

**LE TEMPS & LES ROCHES**

**Fiche objectif n°10 :**

|                  |  |    |    |   |
|------------------|--|----|----|---|
| <b>Mots clés</b> | Datation relative, principe de superposition, principe de recoupement, principe d'inclusion, principe de continuité, principe d'identité paléontologique, strate, fossile stratigraphique, échelle chronostratigraphique, demi-vie d'un isotope, désintégration radioactive, isotope fils radiogénique, isotope père radioactif, fermeture du système, chronomètre radioactif ou radiochronomètre. |    |    |   |
|                  |  | NA | EA | A |
| <b>Objectifs</b> | <b>Utiliser les relations géométriques</b> pour établir une succession chronologique d'événements à partir d'observations à différentes échelles et sur différents objets, raisonner avec rigueur ( <b>activité n°1</b> )  |    |    |   |
|                  | <b>Extraire des informations</b> à partir d'une carte géologique pour reconstituer une histoire géologique ( <b>activité n°1</b> )   |    |    |   |
|                  | <b>Observer une succession d'associations fossiles</b> différentes dans une formation géologique et comprendre comment est construite une coupure stratigraphique ( <b>TP n°14</b> )   |    |    |   |
|                  | <b>Comprendre les modalités de construction de l'échelle stratigraphique</b> , discuter les fondements et la validité des différents niveaux de coupure ( <b>TP n°14</b> )   |    |    |   |
|                  | <b>Observer les auréoles</b> liées à la désintégration de l'uranium dans les zircons au sein des biotites ( <b>TP n°15</b> )   |    |    |   |
|                  | <b>Identifier</b> des minéraux dans des préparations microscopiques ( <b>TP n°15</b> )   |    |    |   |
|                  | <b>Utiliser</b> un tableur ( <b>TP n°15</b> )  |    |    |   |
|                  | <b>Utiliser</b> les apports complémentaires de la chronologie relative et de la chronologie absolue pour reconstituer une histoire géologique ( <b>activité n°2</b> )  |    |    |   |

Rares sont les phénomènes géologiques observables à l'échelle humaine. Les processus qui affectent les roches s'opèrent à l'échelle du million d'années. De nombreux indices sont alors nécessaires pour ordonner ces processus géologiques chronologiquement les uns par rapport aux autres, mais également pour donner un âge chiffré aux roches, archives des événements passés.

**Problème :** Comment l'étude des roches permet-elle aux géologues d'établir une chronologie reconstituant l'histoire de la Terre ?

Dès qu'il s'agit de reconstituer l'histoire de la Terre et de la Vie, les références temporelles qui nous sont familières (minute, jour, années...) deviennent inopérantes. Retrouver cette histoire suppose que l'on reconstitue l'ordre dans lequel se sont succédés des événements très anciens et d'une très longue durée. Les géologues ont depuis longtemps développé des outils qui ont permis, en interprétant les traces inscrites dans les roches et les fossiles, de reconstituer une histoire de la biosphère et de la géosphère, c'est-à-dire de décrire l'ordre dans lequel se sont succédés des événements datés les uns par rapport aux autres. C'est ce qu'on appelle la datation relative.

**Problème :** Sur quels principes fondamentaux repose la datation relative des événements géologiques ?

## I. Les principes de la datation relative :

Une première façon d'approcher l'histoire de la Terre consiste à établir l'ordre dans lequel des formations géologiques se sont mises en place, et à repérer, par rapport à cet ordre de successions temporelle, des événements géologiques. Un certain nombre de principes sont systématiquement mis en application au cours d'une telle démarche.

### A. Le principe de superposition :

C'est le principe, selon lequel, dans les terrains non excessivement déformés, les formations les plus basses sont les plus anciennes (par convention A ou 1) et les formations les plus hautes sont les plus jeunes (par convention C ou 3). C'est la façon d'exprimer l'âge relatif.

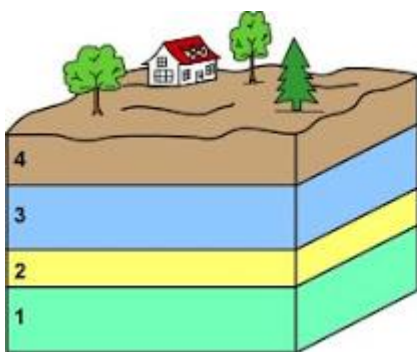
Lorsque les formations rocheuses sont disposées régulièrement les unes sur les autres sans qu'il manque d'étage, il s'agit d'une structure concordante.

À certains endroits dans une série sédimentaire l'information fait défaut; soit que les roches ont disparu suite à l'érosion, soit que la sédimentation s'est interrompue. Ces manques, ces absences d'information correspondent à des intervalles de temps dans la succession des événements géologiques. Ils représentent des lacunes, ou des discordances.

Lorsqu'un étage est absent, en tout ou en partie, il s'agit d'une lacune. Une lacune suppose l'interruption provisoire de la sédimentation (lacune de sédimentation) ou une période d'érosion (lacune d'érosion) d'une durée inconnue.

Le principe de superposition s'applique aux régions qui sont restées tectoniquement stables.

Remarque. L'âge absolu s'exprime en nombre d'année, ce sont les datations (ex: 400Ma ou Ordovicien).



Le concept de Steno (1669) qui présente deux principes intimement liés apparaît simpliste, mais il est fondamental: les couches sédimentaires se sont d'abord déposées à l'horizontale (principe de l'horizontalité primaire); les couches se sont superposées les unes sur les autres, ce qui implique que celle qui est sous une autre est plus vieille que cette dernière (principe de la superposition).

### B. Le principe de recoupement :

C'est le principe selon lequel les couches sont plus anciennes que les phénomènes tectoniques ou magmatiques ou que les roches qui les recoupent.

Ce principe s'applique aussi bien à l'échelle des paysages qu'à une échelle macro ou microscopique.

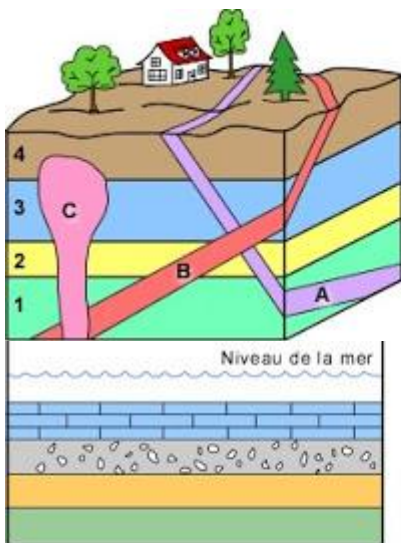
- 1. Les mouvements tectoniques : Plissements ou Failles  
L'événement tectonique qui affecte un ensemble de formations est postérieur à la formation la plus jeune. Il est par contre antérieur aux formations non affectées par la tectonique considérée.
- 2. Discordance

Elle implique un arrêt de la sédimentation, un soulèvement suivi d'une période d'érosion puis un nouveau dépôt. Cette période d'érosion, souvent associée à des déformations, correspond à un soulèvement tectonique et au retrait de la mer (régression). Si la mer ré-envahit la région (transgression) suite à de nouveaux mouvements, la surface des roches anciennes sera recouverte, c'est la surface de discordance. Il s'agit d'une surface de contact entre des formations d'âges différents.

o 3. Auréole

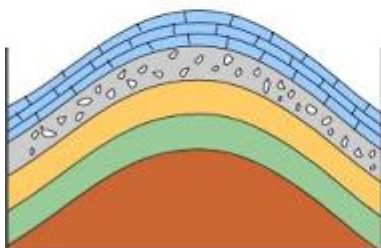
L'auréole s'est formée postérieurement car elle résulte de la modification du cristal enrobé.

Dans le cas d'une auréole métamorphique, elle est postérieure aux roches encaissantes qui ont été métamorphosée et contemporaine de l'intrusion du magma responsable du métamorphisme de contact.

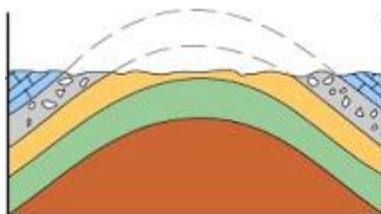


Ici, l'âge relatif des couches 1 à 4 est fourni par le principe de superposition. Les intrusifs A, B et C sont plus jeunes que les couches sédimentaires horizontales dans lesquelles ils se sont introduits. Leurs âges relatifs sont donnés par les recoupements: comme le dyke B recoupe le dyke A et que l'intrusif C recoupe le dyke B, on sait que A est plus ancien que C, même si ces deux dykes ne se recoupent pas; l'ordre d'intrusion est donc A B et finalement C.

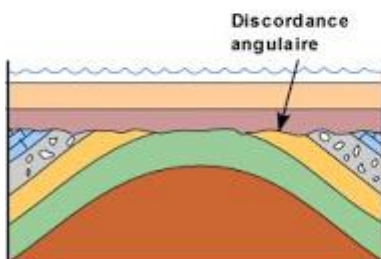
**Dépôt**  
Les couches sédimentaires se déposent à l'horizontale



**Plissement et soulèvement**  
Il est fréquent que les forces tectoniques de compression plissent ces couches originellement horizontales



**Érosion**  
Les couches plissées sont subséquemment érodées et les reliefs aplanis



**Nouveau dépôt**  
Si d'autres couches se déposent au-dessus, par exemple à la faveur d'un envahissement par la mer, il en résulte une relation d'angularité entre les deux ensembles. La surface qui sépare les deux ensembles est une discordance angulaire.

### C. Le principe d'inclusion :

C'est le principe selon lequel les morceaux de roche ou minéraux inclus dans une autre couche sont plus anciens que leur contenant.

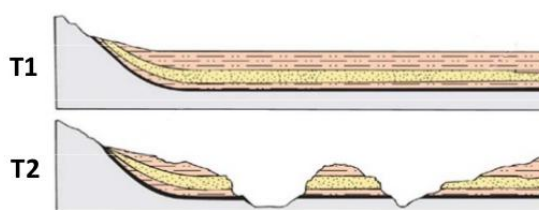
Il est possible en effet d'observer des inclusions de cristaux plus anciens dans une matrice plus récente ; c'est le cas par exemple des enclaves de péridotite dans les roches volcaniques ou des inclusions de zircon dans des biotites.

### Montrer enclave péridotite.

### D. Le principe de continuité :

C'est le principe selon lequel une même couche limitée par un même mur (strate sous-jacente formant le "plancher") et un même toit (strate sus-jacente) a le même âge sur toute son étendue même si sa nature est différente du fait de conditions de sédimentation (faciès) différentes.

Une même couche a le même âge sur toute son étendue.

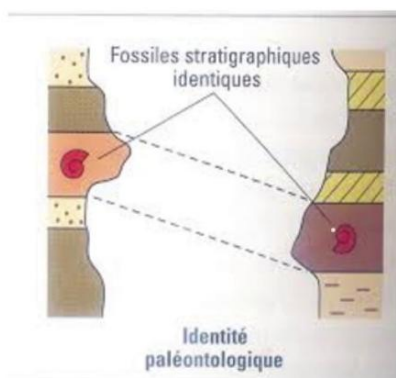
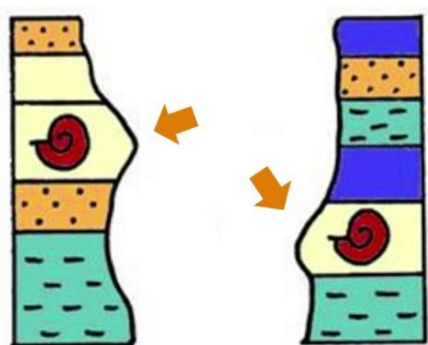


### E. Le principe d'identité paléontologique :

Les fossiles d'espèces n'ayant connu, à l'échelle des temps géologiques, qu'une brève durée d'existence, en peuvent se rencontrer que dans quelques strates seulement. Ces fossiles peuvent constituer des marqueurs du temps.

## Principe d'identité paléontologique

principe d'identité paléontologique : deux couches ayant les mêmes fossiles sont considérées comme ayant le même âge



### Remarque

Les principes qui régissent la méthode de datation relative s'appliquent aussi bien à l'échelle des strates qu'à l'échelle minérale.

**Bilan** : La chronologie relative consiste à classer dans le temps les différents évènements géologiques observés en appliquant les principes de superposition, de recoupement, d'inclusion, de continuité et d'identité paléontologique.

Ces événements peuvent être utilisés pour définir des coupures dans les temps géologiques, ce qui conduit à l'établissement de l'**échelle stratigraphique internationale des temps géologiques**.

**Datation relative** : ensemble des méthodes de datation permettant d'ordonner chronologiquement des évènements les uns par rapport aux autres.

**Principe de superposition** : une strate (sédimentaire ou volcanique) est plus récente que celle qu'elle recouvre.

**Principe de recoupement** : une structure géologique qui en recoupe une autre est plus jeune que celle qu'elle recoupe. Cela s'applique par exemple aux failles, filons, surfaces d'érosion...

**Principe d'intrusion** : tout objet inclus dans un autre est plus ancien.

**Principe de continuité** : une même strate est de même âge en tous points de son étendue.

**Principe d'identité paléontologique** : deux couches de terrain qui renferment les mêmes fossiles stratigraphiques ont le même âge.

**Strate** : couche de matériaux constituant un terrain.

**Activité n° 1**: L'histoire géologique de la région de Flamanville.