

# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage



# Cours de Stratigraphie

2<sup>ème</sup> partie du module G233

# Chapitre 1 :

Définitions

et

Fondements de la stratigraphie

## I. Définitions:

**Stratigraphie:** Du latin stratum, “couche”, et du grec graphein, “écrire”. C’est la science qui étudie la succession des dépôts sédimentaires organisés en **strates** (couches) dans le but d’établir une **chronologie stratigraphique** qui permet de reconstituer, dans sa continuité, l’histoire de la Terre.

La stratigraphie est pluridisciplinaire car elle implique diverses disciplines (par exemple, sédimentologie, paléontologie, tectonique, volcanologie, pétrographie, etc.).

Une **strate** est une couche de sédiments accumulés pendant une **phase continue**. On l’identifie par ses différences avec les couches adjacentes. Les strates servent de repères et marquent des **arrêts de sédimentation** montrant que la géologie n’enregistre pas les événements régulièrement.



Strates = couches

## I. Définitions:

La stratigraphie s'intéresse :

- à la succession temporelle des strates
- à la répartition géographique des strates ( = paléogéographie )
- à leur lithologie et à leur contenu paléontologique ( = notion de faciès )
- à leurs propriétés physiques et chimiques ( = géophysique, géochimie )

L'ensemble de ces caractères sont susceptibles d'être interprétés en terme **d'histoire** (relative ou absolue) et en terme **d'environnement fossile** ( = paléoenvironnement ).

## II. Principes de la stratigraphie:

La stratigraphie permet de reconstruire les événements géologiques grâce à l'établissement d'une **chronologie** des terrains par l'application des principes suivants :

### 1. Principe d'actualisme:

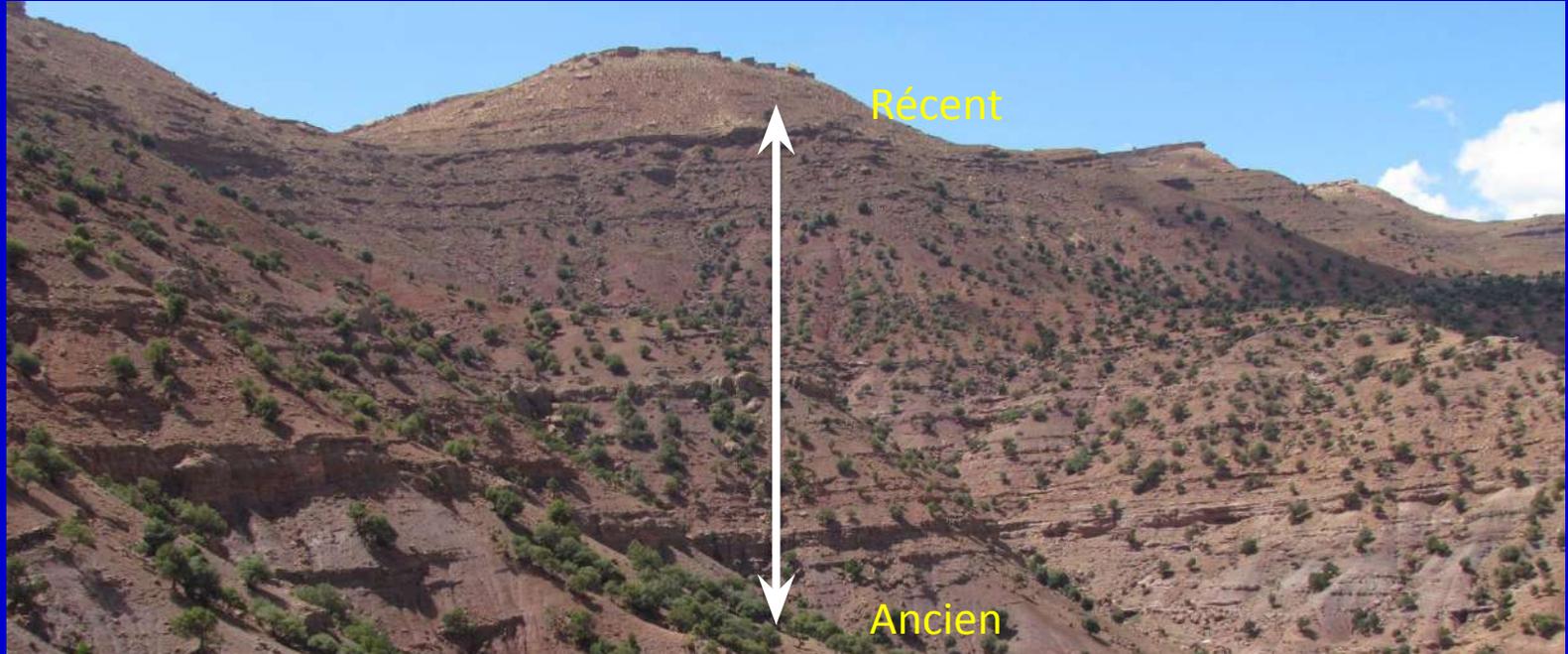
Les lois régissant les phénomènes géologiques actuels étaient également valables dans le passé. La reconstitution des paysages anciens fait appel à nos connaissances sur la formation des paysages actuels

**N.B.:** Ce principe doit être utilisé avec prudence puisque les couches externes de la terre ont subi de nombreuses variations au cours des temps géologiques.

## II. Principes de la stratigraphie:

### 2. Principe de superposition :

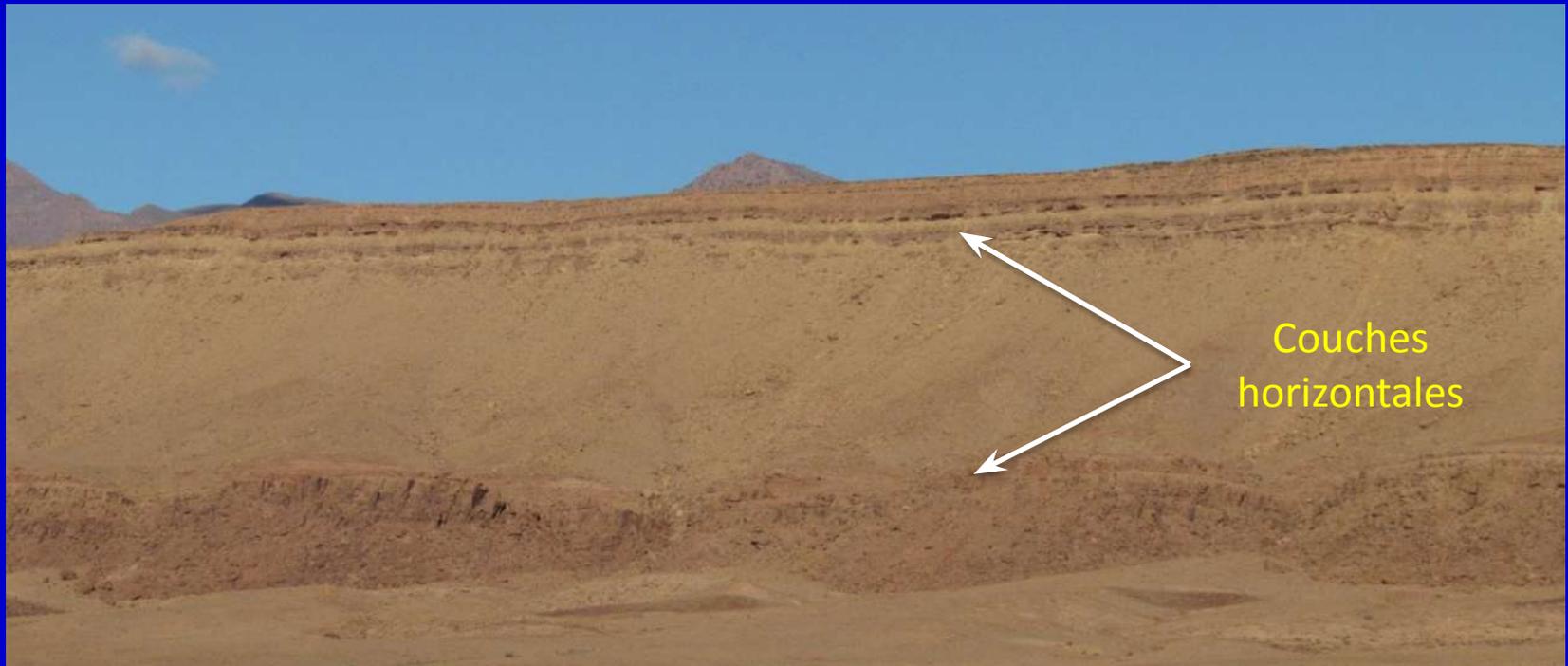
Dans leur disposition originelle (absence d'évènement tectonique), les strates sont généralement horizontales, et superposées dans l'ordre chronologique de leur dépôt. Chaque couche est plus récente que celle qu'elle recouvre et plus ancienne que celle qui la recouvre.



## II. Principes de la stratigraphie:

### 3. Principe d'horizontalité:

Dans la plupart des cas, les couches sédimentaires se déposent **horizontalement** ou avec un angle très faible par rapport à la surface horizontale de dépôt; une couche qui n'est pas en position horizontale a probablement subi des déformations postérieures à son dépôt.



## II. Principes de la stratigraphie:

### 4. Principe de continuité :

Une couche sédimentaire, limitée par un **mur** et un **toit**, et définie par un **faciès** donné est de même âge sur toute son étendue .

La plupart des couches maintiennent leur forme et leur épaisseur latéralement sur de longues distances mais toutes peuvent changer de nature soit graduellement soit brutalement ou se réduisent en épaisseur si elles sont suivies sur de très grandes distances.





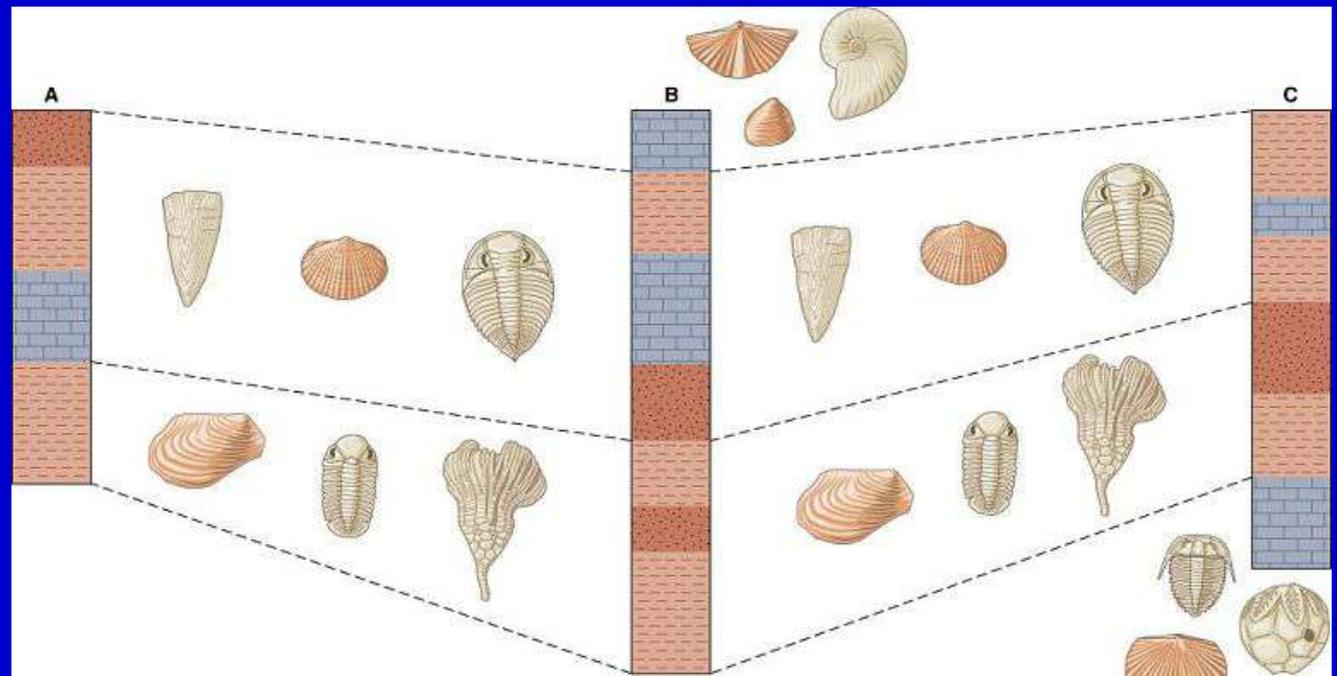
## II. Principes de la stratigraphie:

### 5. Principe d'identité paléontologique :

Deux couches ou deux séries de couches sédimentaires de même contenu fossilifère (et de lithologie différente ou pas) sont considérées comme ayant le même âge. Ce principe se base sur l'existence de fossiles stratigraphiques. Il permet de corréler des séries sédimentaires de régions éloignées.

"Bons" fossiles = fossiles stratigraphiques □ Extension géographique maximale et une extension chronologique minimale

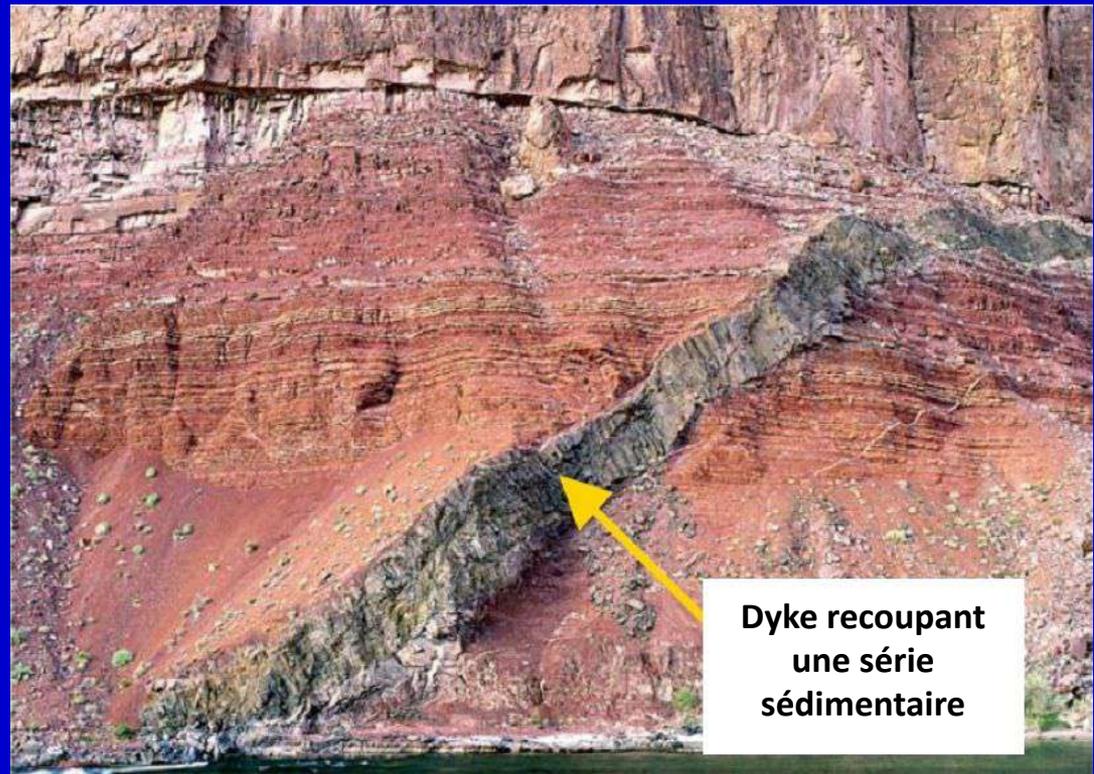
"Mauvais" fossiles □ forme constante pendant une longue durée



## II. Principes de la stratigraphie:

### 6. Principe de recoupement :

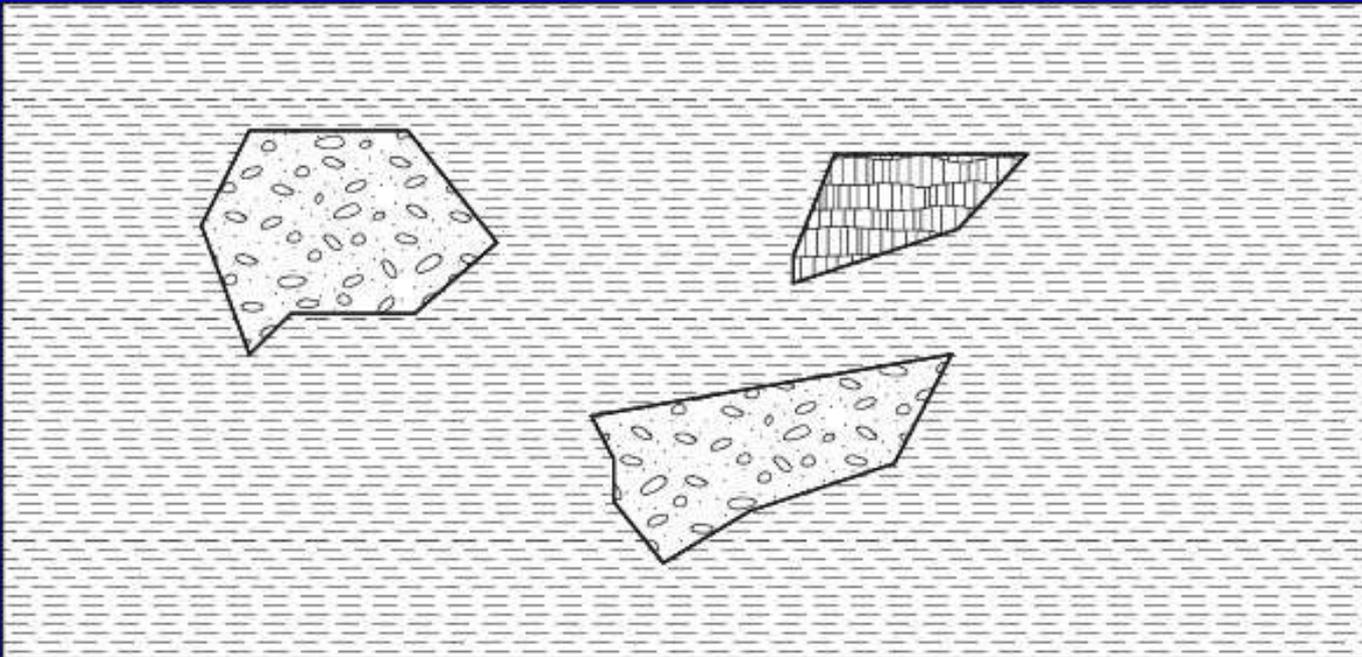
Un objet géologique qui recoupe un autre lui est postérieur. Il peut s'agir de failles ou d'intrusions de roches plutoniques ou éruptives qui recoupent des couches précédemment déposées dans un bassin sédimentaire.



## II. Principes de la stratigraphie:

### 7. Principe d'inclusion :

Les morceaux de roche inclus dans une couche sont plus anciens que cette dernière.





## II. Principes de la stratigraphie:

### 8. Exceptions aux principes :

Pour chacun de ces principes on peut trouver des exceptions. Ces exceptions dépendent du mode de sédimentation et de l'échelle à laquelle on les observe :

- Les dépôts fluviaux et deltaïques ne se déposent pas horizontalement, mais en sédimentation oblique.
- Les sédimentations bio-construites ne sont pas obligatoirement horizontales (un récif corallien n'est pas horizontal par exemple).
- etc.

récif

plate-forme  
interne



### III. Chronologie des événements :

Pour repérer un événement passé (=Paléogéographie), on peut:

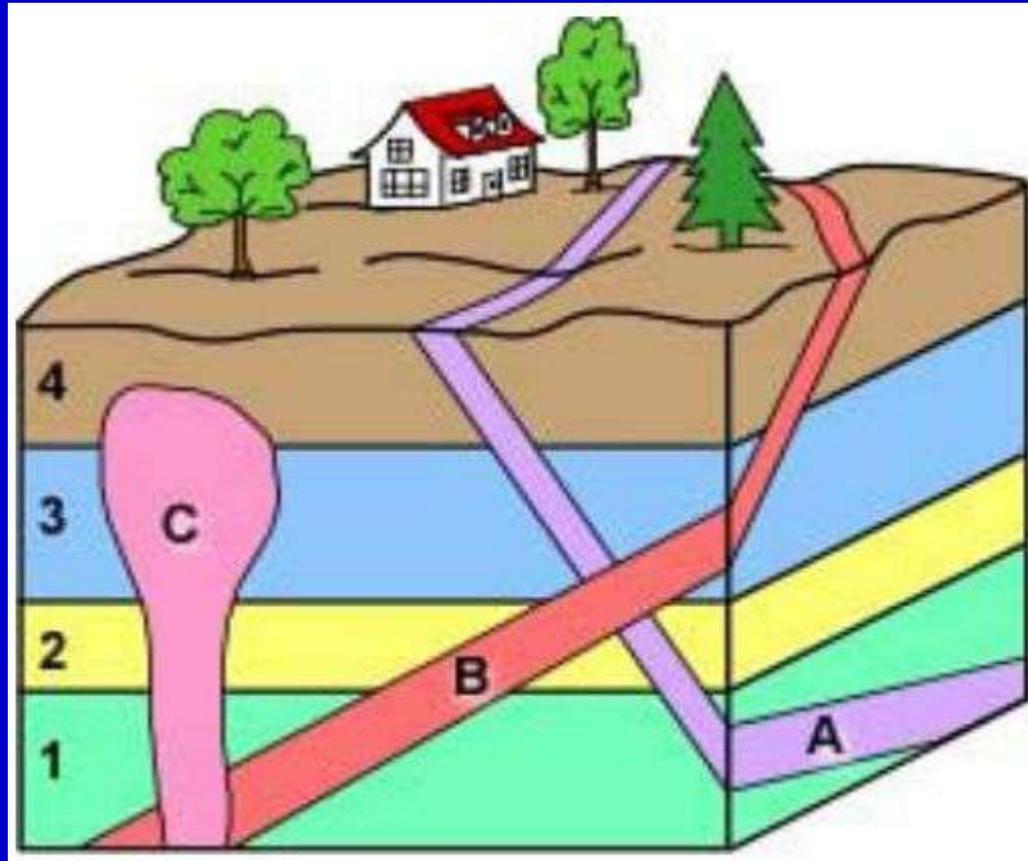
- Le situer par rapport à un autre, c'est-à-dire établir sa **chronologie relative** (exp : les mammifères sont apparus après les reptiles).
- Ou bien indiquer la date à laquelle il s'est produit, c'est-à-dire établir sa **chronologie absolue** (les mammifères sont apparus il y a 200 millions d'années). La chronologie absolue est exprimée par des durées chiffrées en millions d'années.

La chronologie relative se base soit sur des méthodes physiques: **stratigraphie** (superposition, recoupements, discordances,...), soit sur des méthodes **paléontologiques**: (identification des fossiles renfermés dans les roches sédimentaires).

La chronologie absolue se base sur diverses méthodes, la plus répandue est la **radiochronologie** (voir plus loin).

### III. Exercices :

Reconstituer la chronologie relative des événements géologiques de la figure suivante:



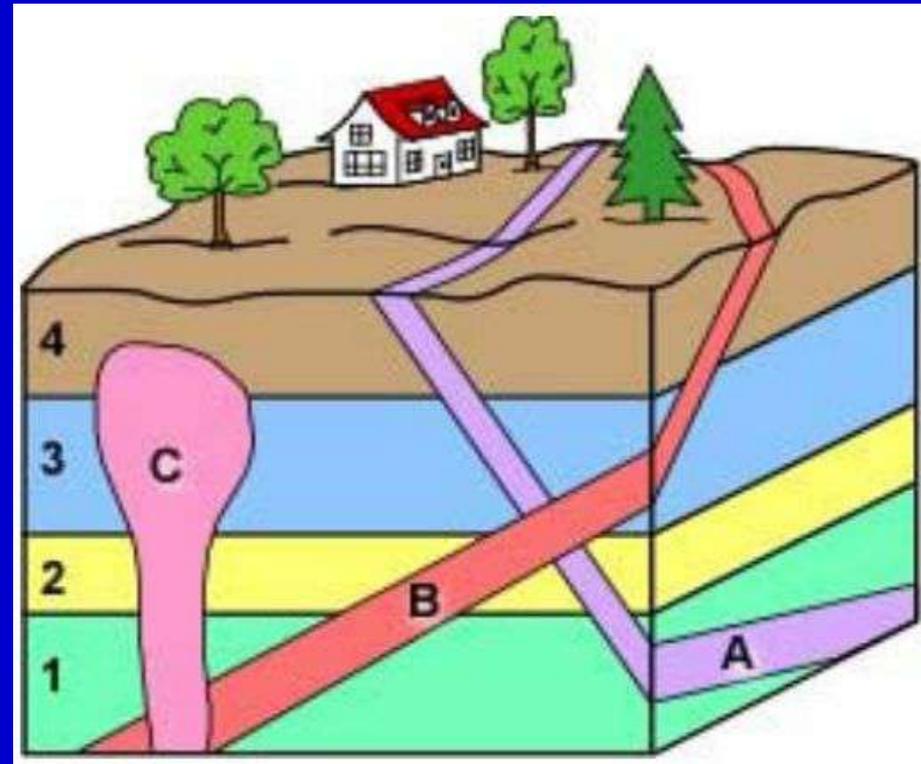
### III. Exercices :

#### D'après le principe de la superposition:

- 1<sup>er</sup> événement : Dépôt de la couche 1
- 2<sup>ème</sup> événement: Dépôt de la couche 2
- 3<sup>ème</sup> événement: Dépôt de la couche 3
- 4<sup>ème</sup> événement: Dépôt de la couche 4

#### D'après le principe de recoupement:

- 5<sup>ème</sup> événement: Intrusion A
- 6<sup>ème</sup> événement: Intrusion B
- 7<sup>ème</sup> événement: Intrusion C

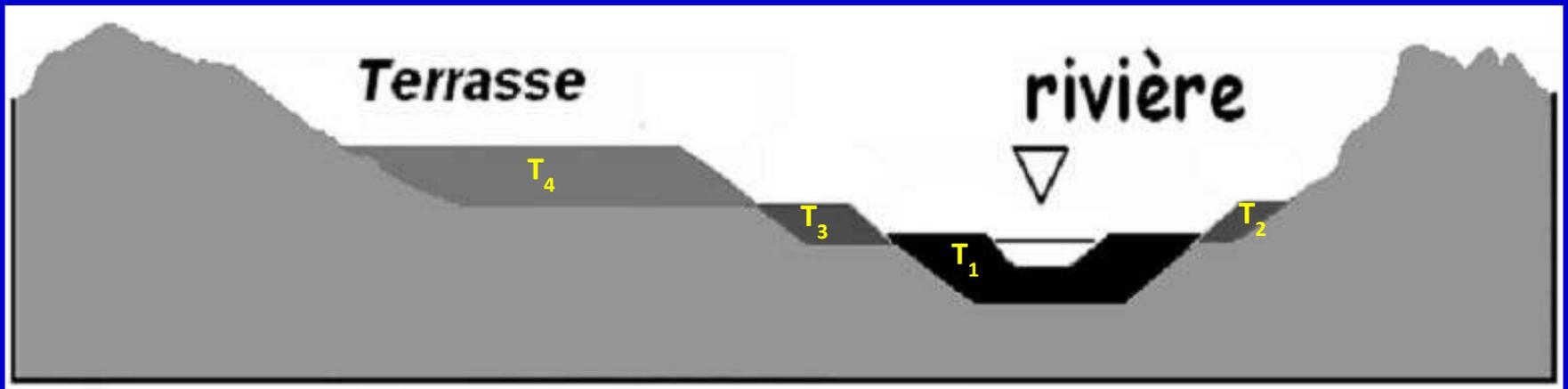


### III. Exercices :

Cet exercice illustre un type des dépôts continentaux : les terrasses alluviales !

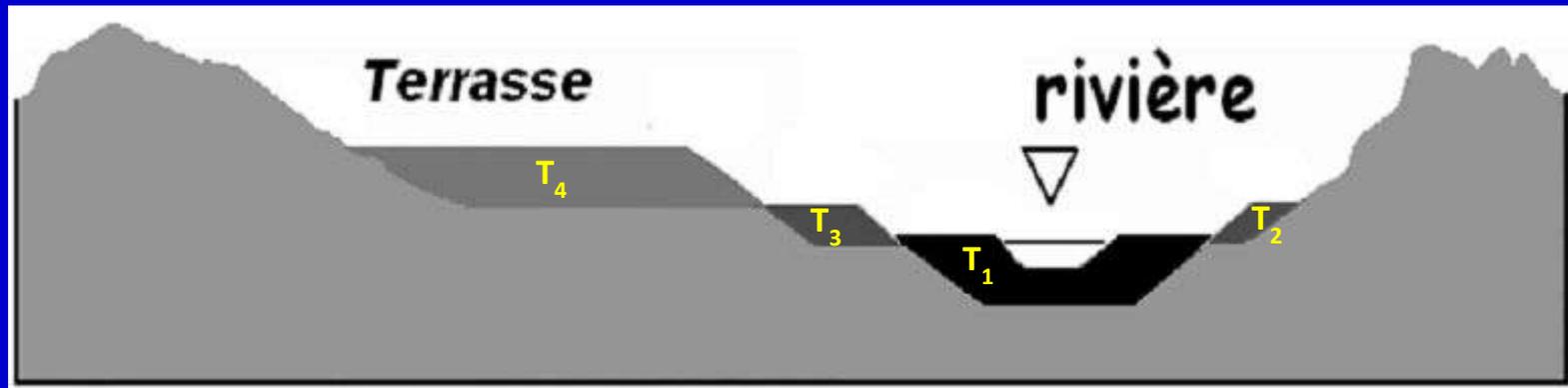
En utilisant les principes de la stratigraphie énumérés précédemment, reconstituer la chronologie relative des terrasses successives (notées T1, T2, ...).

Indiquer le(s) principe(s) qui justifi(ent) vos conclusions et de quel principe est-ce le contre-exemple.



### III. Exercices :

- Les nappes alluviales les plus récentes peuvent être déposées après l'encaissement de la vallée et être plus basses que les alluvions antérieures (néanmoins, les alluvions récentes ne sont pas recouvertes par les plus anciennes).
- D'après le principe de **continuité** :  $T_3$  a le même âge que  $T_2$
- Donc :  $T_1 < T_2 = T_3 < T_4$
- On a ici un contre-exemple du principe de **superposition**



# Chapitre 2 :

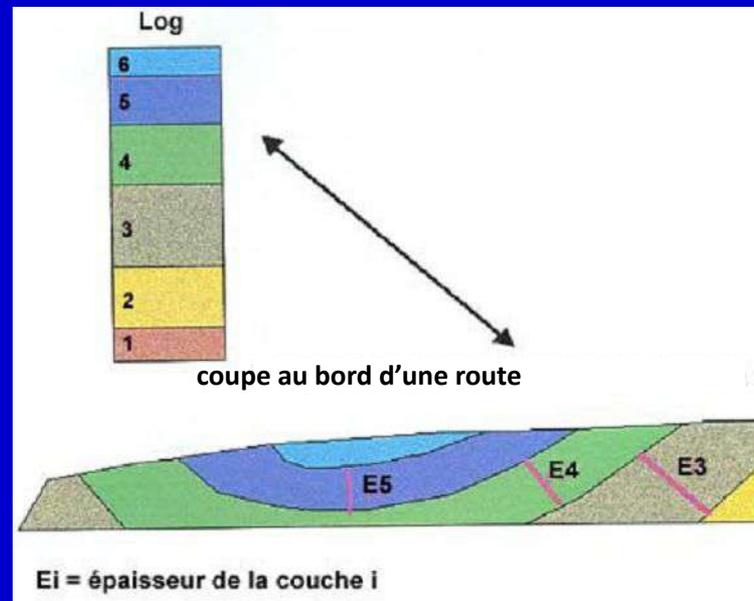
Lithostratigraphie

et

Biostratigraphie

## I. Introduction:

Lorsque le géologue se trouve en face d'un affleurement observable, il doit décrire les différentes couches qu'il découvre, les échantillonnées et mesurer leur caractéristiques, épaisseur, direction, pendage. A partir de ses observations, il établit une colonne stratigraphique (un «log stratigraphique») dans laquelle, les différentes couches, remises à l'horizontale, sont représentées avec leur épaisseur.



# Transversale d'Agadir - coupe distale de Taghazoute



Exemple de transformation d'une coupe de terrain en log stratigraphique

## I. Introduction:

La démarche consiste à :

1. Décrire le contenu lithologique des couches : **la lithostratigraphie**, c'est-à-dire l'étude des empilements sédimentaires d'un point de vue géométrique et pétrographique.
2. Décrire les fossiles que les couches contiennent : **la biostratigraphie**, (faune et flore relatives à un temps). Celle-ci est basée sur le principe d'irréversibilité du mécanisme d'évolution des espèces au cours des temps géologiques. Elle utilise la paléontologie pour déterminer une chronologie relative, c'est-à-dire la succession de l'apparition des espèces.
3. Définir les intervalles de temps : **la chronostratigraphie**.

 Le respect des principes de la stratigraphie est fondamental dans l'analyse et la description des unités stratigraphiques.



## II. Lithostratigraphie :

La **Formation** est l'unité de base de la lithostratigraphie. C'est l'unité stratigraphique fondamentale pour décrire et interpréter la géologie d'une région (C'est un paramètre cartographiable).

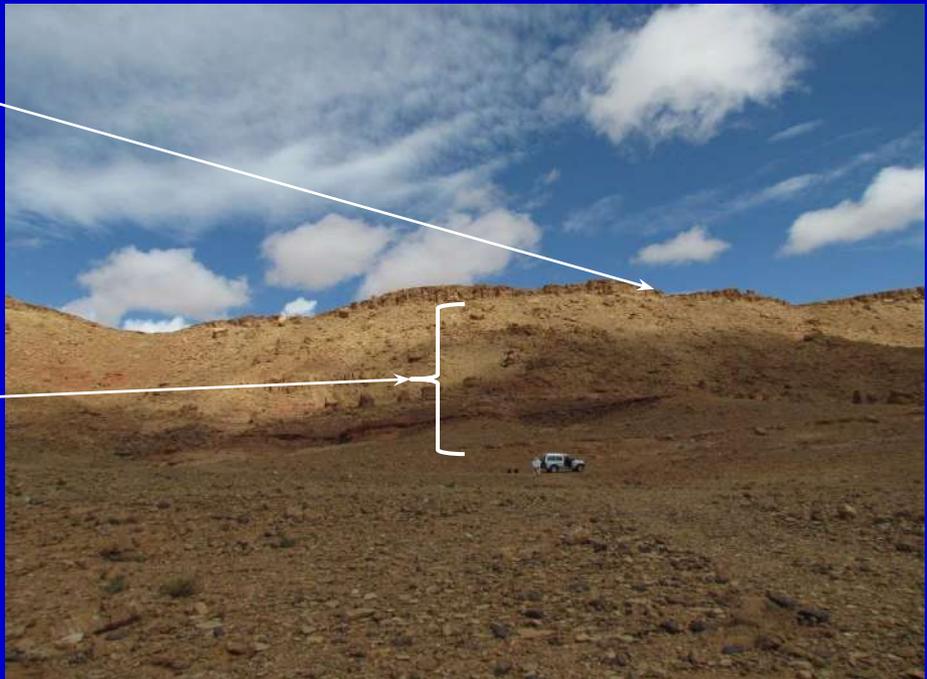
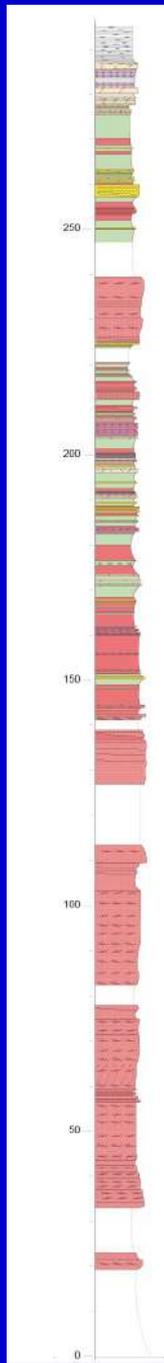
Les Formations ont des limites non isochrones. On ne retrouve pas tous les membres partout pareils.

- Sa puissance est variable
- Souvent figurée sur les cartes géologiques
- Reconnaissance internationale (publication)

Formation Akrabou

Formation Aoufous

Formation Ifezouane



Coupe géologique de la série céno-mano-turonienne de Tinghir

## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.1. Faciès

Le faciès correspond à l'ensemble des caractères:

- ✓ Lithologiques (lithofaciès)
- ✓ Paléontologiques (biofaciès)
- ✓ Sédimentologiques (marin, continental, littoral, ...) d'un dépôt.

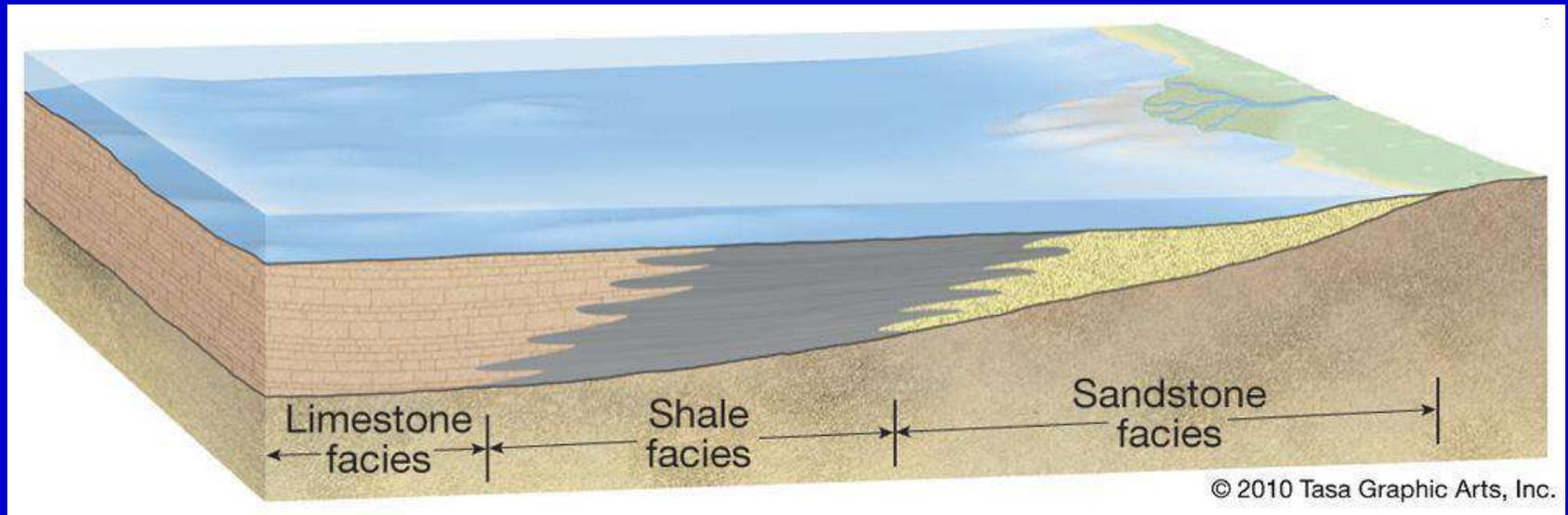
**ex.** faciès gréseux, faciès calcaire, faciès de marnes à ammonites, faciès récifal, faciès profond, ...

## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.1. Faciès

Chaque milieu de dépôt laisse une empreinte spécifique et distincte sur le sédiment. Un **faciès** est donc un type de roche, témoignant d'un certain **environnement de dépôt**.

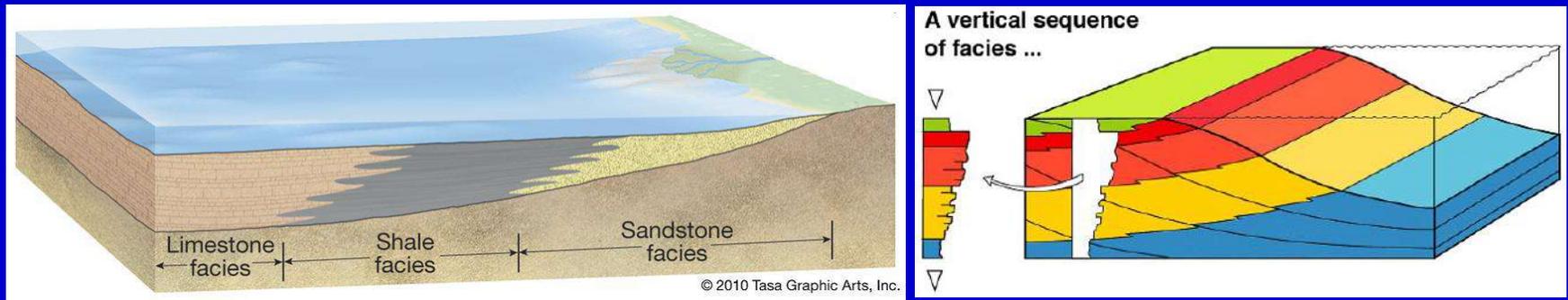


## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.1. Faciès

Les faciès peuvent varier horizontalement et verticalement



On ne peut observer sur une même verticale que des faciès que l'on voit latéralement (**Loi de Walther**)

## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.2. Séquences

Les faciès s'ordonnent en séquences ( = succession dans un ordre reconnaissable ) dont la **succession** dans le **temps** peut faire apparaître une **rythmicité**.

Ainsi on peut avoir :



Répétition régulière  
des séquences

Répétition désordonnée  
des séquences

Suite régulière de  
cycles



La répétition des séquences marnes et calcaires argileux est due à une variation périodique du niveau de la mer (eustatisme) □ **changement de milieu de dépôt**

## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.3. Discontinuités sédimentaires

Deux couches sédimentaires en continuité géométrique et à interface (contact) parallèle sont **concordantes**.

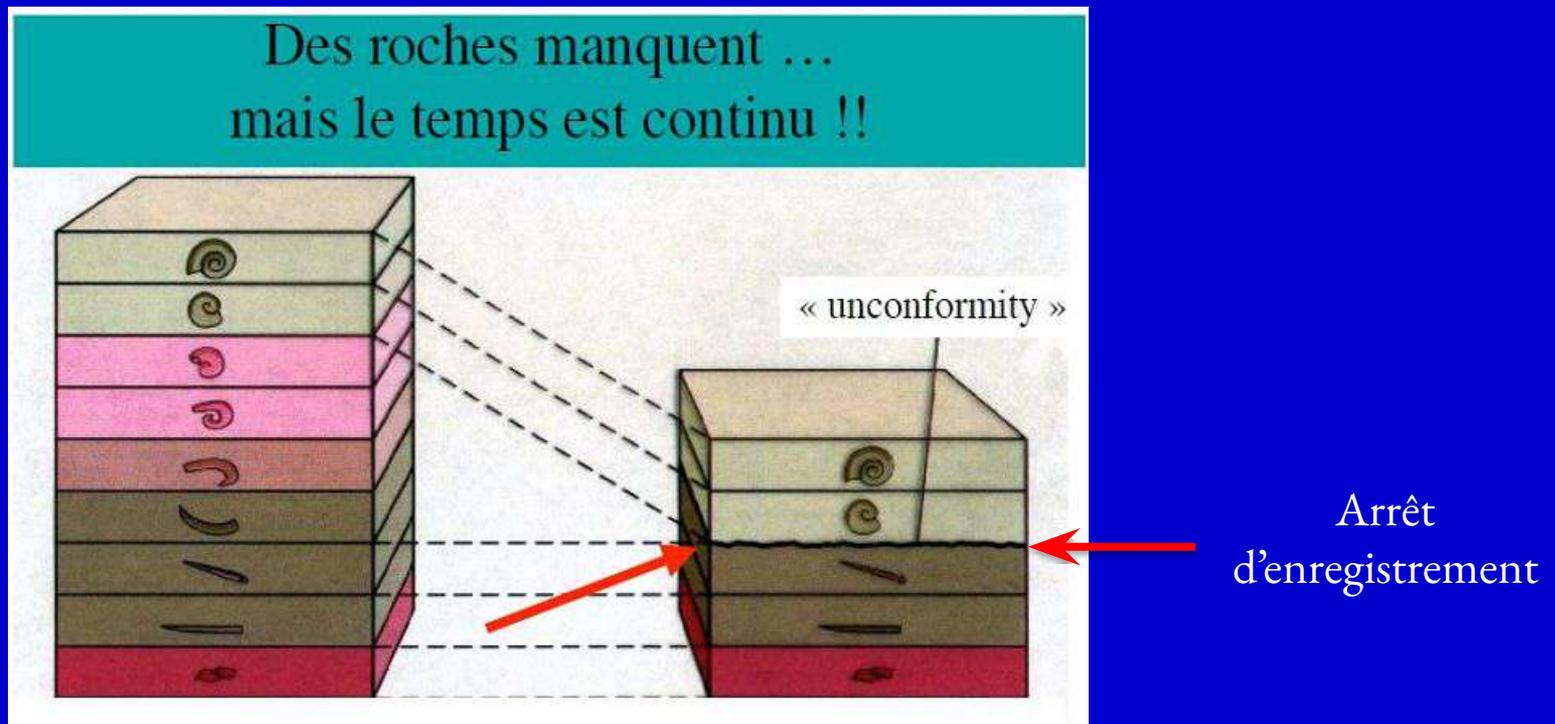
S'il existe entre ces deux couches une limite qui exprime une interruption dans la sédimentation pendant un intervalle de temps, elles sont en **discordance**.

## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.3. Discontinuités sédimentaires

La sédimentation n'est pas toujours continue dans le temps.



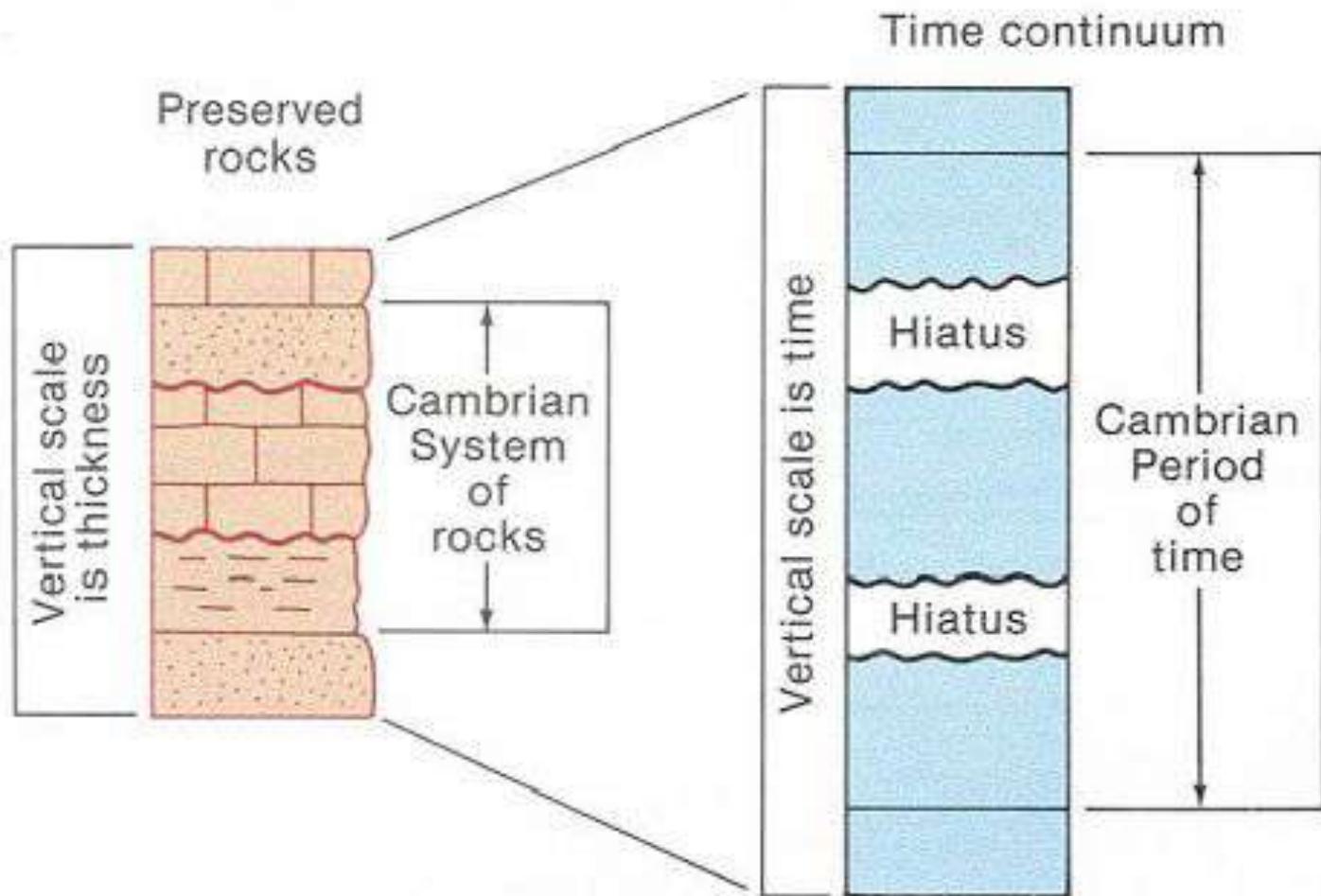
## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.3. Discontinuités sédimentaires

À certains endroits dans une série sédimentaire l'information est absente ; soit que les roches ont disparu suite à l'**érosion**, soit que la **sédimentation s'est interrompue**.

Ces manques (ces absences d'informations) correspondent à des **intervalles de temps** dans la succession des **événements géologiques**. L'intervalle de temps peut être restreint et ne toucher qu'une localité (**lacunes**), ou peut être de longue durée et s'étendre à toute une région (**discordance**).



## II. Lithostratigraphie :

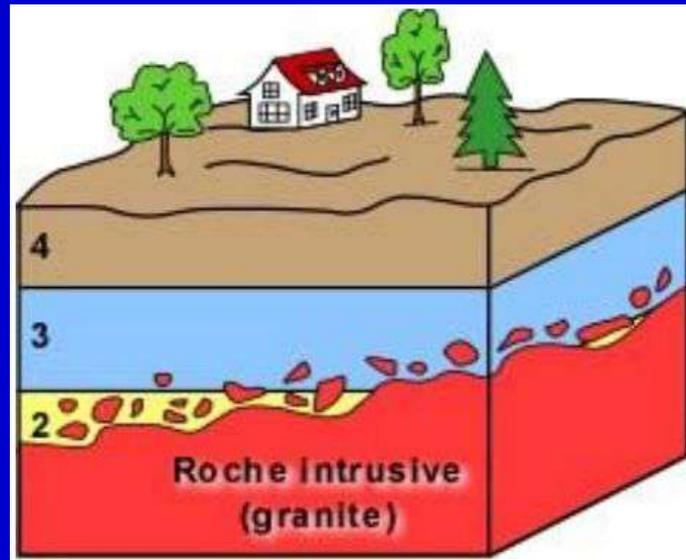
### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.3. Discontinuités sédimentaires

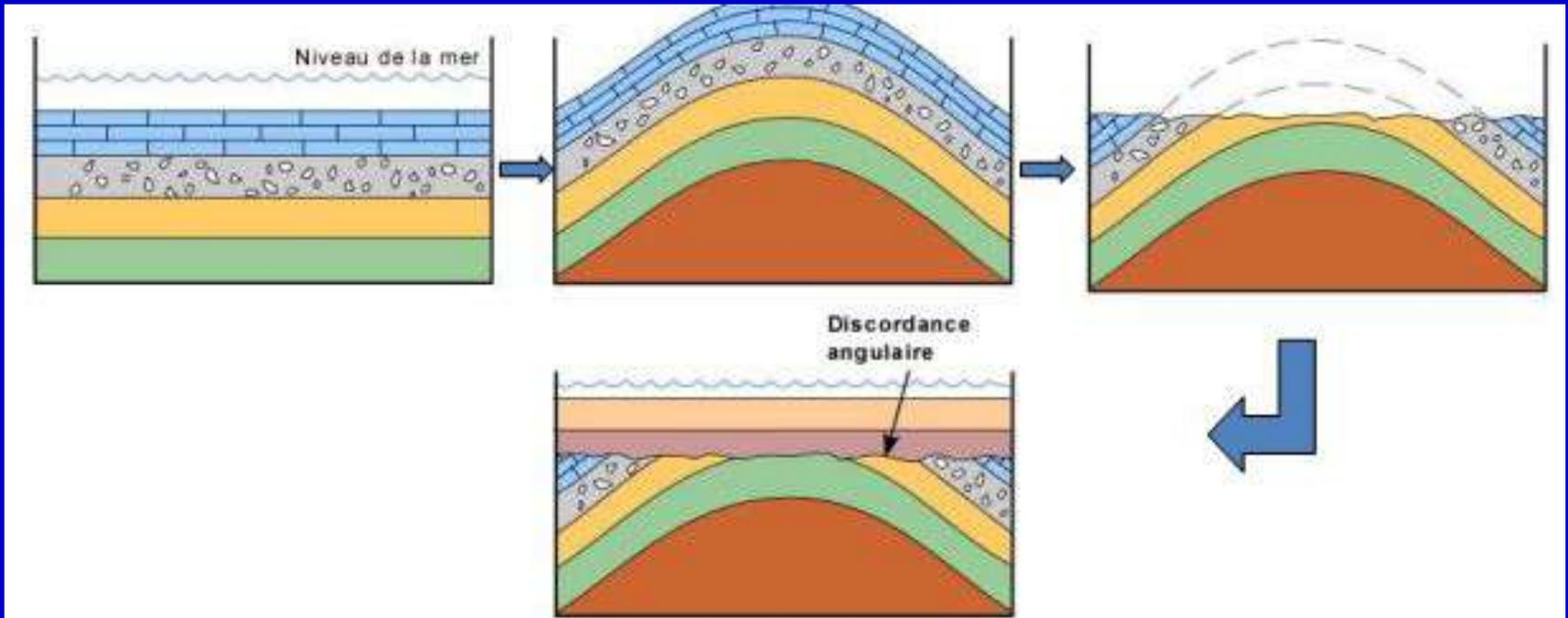
Une discordance peut se présenter sous deux formes :

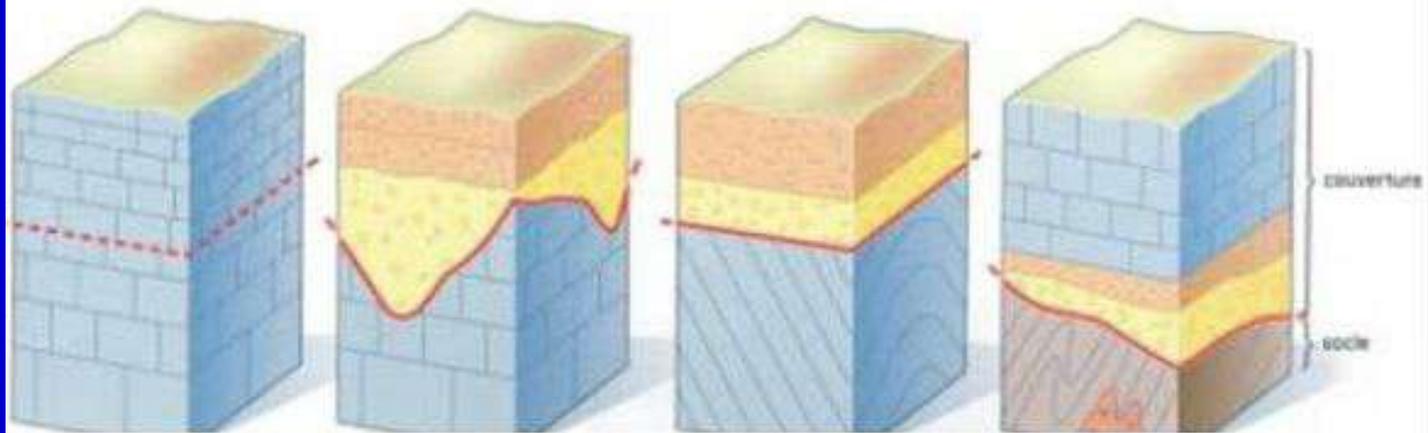
- **La discordance de ravinement** (ou d'érosion) représentée par une surface irrégulière d'érosion entre des strates parallèles. Cette surface exprime la cessation de la sédimentation puis leur ravinement (érosion) mais sans déformation.
- **La discordance angulaire** représentée par une surface d'érosion recoupant d'anciennes séquences déformées. Cette discordance implique le plissement (ou le basculement) et le soulèvement, l'érosion d'anciennes couches sur lesquelles reposent de nouvelles couches. Souvent les strates récemment déposées se trouvent directement au-dessus de roches ignées ou métamorphiques intercalées dans la série plissée.

**Discordance angulaire**



**Discordance de ravinement**





Concordance

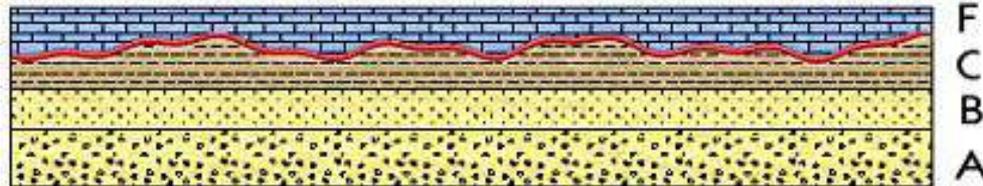
Ravinement

Discordances angulaires

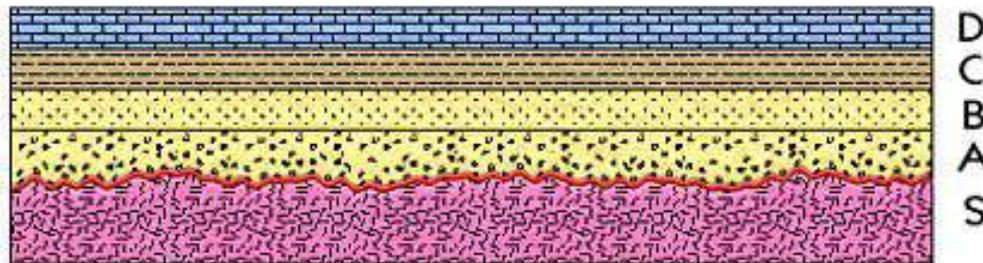
**discontinuités, hiatus  
avec ou sans discordance géométrique**

# Types de contacts discordants

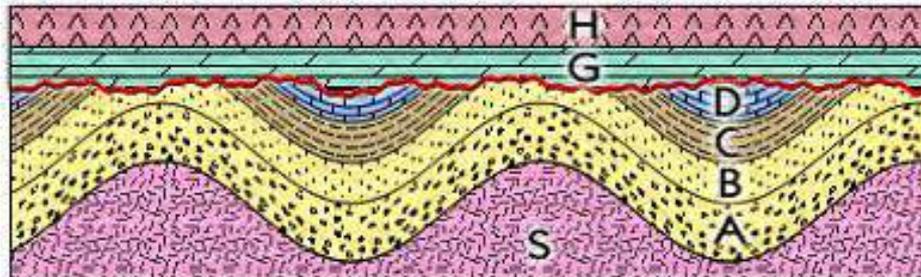
- discordance simple



- discordance sur le socle  
(discordance majeure)



- discordance angulaire sur  
structure plissée













## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.4. Transgression et régression

Ce sont des processus sédimentaires qui se matérialisent par le déplacement vers le continent ou vers le large, de la **ligne de rivage**.

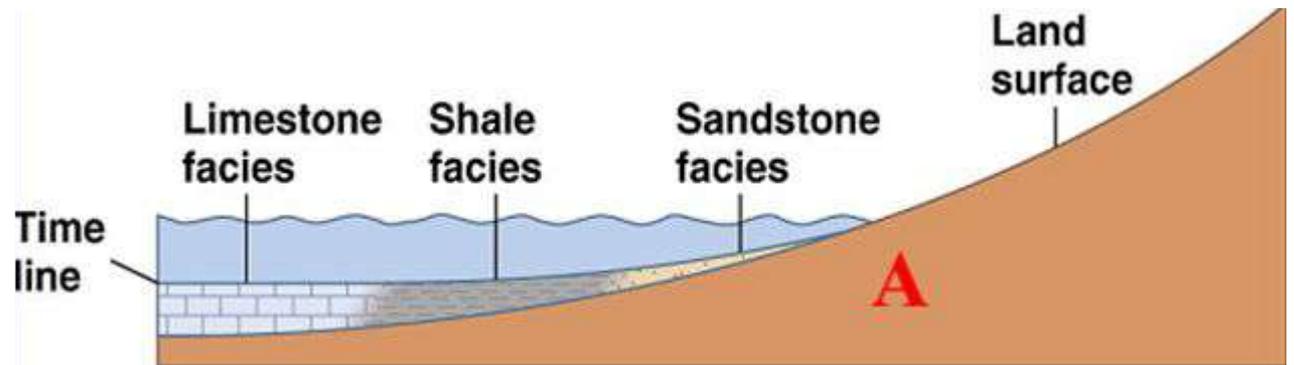
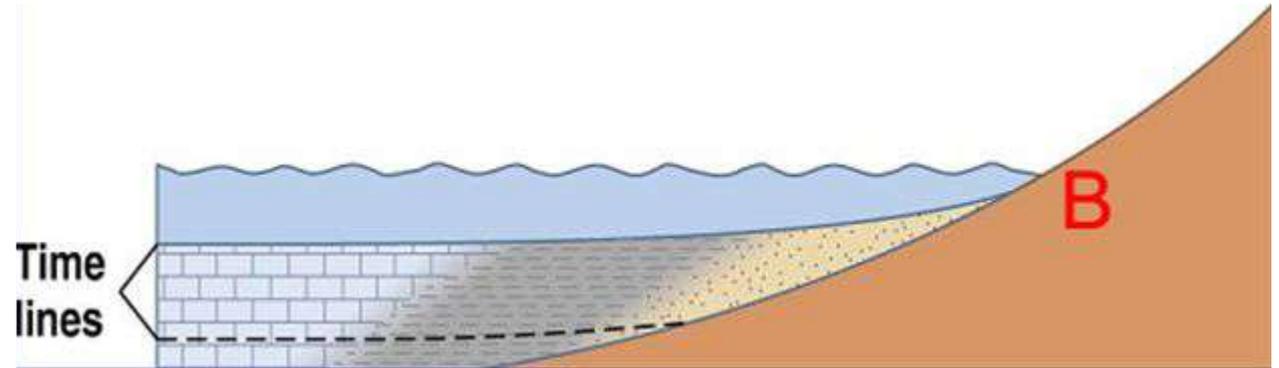
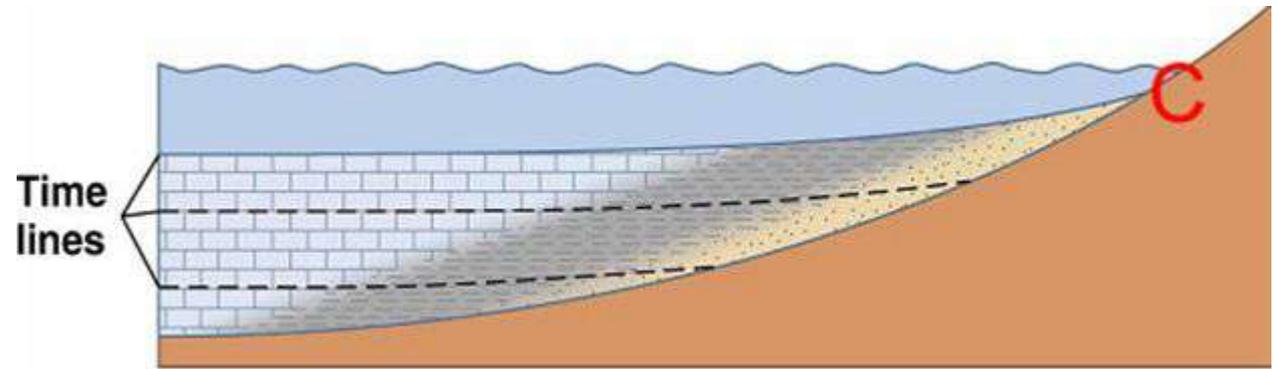
##### 2.4.1. Transgression

C'est la progression du milieu marin vers le continent. La transgression résulte soit d'une élévation du niveau marin (**eustatisme**) soit d'un affaissement du continent (**subsidence**).

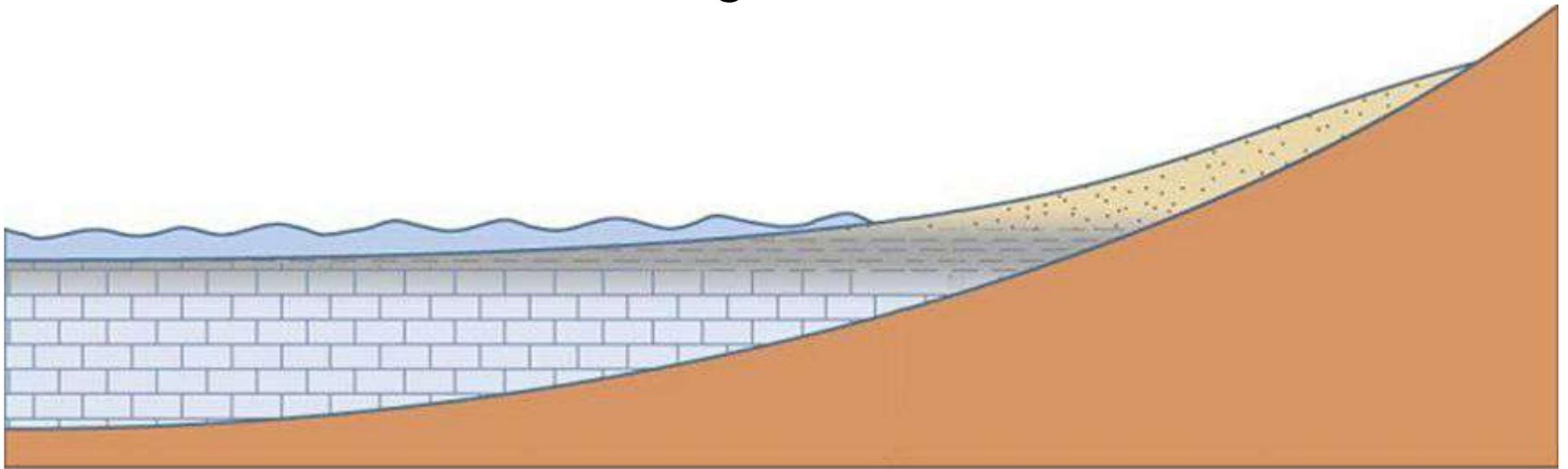
##### 2.4.2. Régression

C'est le phénomène inverse de la transgression : retrait de la mer par abaissement du niveau marin ou surrection du continent.

# Transgression



# Régression

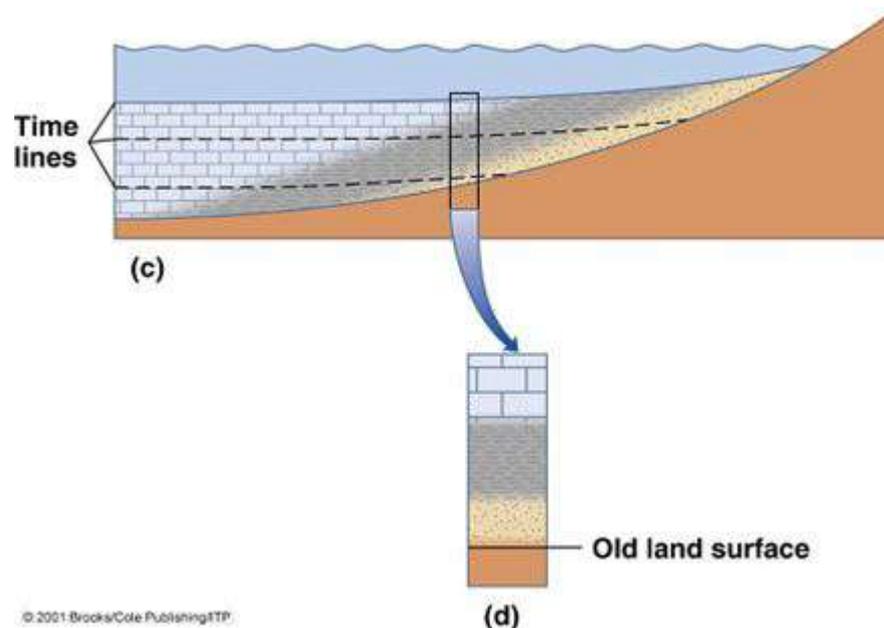


## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.5. Loi des faciès de Walther

Des environnements sédimentaires qui se trouvent latéralement les uns à côté des autres aujourd'hui, se trouvent en superposition dans les archives sédimentaires. Ce phénomène est causé par les transgressions et régressions successives.

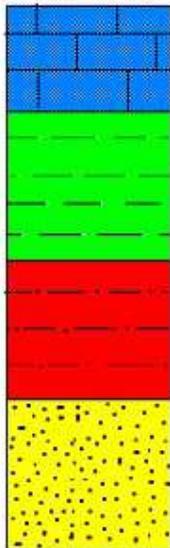


## II. Lithostratigraphie :

### 2. Faciès, séquences et discontinuités sédimentaires:

#### 2.5. Loi des faciès de Walther

Le résultat est une séquence verticale de couches sédimentaires différentes. Cette séquence reflète la répartition latérale des environnements sédimentaires dans le passé..



#### Séquence transgressive:

Des faciès d'eau profonde se trouvent au dessus des faciès moins profonds; une séquence "deepening upward"



#### Séquence régressive

Des faciès de milieu côtier se trouvent au dessus des faciès plus profonds; une séquence "shallowing upward"

### **III. Biostratigraphie:**

#### **1. Introduction:**

Pour dater une série sédimentaire, le faciès lithologique seul est peu fiable car peut se répéter dans le temps et est très dépendant du milieu considéré.

Il faut donc un marqueur irréversible dans le temps = **Biostratigraphie**

### III. **Biostratigraphie:**

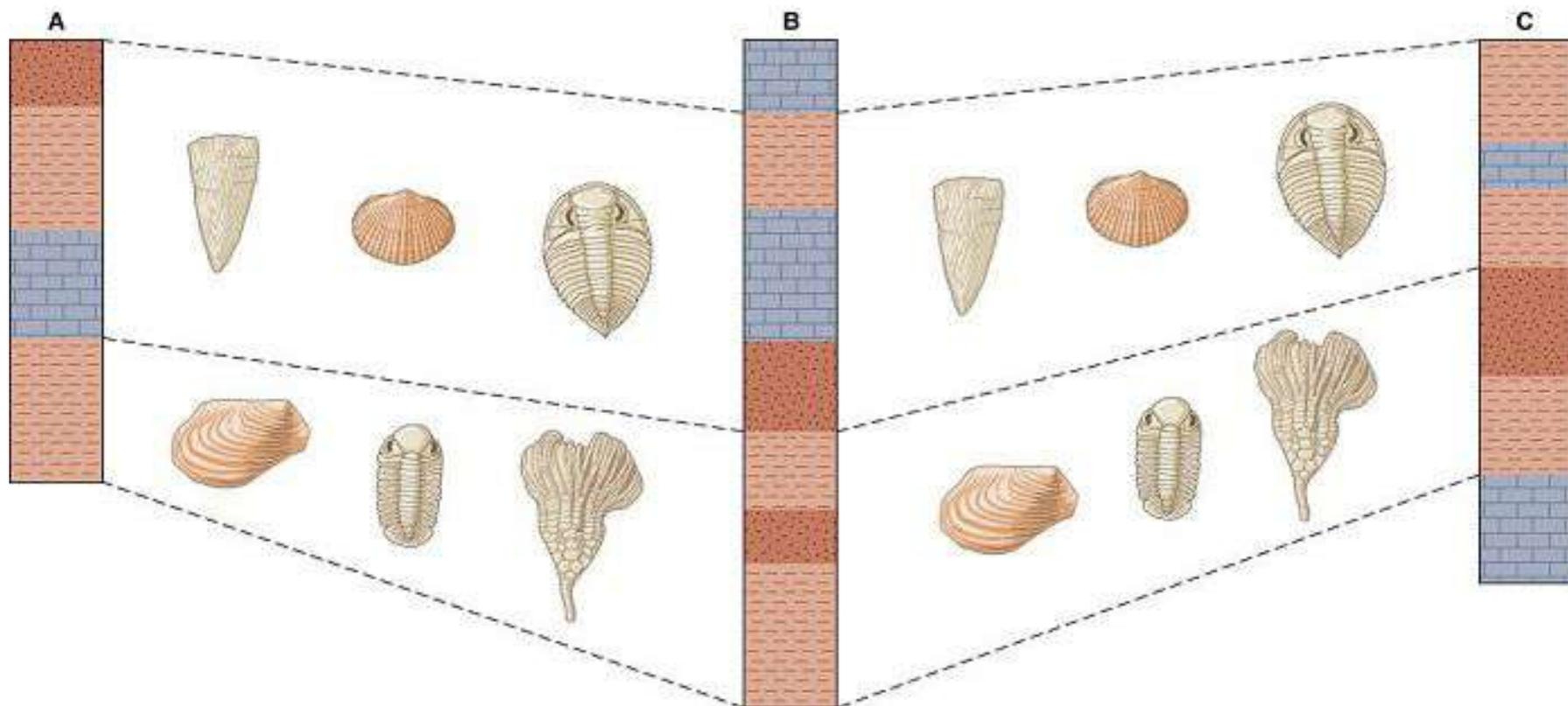
#### 1. **Définitions:**

La **biostratigraphie** est la description des fossiles que contient une strate.

On peut dire aussi, caractérisation des couches par leur contenu paléontologique.

La biostratigraphie nous renseigne sur l'évolution de ces fossiles dans le **temps** et dans l'**espace** dans leur environnement sédimentaire.

- Basée sur le principe de l'évolution des espèces (processus **continu**, **non répétitif** dans le temps)
- Domaine d'application : roches sédimentaires
- Utilisations
  - Corrélation
  - Datation



### III. **Biostratigraphie:**

#### 1. **Définitions:**

L'unité de base de la biostratigraphie est la **biozone**.

La **biozone** est un ensemble de couches (ou une couche) correspondant à l'extension verticale et horizontale (géographique) d'un **taxon** (espèce caractéristique)

Le **taxon** est un groupe d'organismes qui descendent d'un même ancêtre et qui ont certains caractères communs.

- Les embranchements, classes, ordres, familles, espèces sont des taxons

### III. Biostratigraphie:

#### 1. Définitions:

Les biozones sont fondées sur des **apparitions** ou **disparitions** d'**espèces**.

Le moment d'apparition est le **FAD**= First Appearance Datum et le moment de disparition est le **LAD**= Last Appearance Datum.



### III. Biostratigraphie:

#### 1. Définitions:

On distingue plusieurs types de biozones :

- Une **zone d'association** ou d'**assemblage** est un ensemble de couches dont le contenu en fossiles, ou en un certain type de fossiles, pris dans sa totalité, constitue une association naturelle qui le distingue des couches adjacentes.

Zone pendant laquelle les 4 espèces considérées sont présentes

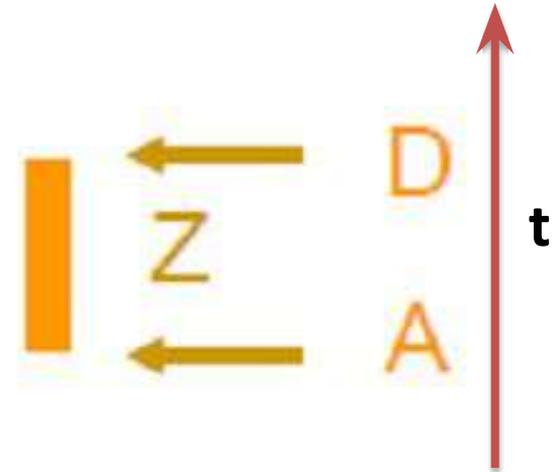


### III. Biostratigraphie:

#### 1. Définitions:

- Une zone d'**extension** est l'ensemble des couches correspondant à l'extension totale de la présence d'une espèce. Le mot extension s'entend à la fois horizontalement et verticalement.

Zone entre la première apparition (A)  
et la disparition (D) d'une espèce

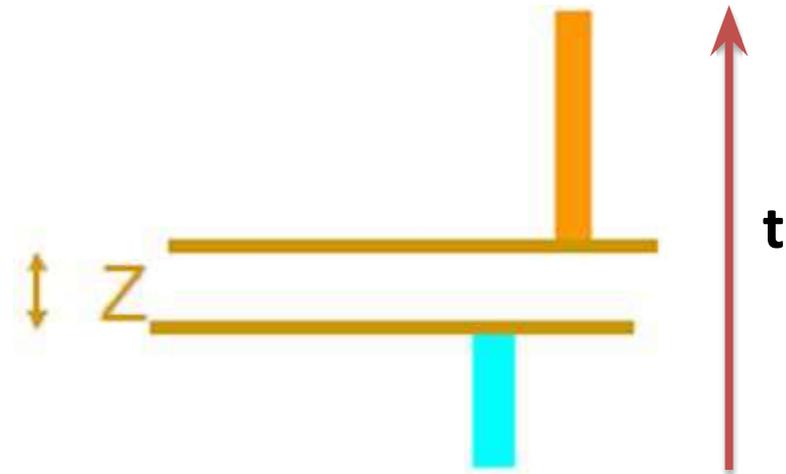


### III. Biostratigraphie:

#### 1. Définitions:

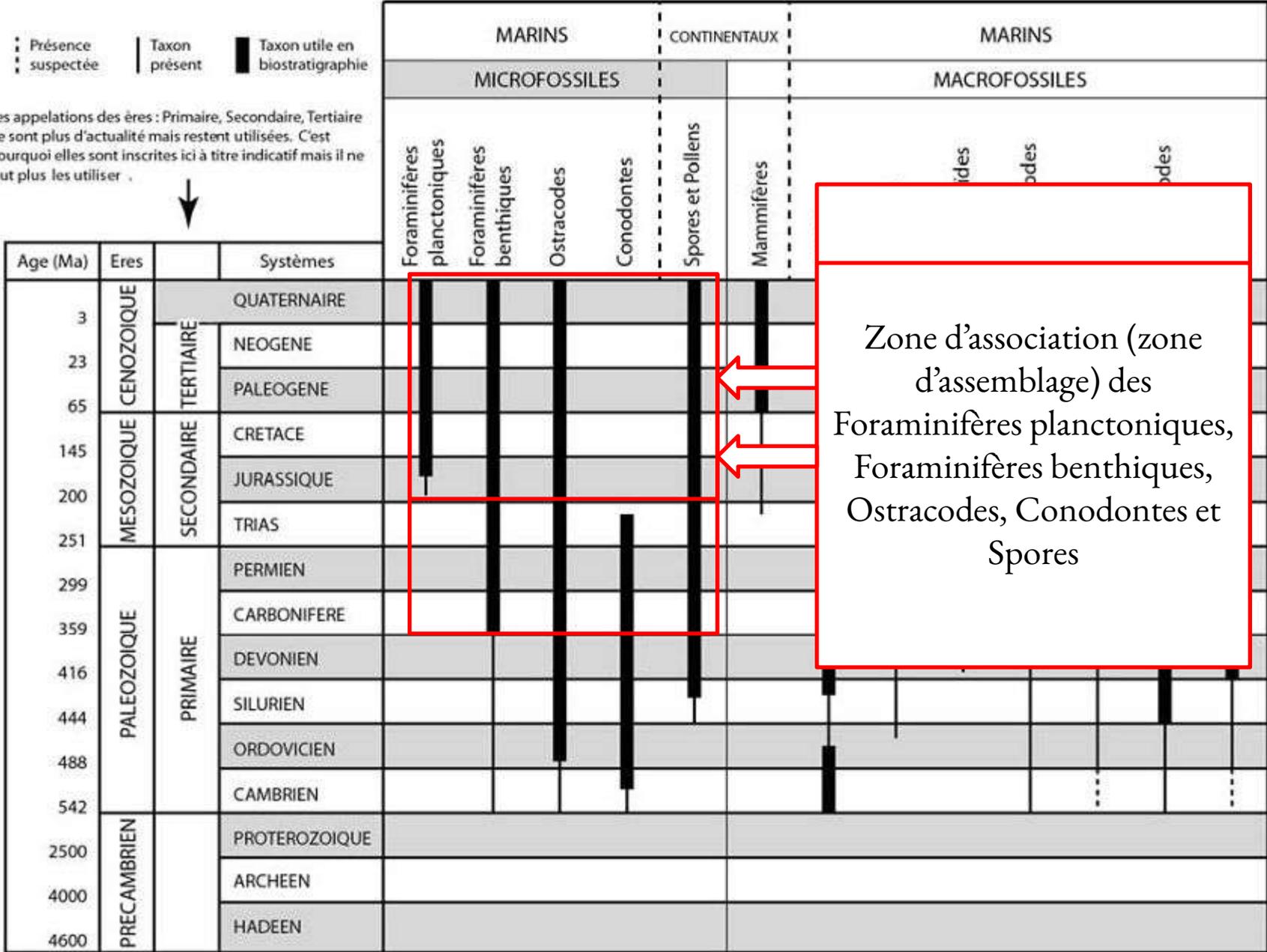
- Une zone d'**intervalle** est l'intervalle entre deux horizons biostratigraphiques donnés. La base ou le sommet d'une telle zone peut être marquée par la première apparition d'un taxon ou la dernière présence d'un autre taxon.

Zone entre la disparition d'une espèce  
et l'apparition d'une autre



··· Présence suspectée  
 | Taxon présent  
 ■ Taxon utile en biostratigraphie

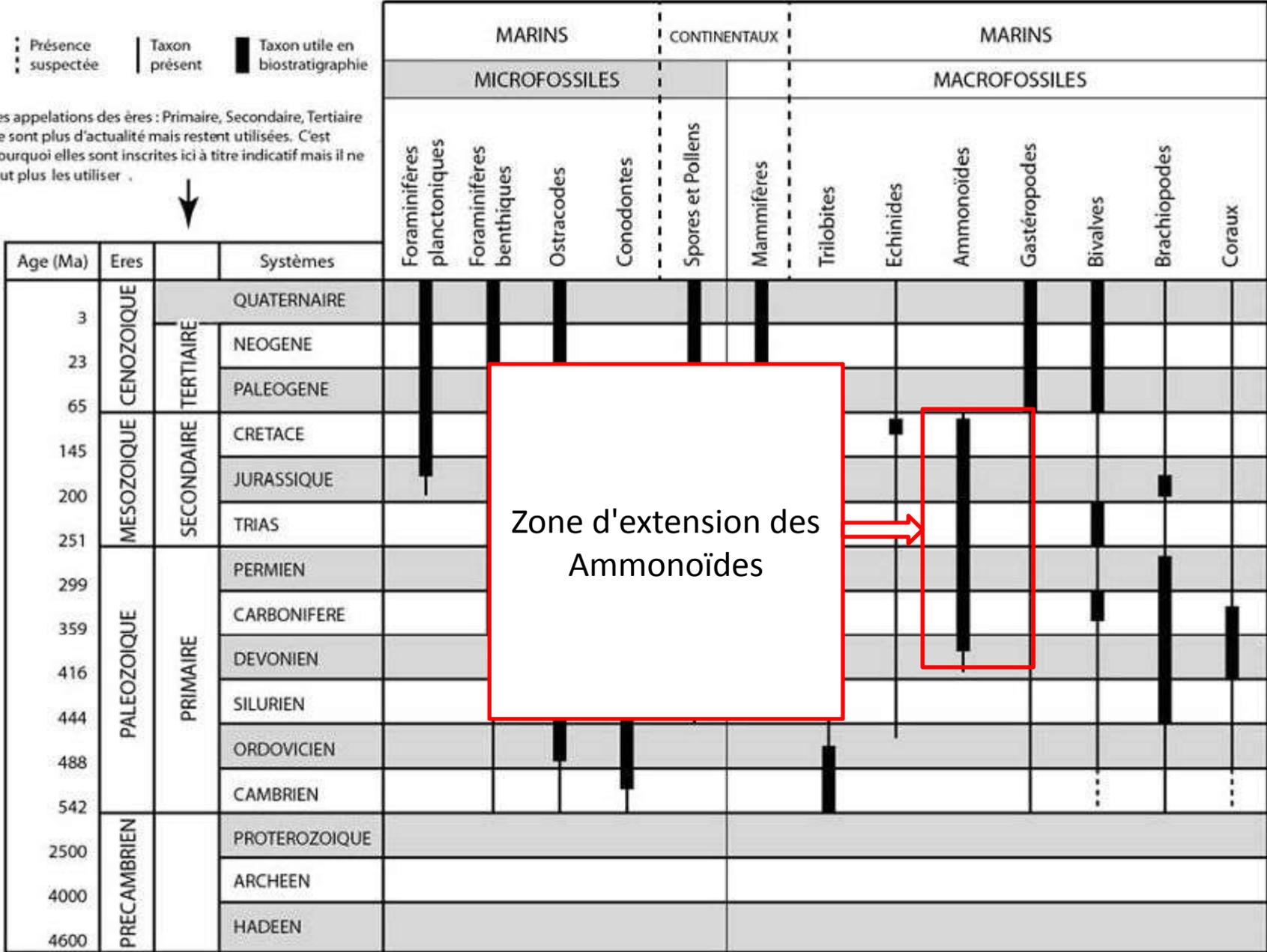
Les appellations des ères : Primaire, Secondaire, Tertiaire ne sont plus d'actualité mais restent utilisées. C'est pourquoi elles sont inscrites ici à titre indicatif mais il ne faut plus les utiliser.



Zone d'association (zone d'assemblage) des Foraminifères planctoniques, Foraminifères benthiques, Ostracodes, Conodontes et Spores

··· Présence suspectée  
 | Taxon présent  
 ■ Taxon utile en biostratigraphie

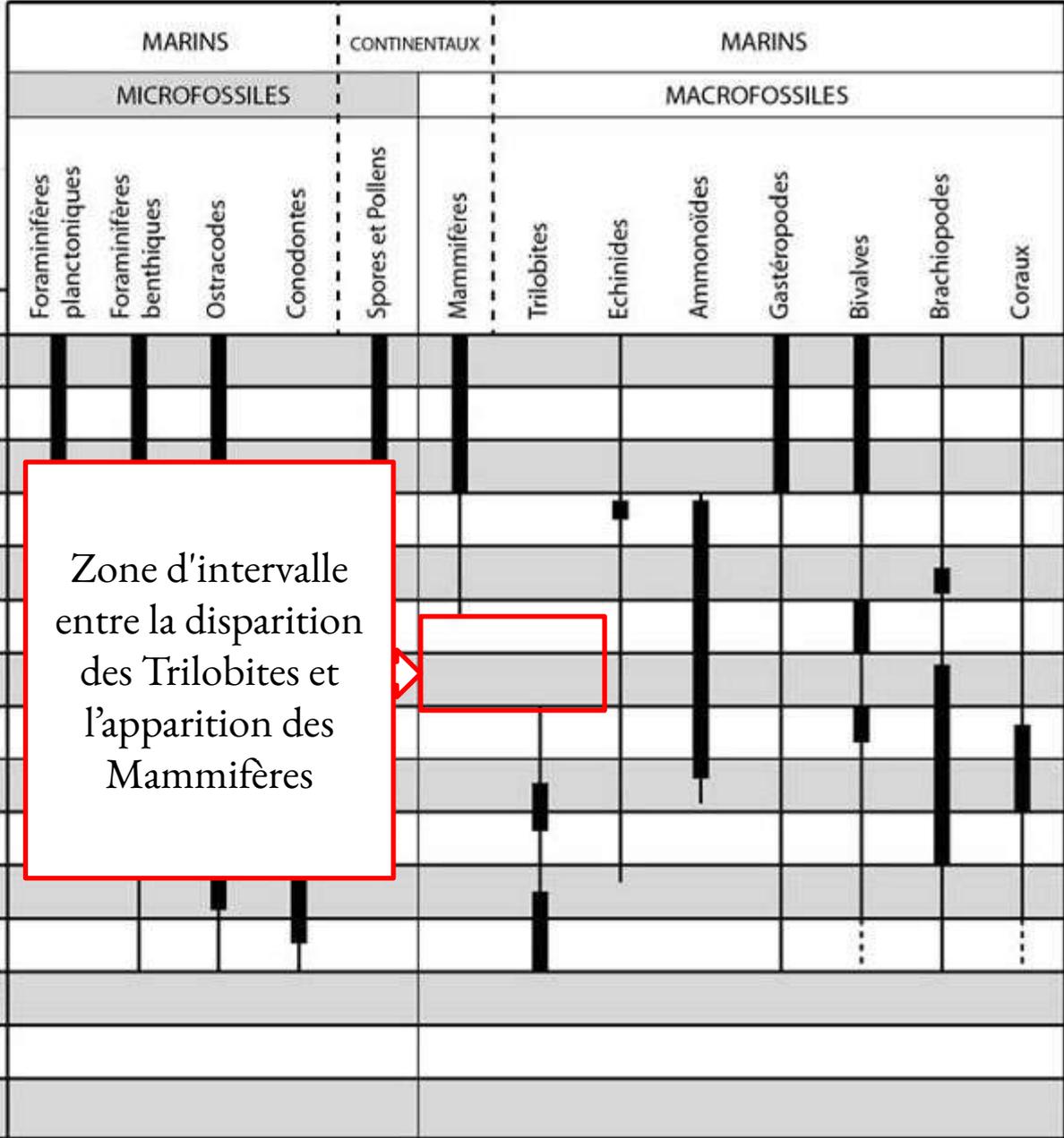
Les appellations des ères : Primaire, Secondaire, Tertiaire ne sont plus d'actualité mais restent utilisées. C'est pourquoi elles sont inscrites ici à titre indicatif mais il ne faut plus les utiliser.



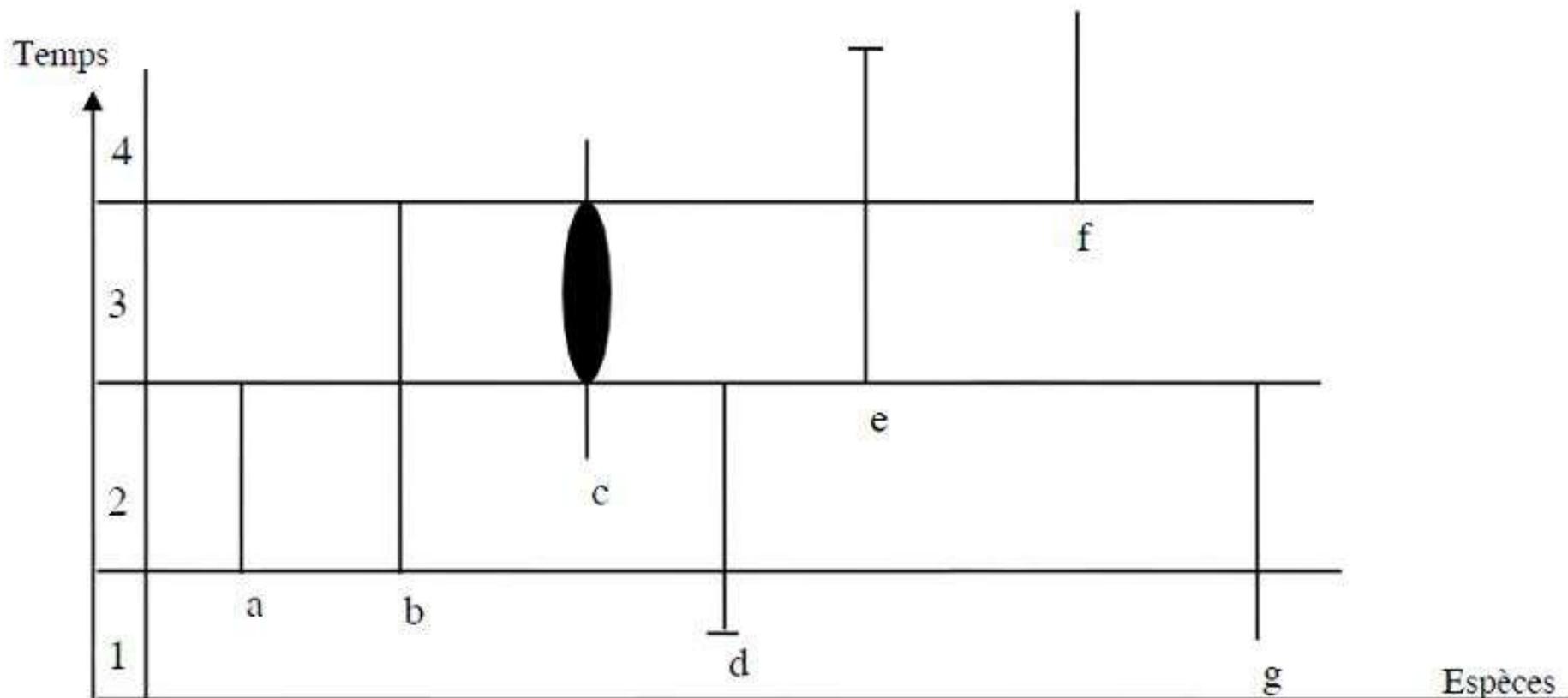
Zone d'extension des Ammonoïdes

··· Présence suspectée  
 | Taxon présent  
 ■ Taxon utile en biostratigraphie

Les appellations des ères : Primaire, Secondaire, Tertiaire ne sont plus d'actualité mais restent utilisées. C'est pourquoi elles sont inscrites ici à titre indicatif mais il ne faut plus les utiliser.



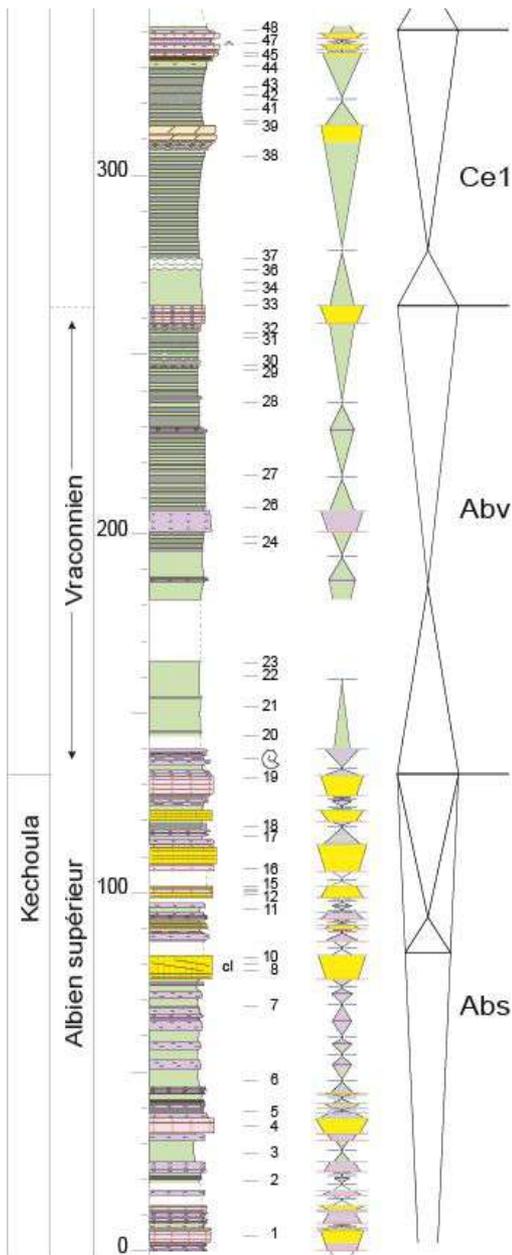
Zone d'intervalle entre la disparition des Trilobites et l'apparition des Mammifères



**zone de distribution partielle:** (2-b,d et g) (3-b,c et e) (4-c et e):

**zone de distribution concomitante:** (2-abdg) (3-be):

**zone de distribution totale:** (2-a); **zone d'intervalle:** (3-af,df et gf); **zone d'apogée:** (3-c)



3 TAH 40 : association de *Praegolotruncana aumalensis*, *Praegolotruncana delrioensis*, *Heterohelix reussi*, *Heterohelix moremani*, *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella planispira*, *Guembelitria* et *Whiteinella baltica* donne un âge Cénomaniens.

⊗<sup>2</sup> TAH 26 : association de *Hedbergella delrioensis* et *Favusella washitensis* suggérant un âge allant de l'Albien jusqu'au Cénomaniens inférieur compris.

⊗<sup>1</sup> TAH 23 : association de *Hedbergella simplex*, *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella planispira*, *Hedbergella albiana*, *Favusella washitensis* et *Ticinella raynaudi* suggérant à priori un âge Albien.

⊗ TAH : *Mortoniceratinae* de l'Albien supérieur qui donnerait un âge correspondant à la Zone à *fallax* ou à la Zone à *rostratum* du schéma actuel du Kilian Group (Reboulet et al., 2011).

Les foraminifères planctoniques sont très rares et sans valeur biostratigraphique.

Figure : Coupe de Tahanoute, données biostratigraphiques

## **IV. Chronostratigraphie:**

### **1. Définition:**

- La **chronostratigraphie** consiste à établir des correspondances entre les ensembles de couches et les intervalles de temps.
- Chaque **unité chronostratigraphique** qui représente un ensemble de couches équivaut au temps nécessaire à son dépôt.
- Les unités chronostratigraphiques sont des unités de référence servant de base aux corrélations.

## IV. Chronostratigraphie:

### 2. Unités chronostratigraphiques:

- La division de base est l'**étage**, défini par rapport à un affleurement type, qui sert en quelque sorte d'étalon, et que l'on nomme **stratotype**.
- Le nom de l'étage est le plus souvent dérivé de celui d'un lieu géographique auquel on ajoute le suffixe **–en** ou **–ien** (en anglais **–an** ou **ian** ). Ce lieu est généralement celui où se trouve le stratotype.
- L'équivalent **géochronologique** de l'étage est l'**âge** dont la durée, en moyenne, est de 5 à 6 millions d'années.

Géochronologie = attribution d'un âge absolu aux roches



## IV. Chronostratigraphie:

### 2. Unités chronostratigraphiques:

Exemple : étage **Barrémien**, tire son nom de la commune française de **Barrême**, **stratotype** à alternance d'une cinquantaine de bancs calcaires et marneux (plus réduits) numérotés. Pratiquement **11 zones** ont été différenciées grâce aux **ammonites** qui s'y trouvent.



## IV. Chronostratigraphie:

### 2. Unités chronostratigraphiques:

- Plusieurs **étages** forment une **série**
- Plusieurs **séries** forment un **système**
- Plusieurs **systèmes** forment un **érathème**
- Plusieurs **érathèmes** forment un **éonothème**

## IV. Chronostratigraphie:

### 2. Unités chronostratigraphiques:

Unité Chronostratigraphique	Son équivalente en Géochronologie	Exemple
Eonothème	Eon	Protérozoïque
Erathème	Ere	Paléozoïque
Système	Période	Crétacé
Série	Epoque	Néogène
Etage	Âge	Cénomanién

## IV. Chronostratigraphie:

### 2. Unités chronostratigraphiques:

#### 2.1. Les Eons (=Eonothèmes)

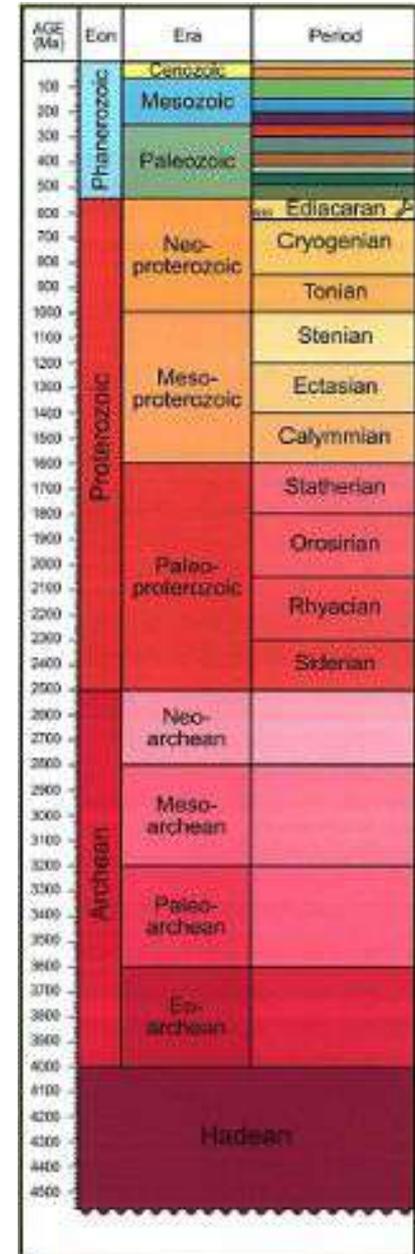
Intervalle de temps géologique le plus grand de plusieurs centaines de millions d'années (Ma).

On distingue 4 Eons:

1. Le **Hadéen** (-4600 Ma à -3800 Ma); Formation de la terre.
2. L'**Archéen** (-3800 Ma à -2500 Ma); Anciennes roches à organismes unicellulaires.
3. Le **Protérozoïque** (-2500 Ma à -542 Ma); Organismes multicellulaires primitifs

Hadéen+Archéen+Protérozoïque=**Précambrien**

4. Le **Phanérozoïque** (-542 Ma à aujourd'hui); Développement de la vie



## IV. Chronostratigraphie:

### 2. Unités chronostratigraphiques:

#### 2.2. Les Eres (=Erathèmes)

Leurs limites sont marquées par de grands bouleversements biologiques (grandes extinctions), paléogéographiques (orogénèse)

#### - Eon Phanérozoïque = 3 Eres

**Cénozoïque** (vie récente -65,5 Ma à aujourd'hui)

**Mésozoïque** (vie intermédiaire -251 Ma à -65,5 Ma)

**Paléozoïque** (vie ancienne -542 Ma -245 Ma)

#### - Eon Protérozoïque = 3 Eres

**Néoprotérozoïque** (-1000 Ma à -542 Ma)

**Mésoprotérozoïque** (-1600 Ma à -1000 Ma)

**Paléoprotérozoïque** (-2500 Ma à -1600 Ma)

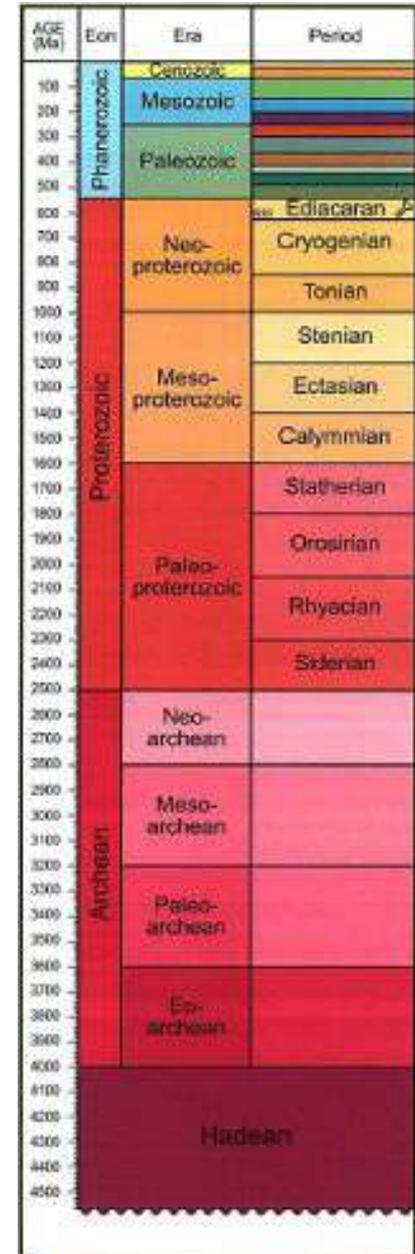
#### - Eon Archéen = 4 Eres

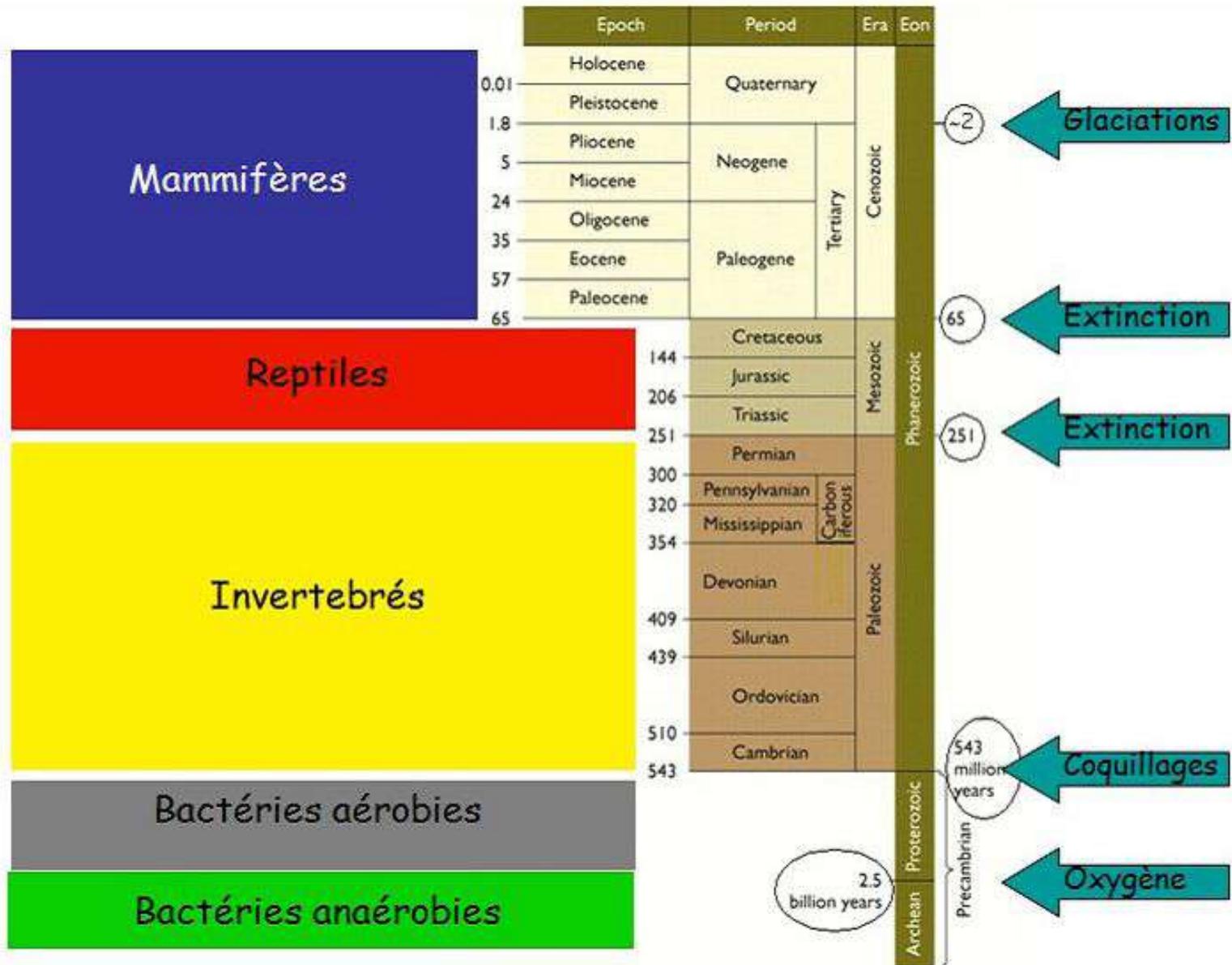
**Néoarchéen** (-2800 Ma à -2500 Ma)

**Mésoarchéen** (-3200 Ma à -3800 Ma)

**Paléoarchéen** (-3600 Ma à -3200 Ma)

**Eoarchéen** (-4000 Ma à -3600 Ma)





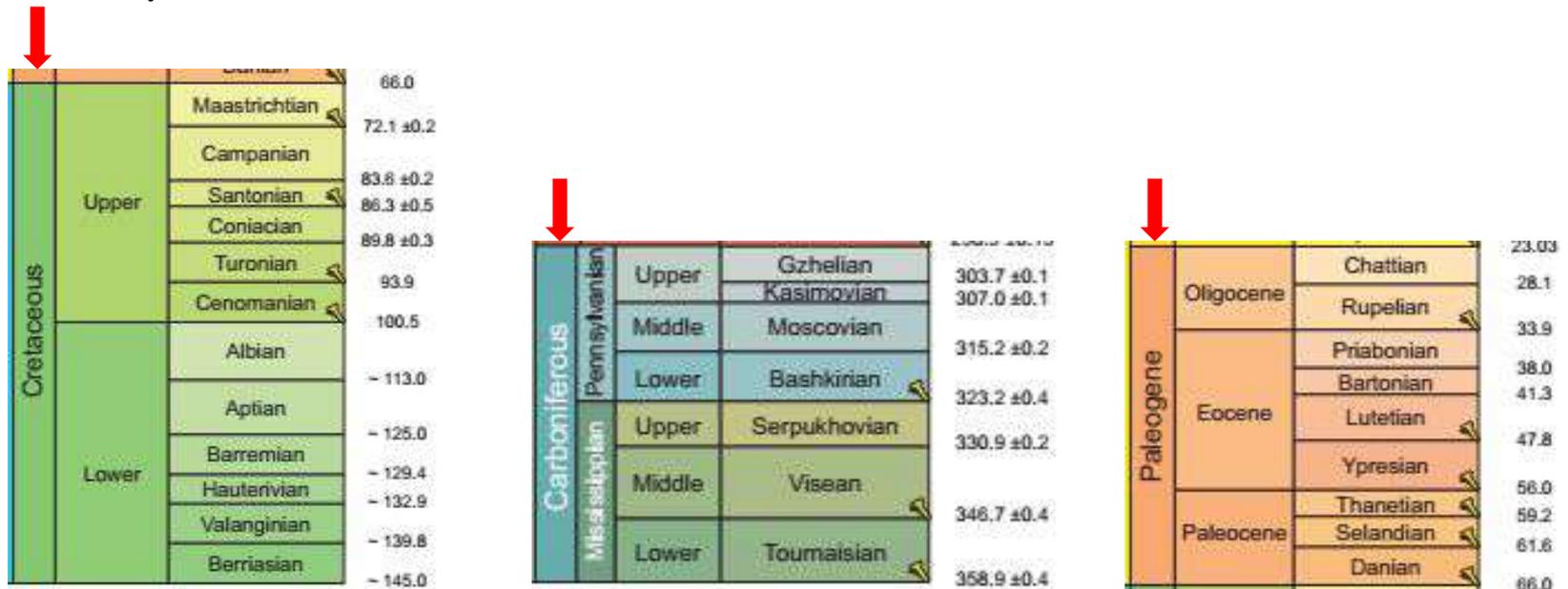
## IV. Chronostratigraphie:

### 2. Unités chronostratigraphiques:

#### 2.3. Les Périodes (=Systèmes)

Ils regroupent des étages sur des références lithologiques (Carbonifère, Crétacé), paléontologiques (Nummulitique=Paléogène) ou autres.

Durée moyenne entre 20 Ma et 70 Ma.



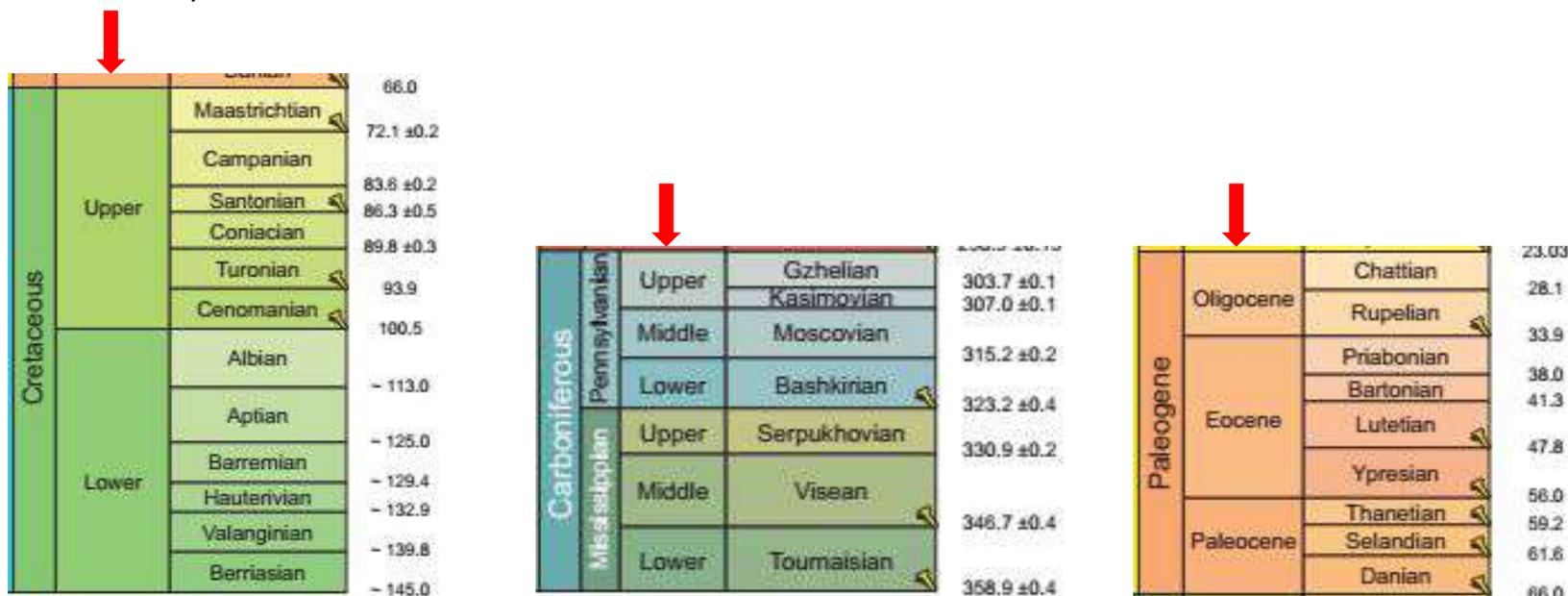
## IV. Chronostratigraphie:

### 2. Unités chronostratigraphiques:

#### 2.4. Les Epoques (Séries)

La subdivision en époque est basée sur les associations de fossiles stratigraphiques spécifiques.

Durée moyenne d'environ 15 Ma (sauf pour le Quaternaire).



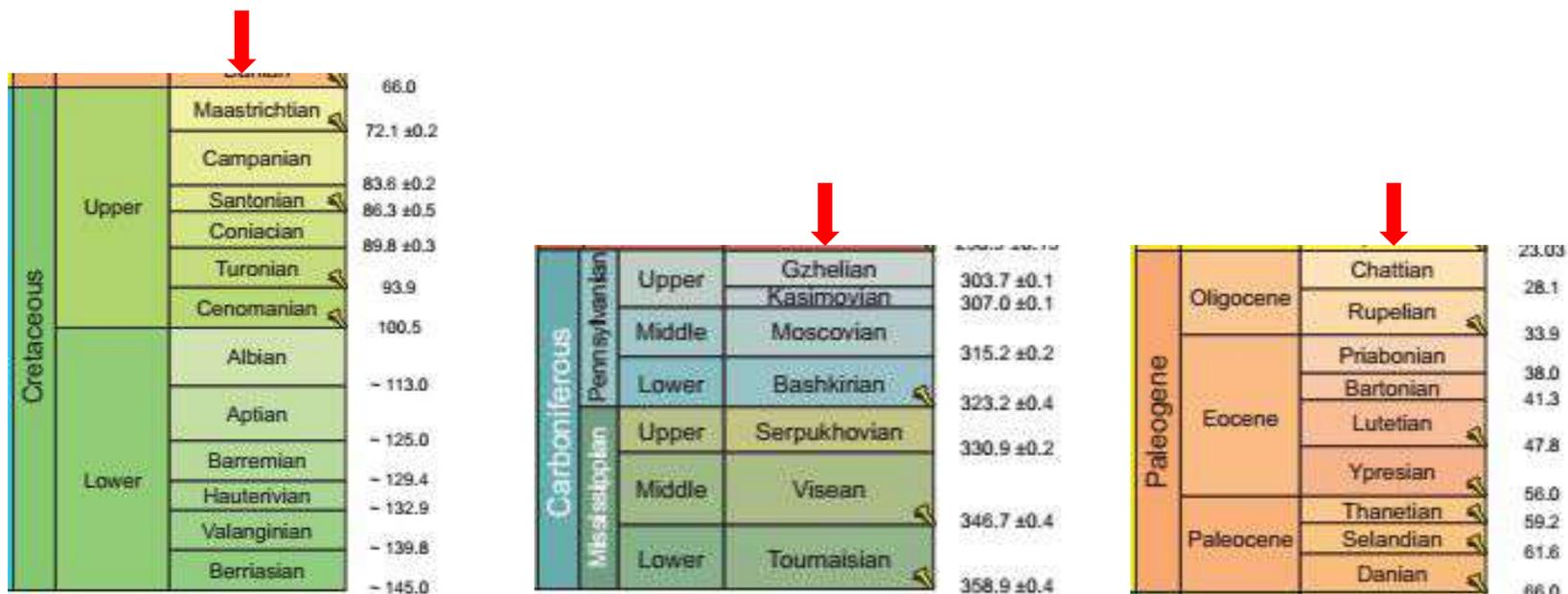
## IV. Chronostratigraphie:

### 2. Unités chronostratigraphiques:

#### 2.5. Les Etages (Âges)

Stratotype

Le nom d'un étage est dérivé d'un terme géographique (localité type ou région type) suivi du suffixe "-ien"





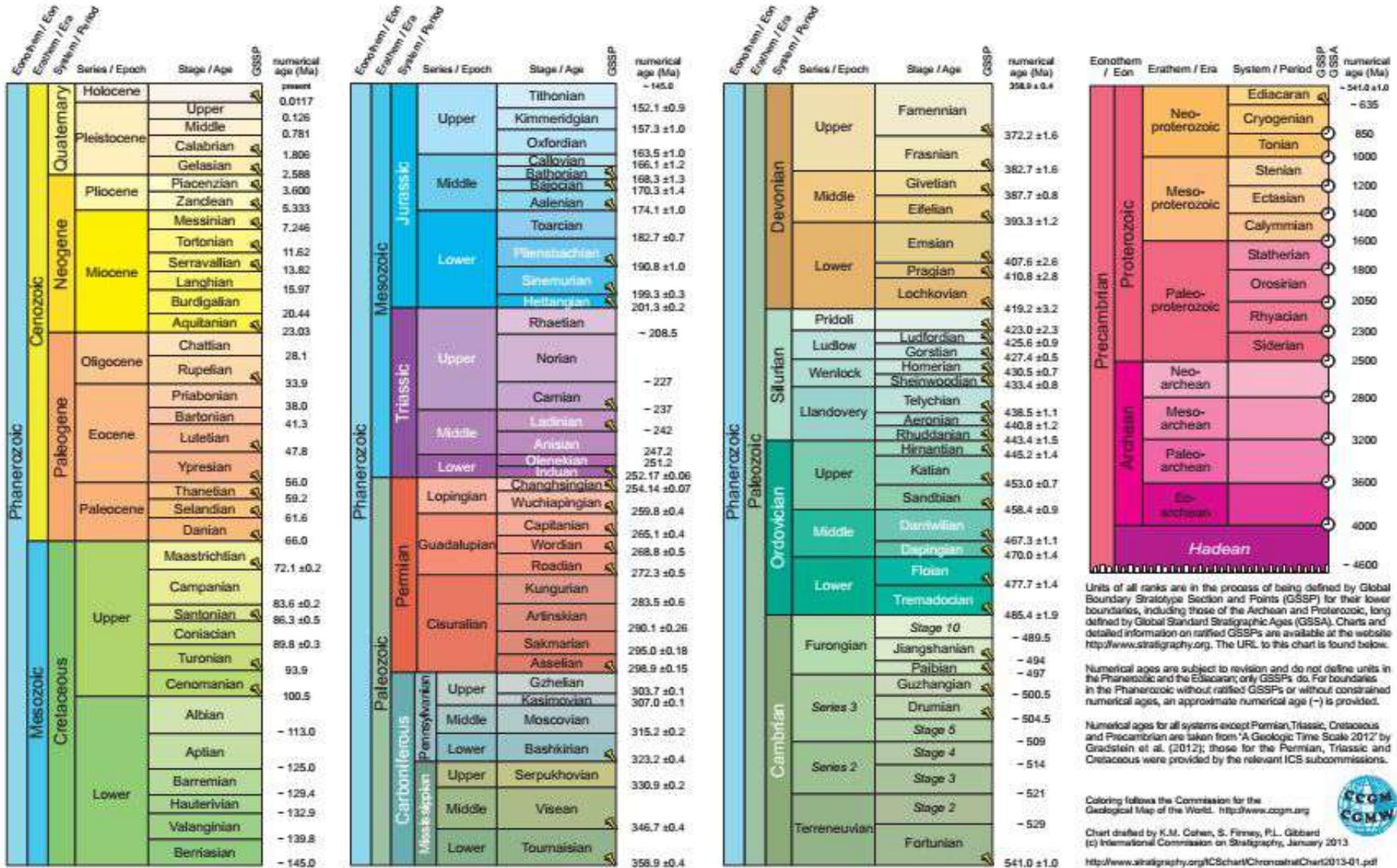
IUGS

# INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2013/01



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Eozoic; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (-) is provided.

Numerical ages for all systems except Permian, Triassic, Cretaceous and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012); those for the Permian, Triassic and Cretaceous were provided by the relevant ICS subcommissions.

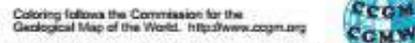


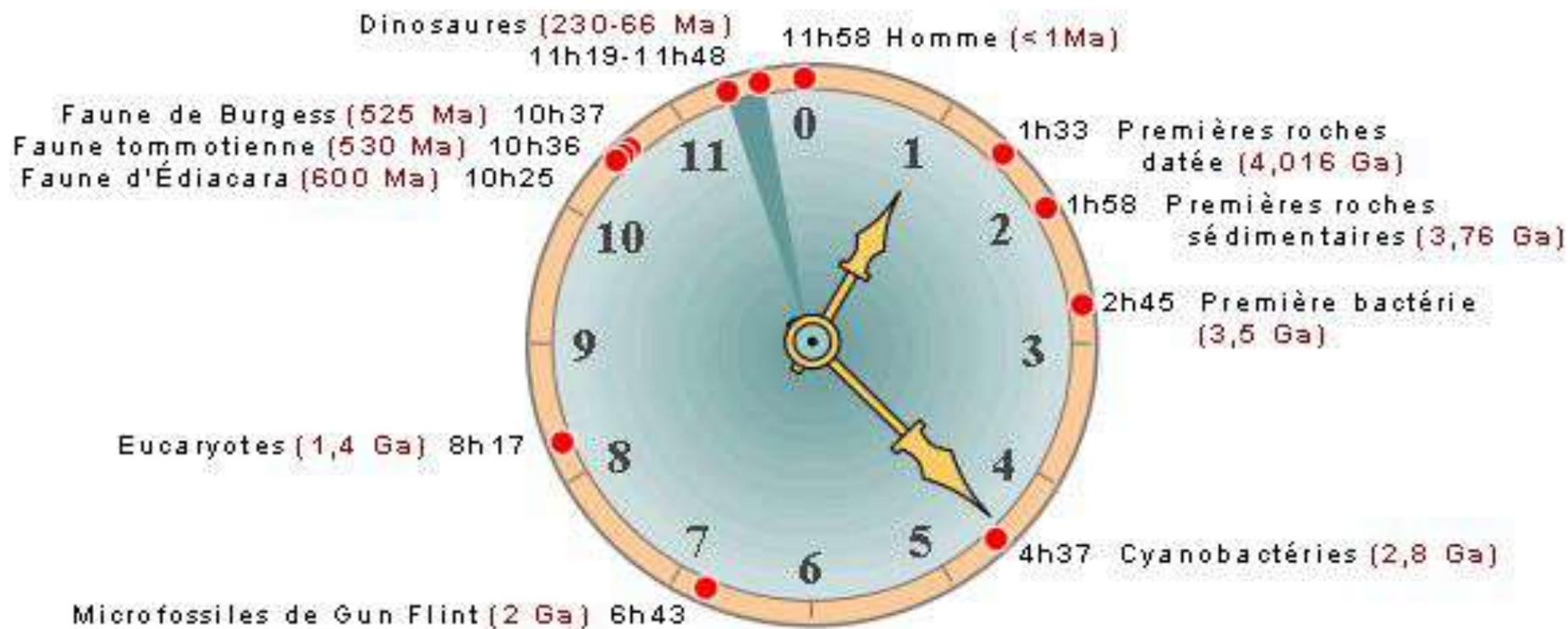
Chart drafted by K.M. Cohen, S. Finney, P.L. Gibbard  
 (c) International Commission on Stratigraphy, January 2013  
<http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2013-01.pdf>

CATEGORIES STRATIGRAPHIQUES	PRINCIPAUX TERMES D'UNITES STRATIGRAPHIQUES
Lithostratigraphie	Groupe Formation Membre Couche
Biostratigraphie	Biozone : Zone d'association Zone d'extension (plusieurs catégories) Zone d'apogée Zone d'intervalle Autres catégories de biozones
Chronostratigraphie	Eonothème Érathème Système Série Étage Chronozone
Autres catégories stratigraphiques (minéralogiques, magnétiques, sismiques, d'environnements, etc...)	Zone (avec un préfixe)

**UNITES  
GEOCHRONOLOGIQUES  
EQUIVALENTES**

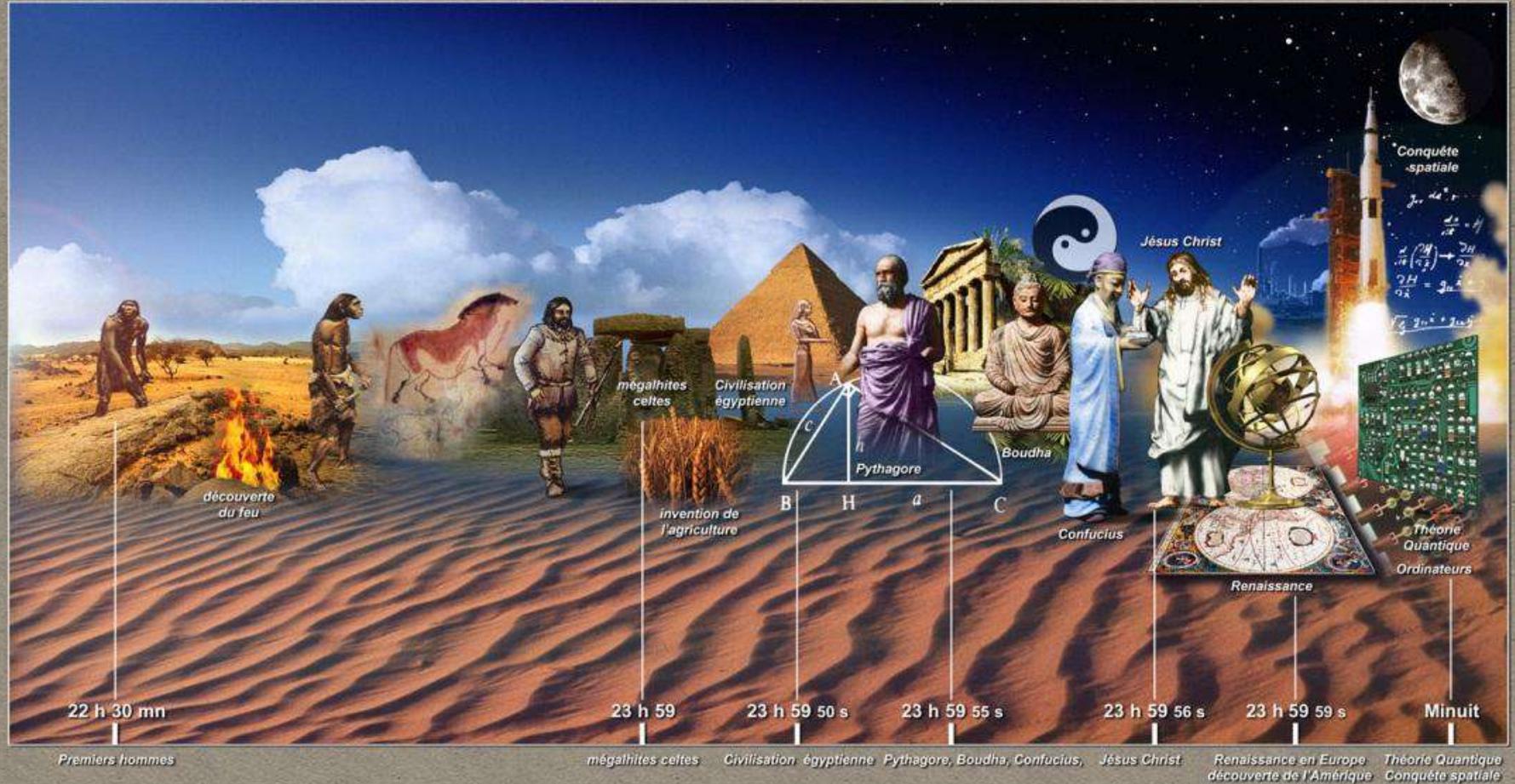
Eon
Ere
Période
Epoque
Âge
Chron

**Principales catégories d'unité dans la classification stratigraphique**



# Une Heure et demie pour 2 Millions d'années :

Toute l'histoire de l'Espèce Humaine, de l'Homo Erectus à la conquête spatiale, se déroule dans la soirée du 31 Décembre, entre 22 heures 30 et Minuit.



## **Chapitre 3 :**

Chronologie absolue et radiochronologie

## I. Introduction:

Pour repérer un événement passé (=Paléogéographie), on peut:

- Le situer par rapport à un autre, c'est-à-dire établir sa **chronologie relative**.
- Ou bien indiquer la date à laquelle il s'est produit, c'est-à-dire établir sa **chronologie absolue** (les mammifères sont apparus il y a 200 millions d'années). La chronologie absolue est exprimée par des durées chiffrées en millions d'années.

La chronologie relative se base soit sur des méthodes physiques: **stratigraphie** (superposition, recoupements, discordances,...), soit sur des méthodes **paléontologiques**: (identification des fossiles renfermés dans les roches sédimentaires).

La chronologie absolue se base sur diverses méthodes, la plus répandue est la **radiochronologie**.

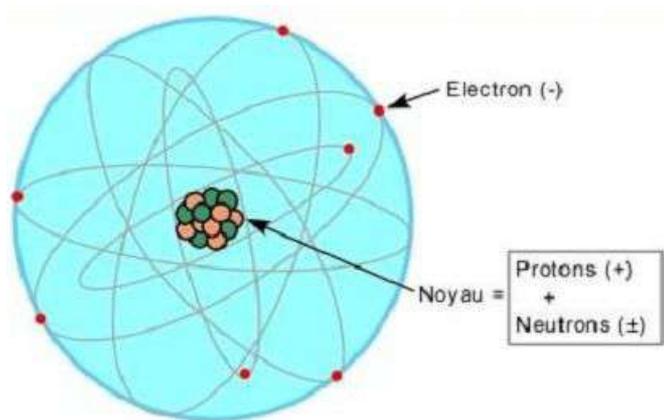
## **I. Introduction:**

La chronologie absolue a pour but de mesurer des durées des phénomènes géologiques et des objets géologiques (roche, minéral) grâce à des techniques qui s'appuient sur la **désintégration radioactive d'isotopes** de certains éléments chimiques.

La radiochronologie est la méthode de datation absolue la plus utilisée en géologie. C'est une méthode physique qui analyse des phénomènes irréversibles qui se traduisent par la transformation d'un élément **radioactif** en élément **stable**.

## II. Rappels fondamentaux:

### 1. La structure atomique



**A**  
**X**  
**Z**

**Exp:** Le carbone 12 est ainsi noté



**Z** est le nombre de charges ou « numéro atomique ». C'est le nombre de protons présents dans le noyau.

**A** est le nombre de nucléons appelé aussi « nombre de masse ».

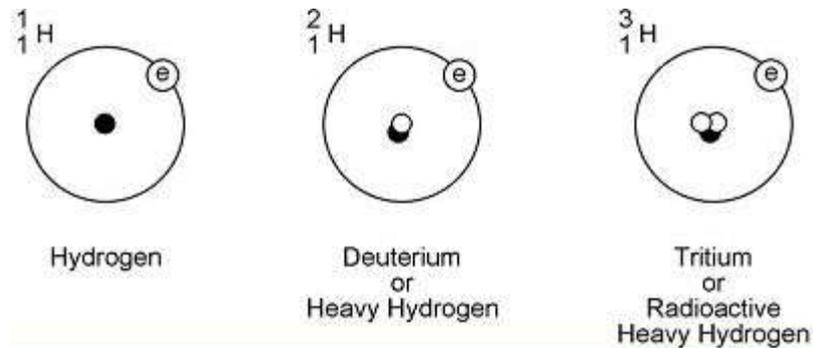
**N = A - Z** est donc le nombre de neutrons du noyau.

## II. Rappels fondamentaux:

### 2. Les isotopes

Les **isotopes** d'un élément chimique sont des atomes dont le noyau renferme le **même nombre de protons** donc le **même** nombre atomique **Z**, mais un **nombre différent de neutrons**, donc des nombres de masse **A différents**

**Exemple :** pour l'élément hydrogène on distingue trois  ${}^A_Z\text{X}$  pes



## II. Rappels fondamentaux:

### 2. Les isotopes

Certains isotopes sont stables ( $^{208}\text{Pb}$ ), d'autre sont radioactifs ( $^{234}\text{U}$ ).

- ❖ On appelle **atomes stables** les atomes qui ont autant de protons que de neutrons, se sont des **atomes légers** ( $\mathbf{N=P}$ ).
- ❖ On appelle **atomes instables**, les atomes qui renferment beaucoup plus de neutrons que de protons, se sont des **atomes lourds** ( $\mathbf{N > P}$ ).

## II. Rappels fondamentaux:

### 3. Les différents types de désintégration radioactive

Les **éléments instables** sont des éléments **radioactifs**. Ils subissent au cours du temps une **désintégration nucléaire progressive** pour donner une forme stable ou **radiogénique**.

La désintégration se fait par émission d'énergie, principalement sous deux formes:

- Particule  $\alpha$  = 2 protons (+) + 2 neutrons ( $\pm$ ) : perte de 4 dans la masse atomique et perte de 2 dans le numéro atomique
- Particule  $\beta$  = 1 électron (-) : sans perte de masse mais gain d'1 numéro atomique.

## II. Rappels fondamentaux:

### 3. Les différents types de désintégration radioactive

Exemple 1:



Masse atomique: 238.....206

Numéro atomique: 92.....82

Exemple 2:

Le rubidium  ${}^{87}\text{Rb}$  donne  ${}^{87}\text{Sr} + \beta$ .

Mettre un exercice sur les critères de polarité après biostrati