

CH1: LE TEMPS ET LES ROCHES

On peut reconstituer l'histoire géologique d'une région en ordonnant les événements géologiques chronologiquement les uns par rapport aux autres (**chronologie relative**) et en donnant un âge chiffré aux roches (**datation absolue**).

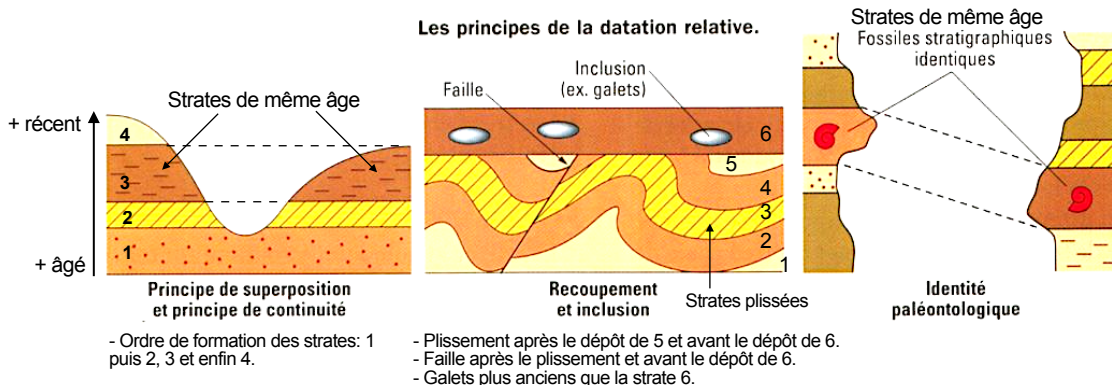
Sur quels principes reposent la chronologie relative et la datation absolue?

**I- LA CHRONOLOGIE RELATIVE:**

La chronologie relative consiste à **placer des structures et des événements géologiques les uns par rapport aux autres dans le temps**. Elle s'appuie sur l'observation des relations géométriques et des fossiles. Les principes suivants sont alors utilisés:

**1- Les principes de la datation relative:**

- Le **principe de superposition**: Les couches sédimentaires et les coulées de lave se déposent à l'horizontale. Une strate est donc plus récente que celle qu'elle recouvre. Cependant, de fortes déformations tectoniques peuvent inverser l'ordre des couches.
- Le **principe de continuité**: L'âge d'une strate est le même sur toute son étendue.
- Le **principe de recoupement**: toute structure qui en recoupe une autre est plus récente. Ainsi, les failles, les plis, les filons volcaniques et les plutons granitiques sont plus récents que les roches qu'ils recoupent.
- Le **principe d'inclusion**: tout objet (roche ou minéral) inclus dans un autre est plus ancien.
- Le **principe d'identité paléontologique**: deux strates contenant les mêmes **fossiles stratigraphiques** ont le même âge. Ces fossiles présentent les caractéristiques suivantes: ce sont des espèces qui ont vécu pendant une période brève à l'échelle des temps géologiques, qui sont abondants et qui présentent une grande extension géographique.



**2- La construction de l'échelle stratigraphique:**

Les coupures dans les temps géologiques sont établies sur des critères paléontologiques: **l'apparition ou la disparition de groupes fossiles**.

Par exemple, la limite entre l'ère Secondaire (Mésozoïque) et l'ère Tertiaire (Cénozoïque) correspond à la disparition des dinosaures, des ammonites..., et de la diversification des mammifères, des oiseaux...

L'étude du contenu fossilifère des strates a ainsi permis d'établir **l'échelle stratigraphique**: le temps est découpé en **ères** (ex. ère Primaire = Paléozoïque; ère Secondaire = Mésozoïque, ère Tertiaire = Cénozoïque) comportant plusieurs **périodes** (ex. le Jurassique est une période de l'ère Secondaire), elles-mêmes subdivisées en plusieurs **étages** (ex. le Toarcien est un étage du Jurassique). **Voir rabat F à la fin du livre.**

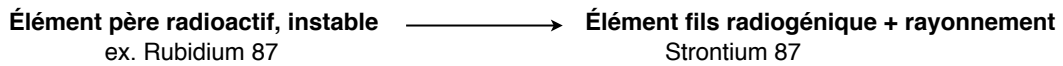
Un **étage** est le plus court intervalle de temps (quelques millions d'années). Il est caractérisé par un assemblage fossilifère particulier. Pour chaque étage, il existe un **stratotype** c'est-à-dire un affleurement qui sert de référence pour tous les géologues du monde (ex. la carrière de Thouars sert de stratotype pour le Toarcien).

(Rq: Cette échelle de temps a été établie bien avant que l'on sache quelles durées représentent les différents intervalles de temps)

## II- LA CHRONOLOGIE ABSOLUE:

La chronologie absolue permet de donner un **âge chiffré** aux roches.

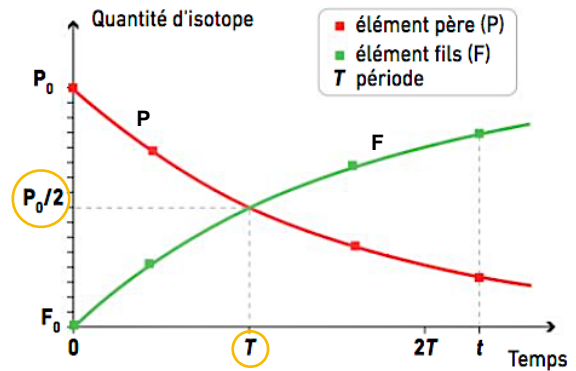
Les roches magmatiques et métamorphiques peuvent être datées par **radiochronologie**. Cette méthode est basée sur la **présence, dans les minéraux, d'isotopes "pères" radioactifs qui se désintègrent spontanément et irréversiblement en isotopes "fils" dits radiogéniques**:



**Il faut toujours le même temps pour que la quantité d'éléments pères soit divisée par 2.** C'est la **demi-vie ou période T**; elle est **caractéristique de l'élément considéré**.

Ainsi:  $P = P_0 \cdot e^{-\lambda t}$

- P = quantité d'isotopes pères encore présents lors de la mesure (instant t)
- $P_0$  = quantité d'isotopes pères présents à l'instant initial (= au moment de la fermeture du système = fin de cristallisation du magma)
- t = âge de la roche
- T = demi-vie = période
- $\lambda$  = constante de désintégration, déterminée expérimentalement



La **mesure**, grâce à un spectromètre de masse, **de la quantité d'éléments pères restants et d'éléments fils produits** permet de déterminer l'âge (t) de la roche. Cet âge correspond en fait **au temps écoulé ( t )** depuis la "**fermeture du système**", c'est-à-dire depuis **l'arrêt des échanges d'isotopes entre la roche et son environnement**. Ceci correspond à la **fin de la cristallisation du magma** pour une roche magmatique.

Pour effectuer une datation absolue, on dispose de plusieurs **radiochronomètres** (couples d'isotopes) qui sont caractérisés par leur **période (= demi-vie)**. Chaque radiochronomètre n'est donc utilisable que pour certaines limites d'âges. **Le choix de la méthode utilisée dépend donc de l'âge supposé de l'objet à dater**. Celui-ci est évalué grâce à la datation relative.

### Un exemple: le chronomètre rubidium/strontium (Le $^{87}\text{Rb}$ se désintègre en $^{87}\text{Sr}$ )

Ce chronomètre est utilisé pour dater des roches anciennes (plus de 100 Ma) car la désintégration du rubidium est très lente: il faut plusieurs millions d'années pour que la diminution de la concentration de rubidium puisse être convenablement mesurée.

Comme on ne connaît pas les quantités initiales des éléments pères ( $^{87}\text{Rb}$ ) et fils ( $^{87}\text{Sr}$ ), on construit une **droite isochrone** à partir de mesures réalisées sur différents minéraux de la roche. Cette droite a pour équation:  $y = a x + b$ .

La  **pente "a"** de cette droite dépend du temps écoulé depuis la fermeture du système:  $a = e^{\lambda t} - 1$ .

On peut alors calculer l'âge de la roche:  $t = \ln(a + 1) / \lambda$  (avec  $\lambda$  = constante de désintégration).

