

La chronologie relative : décrypter le temps des roches par l'observation

Introduction :

L'une des méthodes de datation à disposition du·de la géologue est celle de la chronologie relative : via cette méthode, il ne s'agit pas de donner l'âge absolu d'une roche (**chronologie absolue**) mais de la situer dans le temps par rapport à une autre. Cela fait appel au sens de l'observation, au recoupement d'informations et à l'identification d'éléments clés.

Comment les observations sur le terrain permettent-elles de « lire le passé des roches » ?

Il s'agit ici de mettre en évidence l'étude des caractères structuraux, fossiles et indices stratigraphiques rencontrés sur le terrain, à la base de l'approche relative. Ces observations permettent ensuite de reconstituer la chronologie de mise en place d'éléments géologiques représentés sur l'échelle stratigraphique.

1 | Caractères structuraux

La description des formations rocheuses et leur analyse se base sur leurs différentes caractéristiques : géographiques, géométriques, minéralogiques, stratigraphiques, etc.

On s'intéresse ici à leurs **caractéristiques géométriques** (disposition dans l'espace, forme...) communément appelées « caractères structuraux ».

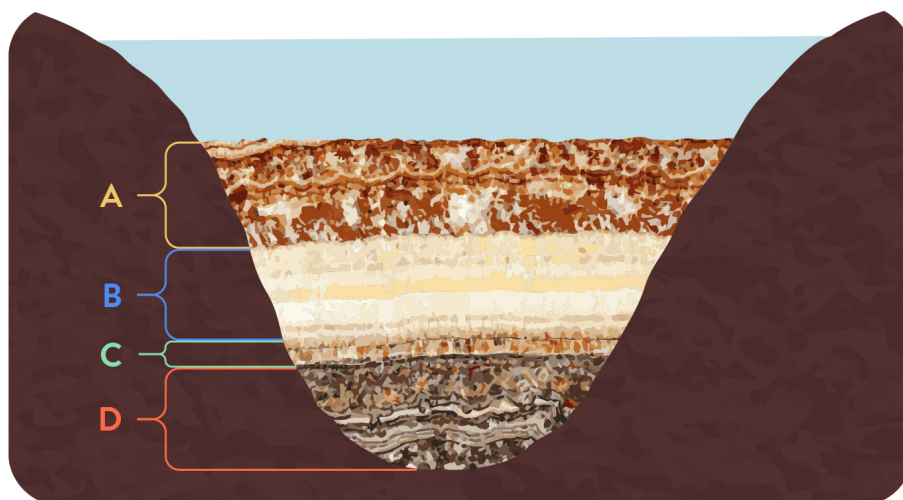
a. Les lois de Sténon (ou loi de la stratigraphie)

En 1669, dans *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*, Nicolas Sténon, géologue danois, énonce trois principes connus sous le nom des **lois de Sténon**.

Ces principes sont encore utilisés de nos jours pour analyser les caractères structuraux des formations rocheuses.

1 La loi de l'horizontalité primaire

Schéma de l'horizontalité primaire



© SCHOOLMOUV

Les couches sédimentaires se sont formées à partir de la précipitation des ions dissous dans l'eau, ou à partir de petits détritiques qui se sont déposés et accumulés de façon à constituer une couche épaisse sur les fonds aquatiques marins, sur les fonds des lacs (sédiments lacustres), ou encore des fleuves (sédiments fluviaux) en couches horizontales.

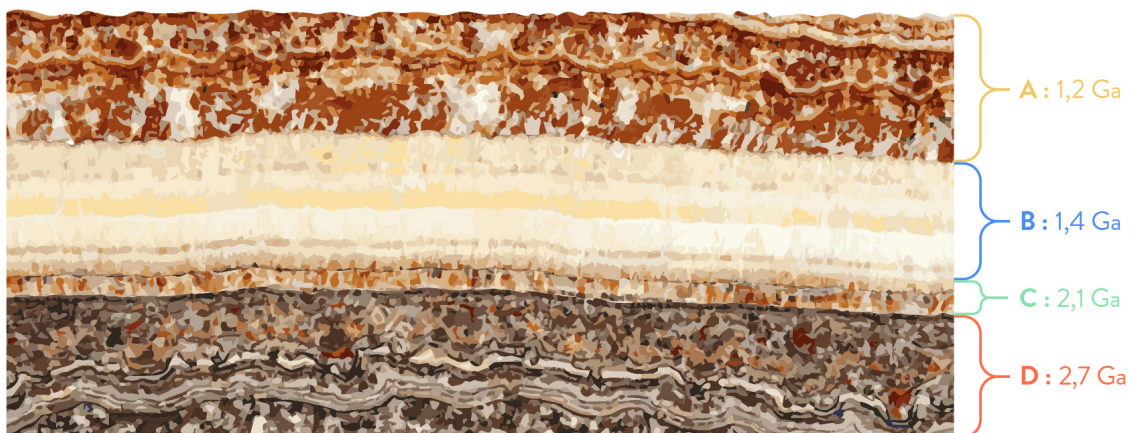


Ainsi, toute formation aujourd'hui retrouvée et **non horizontale** a forcément subi des modifications **ultérieures à sa sédimentation**.



2 La loi de la superposition

Schéma de la superposition



Les couches de roche sont sédimentées de manière **successive et chronologique**, les plus anciennes en dessous et les plus récentes au-dessus. Et ce à moins que des processus ultérieurs (séisme, effondrement etc.) n'aient modifié cet agencement.

3 La loi de continuité latérale

Schéma de la continuité latérale



© SCHOOLMOUV

La loi de continuité latérale énonce que **l'âge d'une strate sera le même sur toute son étendue**. Et ce même si la strate est déformée par un pli, une faille, ou même si les roches qui la composent sont de natures différentes. Dans notre schéma ci-dessus, les couches B et C, de nature différente, sont toutes deux encadrées par les mêmes strates de roche (A en-dessous, D au-dessus).

→ B et C ont donc le même âge.



Ces trois lois de Sténon sont constitutives de la géologie et à la base de la stratigraphie, deux sciences qui ne feront leur apparition qu'au début du XIX^e siècle.

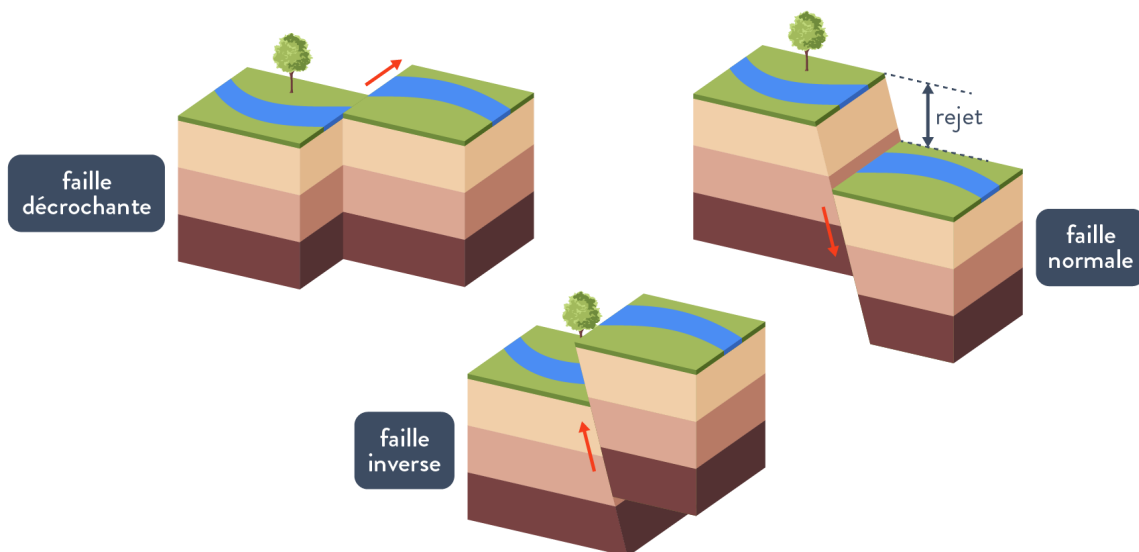
Deux autres grands concepts ont permis aux géologues de comprendre la mise en place dans le temps des structures observées : le principe de recoupement et le principe d'inclusion.

b. Le principe de recoupement



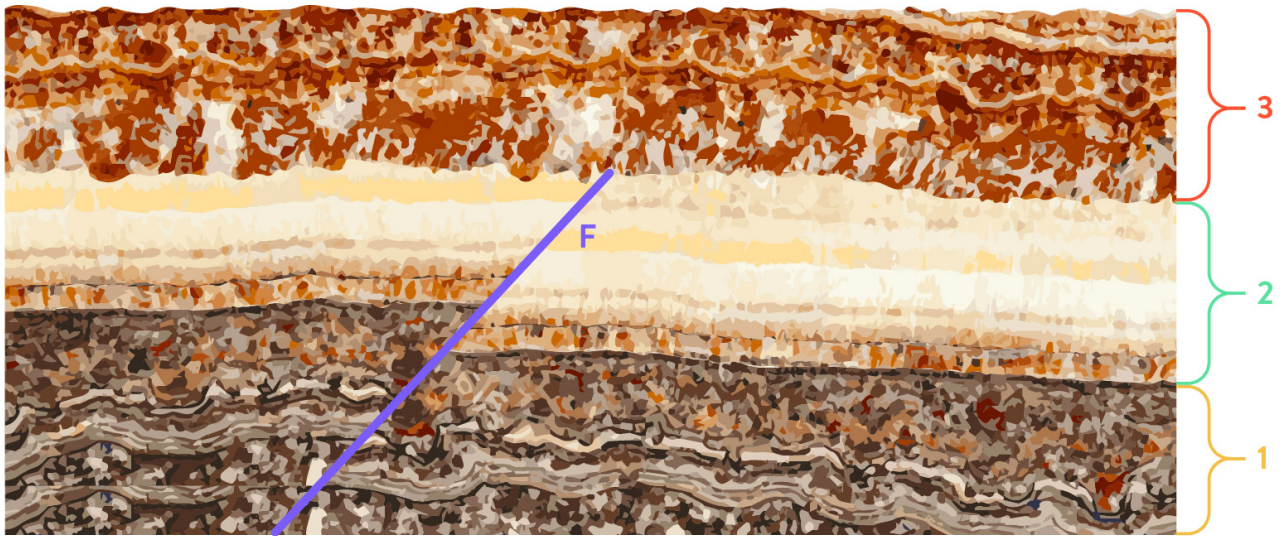
Une structure géologique peut subir des événements géologiques à l'origine de la formation de failles (inverse, normale, décrochante), plis etc.

Types de failles



© SCHOOLMOUV

Ainsi, tout événement géologique dont on peut observer les traces sur une formation rocheuse est **postérieur à la mise en place des strates**.



© SCHOOLMOUV

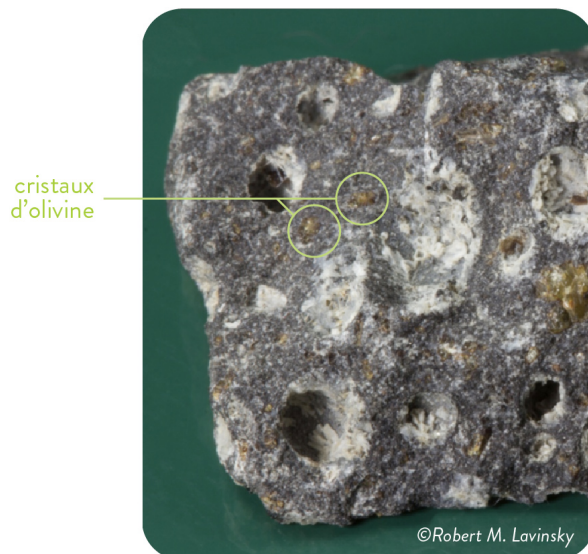
Dans notre exemple ci-dessus, la faille F recoupe les formations 1 et 2, mais n'affecte pas la 3.

→ La faille F est donc plus jeune que la formation 2 et plus vieille que la formation 3.

c. Le principe d'inclusion

Le principe d'inclusion énonce que toute roche (ou fragment) incluse dans une autre couche rocheuse est **plus ancienne** que cette dernière.

Roche magmatique avec inclusion d'olivines



© SCHOOLMOUV

Forts des trois Lois de Sténon et des principes de recoupement et d'inclusion, les géologues peuvent alors, par la « simple observation » des structures géologiques étudiées, déterminer lesquelles se sont formées les premières.

Il est alors possible de déterminer l'ordre de sédimentation en vue d'établir une échelle stratigraphique du milieu.

2 | Construire une échelle stratigraphique à partir des fossiles

Les **fossiles** jouent un rôle primordial, tout comme les roches qui les hébergent, dans la compréhension géologique de l'évolution de la Terre. Toutefois, il est nécessaire que les fossiles utilisés pour l'étude fournissent des données justes à interpréter, en vue de reconstituer l'**échelle stratigraphique** du milieu d'étude (échelle reconstituant l'ordre de formation des couches rocheuses).



Échelle stratigraphique :

Une échelle stratigraphique est une échelle reconstituant l'ordre de formation des couches rocheuses. Elle permet ainsi de visualiser l'ensemble des ères, périodes et étages dans leur ordre de mise de place et donc d'ancienneté.

a. Utilisation des fossiles : critères de « bons fossiles »

Les fossiles doivent, afin d'être utilisés en analyse, remplir différents critères pour répondre au statut de « **bons fossiles** ».

- Les fossiles doivent avoir existé pendant une **très courte durée** (à l'échelle des **temps géologiques**) et avoir subi une évolution très rapide de leur population.



Les vitesses de sédimentation sur Terre sont considérées comme instantanées par rapport à l'échelle des temps géologiques.

- Une **large distribution géographique** des fossiles étudiés augmente la possibilité d'effectuer des corrélations entre les différents spécimens retrouvés dans des formations différentes et à des endroits différents.
- Les fossiles doivent en outre avoir une grande vitesse de diffusion, c'est-à-dire être capables de **coloniser le milieu le plus rapidement possible**.
- Ils doivent enfin être **présents en abondance** de façon à optimiser et enrichir les suppositions géologiques.



Il est aussi bien entendu appréciable que les fossiles présentent des critères spécifiques permettant une identification certaine et rapide.



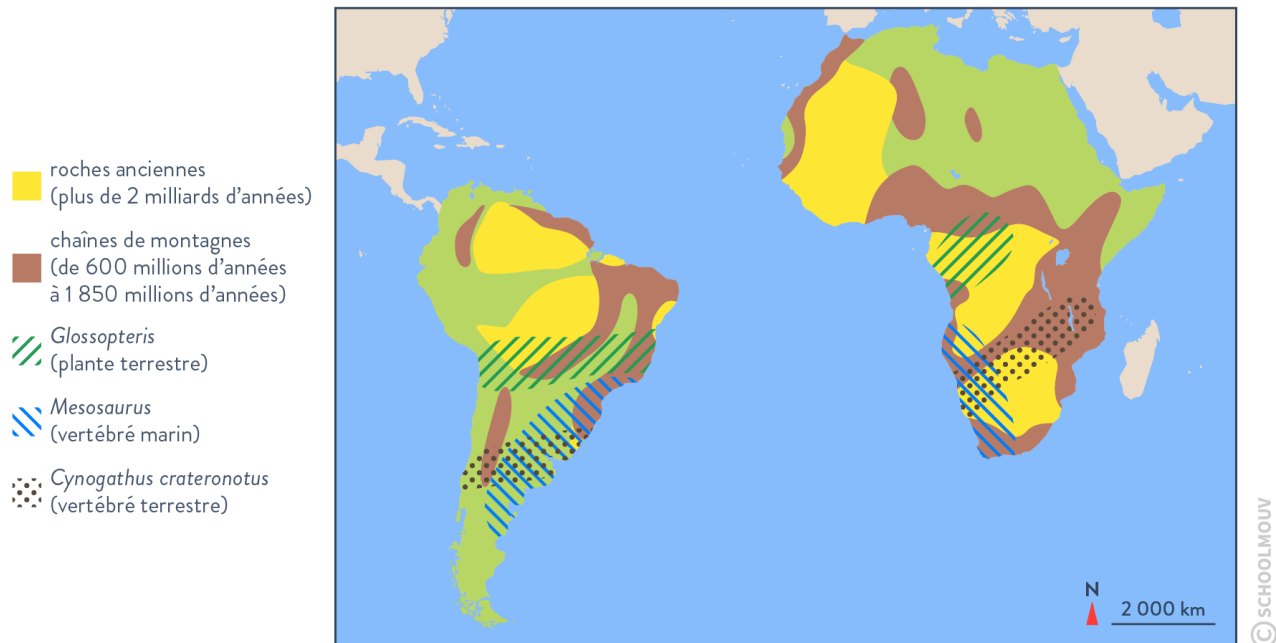
Les ammonites, mollusques marins à large distribution géographique, sont particulièrement chères aux géologues.

Toute structure géologique incluant des fossiles, dont la datation temporelle est connue, est donc **de même âge que ces fossiles**.

Ainsi un fossile peut permettre de déterminer, de manière relative, l'âge de la roche-hôte qui le renferme. Voire, par extension, l'âge de la formation rocheuse entière si plusieurs fossiles sont successivement retrouvés dans les différentes strates.

De la même manière, des fossiles caractéristiques retrouvés dans des formations rocheuses aujourd'hui séparées par plusieurs milliers de kilomètres sur des continents différents permettent aux géologues d'affirmer l'ancienne unité des continents entre eux .

→ C'est le principe qui a été utilisé pour reconstituer la forme de la Pangée.



 Exemple

Cynognathus crateronotus, découvert en 1895, est un thérapside terrestre retrouvé en Afrique du Sud, Amérique du Sud, Asie du Sud et Antarctique, continents aujourd'hui séparés par les eaux.

b. Indices stratigraphiques : les FADs et LADs comme points de repère

Il est possible donc de déterminer de manière relative l'âge des formations, soit par les caractères structuraux, soit par l'étude des fossiles.

Mais il est aussi possible d'observer une « coupure géologique », concrétisée par des **grandes perturbations terriennes** (événement volcanique planétaire, chute de météore, etc.) et engendrant de **grandes crises biologiques**. À certaines périodes, on peut ainsi observer une explosion de la biodiversité faunique et florale, retrouvée sous forme de grandes quantités de fossiles animaux et végétaux très variés. Ainsi, des LADs de taxa (d'espèces) généralisées, dans l'espace comme dans les groupes d'êtres vivants, marquent une crise majeure.



Définition

LADs (*Last Appearance Datum*) :

Il s'agit de la date de dernière apparition d'un taxon (d'une espèce) donné, reconnu comme étant géologiquement synchrone sur toute sa zone de distribution.

Le contact anormal de deux groupes, asynchrones de plusieurs dizaines (voire de plusieurs centaines) de millions d'années, que l'on peut retrouver aujourd'hui au sein des formations à l'affleurement peut être expliqué par des LADs.

À l'inverse, des FADs de taxa généralisées dans l'espace comme dans les groupes d'êtres vivants marquent une explosion biologique majeure.

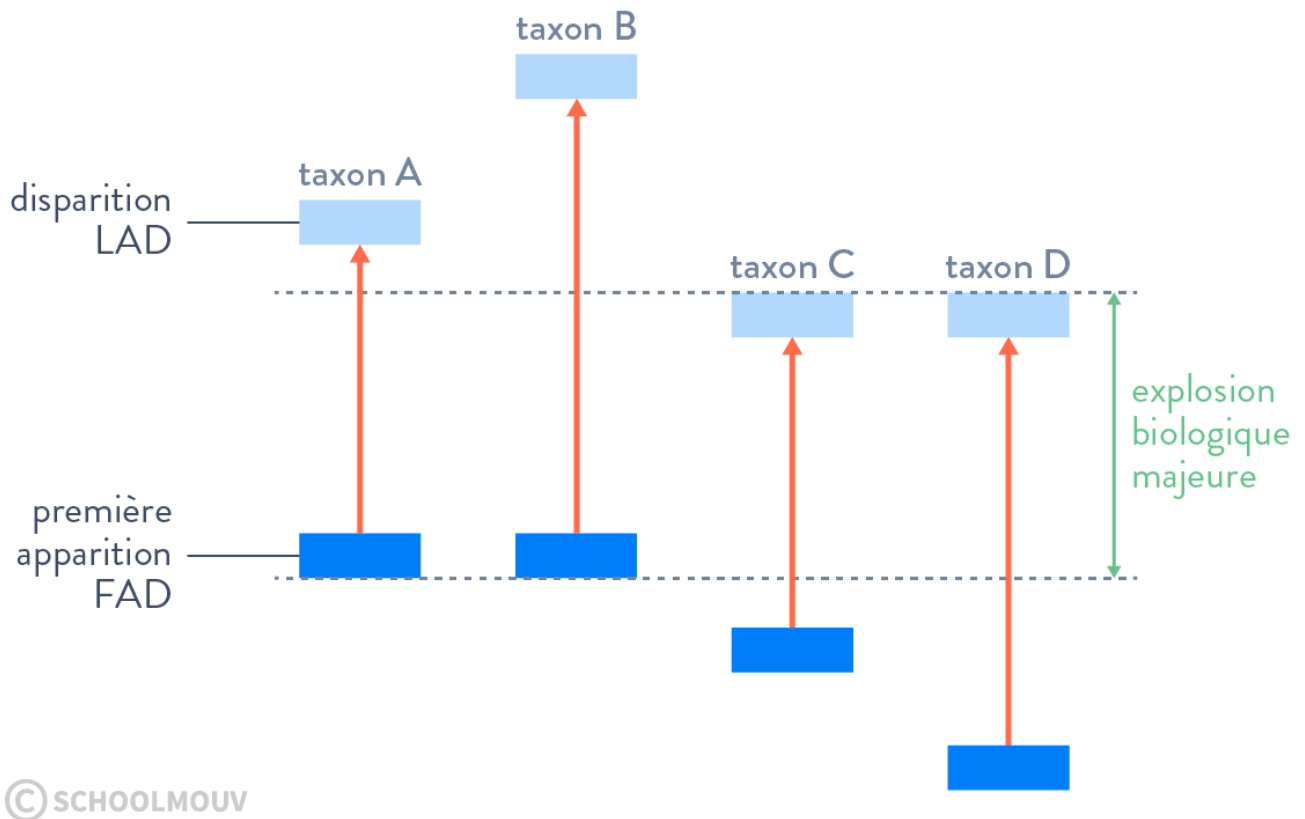


Définition

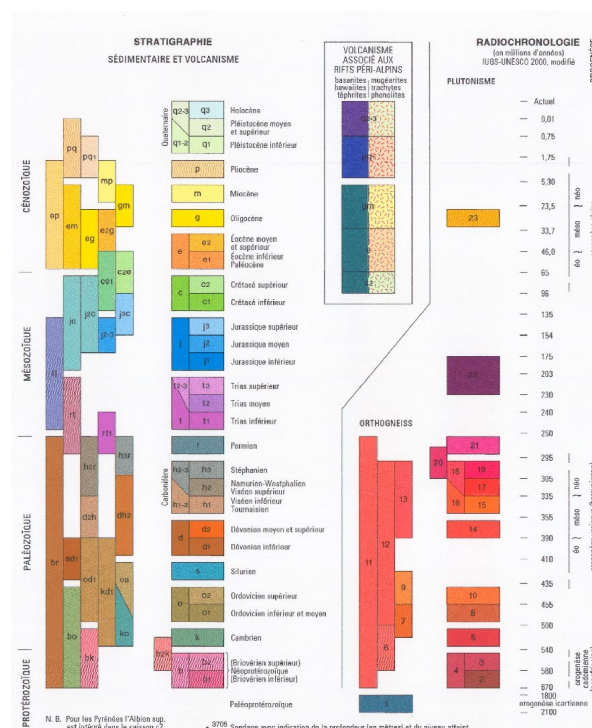
FADs (*First Appearance Datum*) :

Il s'agit de la date de première apparition d'un taxon (d'une espèce) donné, reconnu comme étant géologiquement synchrone sur toute sa zone de distribution.

→ Ainsi, la FAD de classe *Trilobita* (les trilobites) marque le début du Cambrien.



L'analyse des fossiles et de leurs roches permet donc de reconstituer une échelle stratigraphique complète.



Conclusion :

Il est donc possible, à l'aide des caractères structuraux (Lois de Sténon et principes de recoupement et d'inclusion) et de l'étude des fossiles (critères de « bons fossiles », répartition géographique actuelle), ainsi que de la prise en compte des événements géologiques majeurs ayant affecté la Terre, de dater de manière relative les roches de la planète. Cette méthode de chronologie relative se distingue de la méthode de chronologie absolue basée sur l'analyse d'isotopes radioactifs.