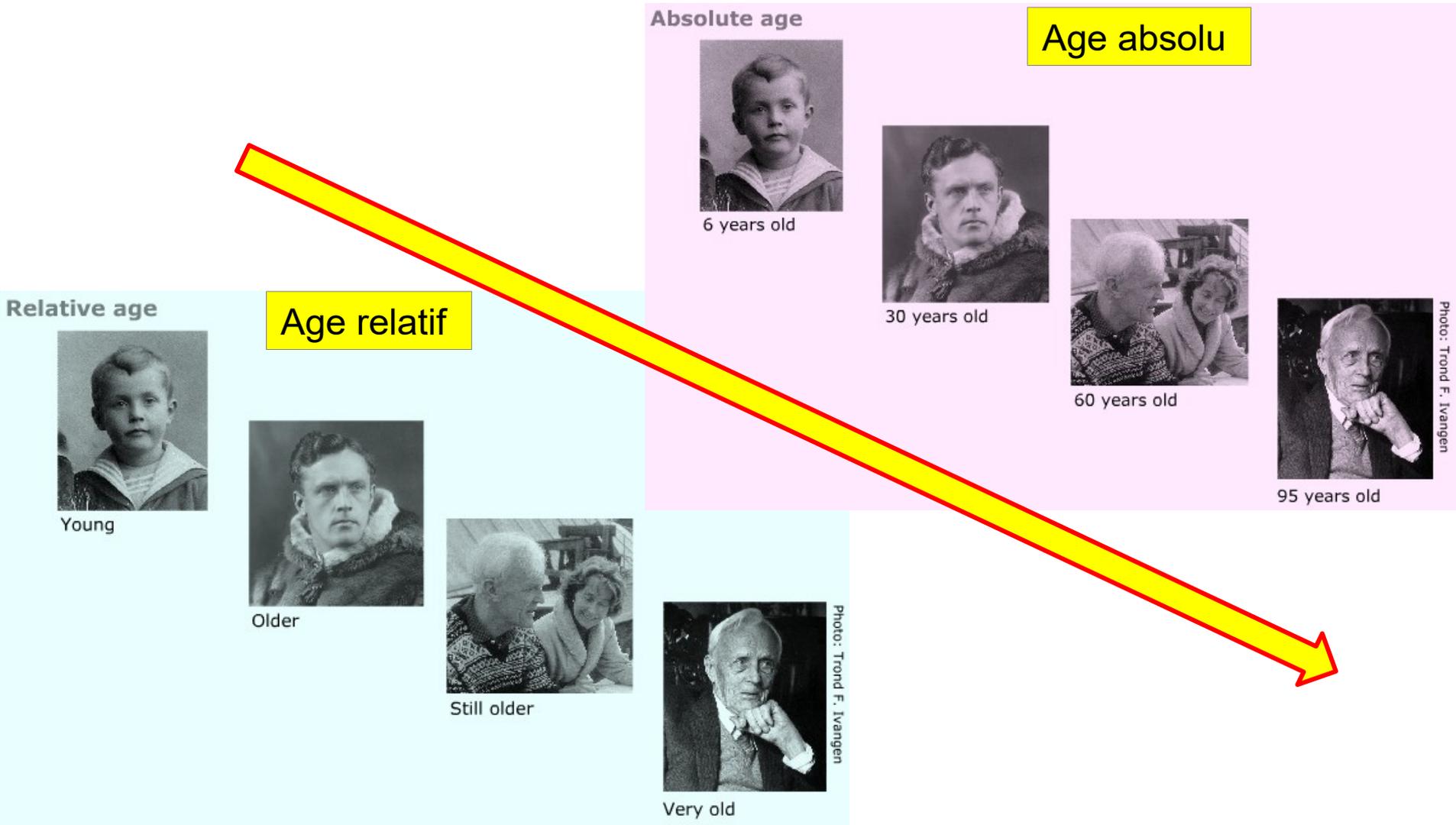


La chronologie relative

Age relatif et âge absolu



Chronologie relative

Pour raconter **l'histoire de la Terre**, il faut disposer de **repères temporels** ou, au moins, **situer dans le temps, les objets** ou les **événements géologiques**, les uns par rapport aux autres.

Le **passage** d'une **succession géométrique** observée sur le terrain à une **succession temporelle** repose sur des principes élémentaires, appelés "**principes de chronologie**" (ou "**principes de stratigraphie**" car énoncés à partir de l'étude des roches sédimentaires).

La datation relative permet **d'ordonner des structures** (strates, plis, failles, minéraux) et des **événements géologiques** (discordances, sédimentation, intrusions magmatiques, orogénèses), **les uns par rapport aux autres**. Elle repose sur les **principes de la chronologie relative** qui ont permis d'établir l'échelle stratigraphique des temps géologiques. Ces principes sont :

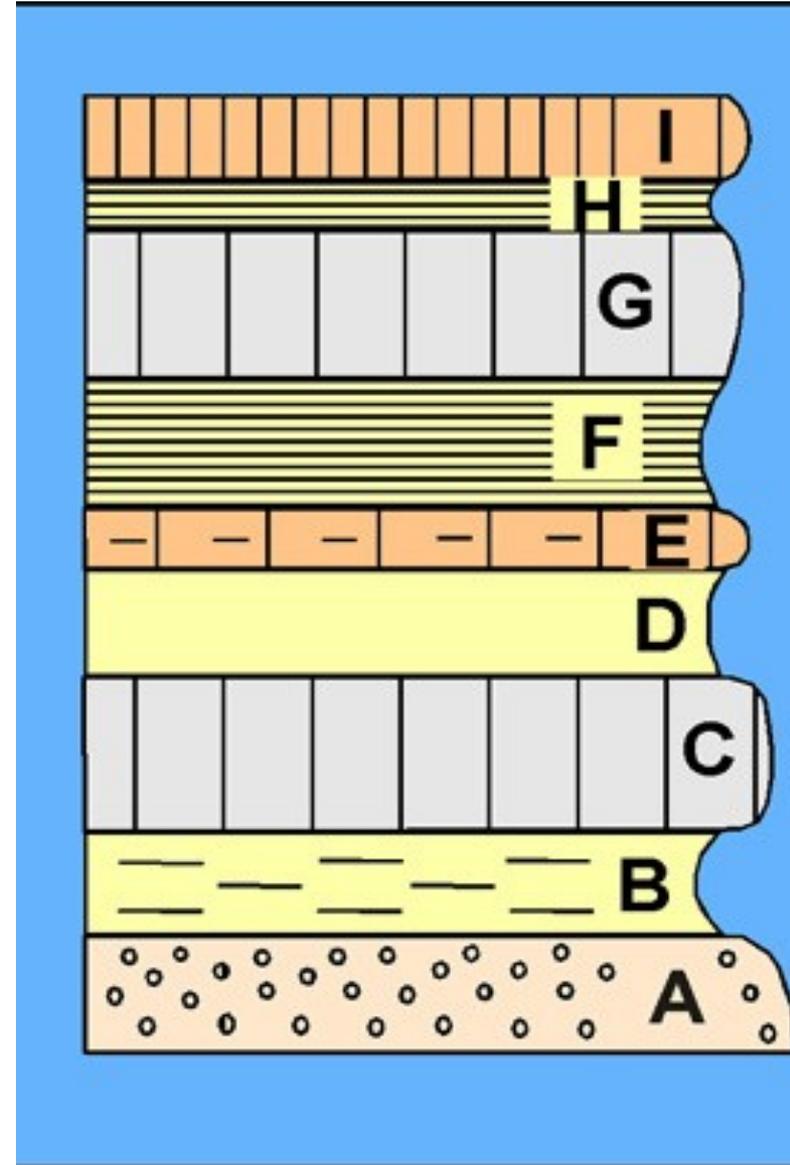
- 1. le principe de superposition,**
- 2. le principe de continuité,**
- 3. le principe de recoupement,**
- 4. le principe d'inclusion,**
- 5. le principe d'identité paléontologique.**

1. Principe de superposition

Quand plusieurs couches sont superposées, la couche inférieure est la plus ancienne, la couche supérieure la plus récente.

Ce principe semble évident, mais il n'est valable qu'à deux conditions :

1. les **couches** se sont disposées **horizontalement**,
2. les couches **n'ont pas été retournées** par des événements tectoniques ultérieurs.

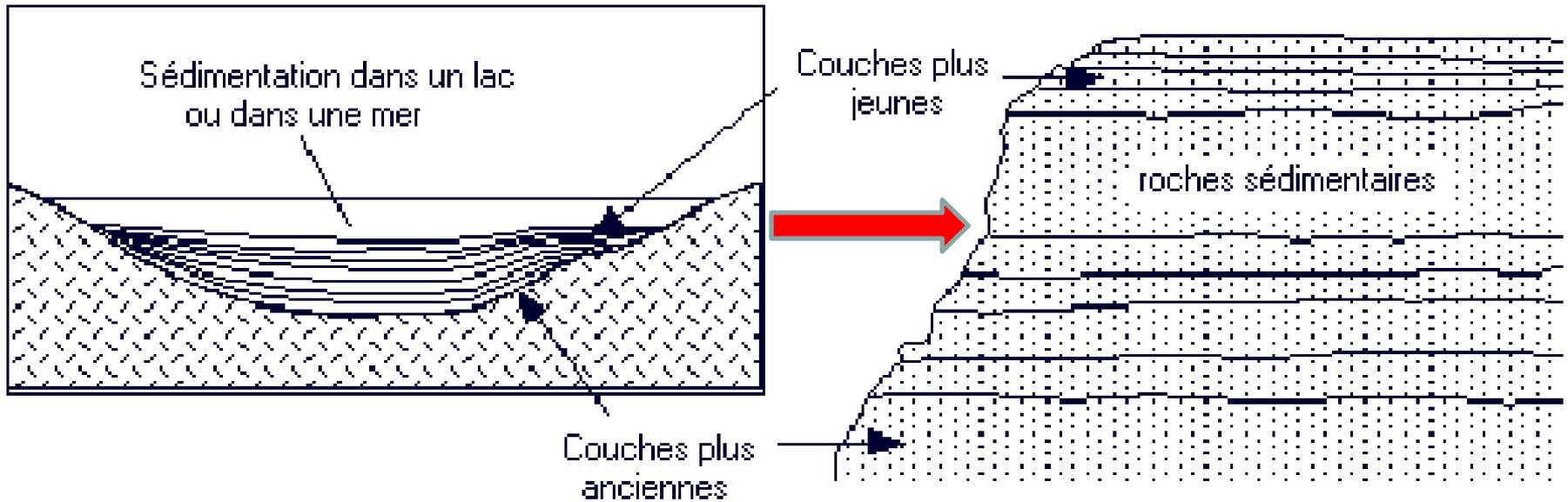


Le dépôt des couches de sédiments est généralement horizontal.

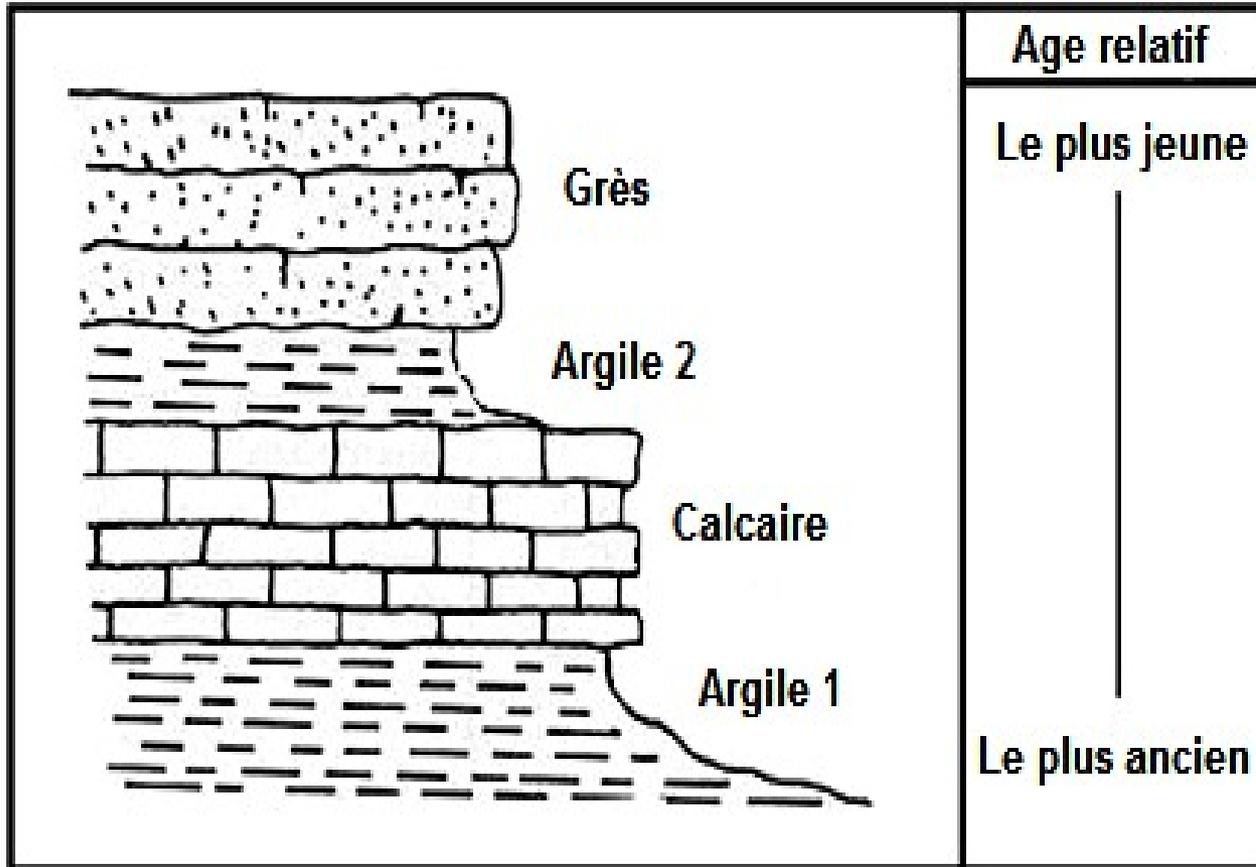
Les couches se recouvrent au fur et à mesure.

Ainsi toute couche superposée à une autre est plus récente (jeune) que celle-ci.

Stratification horizontale de sédiments



- Les sédiments déposés dans **un lac ou une mer (à gauche)** sont progressivement transformés en **roches sédimentaires (à droite)**.
- **Conditions** : S'il n'y a **aucun événement tectonique**, les roches restent toujours horizontales et l'âge relatif est le même que dans les sédiments : roches plus anciennes au fond, plus jeunes en haut.



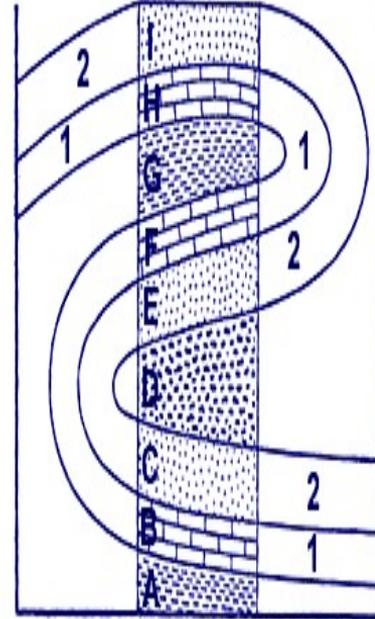
Principe de **superposition** : l'**argile 2** s'est déposée **après** le **calcaire**. Le **grès** est la **dernier** déposé.

Toutefois il existe **certaines exceptions** :

Dans le cas de **flanc inverse d'un pli couché**, la couche la plus jeune est celle qui se trouve à la base.

L'**intrusion d'un magma** dans une série sédimentaire est également à prendre en compte (la roche magmatique sera plus récente).

Des **critères de polarité** peuvent permettre d'**orienter** les *strates* en localisant le haut et le bas.



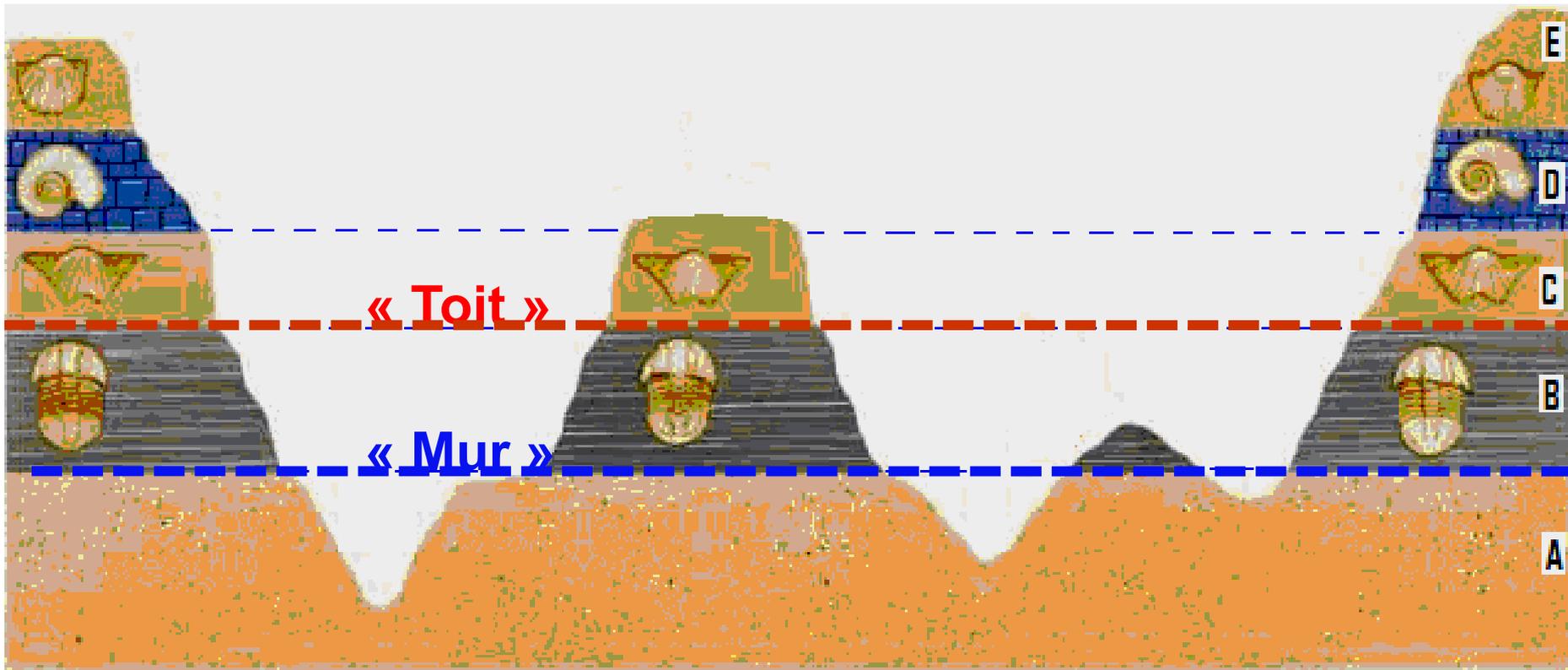
Granoclassement

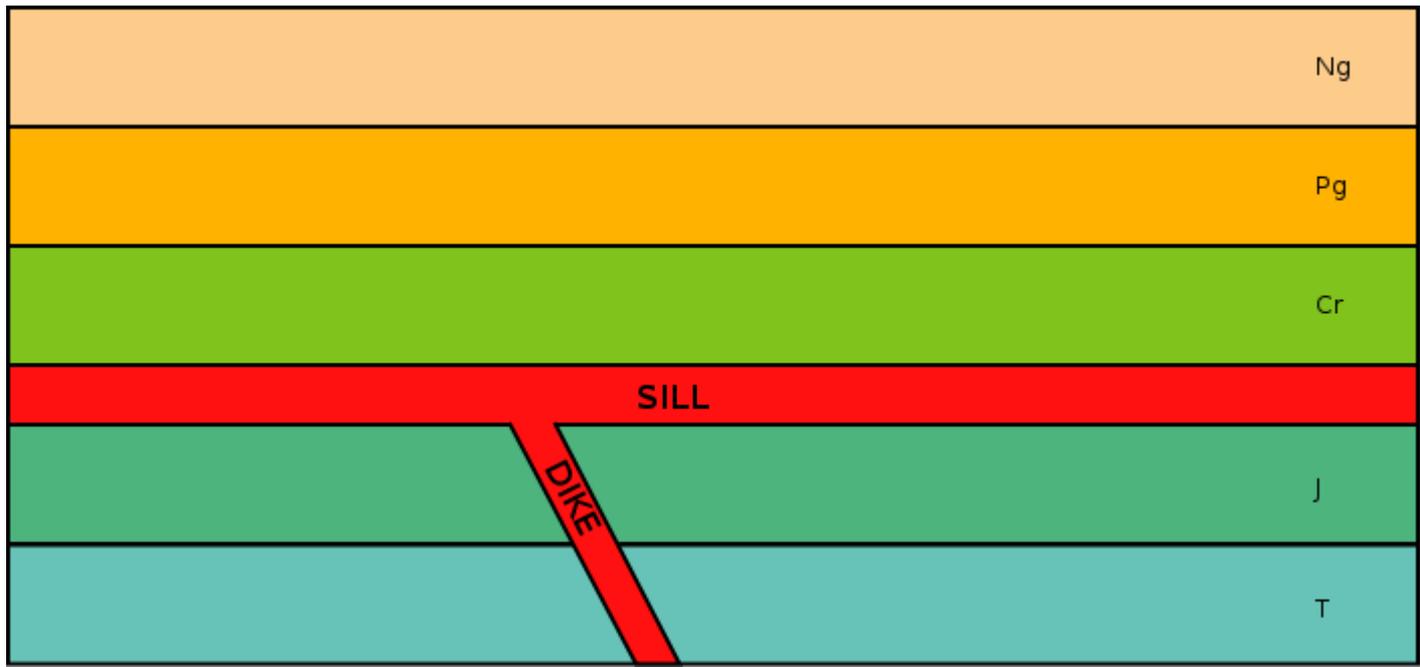
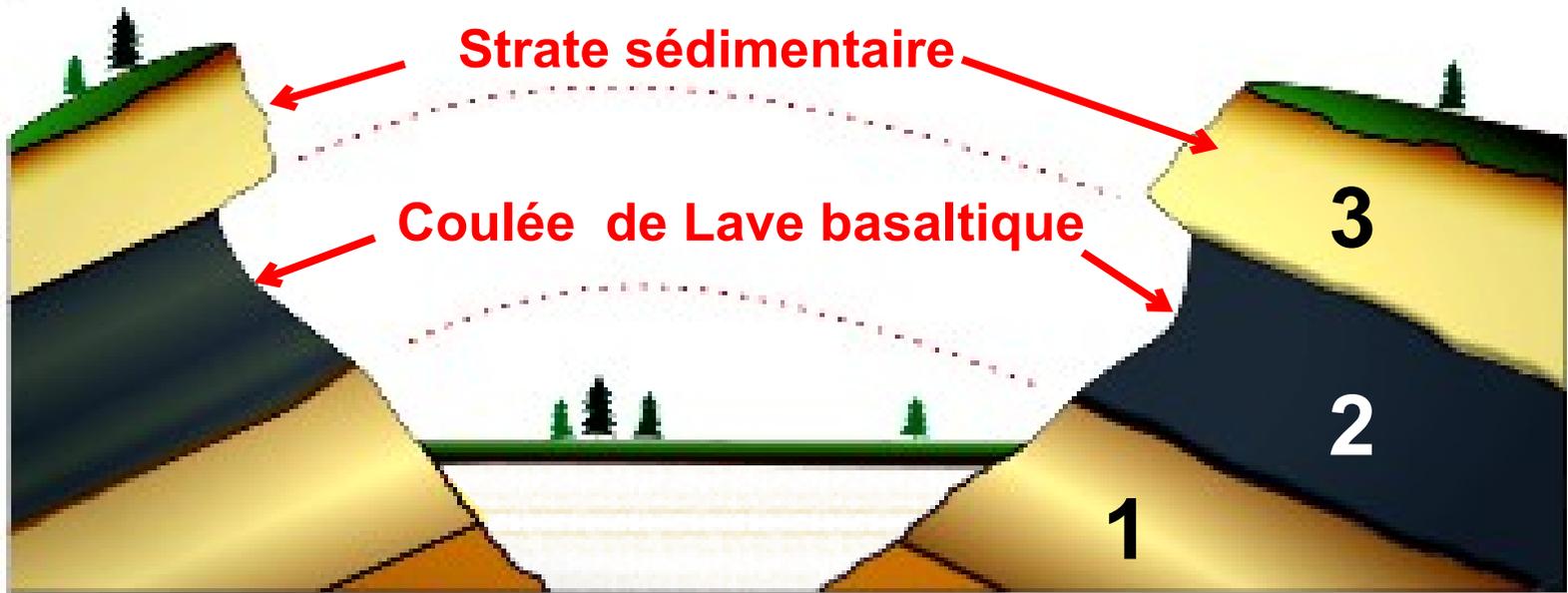




2. Principe de continuité

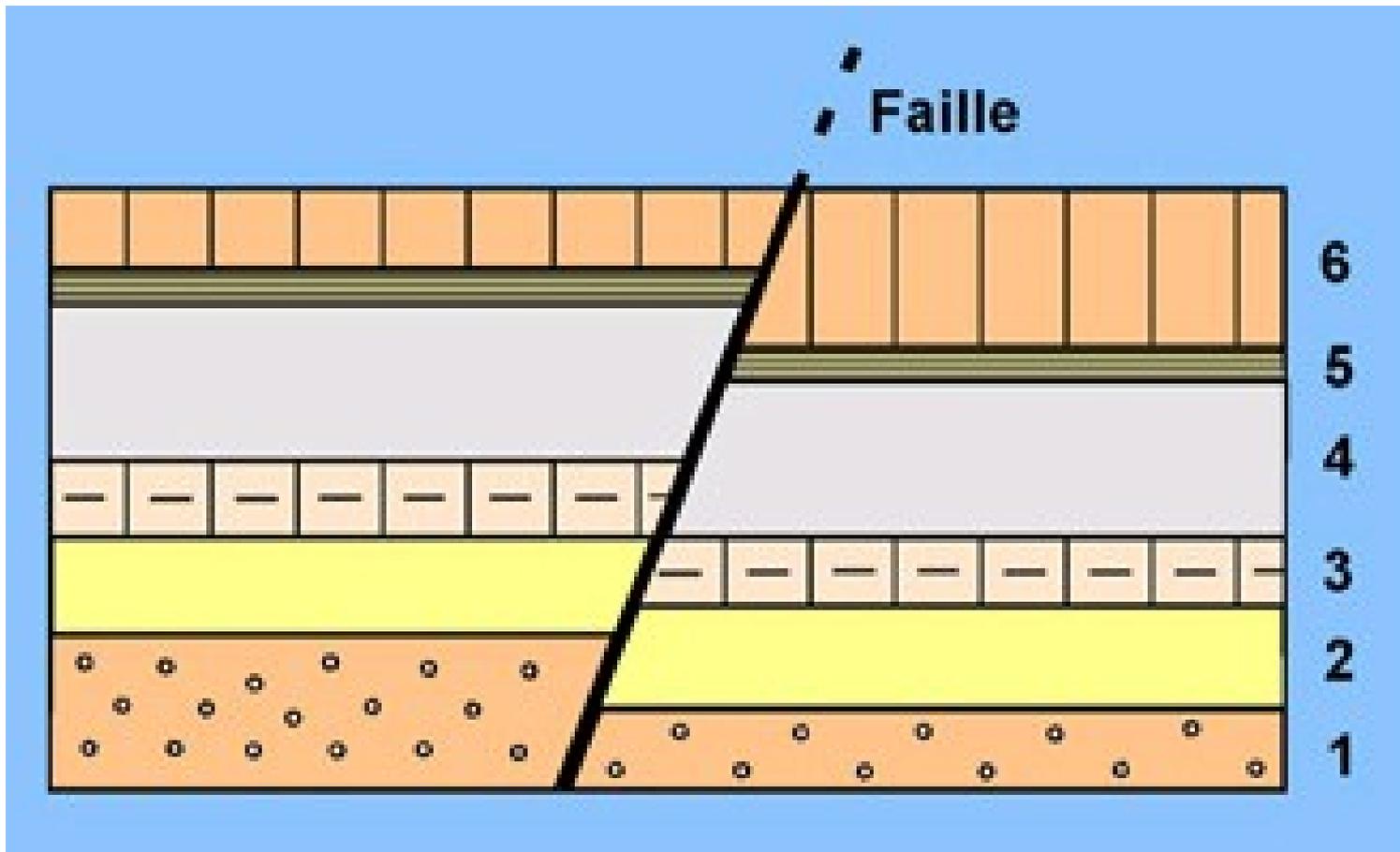
Une **même couche**, limitée sur **toute sa surface** par un **même « Toit »** et par un **même « Mur »** est **continue** et a le **même âge** en tout point.





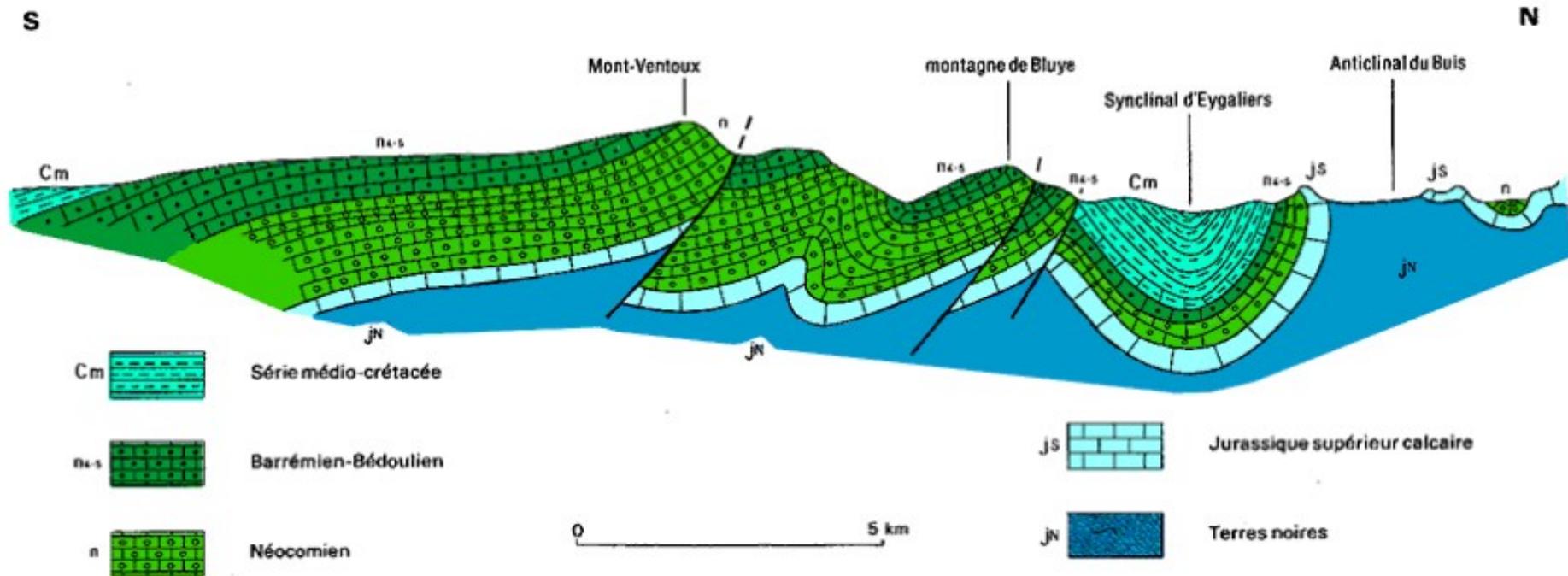
3. Le principe de recoupement

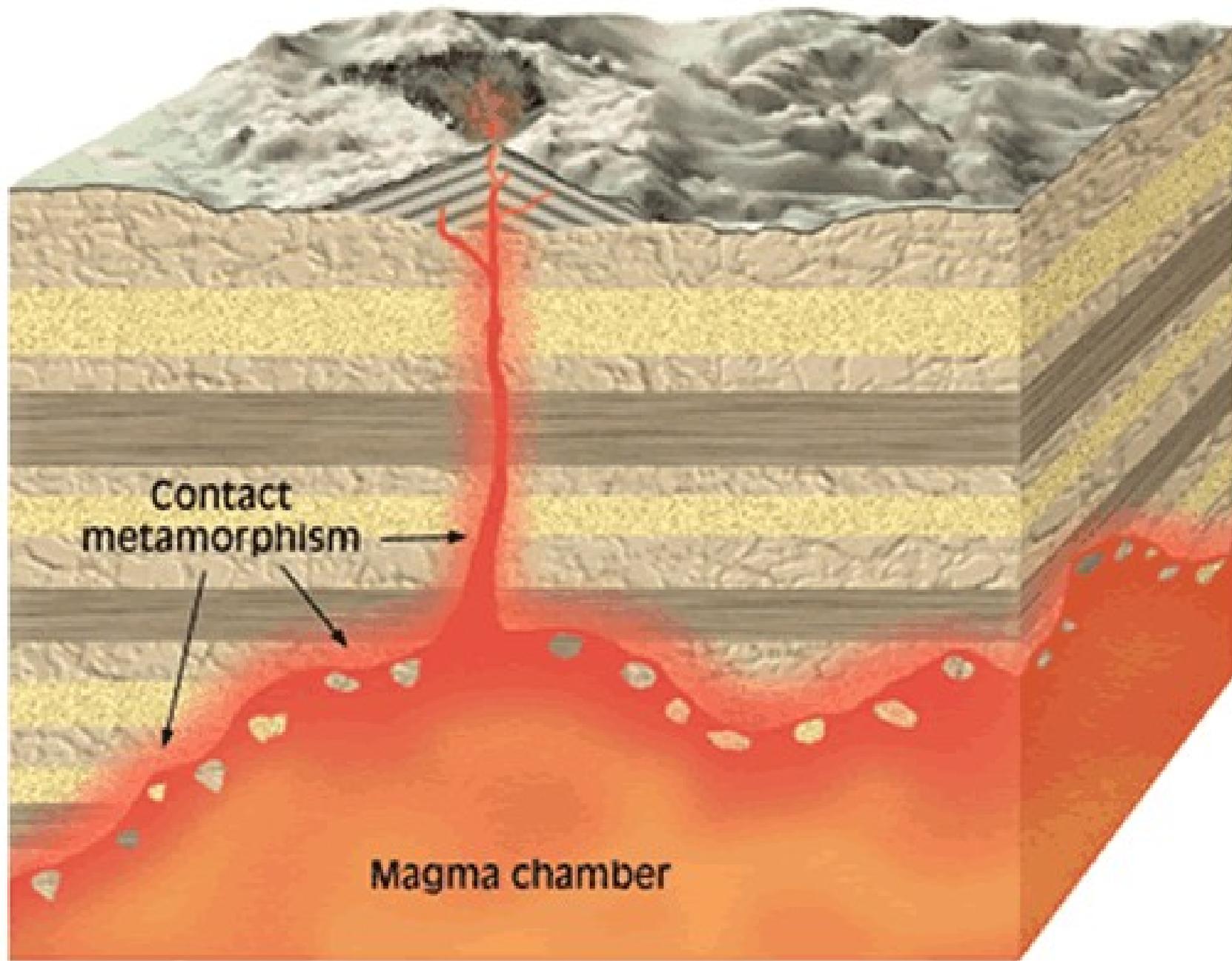
Le principe de recoupement selon lequel les couches sont plus **anciennes** que les failles ou les roches **qui les recoupent**. Ce principe s'applique à toutes les échelles d'observation.



Coupe géologique du Mont Ventoux

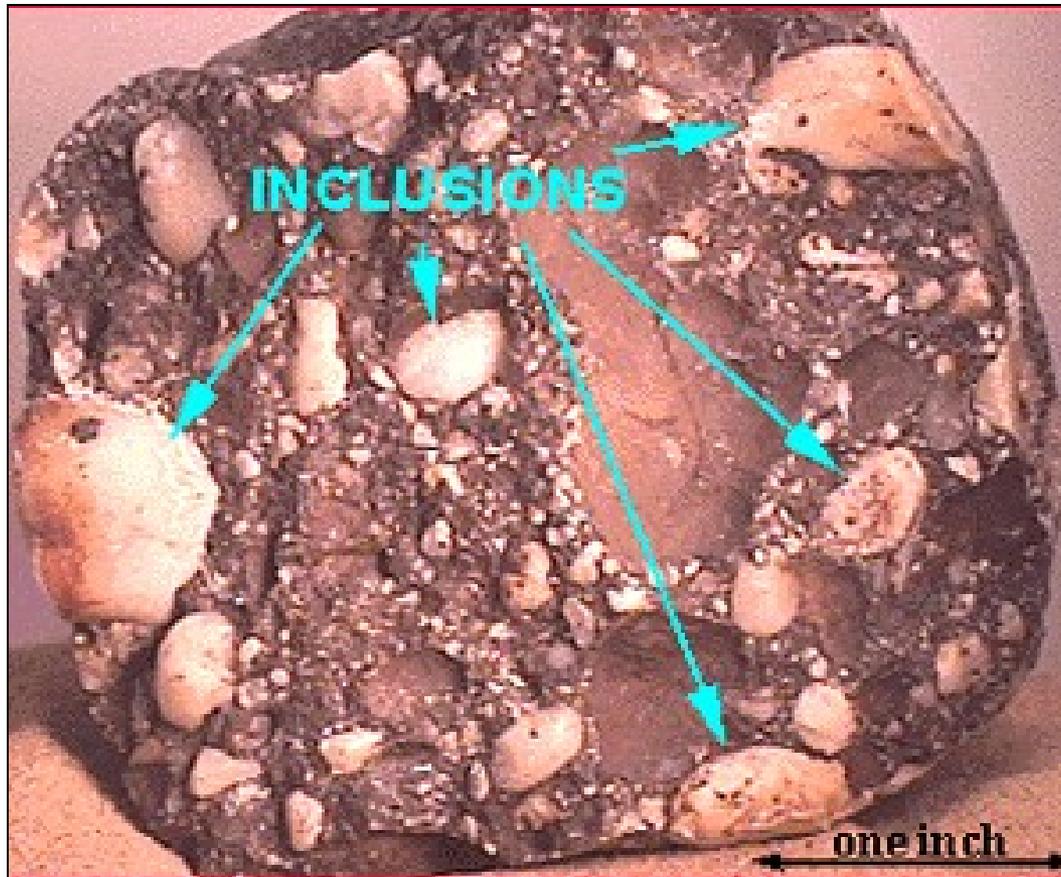
Cf TP1





4. Le principe d'inclusion

Les **morceaux** de roche **inclus** dans une **couche** ou une **autre roche** sont **plus anciens** que la couche ou la roche **les contenant**.



Exemple d'**inclusion**



5. Principe d'identité paléontologique

Un **ensemble de strates de même contenu paléontologique** est de **même âge**.

Toutefois il ne faut observer que des **fossiles** qui ont une **répartition géographique importante** mais dont la **durée de vie** de l'espèce est **brève (fossiles stratigraphiques)**.

On utilise communément **trois façons** de dater les couches par les fossiles :

1. par les fossiles pilotes,
2. par assemblages fossilifères,
3. par lignées évolutives.

a) La méthode des fossiles pilotes ou indicateurs

Les **bons fossiles stratigraphiques** ont eu une existence brève et une répartition géographique large

Une couche contenant **un de ces fossiles** pourra donc être datée avec assez de **précision**.

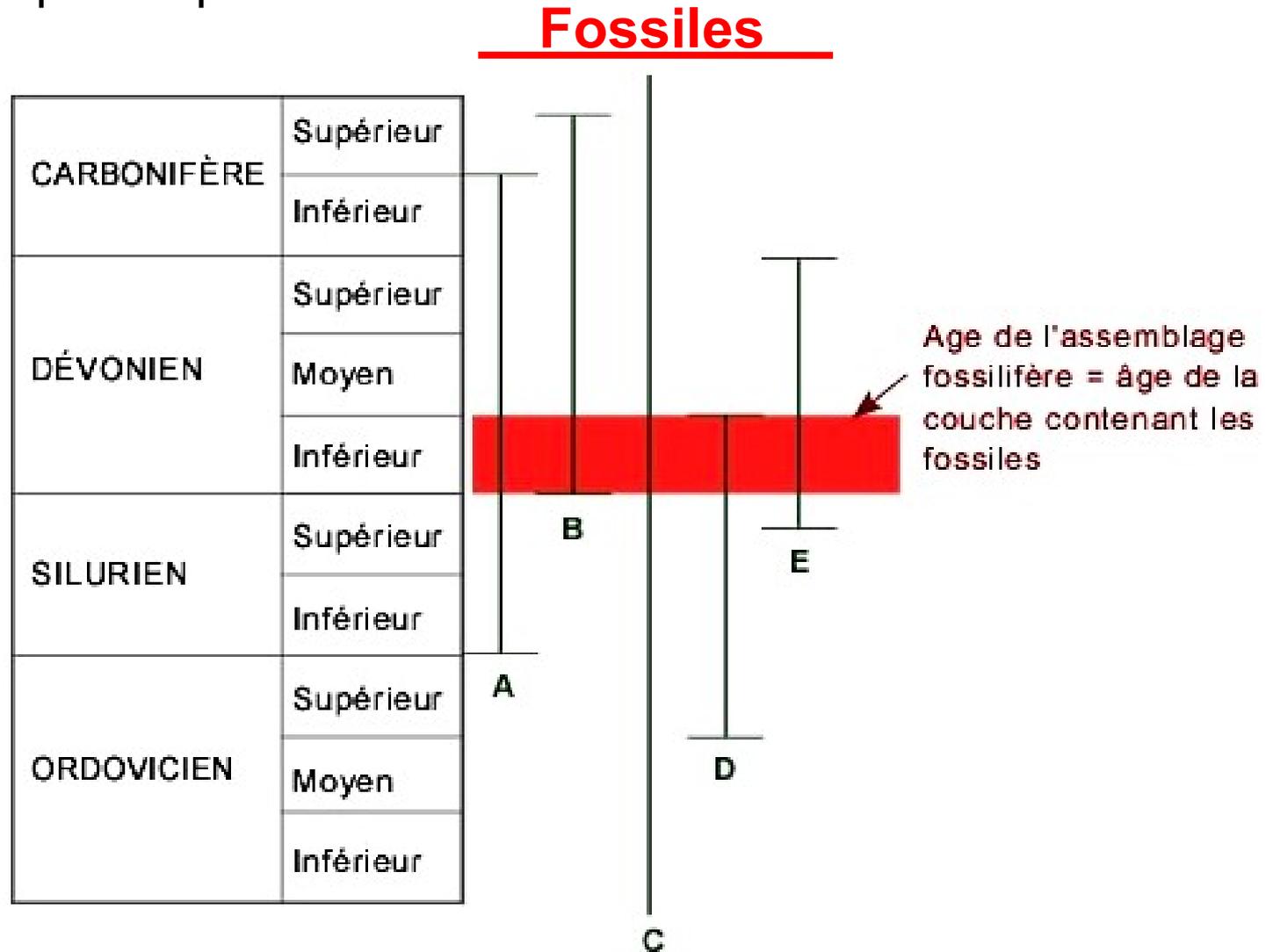
Cependant, on ne trouve pas toujours de tels fossiles.

b) La méthode des assemblages fossilifères

cette méthode se fonde sur **la somme des fossiles trouvés dans une couche donnée.**

On assume que tous les fossiles trouvés ensemble dans une couche sédimentaire représentent des organismes qui **ont tous vécu au même temps.** Le schéma qui suit explique la méthode.

Prenons 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.



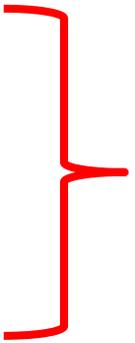
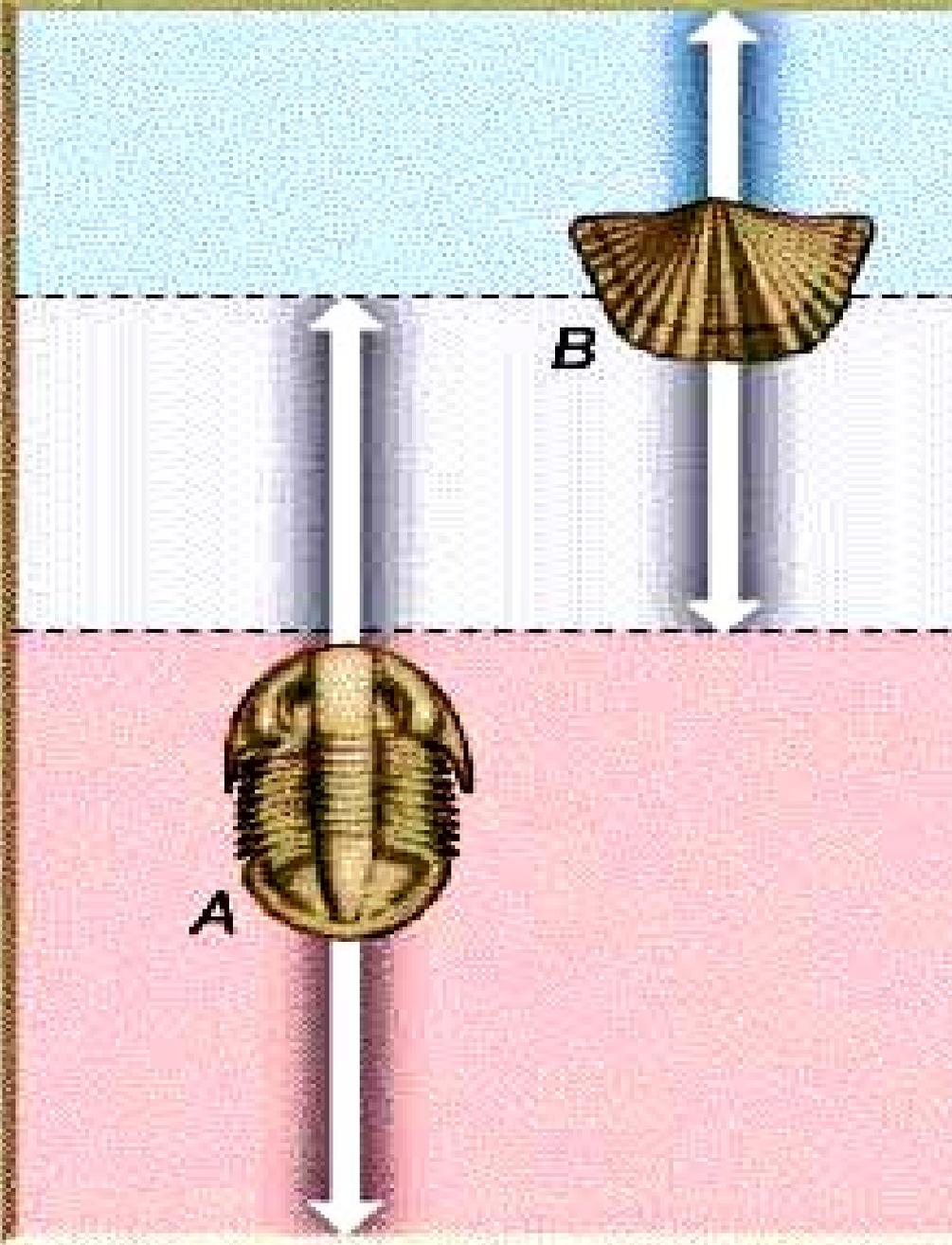
L'utilisation que des fossiles A ou B ou C ou D seul ne permet pas de donner une datation sûre et /ou précise.

C'est l'assemblage de ces fossiles qui donne un âge correct.

Dans notre cas le **seul temps** où ces formes ont pu se retrouver **ensemble** dans le même milieu correspond au temps où elles ont pu vivre toutes en même temps, soit le **Dévonien inférieur**.

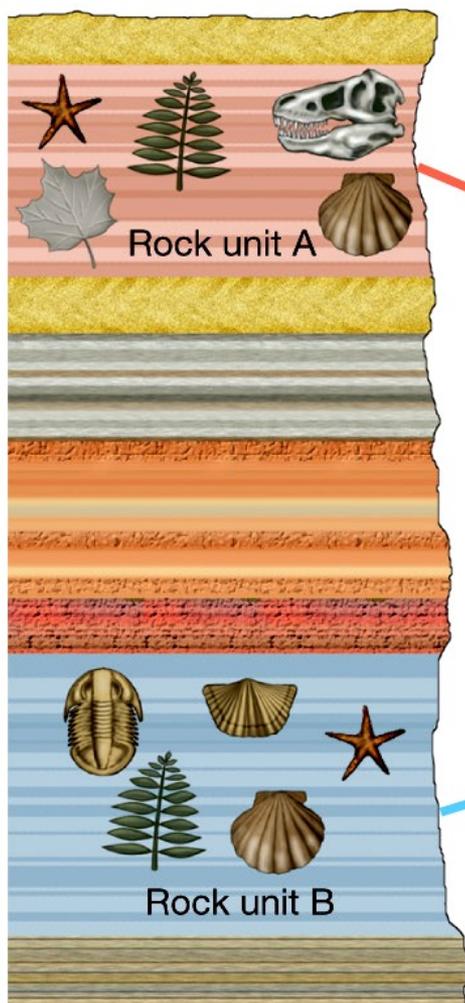
L'assemblage et la couche qui le contient datent donc du Dévonien inférieur. **Aucun** de ces fossiles **pris individuellement n'aurait pu fournir un âge aussi précis**.

Time



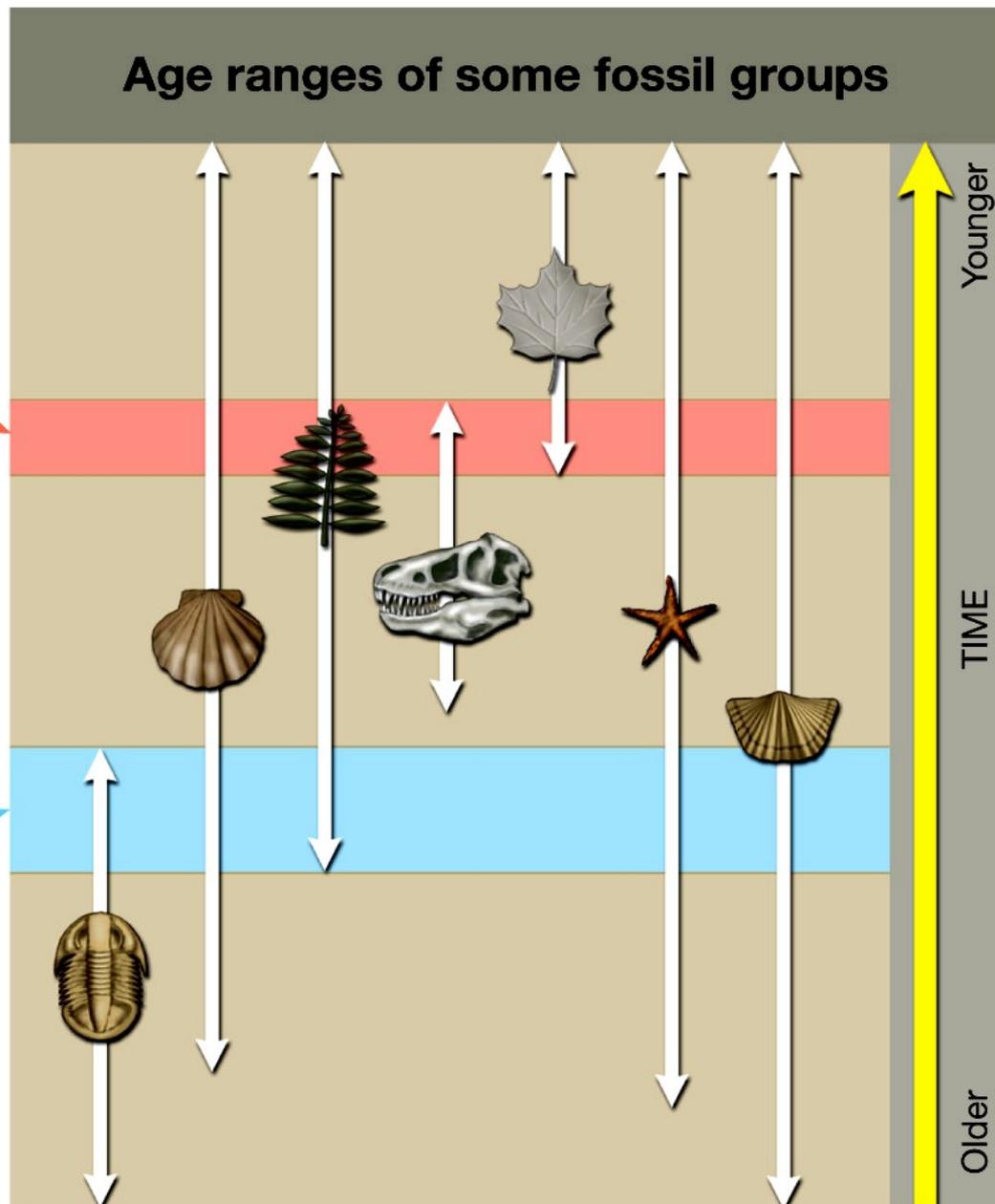
Fossiles
A & B

Détermination de l'âge des couches sédimentaires



Age of rock unit A

Age of rock unit B



Détermination de l'âge des couches sédimentaires

Permien

Permian

Carbonifère

Carboniferous

Dévonien

Devonian

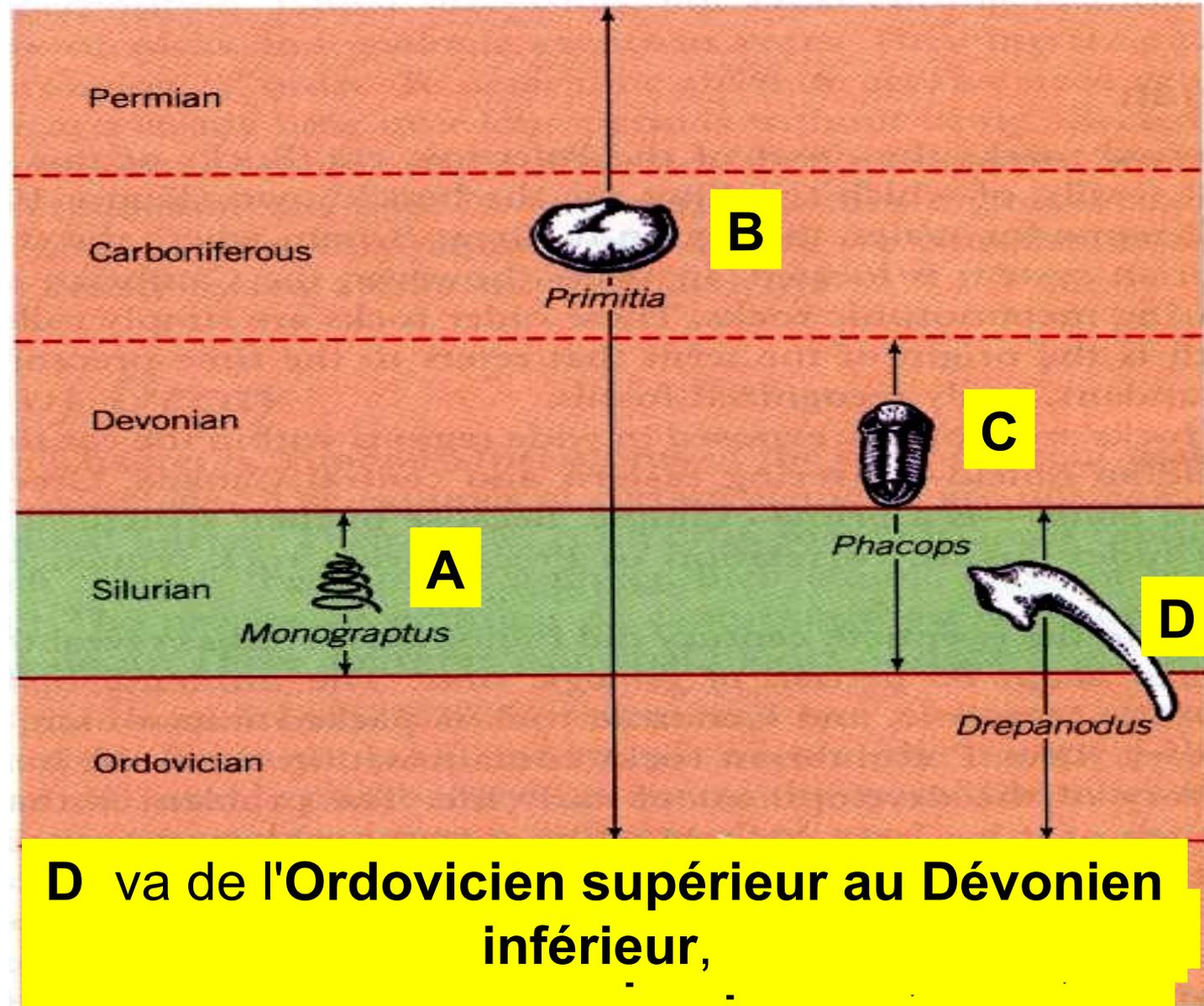
Silurien

Silurian

Ordovicien

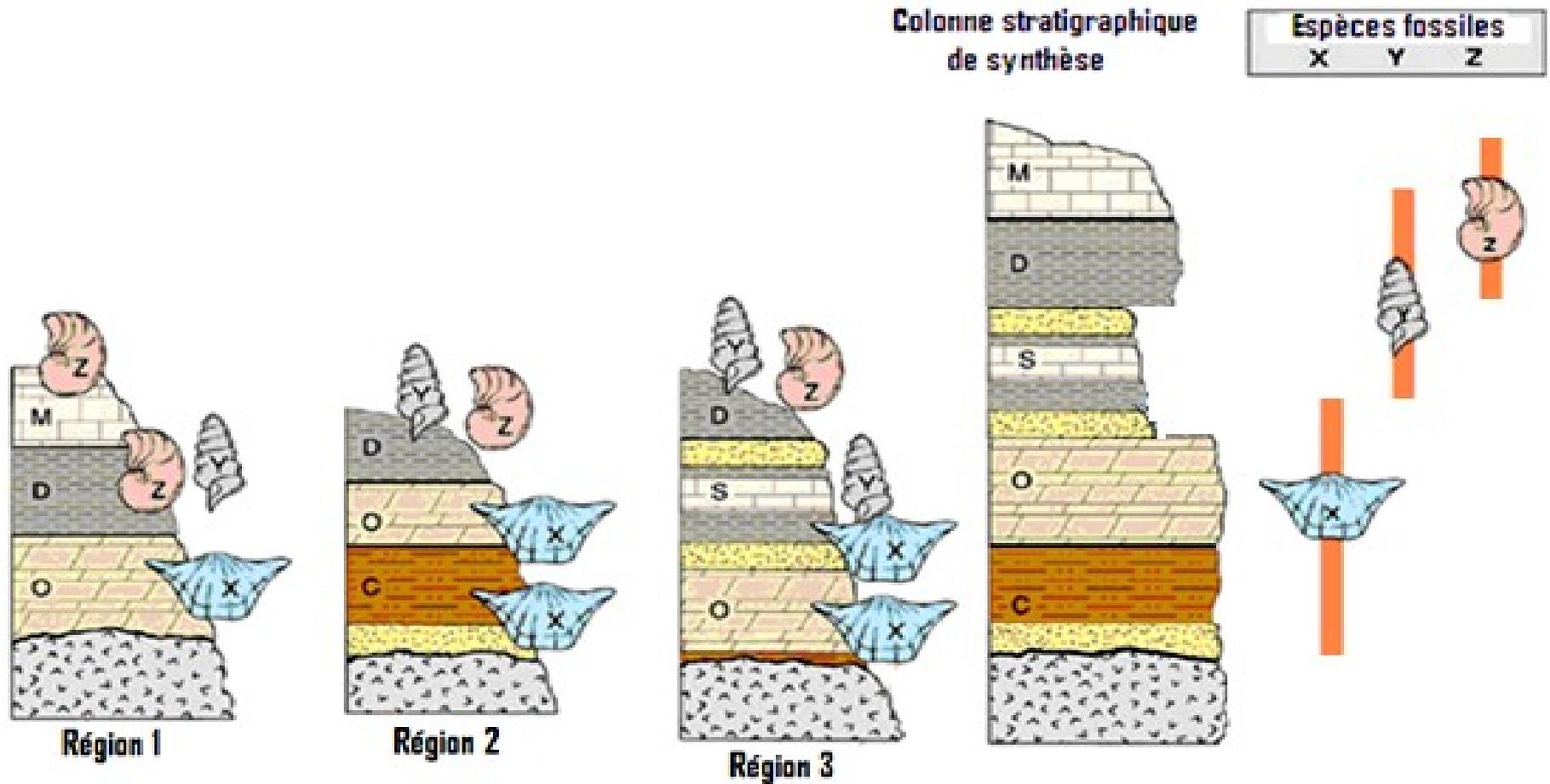
Ordovician

Cambrien



Dans **bon nombre de cas**, il est **difficile** de trouver une série sédimentaire **continue** à un **même endroit**, le géologue est donc amené à faire son étude dans **plusieurs régions éloignées** avant de pouvoir **établir une colonne stratigraphique de synthèse**

Colonne stratigraphique de synthèse



Ce principe s'applique donc difficilement aux continents où il existe déjà peu de fossiles, et encore moins de fossiles stratigraphiques !

Pour dater un terrain non fossilifère (azoïque), il faut rechercher les terrains fossilifères (zoïques) qui l'encadrent.

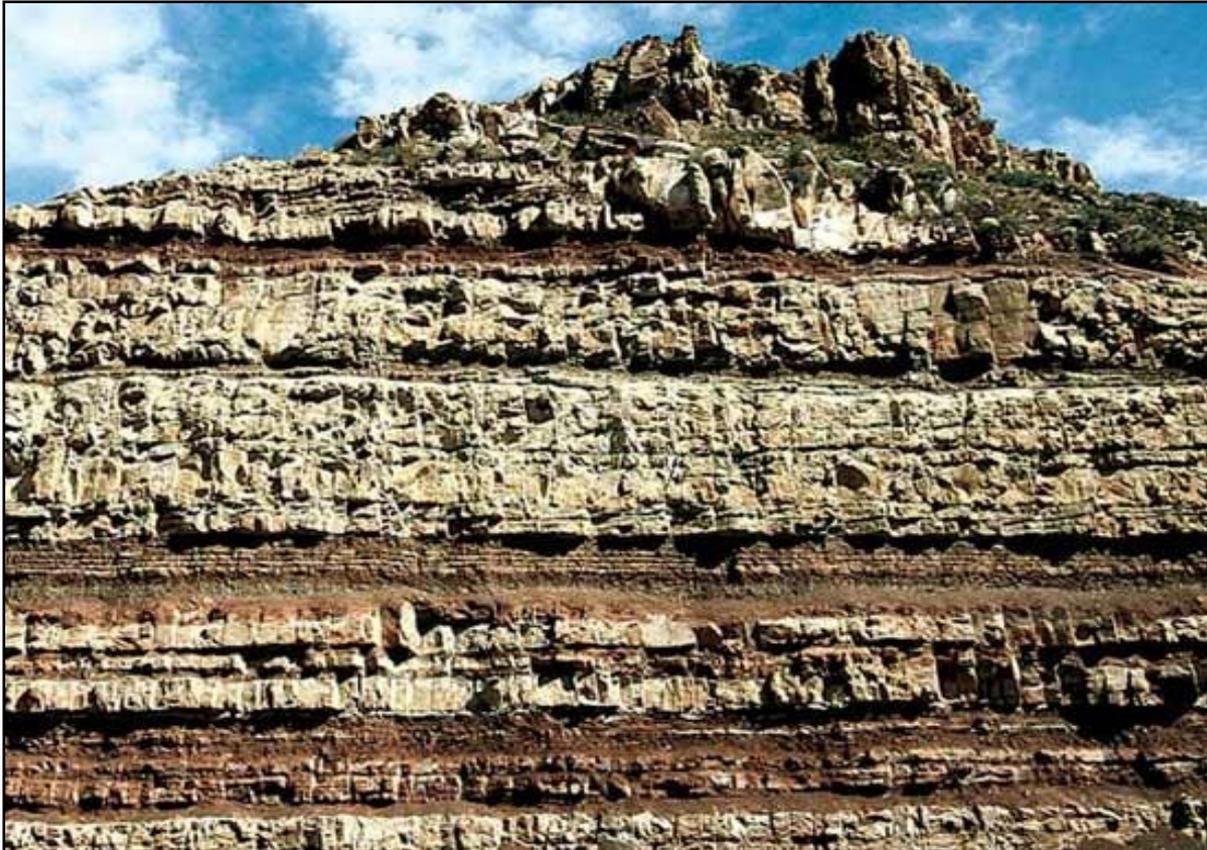
Pour un terrain volcanique, le plus simple est de dater les terrains plus lointains qui ont reçu les cendres (ils sont contemporains).

Les **séries** peuvent être **discontinues** à la suite d'une **émersion**, d'une **érosion**, de la **tectonique** ou de **l'absence de sédimentation**.

Il existe des **périodes de crises biologiques** qui vont **compliquer la datation**, mais qui peuvent servir de **limites de périodes** dans l'établissement du **calendrier**.

Autres indices utilisés dans la géochronologie relative

Le principe d'horizontalité : dans ce cas les couches sédimentaires sont déposées à l'origine horizontalement.



Une séquence sédimentaire qui **n'est pas** en position **horizontale** aurait subi des **déformations ultérieurement** à son dépôt.



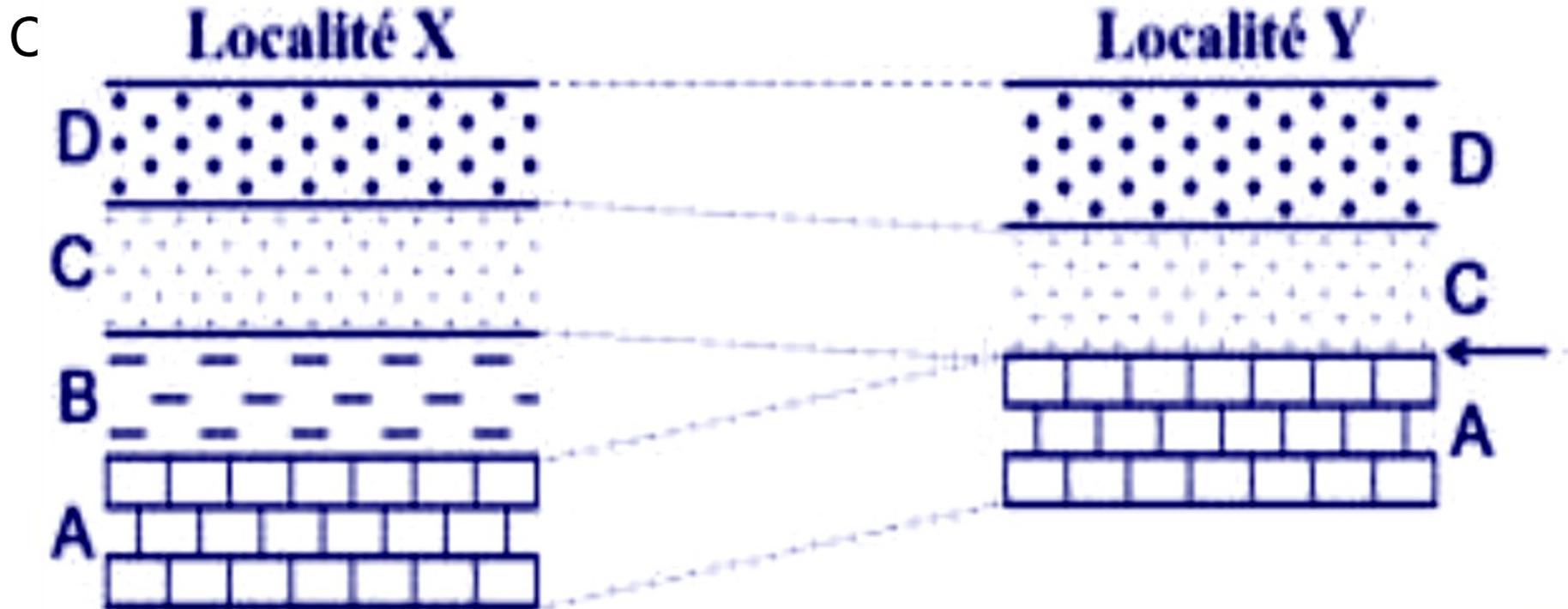
Nature des contacts

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**.

Lorsqu'**un étage est absent**, en tout ou en partie, il s'agit d'une **lacune**.

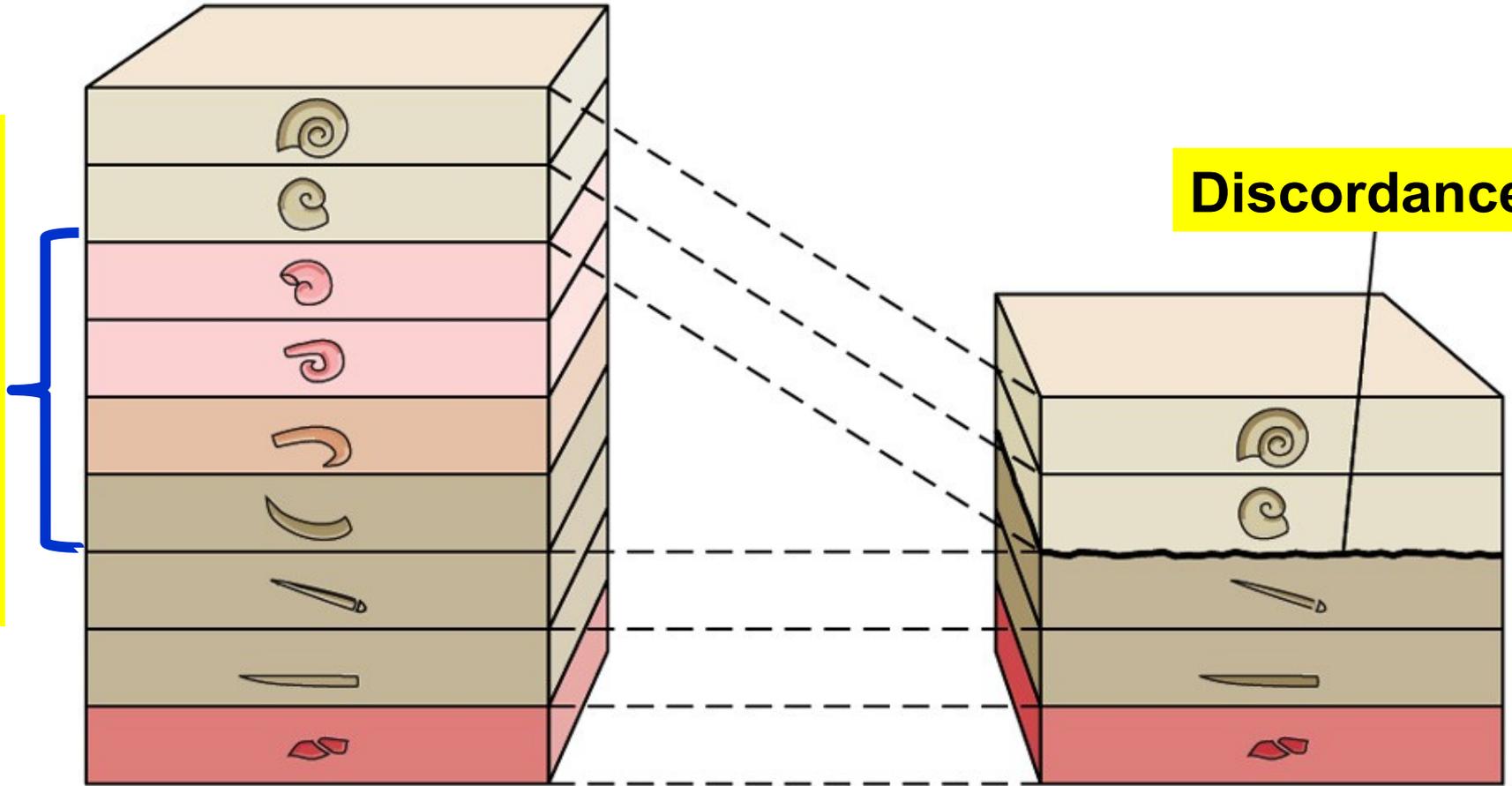
Lacune Stratigraphique

Le **processus de sédimentation** peut être **perturbé** par des changements environnementaux (changements du niveau marin, tectonique) ce qui aboutit à des **intervalles d'érosion** et/ou à **l'arrêt de sédimentation** correspondant **aux lacunes stratigraphiques**.



Principes de succession des fossiles et de continuité latérale

Lacune stratigraphique

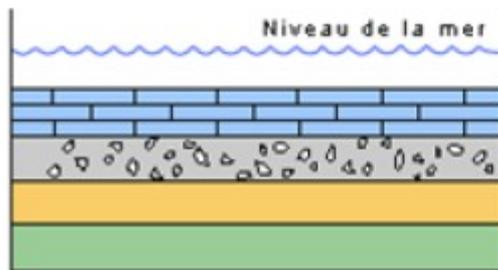
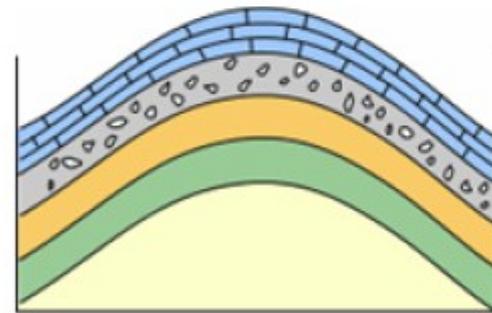
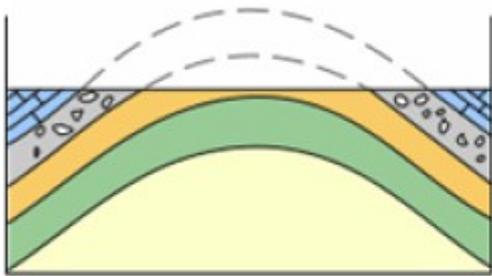
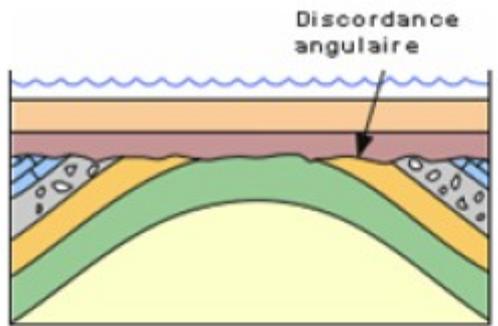


Discordance

Discordance entre deux séries sédimentaires

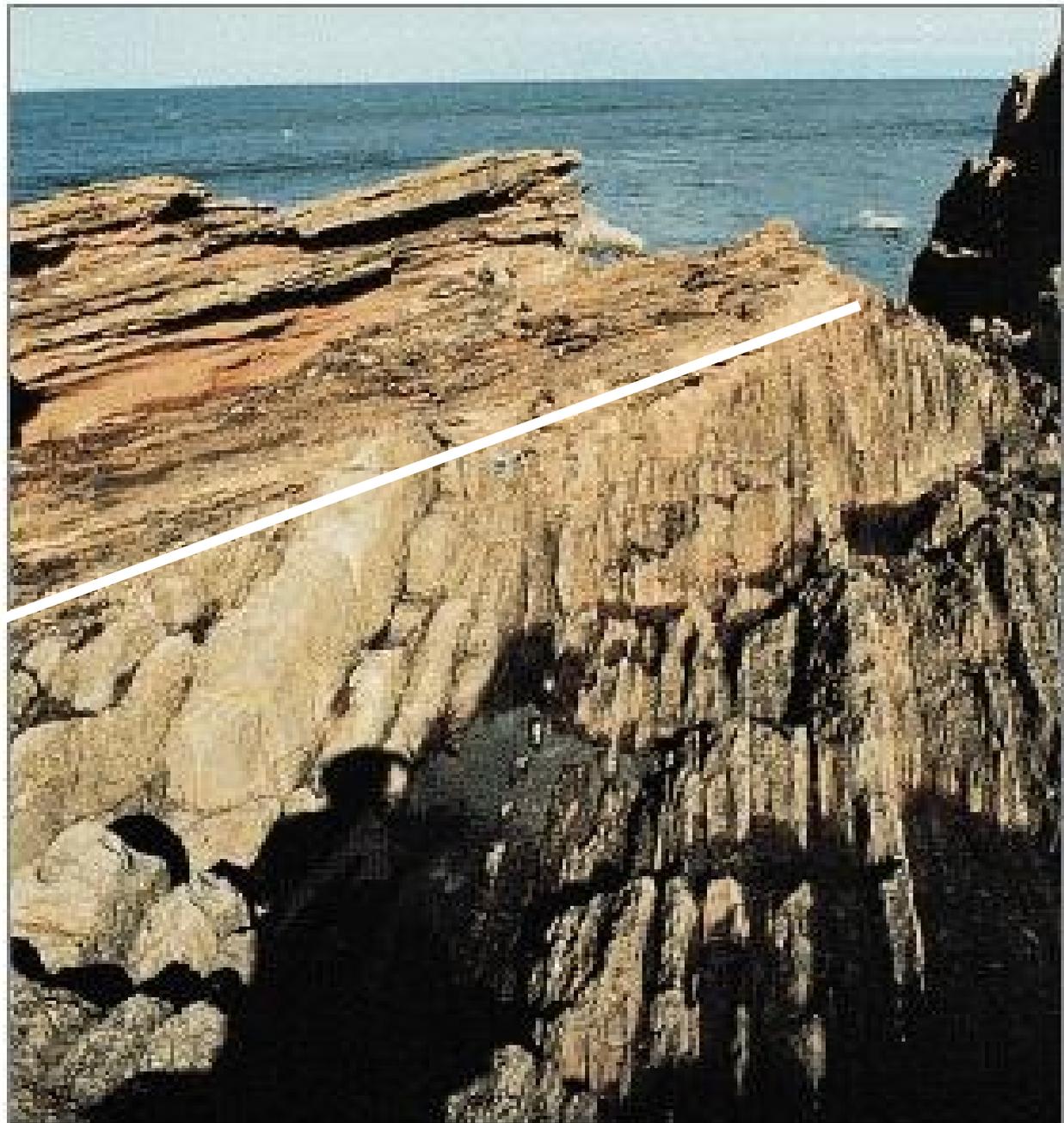
La **discordance** entre deux série sédimentaires est due à l'existence d'une **régression marine** suite à un **soulèvement tectonique**, d'où **émersion**, **arrêt de sédimentation** de la **série 1** (la plus **ancienne**) et souvent **érosion**, puis à nouveau **transgression marine** et **sédimentation** de la **série 2** (la plus **récente**). Il existe essentiellement deux types de discordances :

1. le premier type de discordance le plus marquant est la **discordance angulaire** où il existe une **discontinuité angulaire entre les strates** plus vieilles et celles plus jeunes. Cette discordance implique que les strates plus anciennes aient été **déformées** et puis **érodées** avant que les strates plus jeunes ne se soient déposées au-dessus
2. Le second type de discordance est appelé **discordance d'érosion**; cette discordance représente une surface irrégulière d'érosion entre des strates parallèles. Une discordance d'érosion implique la **cessation de la sédimentation plus érosion mais sans déformation.**



Discordance angulaire (l'exemple ci-dessus illustre la séquence des événements géologiques qui aboutissent à une telle discordance).





A

Succession Géologique et Echelle de Temps Géologique

Une corrélation stratigraphique a été recherchée par les géologues qui ont proposé une **succession géologique** qui représente une coupe contenant dans l'ordre chronologique **la séquence de strates** connues et **leurs âges relatifs**.

Cette succession est continuellement modifiée dans le détail et raffinée.

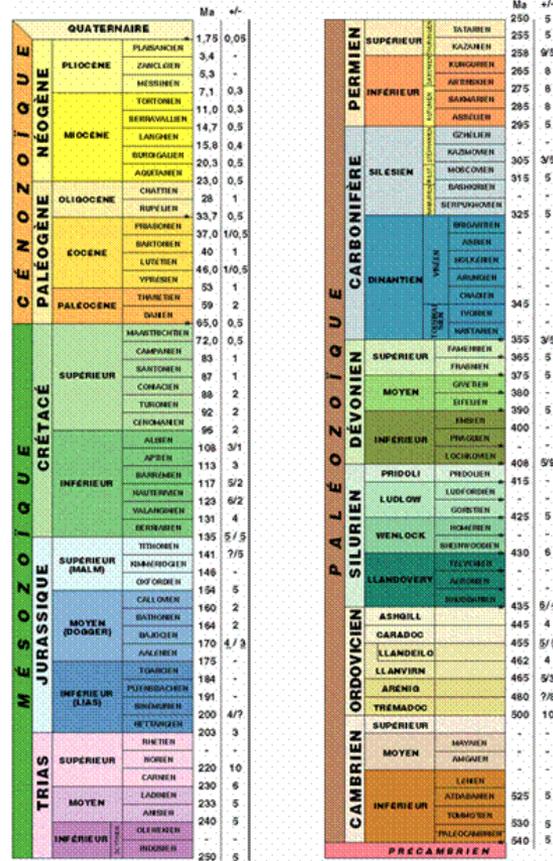
Les unités de cette succession géologique sont maintenant standardisées et nous l'appelons « **échelle de temps géologiques** ».

Divisions stratigraphiques des temps géologiques (Geological Survey of Canada, 1999).

Ere	Période	Epoque	Temps (Ma)
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	0.01
		Pléistocène	1.6
	Tertiaire	Pliocène	5.3
		Miocène	24
		Oligocène	34
		Eocène	55
		Paléocène	65
Mésozoïque	Crétacé		145
	Jurassique		200
	Trias		251
Paléozoïque	Permien		300
	Carbonifère	Pennsylvanien	314
		Mississipiien	355
	Dévonien		418
	Silurien		441
	Ordovicien		490
	Cambrien		544
Précambrien			4600

N.B. : *Paléocène + Eocène + Oligocène = **Paléogène** ;
Miocène + Pliocène = **Néogène***

ÉCHELLE DES TEMPS GÉOLOGIQUES (1995)



Échelle des temps géologiques en 1994. Les subdivisions chronostratigraphiques des dépôts marins sont utilisées hormis pour le pérozoïque supérieur pour lequel des unités continentales valées sont indiquées (en jaune).

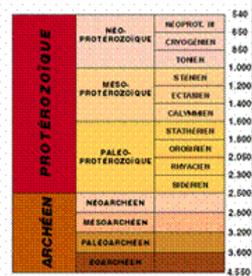
Les âges des limites mal connues ne sont pas estimés (tirets).

Les astérisques signalent les limites actuellement définies selon le concept des Points Stratotypiques Globaux. La colonne à droite indique l'intervalle de temps dans lequel les datations isotopiques situent la limite.

251 points datés rassemblés dans Odin (1982).
 95 points nouveaux considérés dans Odin et Odin (1985).
 55 nouvelles études réalisées durant les 4 dernières années.

Les estimations obtenues par extrapolation seule sont notées sans marges d'incertitude (tirets). Noter que les marges d'incertitude peuvent être dissymétriques de part et d'autre de l'âge préférentiel.

Les + ou - soulignés attirent l'attention sur le fait que l'âge préférentiel et l'âge extrême sont également probables. Amélioré avril 1995.



D'après G. S. Odin, C. R. Acad. Sci. Paris, t. 318, série II, p. 59 à 71, 1994