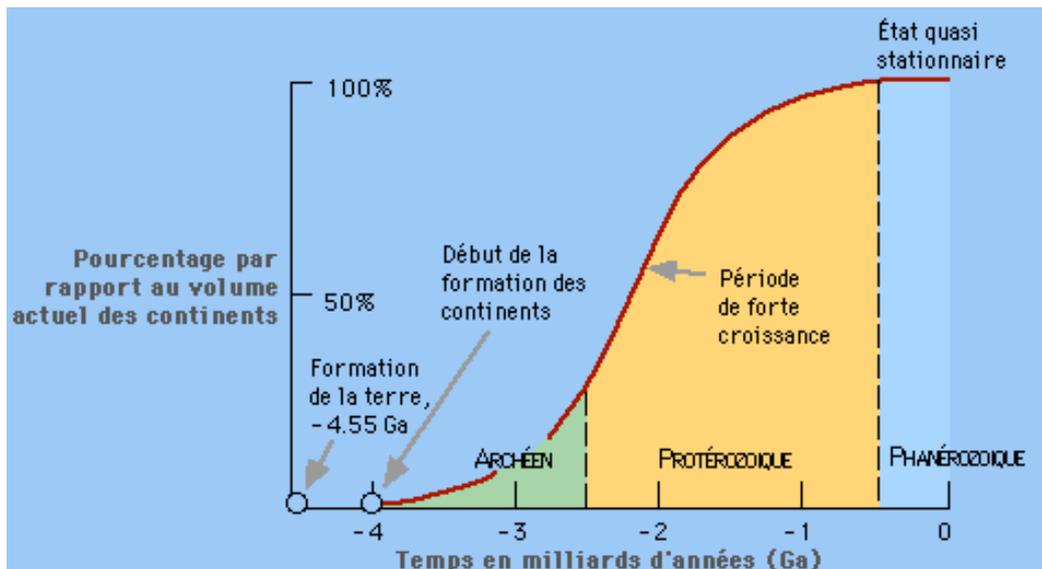
Cette droite, de type $y = ax + b$, a un coefficient directeur qui peut être déterminé graphiquement et dont la valeur, qui augmente avec le temps, permet de déterminer l'âge de la roche (sachant que $a = \lambda t$)



b) résultats.



Les roches les plus anciennes sont localisées (Zones bleues) dans des zones continentales qui auraient été peu touchées par la tectonique des plaques depuis leur formation, elles auraient toujours occupé des zones centrales des plaques (boucliers). Les autres zones ont été très remaniées.



Depuis leur apparition, les continents ont subi de grands cycles de transformation liés à la tectonique des plaques : enrichissement de la croûte lié aux zones de subduction, formation de chaînes de montagnes, érosion, altération...

Les plus vieilles roches connues sont des **gneiss de la formation d'Acasta (Canada) datés à 4,03 Ga**. Ces gneiss sont des roches métamorphiques qui se sont formées en profondeur, elles ne donnent donc aucune indication sur les conditions de surface.

Au nord du Québec, des roches auraient été récemment datées datés à 4,28 Ga. (? encore en discussion)

Baie d'Hudson (Canada)



La plus vieille roche du monde ?
4,28 GA



Mais avant de comprendre comment se mettent en place les roches de la croûte continentale, nous devons définitivement expliquer la mise en place des reliefs à la surface de la terre...