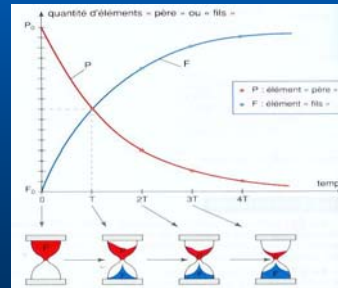


GÉOLOGIE GÉNÉRALE:

GÉOCHRONOLOGIE



Pr. Zine El Abidine El Morjani

1

Plan de cours

- ◆ Introduction
- ◆ Chronologie relative
- ◆ Chronologie Absolue
- ◆ Échelle des temps géologiques

2

1. Introduction

La Terre s'est formée il y a quelque 4,5 milliards d'années (Ga) et la vie y est apparue il y a environ 3,5 Ga.

Si les outils de mesure utilisés actuellement (**secondes, minutes, heures, jours, mois, années**) pour mesurer les durées des phénomènes biologiques sont relativement familiers, il n'en est pas de même de ceux qui permettent d'apprécier les événements longs par rapport à l'échelle humaine et anciens par rapport à l'approche historique.

Ainsi la mesure du temps au-delà des époques historiques se fait en interprétant des phénomènes géologiques et biologiques enregistrés dans **les roches et les fossiles**.

Par conséquent, les géologues utilisent la **géochronologie** pour dater les événements de l'histoire de la Terre et des êtres vivants

3

1. Introduction

La **géochronologie** (ou **géologie historique**) est une discipline de la géologie qui a pour objectif la datation des différentes formations et événements géologiques basée sur la stratigraphie.

Stratigraphie est une science qui étudie la succession des dépôts sédimentaires généralement arrangés en couches ou "**strates**". Elle permet de reconstituer l'évolution des dépôts dans l'espace et dans le temps.

Chaque couche géologique est caractérisée par son contenu **lithostratigraphique** et **biostratigraphique**.

La lithostratigraphie : est une approche stratigraphique qui décrit une couche par son contenu lithologique et minéralogique. La nature des roches sédimentaires nous informe sur le milieu de sédimentation (dépôts continentaux, marins) et comment cet environnement a évolué dans le temps.

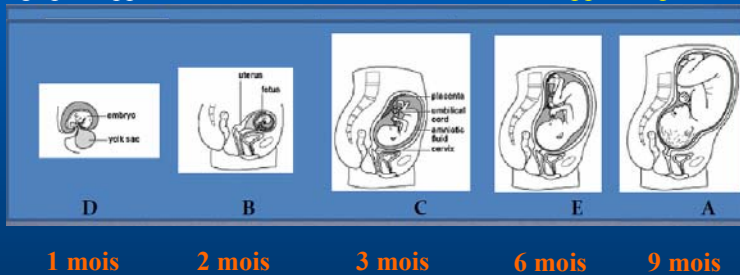
La biostratigraphie est l'étude de la répartition des fossiles dans les strates et donc dans les temps géologiques. Elle nous renseigne sur l'évolution de ces espèces dans le temps et dans l'espace dans leur environnement sédimentaire.

4

1. Introduction

La chronostratigraphie est une branche de stratigraphie qui consiste à définir les intervalles de temps des strates et à retracer les différentes évolutions paléogéographiques. Elle se repose sur

➤ **La géochronologie relative** permet de classer chronologiquement les objets et les événements les uns par rapports aux autres en déterminant l'ancienneté relative des roches et des fossiles qu'elles contiennent, mais ne donne ni leur durée exacte, ni leur âge par rapport à l'actuel. **Ex. les mammifères sont apparus après les reptiles.**



Chronologie relative: remet les événements dans l'ordre

Chronologie absolue date les événements.

➤ **La géochronologie absolue** utilise la radioactivité d'isotope comme processus naturel pour établir l'âge exact d'une roche ou d'un fossile et d'en calculer la durée. **Ex. les mammifères sont apparus il y a 200 millions d'années**

5

2. Chronologie relative

La datation relative consiste à ordonner les uns par rapport aux autres des structures (strates, plis, failles, minéraux) et des événements géologiques (sédimentation, intrusion orogénèse, discordance...) afin de reconstituer une histoire. En d'autres termes, on établira lequel, entre deux corps géologiques, est le plus jeune ou le plus vieux, sans aucune connotation d'âge absolu qui serait exprimé en nombre d'années

Elle repose sur les 5 principes de base de la stratigraphie:

1. Principe de superposition
2. Principe de continuité latérale
3. Le principe d'identité paléontologique
4. Principe de recoupement (relations d'intersection)
5. Principe de recouvrement
6. Principe d'inclusion

6

2.1 Principe de superposition

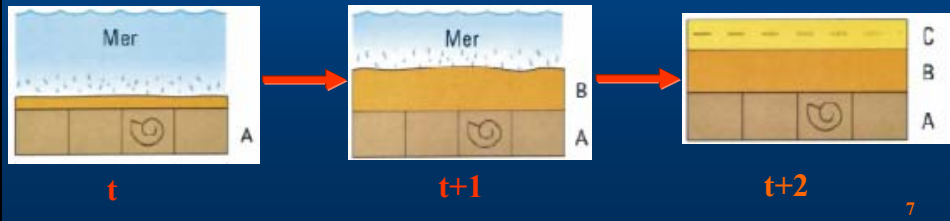
Rappels :

La plupart des roches sédimentaires (grès, calcaires, marnes, dolomies...) se forment à partir de **sédiments meubles** (sables, boues plus ou moins argileuses ou calcaires...) qui se déposent au fond de l'eau (mer, lac...) en **couches horizontales ou strates**.

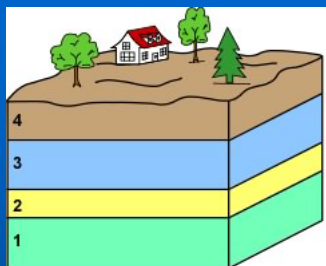
Avec le temps, sous l'effet de leur propre poids et surtout de la pression exercée par les strates de dessus, par perte d'eau et légère élévation de la température, ces sédiments se compactent et se transforment en roches : c'est la **diagenèse**.

Ce mode de formation des roches sédimentaires, essentiellement en milieu aqueux, impose que lorsqu'une strate repose sur une autre, elle lui est bien évidemment postérieure.

Le principe de superposition stipule qu'une strate est plus récente que celle qu'elle recouvre et plus ancienne que celle qui la recouvre. Autrement dit la strate située le plus bas est plus ancienne que celle qui est au-dessus.



2.1 Principe de superposition



+ récent

+ ancien

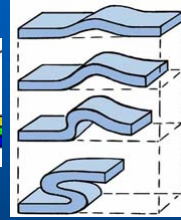


Coulée de lave à Hawaï. La coulée recouvrant la route est plus jeune.

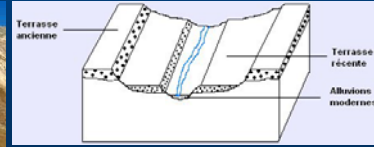
Limites au Principe de superposition

ATTENTION : les déformations ultérieures (plissement, mises en contact anormal avec d'autres séries sédimentaires à la suite de chevauchements) peuvent venir modifier la disposition originelle : existence de séries basculées voir à l'envers, d'où l'utilité des « critères de polarité » pour savoir où se trouve la base (= mur) de la couche ou son sommet (= toit), et de l'âge des fossiles. Dans ces cas, le principe de superposition n'est plus respecté.

Pli couché



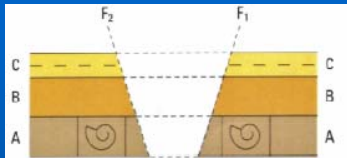
Chevauchement



9

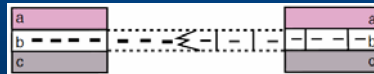
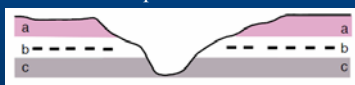
2.2 Principe de continuité latérale

Ce principe stipule qu'une même couche sédimentaire a le même âge sur toute son étendue.

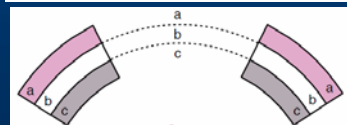


Ce principe permet de considérer, malgré les discontinuités d'affleurement et les accidents du relief (plissements en montagne, ..), que deux couches séparées dans l'espace mais limitées par les mêmes couches à la base et au sommet, sont de même âge

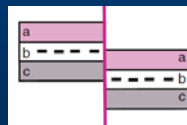
Selon le principe de la continuité, si une couche a le même âge sur toute son étendue, alors la couche b, comprise entre a et c a le même âge, malgré l'érosion, le changement de faciès ou les déformations qu'elle subit.



Passage latérale de faciès



Déformation plissement



Déformation (faille)

10

2.3 Principe d'identité paléontologique

Une strate peut être définie, en plus de la nature et la structure de ses roches, par l'ensemble des **fossiles**.

Un **fossile** est un reste (coquille, carapace, os, dent, graine, feuilles, spore, pollen, plancton, micro-organismes...) ou un moulage d'un animal ou d'un végétal conservé dans une roche sédimentaire.

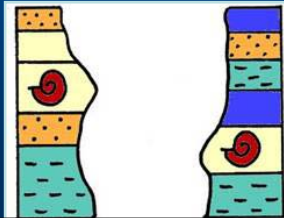


Ammonite fossilisée



Poisson fossilisé

Ce principe postule que deux couches situées dans des lieux différents et présentant le même contenu en fossiles sont du même âge. Ce principe permet d'étendre un marqueur temporel lorsque le principe de continuité n'est pas applicable.



11

2.3 Principe d'identité paléontologique

La théorie de l'évolution a permis de constater que les **assemblages fauniques avaient changé avec le temps** et que chaque temps géologique était caractérisé par un assemblage faunique qui lui était propre. Par conséquent, on est en mesure de dater une couche qui contient cet assemblage

Mais comme, il existe des fossiles ayant une **durée de vie très longue**, et d'autres possédant une **courte période de vie**.

Les géologues utilisent les espèces ayant une durée de vie courte **pour la datation** puisqu'ils représentent **un temps précis**.

Ainsi il existe deux façons pour dater les couches par les fossiles: **fossiles caractéristiques et assemblages fossilifères**:

12

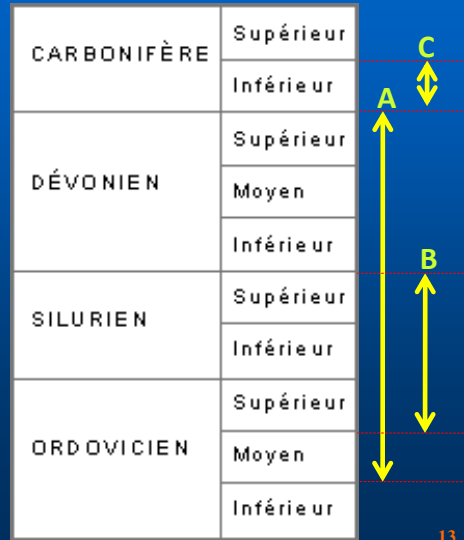
2.3 Principe d'identité paléontologique

A) Fossiles caractéristiques

Cette méthode utilise des fossiles dites **fossiles stratigraphiques** qui répondent à deux critères suivants:

1. L'espèce doit avoir existé pendant **une courte durée** à l'échelle des temps géologiques; indiquant des **âges bien précis**. Une couche contenant un de ces fossiles pourra donc être datée avec assez de précision

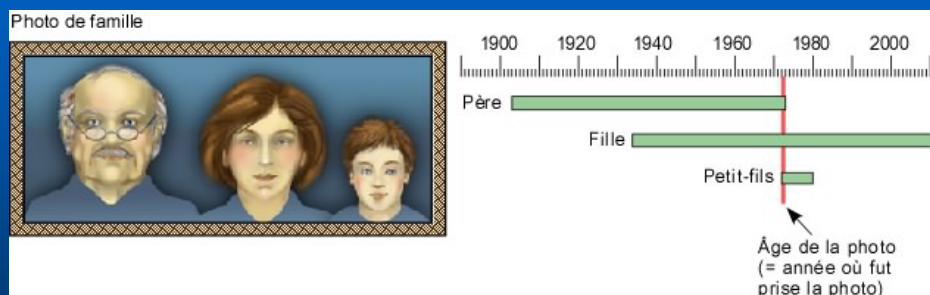
2. L'espèce doit avoir une **grande extension géographique** (ce qui permet d'établir des corrélations à plusieurs endroits éloignés du globe) ;



2.3 Principe d'identité paléontologique

B) ASSOCIATIONS FOSSILIFÈRES

Cette méthode se base sur la **somme des fossiles trouvés dans une couche donnée**. On considère que tous les fossiles trouvés ensemble sur une couche sédimentaire représentent des organismes qui ont tous vécu au même temps.

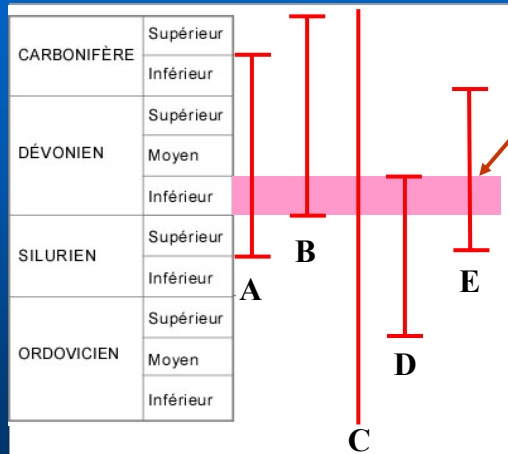


Pour déterminer l'âge de cette photo de famille, c'est-à-dire le moment où a été pris consiste à déterminer la période de temps où ces trois personnes ont été vivantes en même temps: **1972-73 est donc l'âge de cette photo**

2.3 Principe d'identité paléontologique

B) ASSOCIATIONS FOSSILIFÈRES

Soit un assemblage de fossiles (A, B, C, D et E) qui se trouve dans une même couche. On consulte les catalogues pour connaître quelle a été la durée de vie de chacun des organismes qu'ils représentent.



Age de l'assemblage fossilifère = Age de la couche contenant tous les fossiles

On remarque que la seule période où ces fossiles ont pu se retrouver ensemble correspond au temps où elles ont pu vivre toutes en même temps: **le Dévonien inférieur**.

L'assemblage et la couche qui le contient datent donc du Dévonien inférieur.

Aucun de ces fossiles pris individuellement n'aurait pu fournir un âge aussi précis

15

2.4 Principe de recoupement

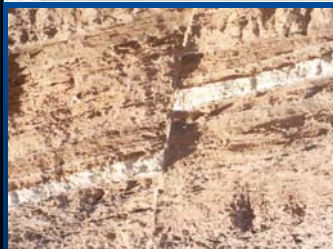
Ce principe indique que toute formation géologique ou événement (Failles, filons, intrusion magmatique, discordance, érosion...) qui **en affecte (recoupe) une autre lui est postérieure** (récente).



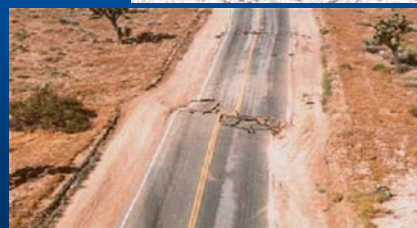
Filon recoupe une série sédimentaire



Plis



Faille



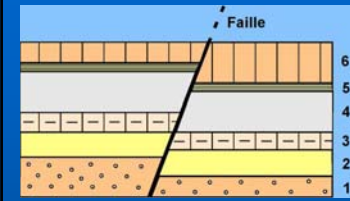
Seismes

les filons, plis, failles, seismes... sont des **déformations postérieures** à la formation des strates rocheuses. Ainsi, toute structure **est plus récente et plus jeune** que celle qu'elle recoupe.

16

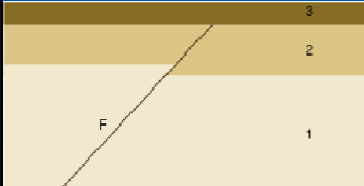
2.4 Principe de recouplement

Déterminer l'ordre chronologique des événements géologiques suivants:



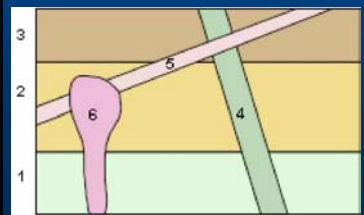
La faille coupe les strates 1 à 6. Elle est donc postérieure à ces 6 strates

Ordre chronologique : Sédimentation des strates de 1 à 6 puis faille F



La faille F affecte les strates 1 et 2 mais pas la strate 3. Elle est donc plus récente que 2 mais plus ancienne que 3

Ordre chronologique : 1, 2, F et 3



1, 2, 3 sont superposés, les niveaux intrusifs 4 et 5 recoupent 1, 2 et 3 ils sont donc plus récents, 5 recoupe le dyke 4 qui est donc plus ancien, enfin l'intrusif 6 qui recoupe 5 est donc le plus récent.

Ordre chronologique : 1, 2, 3, 4, 5 et 6

17

2.5 Principe de recouvrement

Ce principe indique que toute structure (couche sédimentaire ou volcano-sédimentaire ou coulée volcanique...) qui en **recouvre une autre** (déformée ou pas) est **postérieure à cette dernière**

Ce principe est utilisé pour expliquer des situations plus complexes : Lacunes sédimentaires et discordance

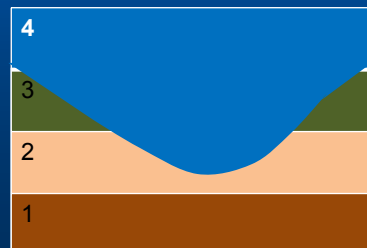
Lacune sédimentaire

Intervalle de temps manquant dans l'enchaînement sédimentaire soit par:

- absence de sédimentation par une régression marine
- érosion qui a enlevé des couches, puis la sédimentation a repris en laissant la lacune.



Absence de sédimentation



Erosion

18

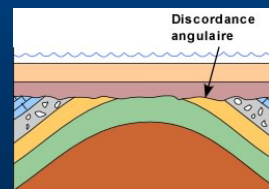
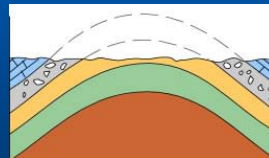
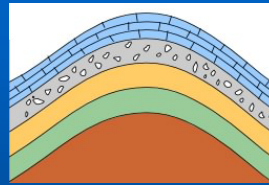
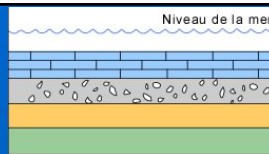
2.5 Principe de recouvrement

Discordance

C'est une surface de discontinuité qui exprime une **interruption dans la sédimentation pendant un intervalle de temps** par laquelle des couches géologiques recourent d'autres strates, plus anciennes, plissées et souvent érodées.

Cette discordance implique le **plissement** (ou le basculement) et le **soulèvement**, **l'érosion** d'anciennes couches sur laquelle reposent de nouvelles couches.

Les couches situées sous la discordance sont **antérieures** à celles qui sont au-dessus.



Dépôt

Les couches sédimentaires se déposent à l'horizontale.

Plissement et soulèvement

Les forces tectoniques de compression plissent ces couches originellement horizontales.

Erosion

Les couches plissées sont érodées et les reliefs sont lissés.

Nouveau dépôt

Des nouvelles couches se déposent horizontalement au-dessus suite à une transgression marine. La surface qui sépare ces deux ensemble est une discordance angulaire.

19

2.5 Principe de recouvrement

Discordance

Couche sédimentaire non plissée

Surface de discordance angulaire

Couche sédimentaire plissée et érodée



Terrains triasiques horizontaux recouvrant en discordance des terrains du carbonifère plissés et érodés. Le basculement a donc eu lieu après le dépôt des terrains du carbonifère mais avant celui du dépôt des terrains triasiques.

20

2.6 Principe d'inclusion

Ce principe postule qu'un objet géologique inclus dans une autre couche, est plus ancien, antérieur à la roche qui le renferme.



Enclave sédimentaire dans le Granite rose

elles sont donc antérieures à la mise en place de ce granite.



Les galets qui constituent les conglomérats

21

Méthode pour déterminer la chronologie relative des événements géologiques à partir d'une coupe géologique

Les six principes à utiliser

Principe de superposition : une couche située en dessous d'une autre est considérée comme plus ancienne (et vice-versa). Attention, ce principe ne s'applique que pour les roches sédimentaires.

Principe de continuité : une même couche a le même âge et les mêmes caractéristiques sur toute son étendue.

Principe de recouvrement : toute structure qui recouvre une autre (déformée ou pas) est postérieure à cette dernière

Principe d'identité paléontologique : deux couches renfermant les mêmes types de fossiles ont le même âge et se sont formées dans les mêmes conditions.

Principe de recoupement : Tout événement modifiant soit la géométrie soit la continuité d'une structure géologique est postérieur à cette structure.

Principe d'inclusion : les fragments (morceaux) de roche inclus dans une autre couche sont plus anciens que la roche qui les contient.

Les principaux événements à repérer sur une coupe

-Phénomènes sédimentaires :

-Dépôts successifs de couches superposées. Sur une coupe il peut apparaître plusieurs séries sédimentaires : chaque série est caractérisée par des couches parallèles et les différentes séries sont séparées en général par des discordances (contact entre deux couches non parallèles). Souvent, les discordances apparaissent après une phase d'érosion de la série précédente.

- phénomènes tectoniques :

Les mouvements tectoniques de convergence ou de divergence des plaques sont à l'origine de deux types d'événements : les plis et les failles. D'après le principe de recoupement, plis et failles sont postérieurs aux couches qu'ils affectent et antérieurs aux couches qu'ils n'affectent pas.

- phénomènes magmatiques :

Comme leur nom l'indique, les roches magmatiques proviennent de la montée et du refroidissement d'un magma soit en profondeur (roches plutoniques), soit en surface (roches volcaniques). En utilisant le principe de recoupement, il est possible de dater le refroidissement de ce magma et donc la mise en place de la roche.

Il est conseillé de déterminer d'abord la chronologie des phénomènes sédimentaires, puis d'intégrer dans cette frise les événements tectoniques et magmatiques.

22

Étude d'un exemple à partir d'une coupe géologique imaginaire

