

A close-up, artistic photograph of an hourglass. The glass is filled with a vibrant blue liquid, which is captured in motion, creating a dynamic, swirling pattern as it flows through the narrow neck. The lighting is dramatic, highlighting the textures of the liquid and the curves of the glass. The background is a deep, dark blue, making the central action stand out.

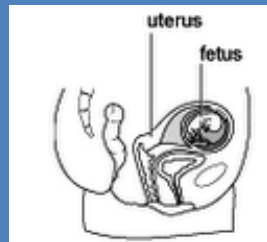
# **TD de Chronologie**

---

# Chronologie relative vs absolue



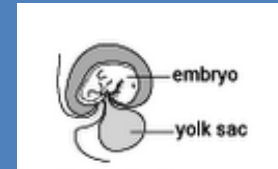
A



B



C

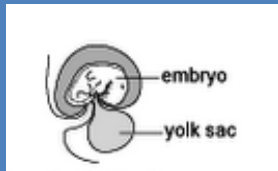


D

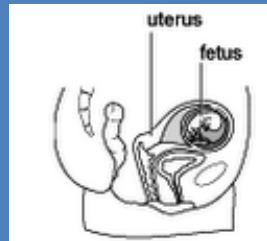


E

# Chronologie relative vs absolue



D



B



C



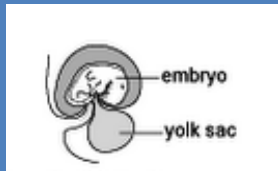
E



A

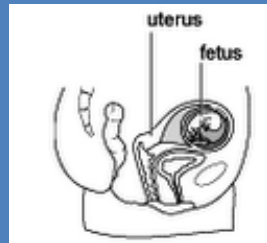
- Chronologie relative : remettre les événements dans l'ordre.

# Chronologie relative vs absolue



D

1 mois



B

2 mois



C

3 mois



E

6 mois



A

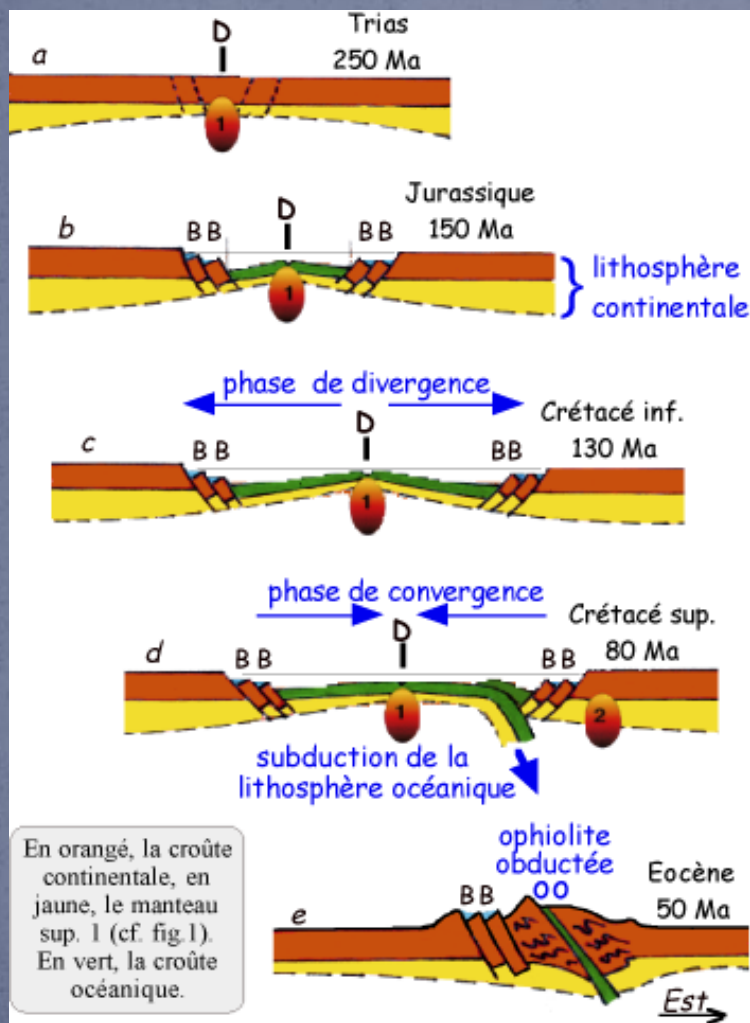
9 mois

- Chronologie absolue : dater les événements.

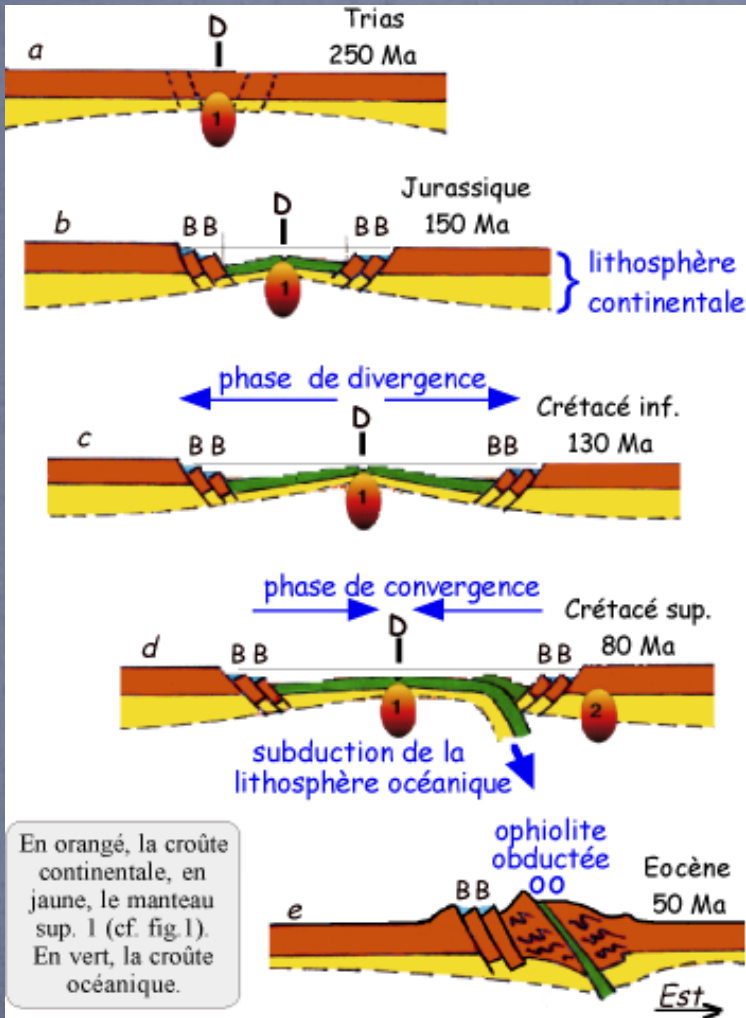
# Chronologie relative vs absolue

- 1) Rifting
- 2) Ouverture de l'océan
- 3) Expansion océanique
- 4) Subduction
- 5) Collision

Comment dater ces étapes ?



# Chronologie relative vs absolue



1) Rifting: *coulées volcaniques*

2) Ouverture de l'océan

*Sédiments en éventail: contenu fossilifère*

3) Expansion océanique

*Sédiments océaniques: fossiles + Laves basaltiques*

4) Subduction

*Minéraux du métamorphisme (cf. TD 8)*

5) Collision

*Minéraux du métamorphisme (cf. TD 8)*

# Principes de chronologie relative

## Principe de continuité

Sur toute son étendue, un même banc a partout le même âge, c'est à dire qu'il s'est déposé ou formé dans un même intervalle de temps

*"Au temps où se formait une strate quelconque, ou bien elle était circonscrite sur ses côtés par un autre corps solide, ou bien elle couvrait tout le globe de la Terre."*

Prodome (1669)



Nicolas Sténon  
(1638-1686)

# Principes de chronologie relative



Marnes beiges à astéroïdes

Argiles grises azoïques

Grès brun (gastéropodes)

Calcaire oolithique

Marnes beiges

Argiles gris-bleu

Grès rougeâtre

Calcaire oolithique

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

Pourquoi ? Dépôt simultané sur une grande surface.

Utilité : Relier des roches séparées par de grande distances, mais avec une même pétrologie, et un même contenu fossilifère.



# Principes de chronologie relative

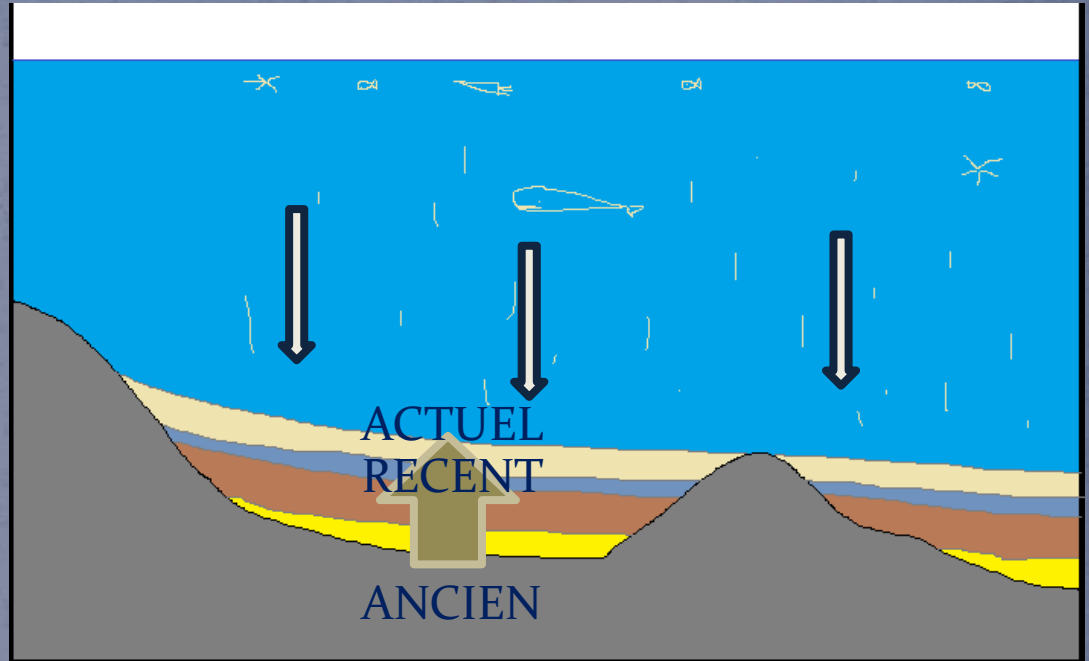
## Principe de superposition

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

*"Au temps où se formait l'une des strates les plus élevées, la strate inférieure avait déjà acquis une consistance solide."*

N. Sténon, Prodome (1669)

# Principes de chronologie relative

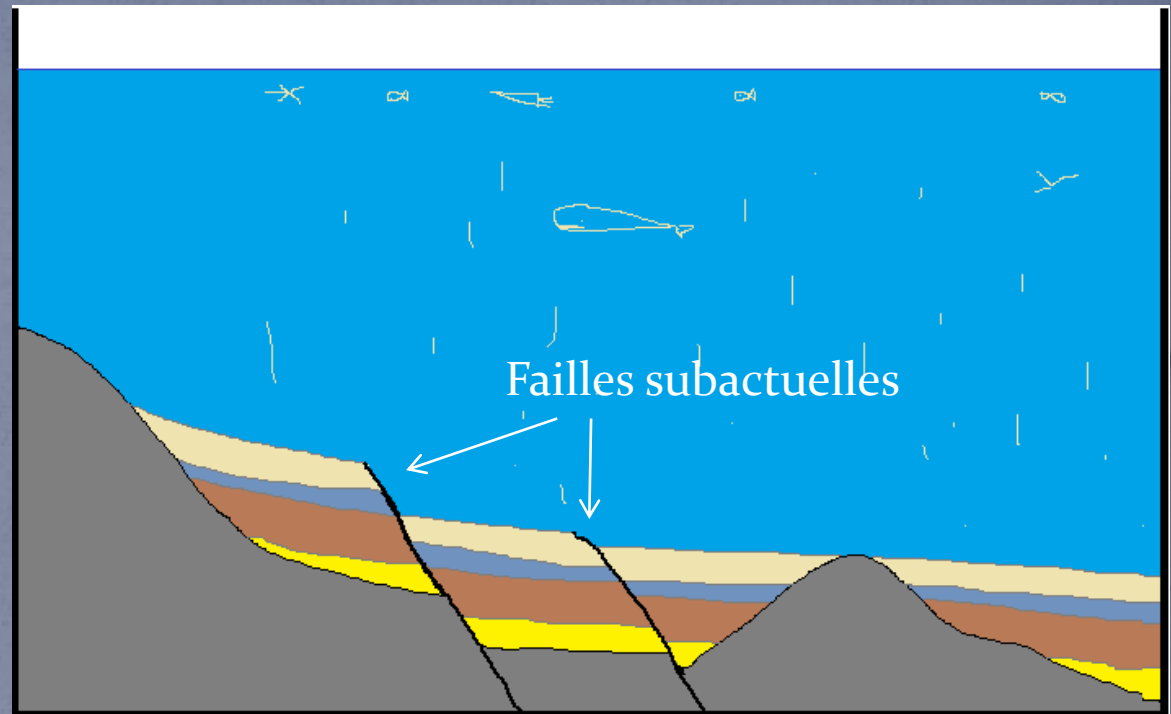


2) Une couche est plus ancienne que celle qui la recouvre

Pourquoi ? Les sédiments viennent du haut ! (feuilles automne)  
Ils tombent sur la couche précédente.

Utilité: axe du temps.

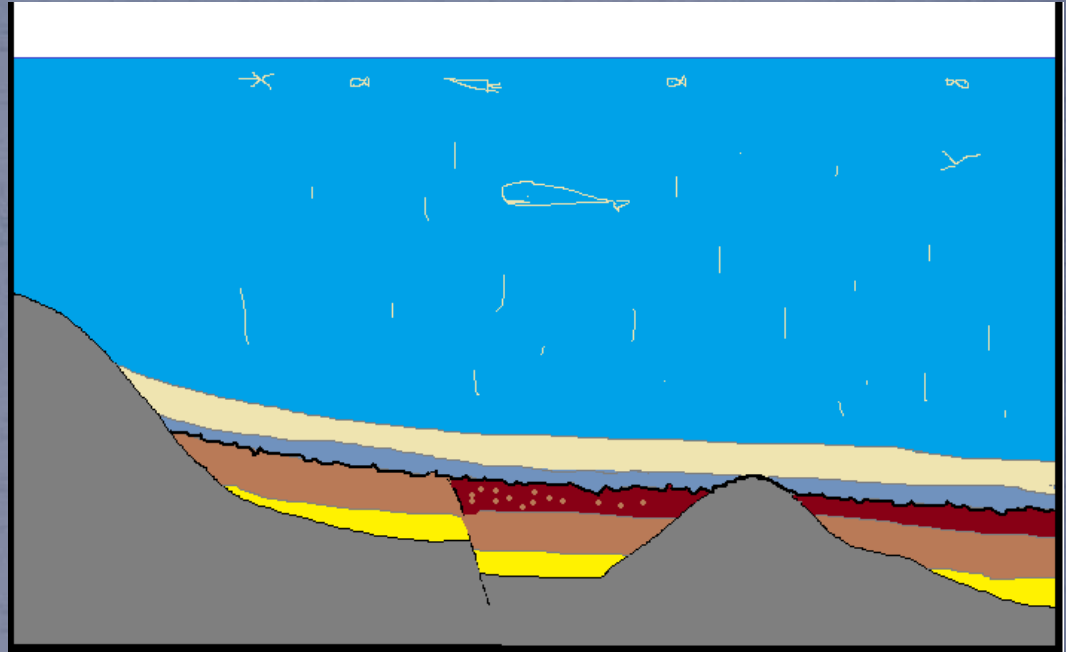
# Principes de chronologie relative



- 3) Un événement (ou un objet) qui recoupe un autre événement/objet est postérieur à ce dernier.

Pourquoi ? On ne peut pas couper un objet qui est absent...  
Utilité : Donner l'âge d'une faille ou d'un filon.

# Principes de chronologie relative



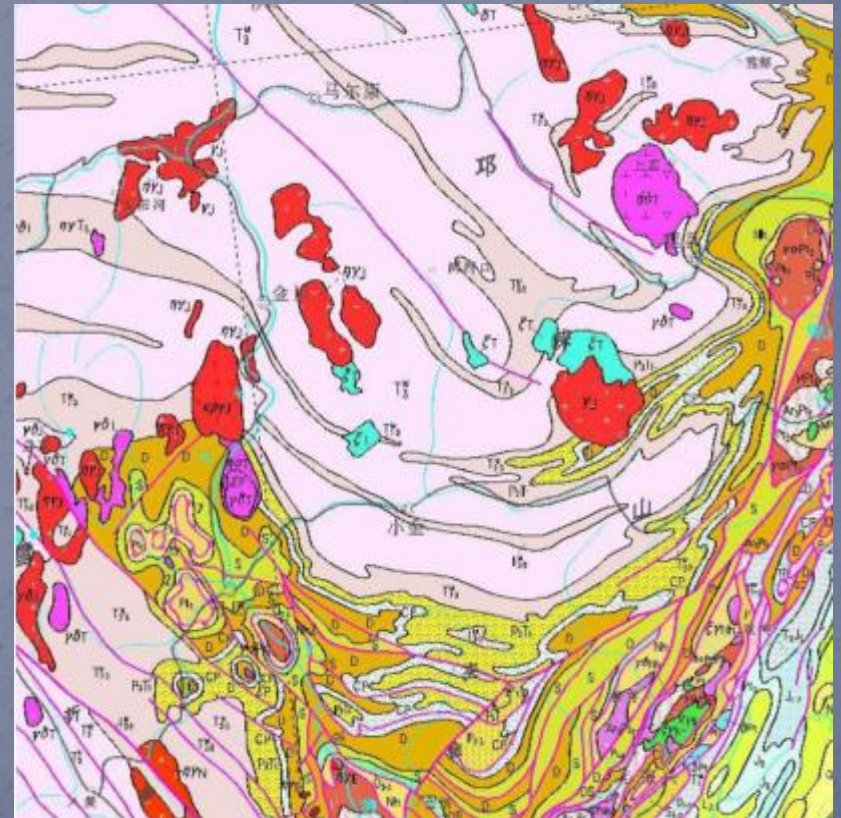
- 3) Un événement (ou un objet) qui recoupe un autre événement/objet est postérieur à ce dernier.

Attention : on pourrait croire que le socle recoupe les couches !  
... mais il est situé (globalement) en dessous: plus ancien.  
... pas de sédiments sur le haut-fond à cause des courants locaux.

# Principes de chronologie relative

## Principe d'inclusion

Tout objet contenu dans un autre est antérieur à celui-ci



# Principes de chronologie relative



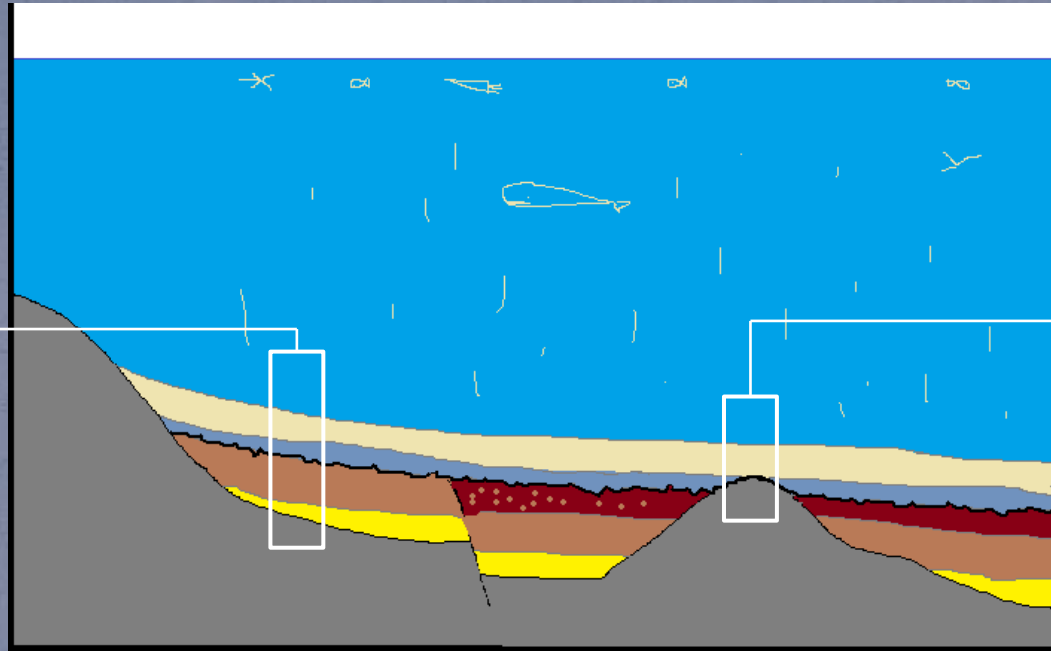
4) Les morceaux de roche inclus dans une couche sont plus anciens que celle-ci.

Pourquoi? Ce sont des fragments qui sont « tombés » dans le sédiment avant sa solidification.

Utilité: Age minimum d'un sédiment...

# Principes de chronologie relative

Absence de la couche rouge. Probablement causée par une **érosion** (couche surélevée par rapport aux autres).



Production normale, mais **présence d'un haut-fond** (courants empêchent le dépôt)

**LACUNE:** Absence d'une ou plusieurs couche(s) sédimentaire(s)

Pourquoi ? Pas de dépôt (production réduite, courants...)  
Erosion des dépôts (émersion)

Surface d'érosion : surface irrégulière, non plane.

# Exercice: histoire géologique d'un terrain

## 1) Couches sédimentaires

Combien? Classez-les de la plus ancienne à la plus récente...

## 2) Roches magmatiques (intrusives)

De quel type? Dans quelle position? Age relatif?

## 3) Lacunes/ Surface d'érosion

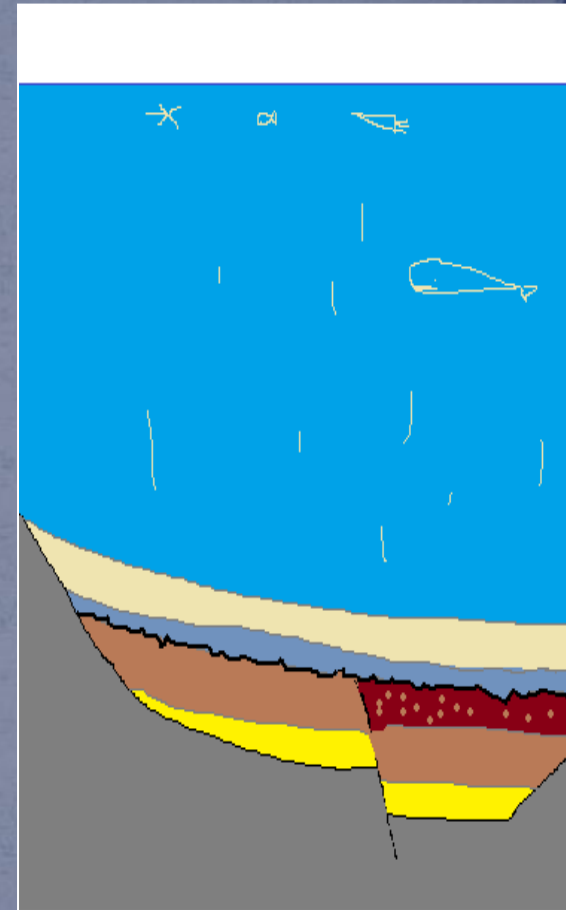
Où? De quel type (manque de dépôt, érosion)?

## 4) Evènements tectoniques :

Failles, basculement, plissement

Faille: de quel type?

Tous évènements: âge relatif (couches affectées...)





# Exercice: histoire géologique d'un terrain

## 1) Couches sédimentaires

5 couches: la plus ancienne est la plus basse (jaune) ensuite on a orange, rouge, bleu, beige.

## 2) Roches magmatiques (intrusives)

Pas de roche magmatique intrusive.

## 3) Lacunes/ Surface d'érosion

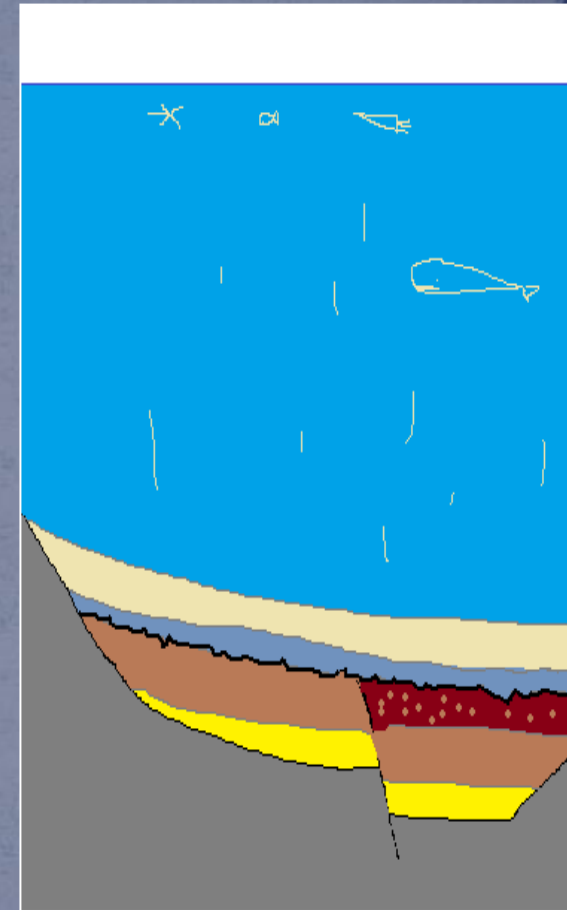
Avant le dépôt des argiles bleues, après la roche rouge. Lacune érosive (surface irrégulière).

## 4) Evènements tectoniques :

Failles, basculement, plissement

Une seule faille **normale**.

Postérieure au grès brun et antérieure aux argiles bleues.



# Exercice: histoire géologique d'un terrain

RECENT

ANCIEN

Dépôt des marnes beiges

Dépôt des argiles bleues

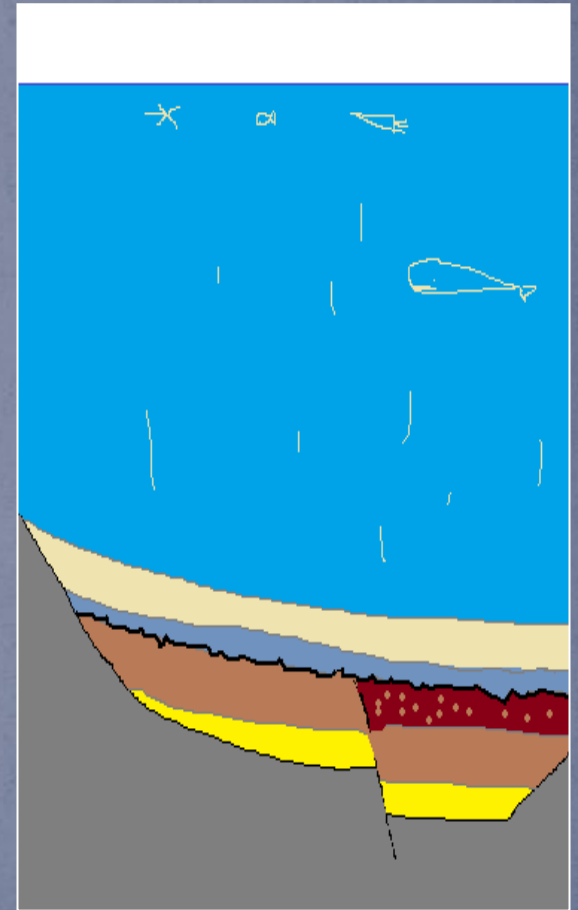
Erosion

Dépôt de la couche rouge

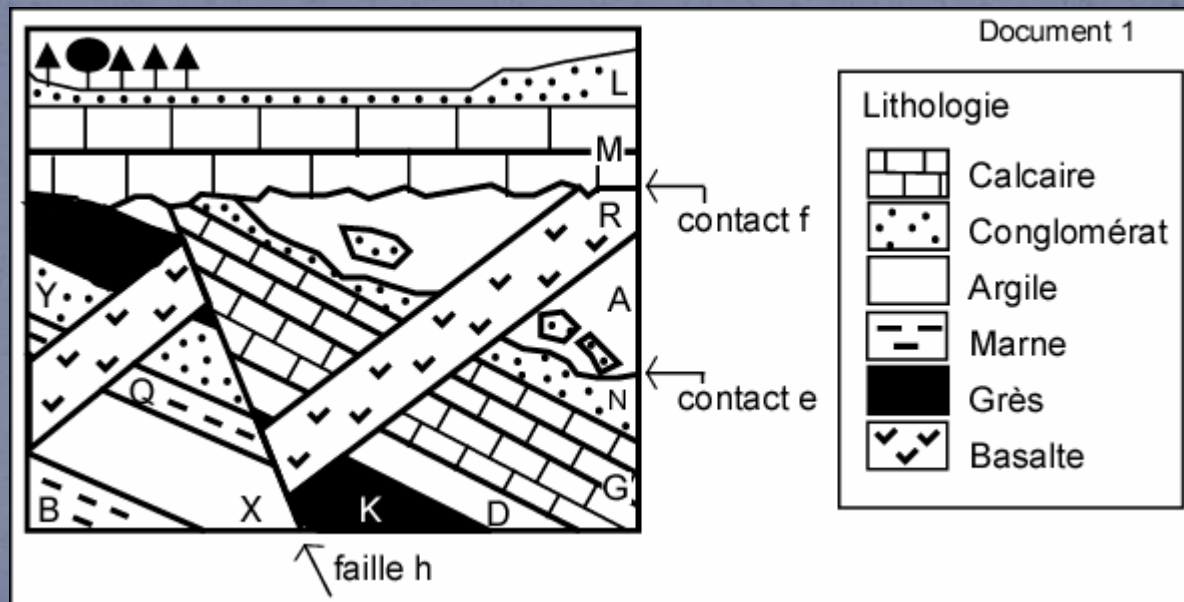
Faille normale

Dépôt du grès brun

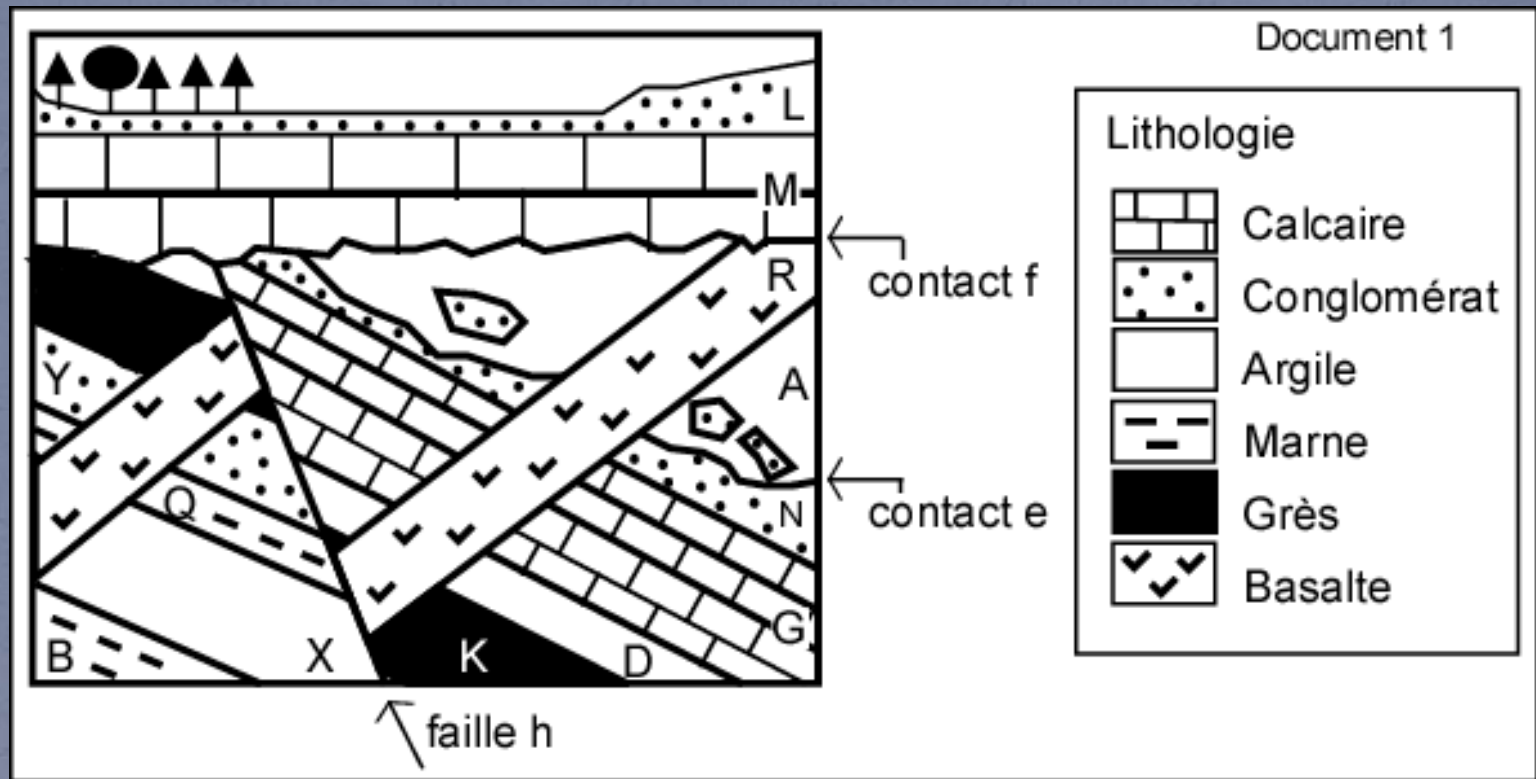
Dépôt du calcaire oolithique



**Exercice 1.** En utilisant ces principes, établissez une chronologie relative des événements géologiques qui ont abouti à la coupe schématique du Document 1. Les couches sédimentaires et structures magmatiques sont en lettres majuscules. Vous déterminerez la nature des contacts "e" et "f", ainsi que le type de faille "h".



# Exercice: histoire géologique d'un terrain



Couches sédimentaires : combien, quel ordre ?

Roche magmatique : présence ou absence, type de roche, position ?

Lacune: où, de quel type?

Événement tectonique (faille, basculement, pli): Si présent: type, âge?

# Exercice: histoire géologique d'un terrain

## Couches sédimentaires:

Conglomérat L

Calcaire M

Argile A

Grès N

Calcaire G

Argile D

Grès K

Conglomérat Y

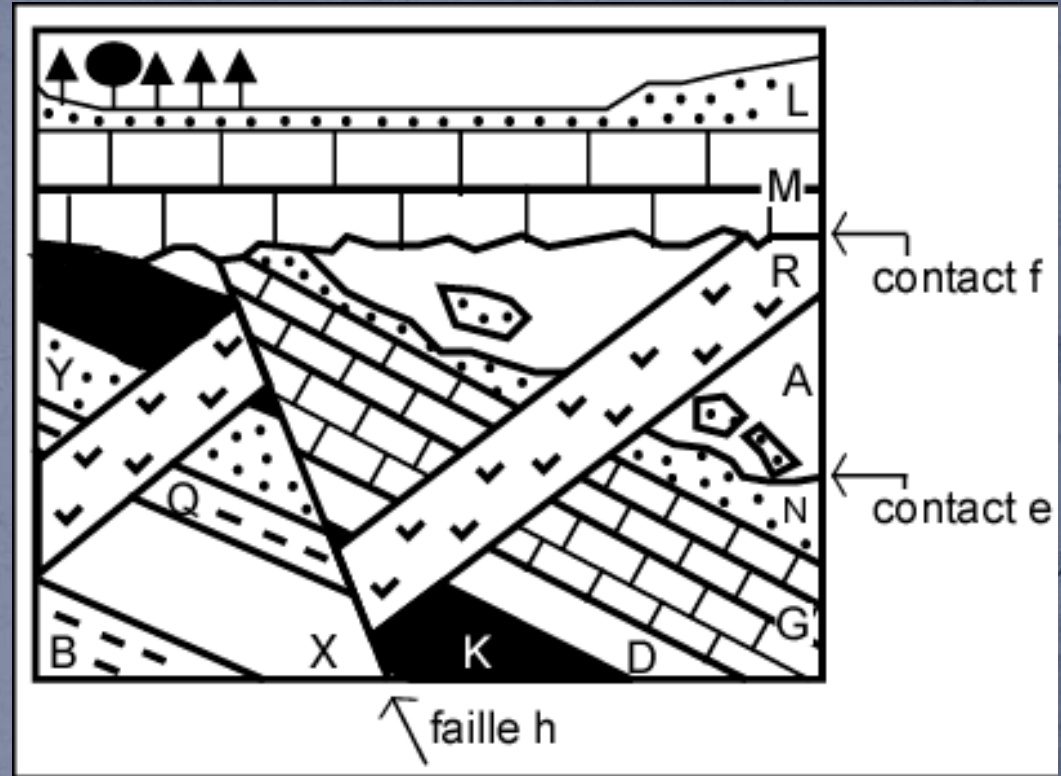
Marne Q

Argile X

Marne B

RECENT

ANCIEN



Couches sédimentaires : combien, quel ordre ?

Roche magmatique : présence ou absence, type de roche, position ?

Lacune: où, de quel type?

Événement tectonique (faille, basculement, pli): Si présent: type, âge?

# Exercice: histoire géologique d'un terrain

Conglomérat L

Calcaire M

Basalte R recoupe :

Argile A

Grès N

Calcaire G

Argile D

Grès K

Conglomérat Y

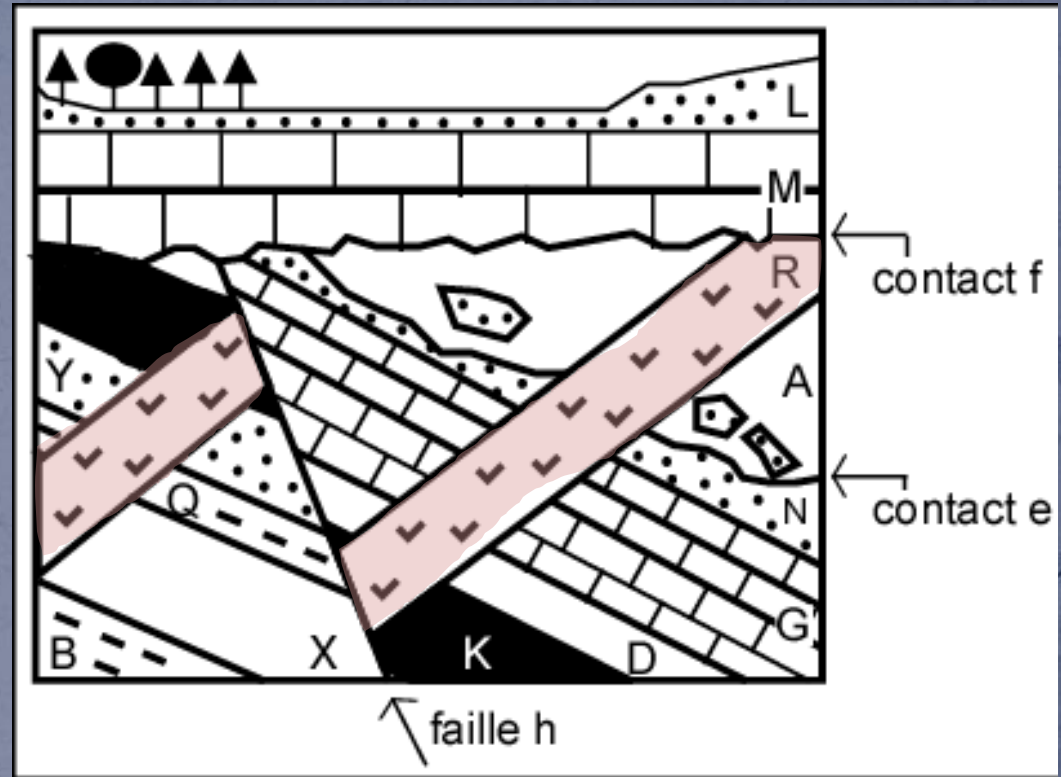
Marne Q

Argile X

Marne B

RECENT

ANCIEN



Roche magmatique : présence ou absence, type de roche, position ?

Lacune : où, de quel type ?

Événement tectonique (faille, basculement, pli) :

Si présent: type, âge?

# Exercice: histoire géologique d'un terrain

Conglomérat L

Calcaire M

*Lacune érosive (contact f)*

Basalte R

Argile A

*Lacune érosive (contact e)*

Grès N

Calcaire G

Argile D

Grès K

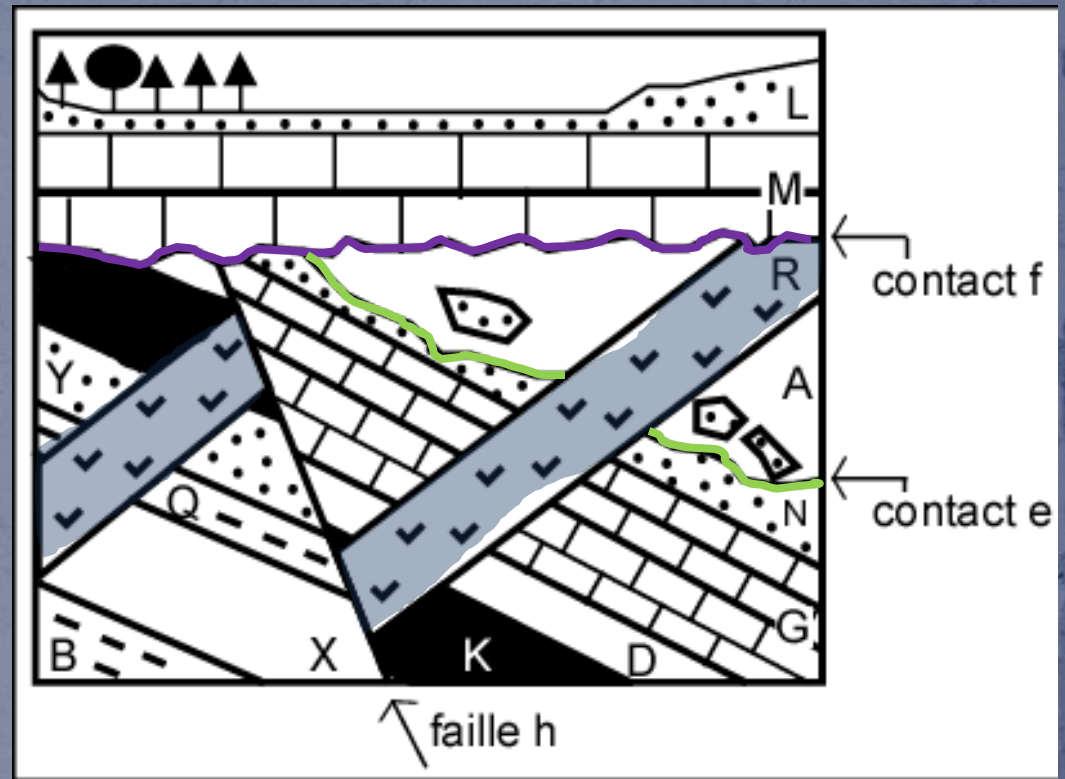
Conglomérat Y

Marne Q

Argile X

Marne B

RECENT  
↑  
↓  
ANCIEN



Lacune : où, de quel type ?

Evènement tectonique (faulle, basculement, pli) :

Si présent : type, âge?

# Exercice: histoire géologique d'un terrain

Conglomérat L

Calcaire M

*Lacune érosive (contact f)*

Faïlle normale coupe:

Basalte R

Argile A

*Lacune érosive (contact e)*

Grès N

Calcaire G

Argile D

Grès K

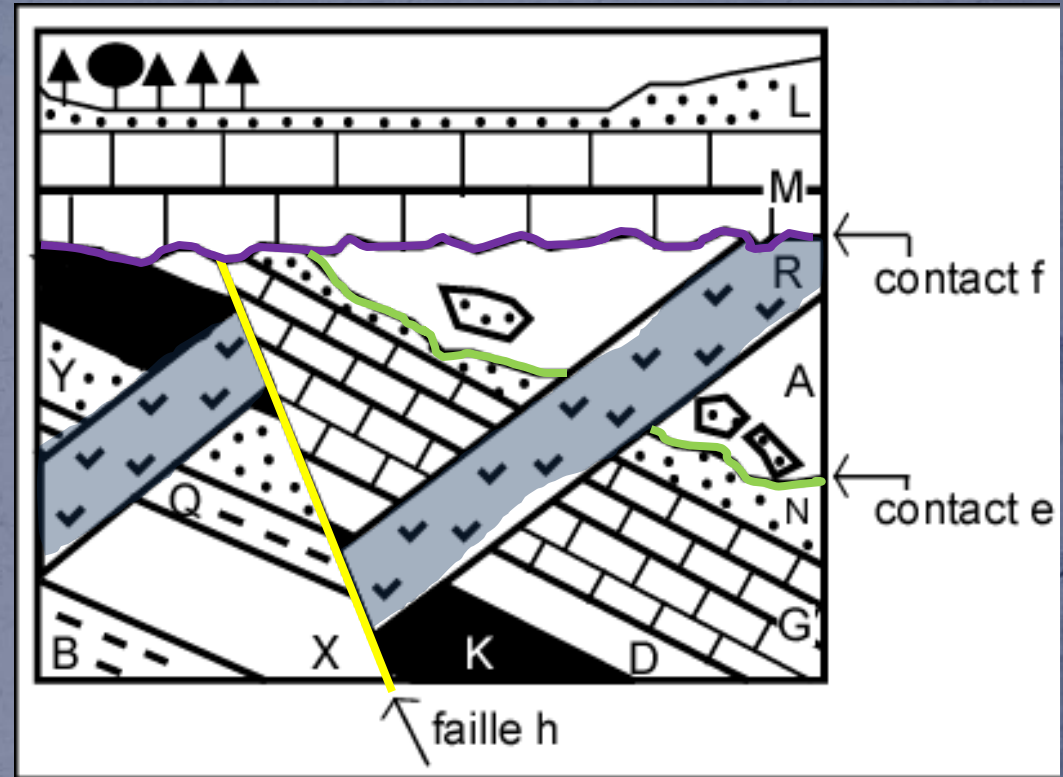
Conglomérat Y

Marne Q

Argile X

Marne B

RECENT  
↑  
↓  
ANCIEN



Événement tectonique (faïlle, basculement, pli) :

Si présent: type, âge?



# Exercice: histoire géologique d'un terrain

Conglomérat L

Calcaire M

*Discordance angulaire (f)*

Faïlle normale

Basalte R + Basculement

Argile A

*Lacune érosive (contact e)*

Grès N

Calcaire G

Argile D

Grès K

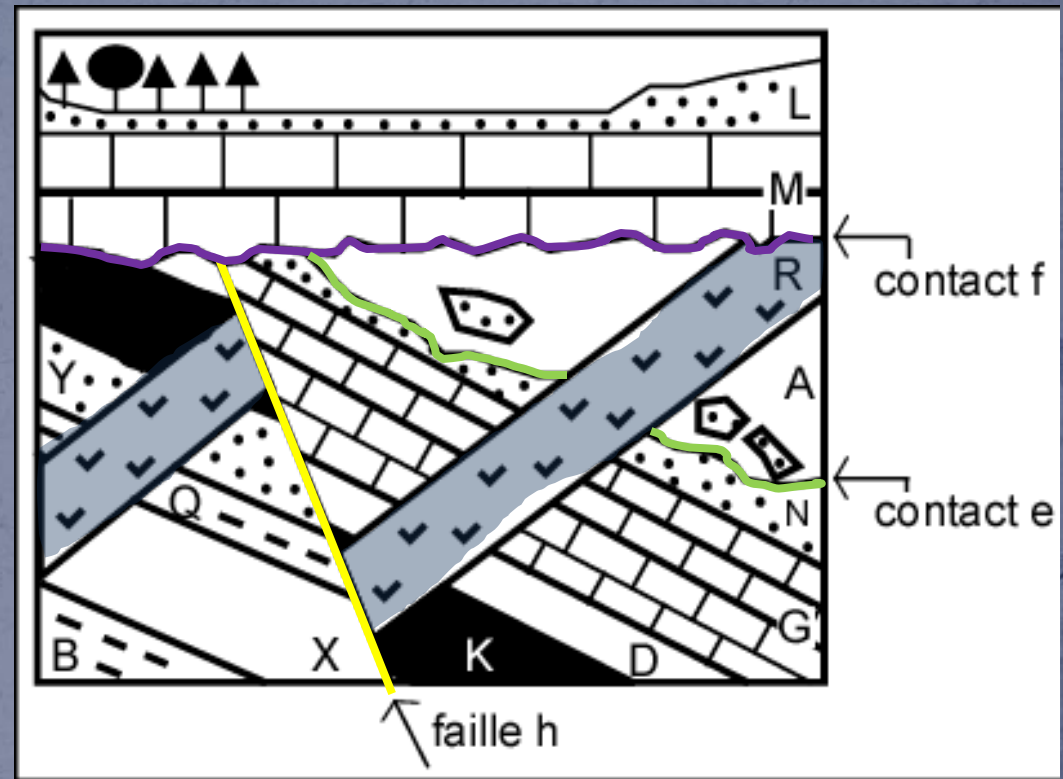
Conglomérat Y

Marne Q

Argile X

Marne B

RECENT  
↑  
ANCIEN

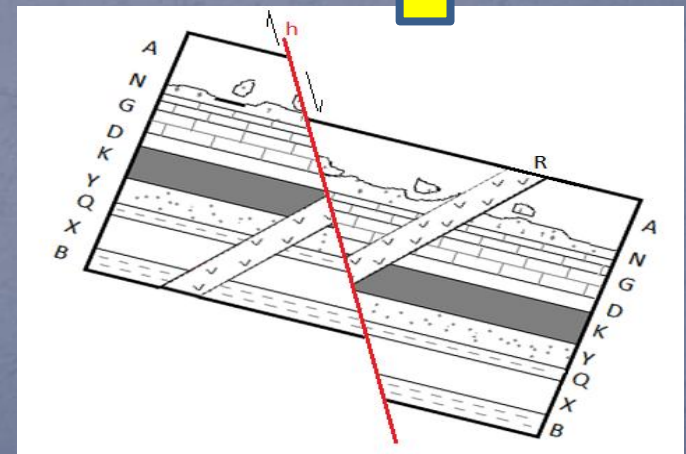
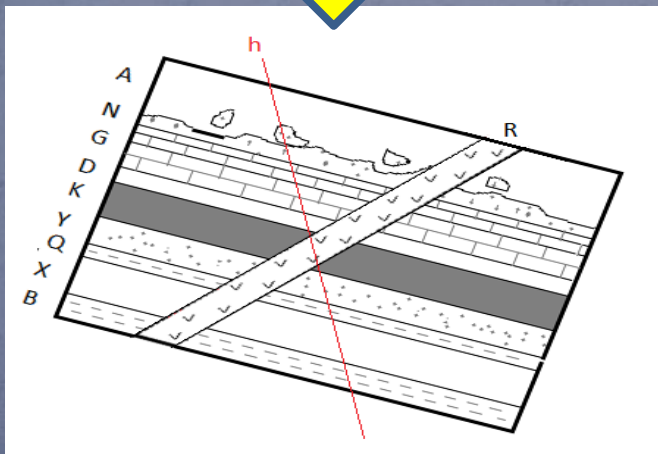
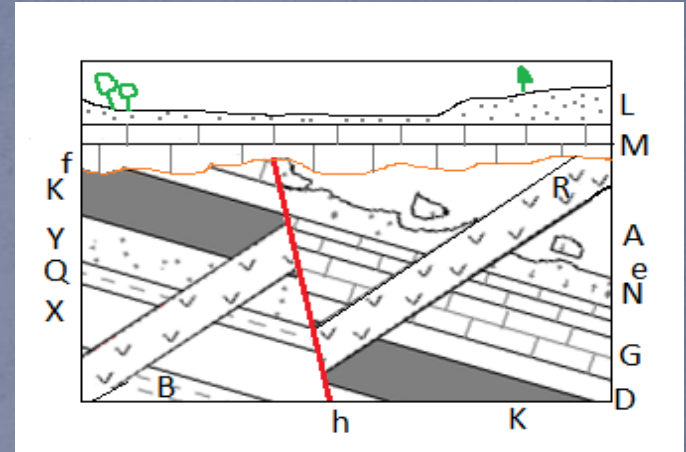
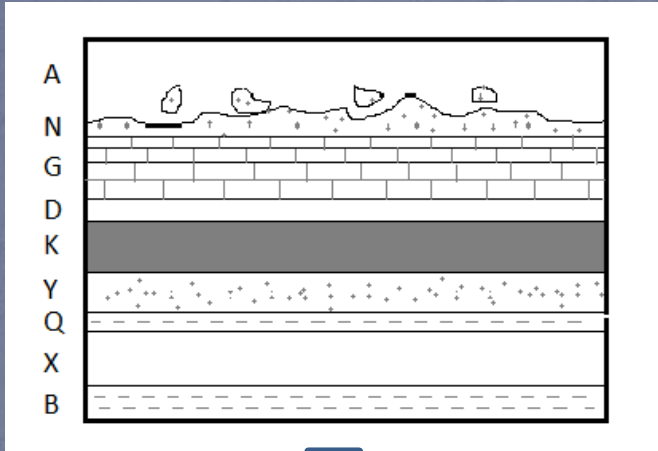


NB: le basalte ne se met pas en place à l'horizontale mais en biais, donc on ne peut pas savoir s'il a eu lieu avant ou après le basculement.

Événement tectonique (faïlle, basculement, pli):

Si présent: type, âge?

# Exercice: histoire géologique d'un terrain



# Biostratigraphie et définitions

## Biozone

Une biozone est une unité stratigraphique définie par le contenu biologique des sédiments

- Elle peut être définie de plusieurs façons : biozones d'association, d'abondance, d'intervalle...
- Uniquement applicable pour les temps phanérozoïques

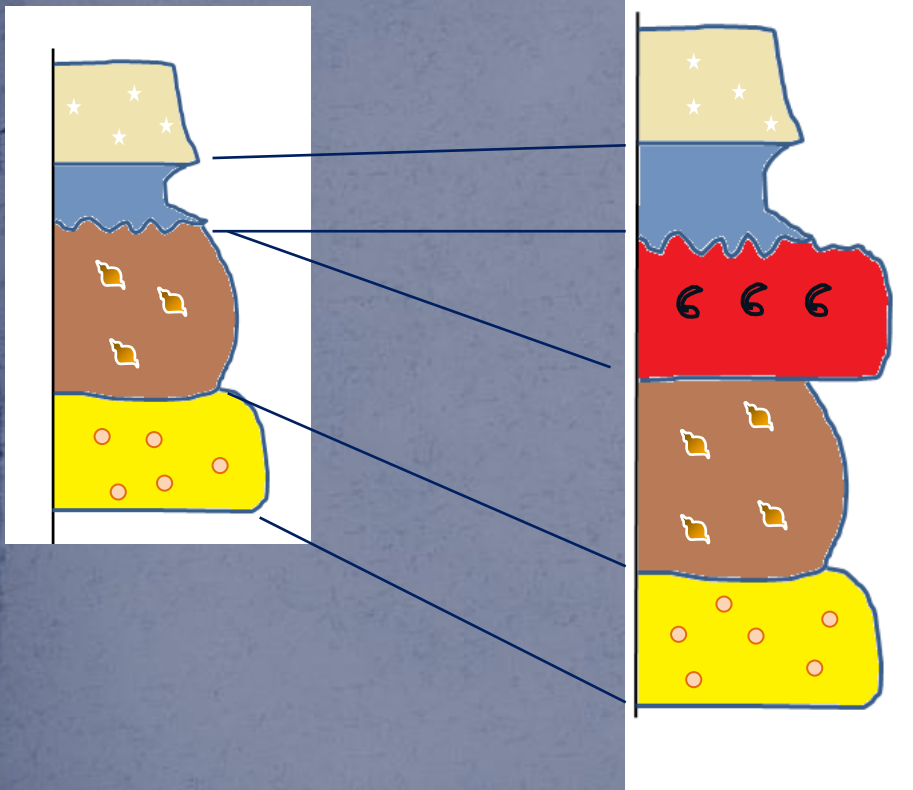
## Biochrone

Subdivision chronologique basée sur une biozone

# Corrélations biostratigraphiques

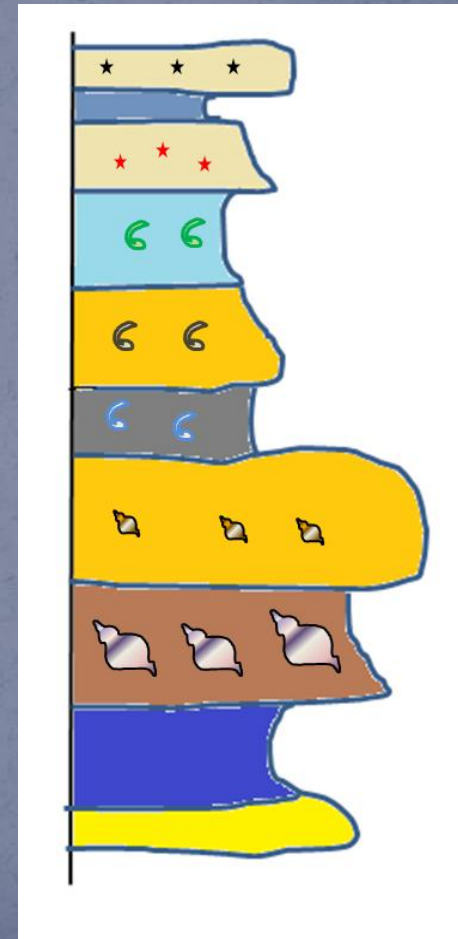
## Corrélations régionales :

- lithostratigraphiques
- biostratigraphiques.



## Corrélations à grande distance :

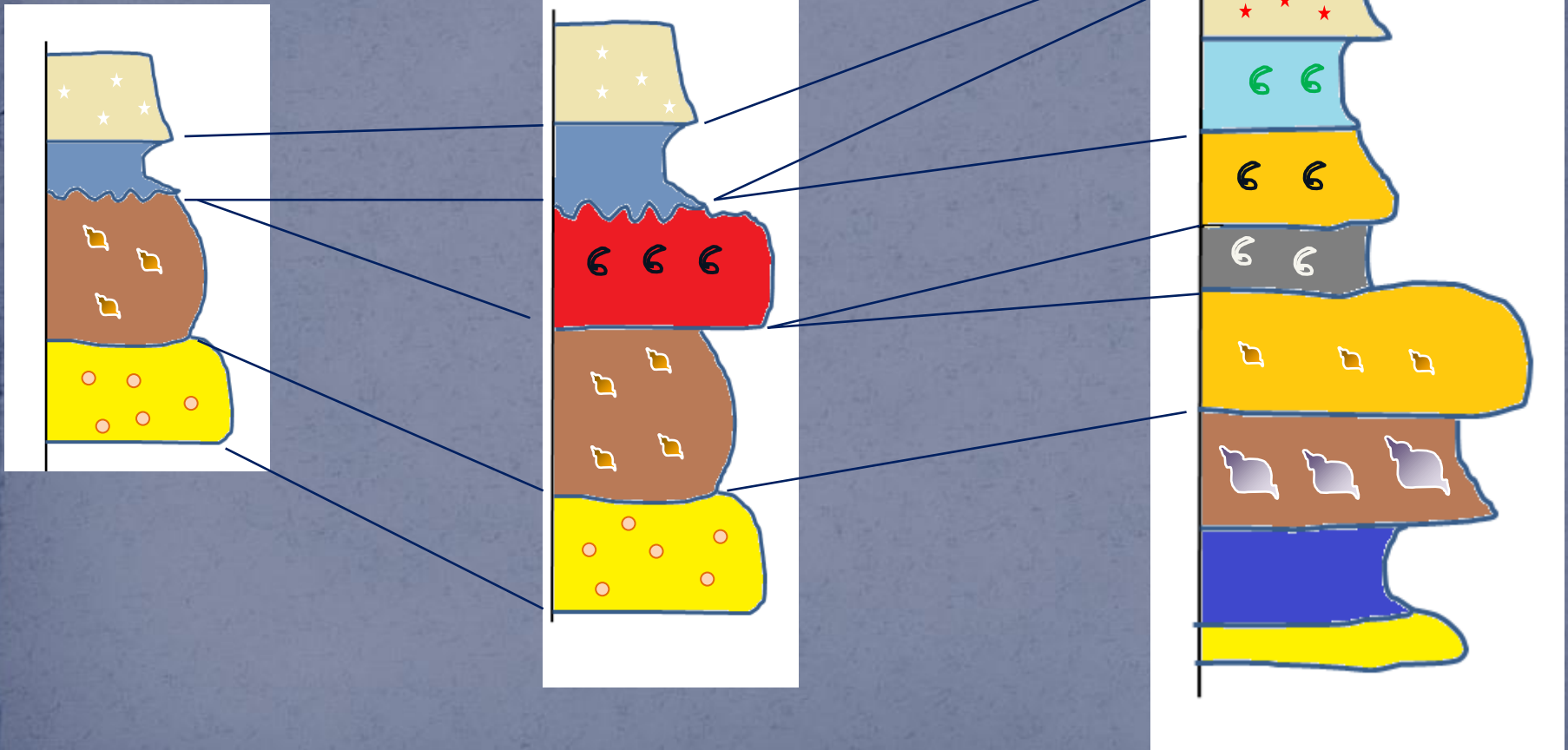
la lithologie change ; on utilise la biostratigraphie !



# Corrélations biostratigraphiques

Une biozone : période de temps définie par la présence d'une ou plusieurs espèces fossiles.

Exemple : Biozone à *N. peregrinus*.



Echelle biostratigraphique : succession dans le temps des biozones.

# Notion de fossiles stratigraphiques

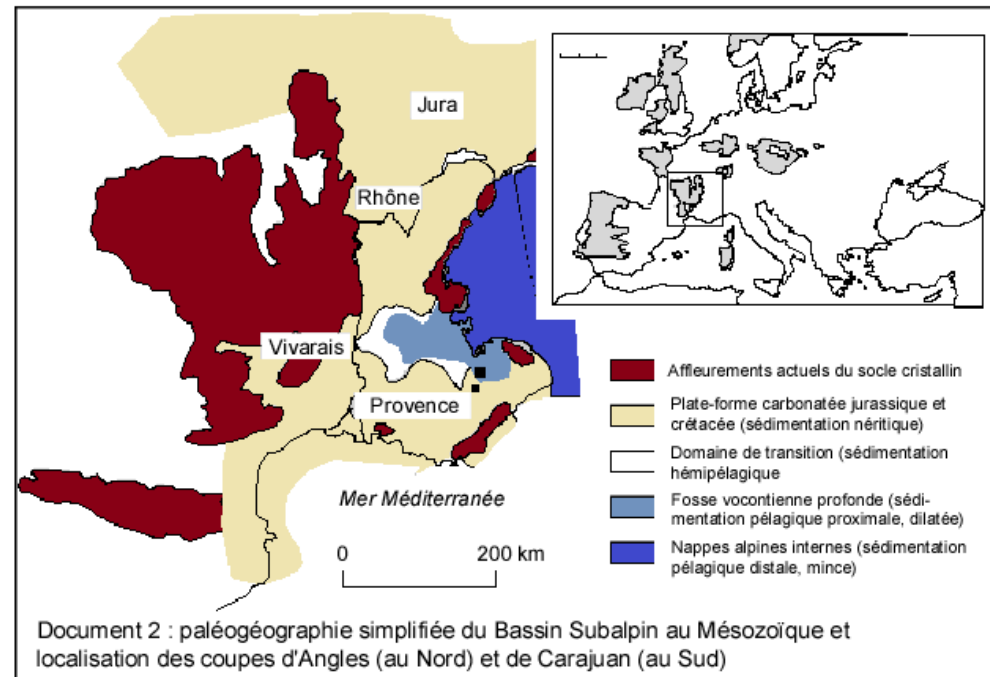
- Un bon fossile biostratigraphique doit répondre à plusieurs critères :
- **une évolution rapide** : au plus l'organisme a une évolution rapide, au plus les niveaux sédimentaires pourront être décomposés en tranches de temps plus fines.
- **une large répartition géographique** pour pouvoir faire des corrélations entre plusieurs endroits.
- **un grand nombre d'individus.**

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

Localisation des deux coupes étudiées.

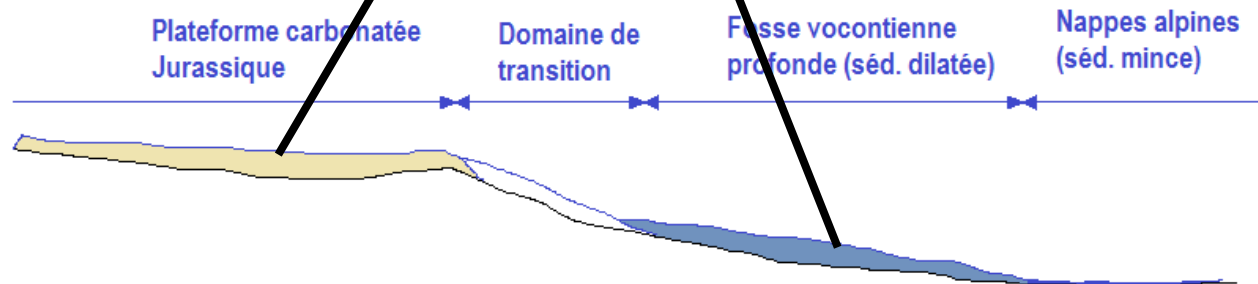
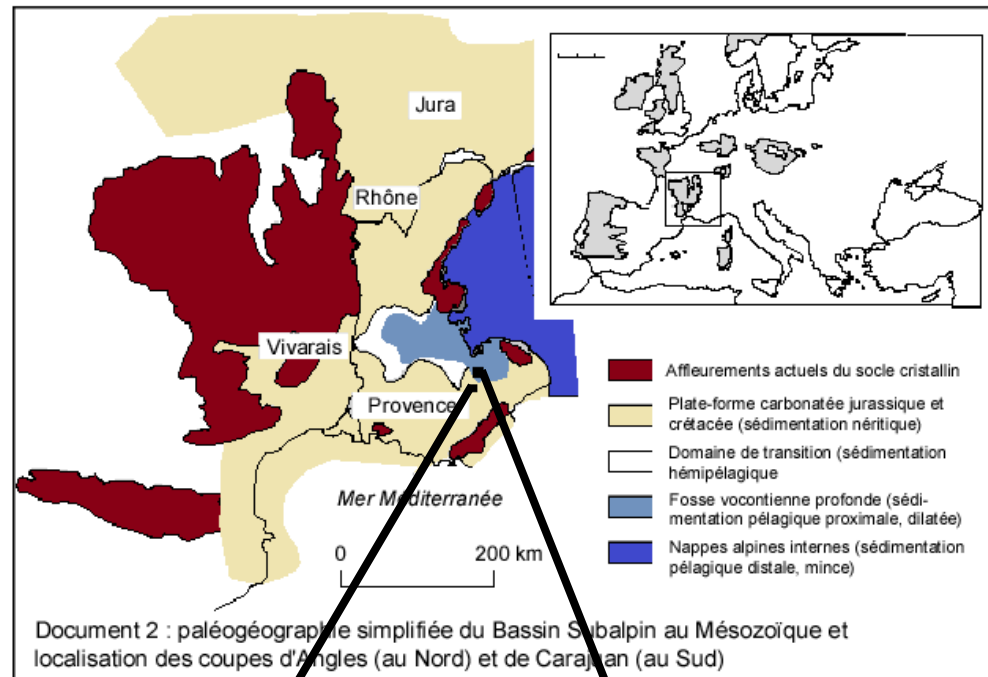
Angles??

Carajuan??



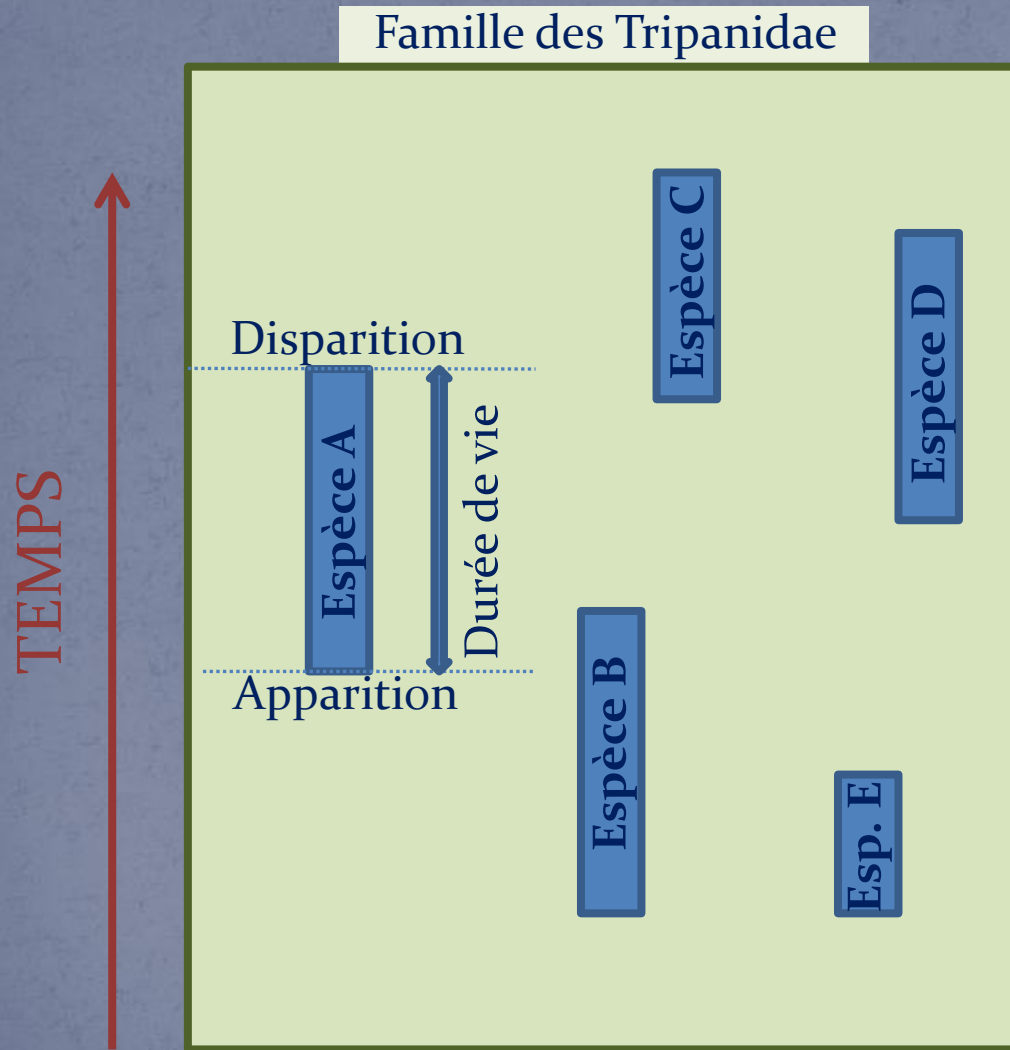
# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

Localisation des deux coupes étudiées.





# Exercice: Corrélations biostratigraphiques



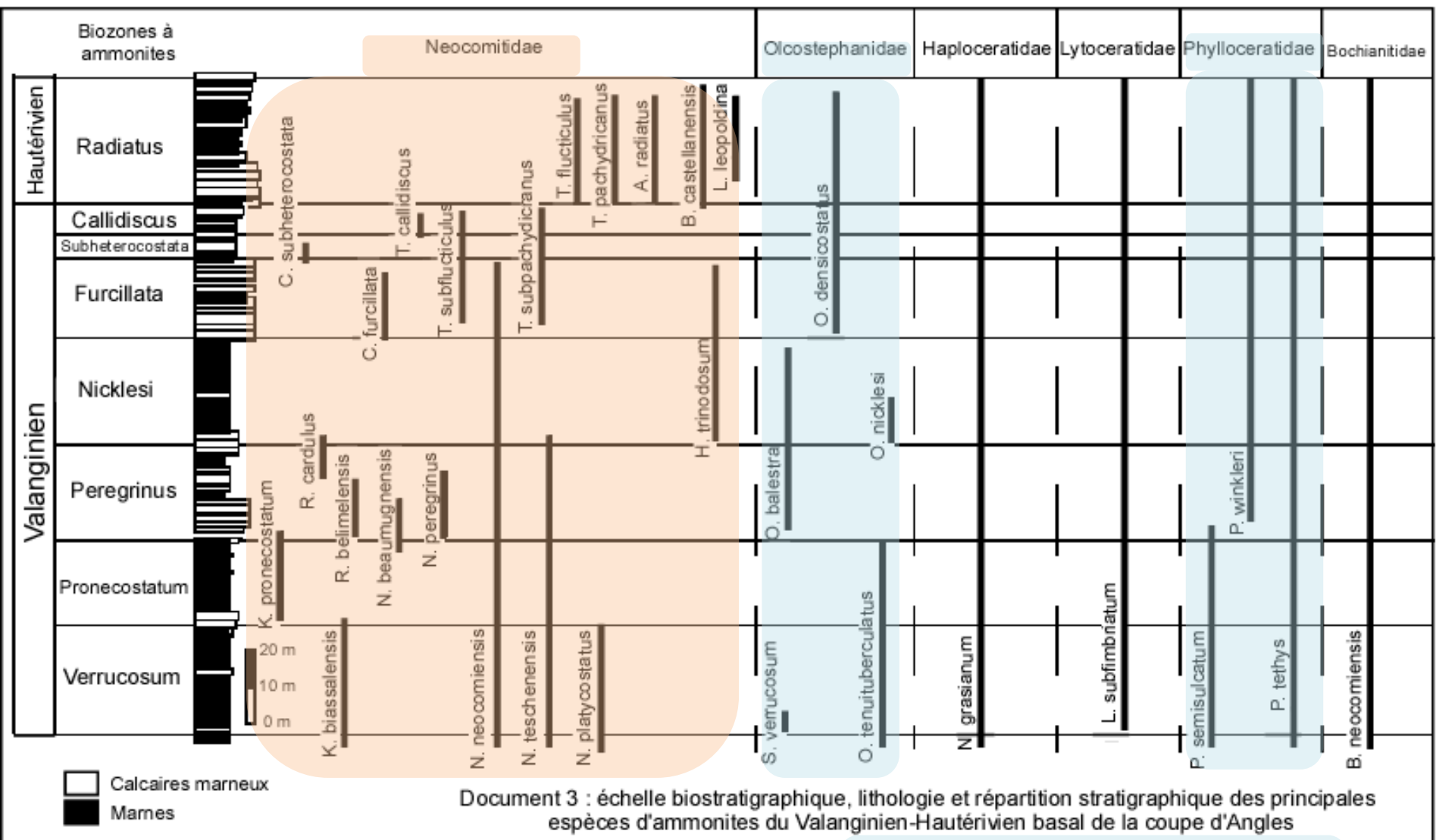
Pour chaque famille d'Ammonites du document 3, indiquez comment se fait son évolution.

Y'a-t-il un fort renouvellement des espèces ?

Ont-elles une durée de vie faible ou longue ?

La famille est-elle très diversifiée ?

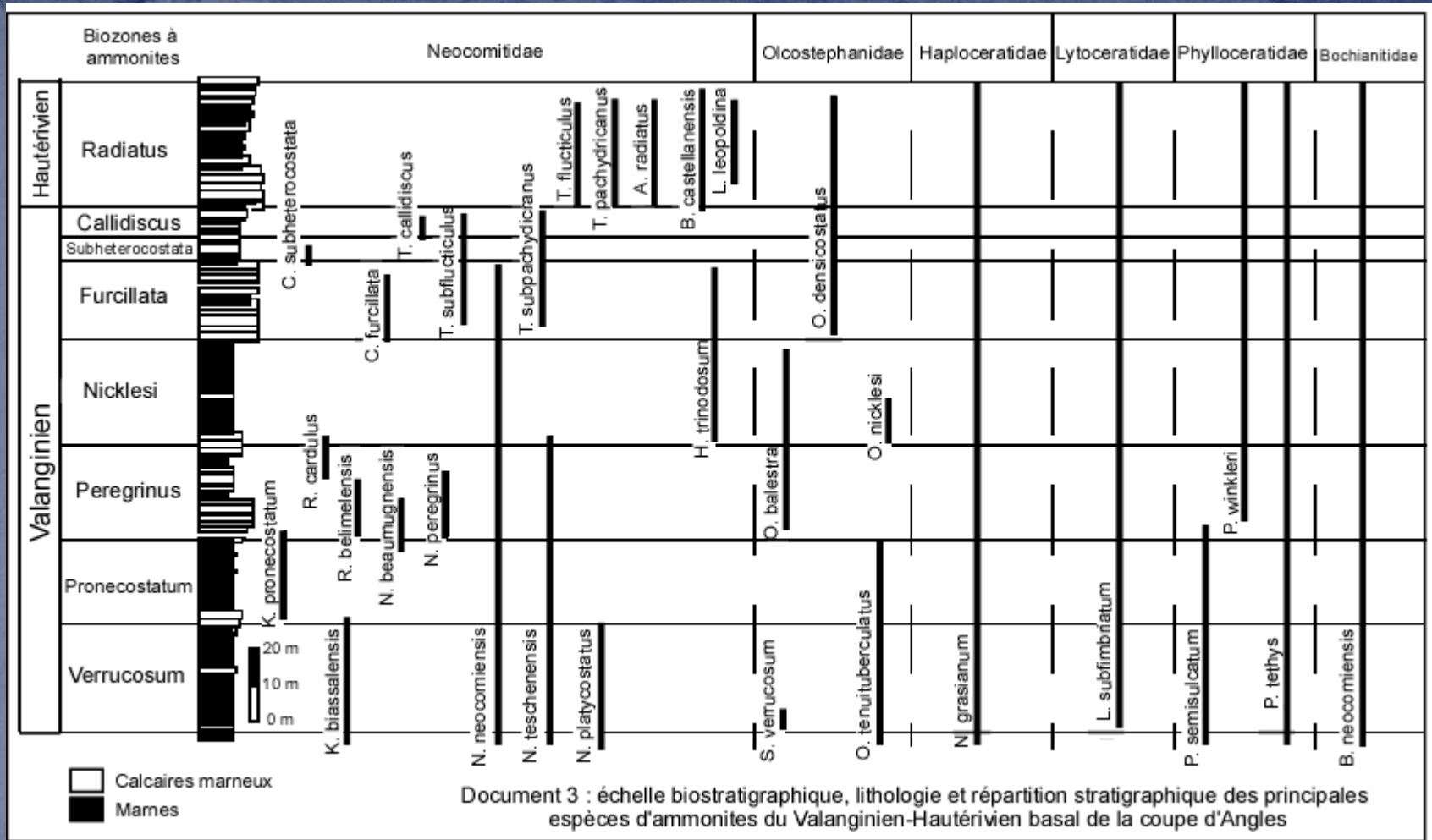
# Exercice: Corrélations biostratigraphiques



Document 3 : échelle biostratigraphique, lithologie et répartition stratigraphique des principales espèces d'ammonites du Valanginien-Hautérien basal de la coupe d'Angles

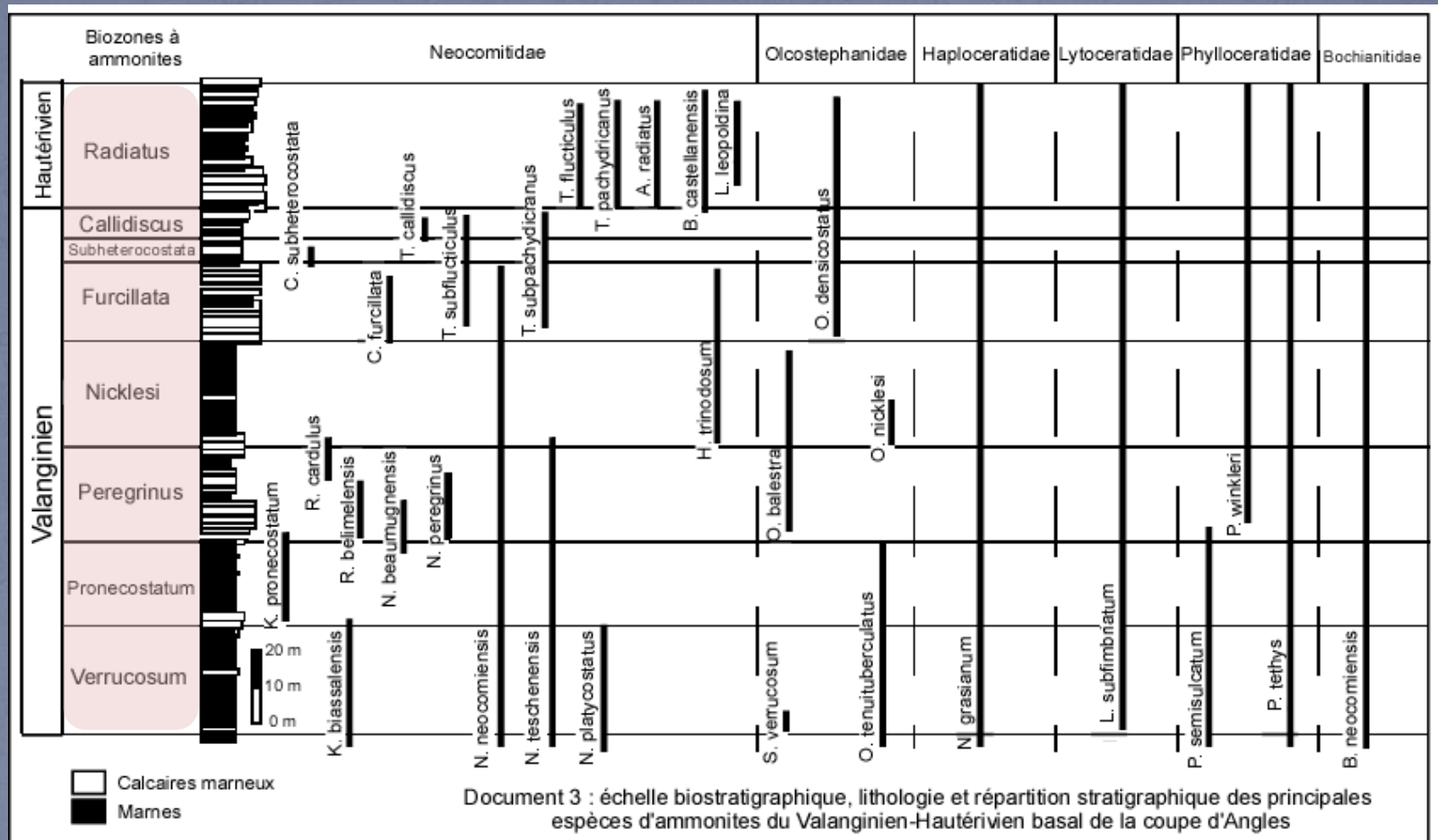
Renouvellement rapide/durée vie brève/ grande diversité

Durée de vie longue, peu d'espèces, renouvellement lent



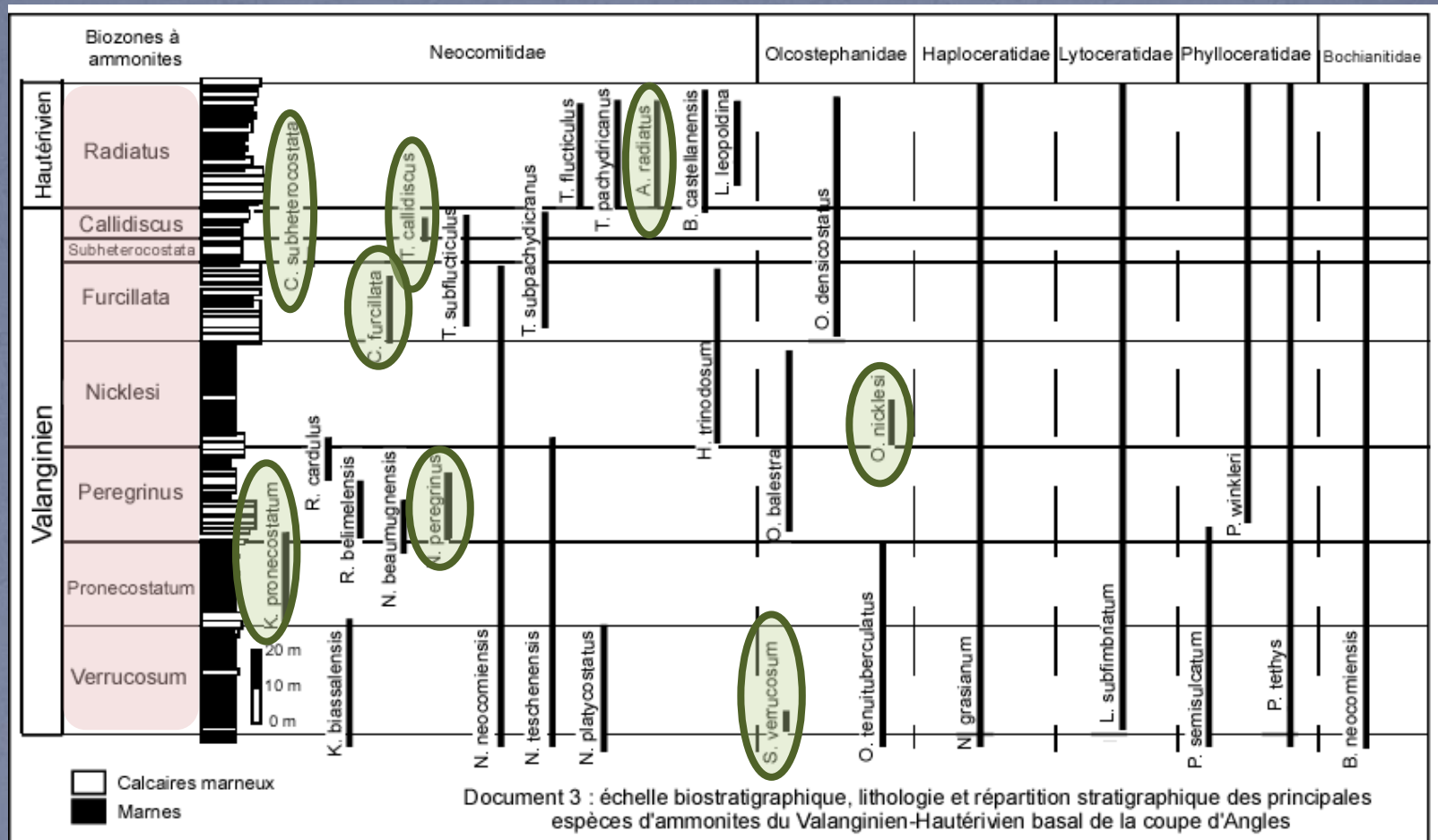
**Question 1** - La précision d'une échelle biostratigraphique est directement liée à la finesse de l'étude paléontologique. Dans l'exemple du Valanginiensien- Hauteriviensien, celle-ci est basée sur la révision systématique de l'ensemble de la faune d'ammonites. Cependant, certaines familles d'ammonites évoluent plus rapidement (i.e. changent morphologiquement) que d'autres et n'ont donc pas toutes la même résolution stratigraphique.

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques



Quelles sont les familles utilisées pour construire l'échelle biostratigraphique ?  
(cf. nom des biozones).  
Pourquoi a-t-on choisi cette (ou ces) familles ?

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques



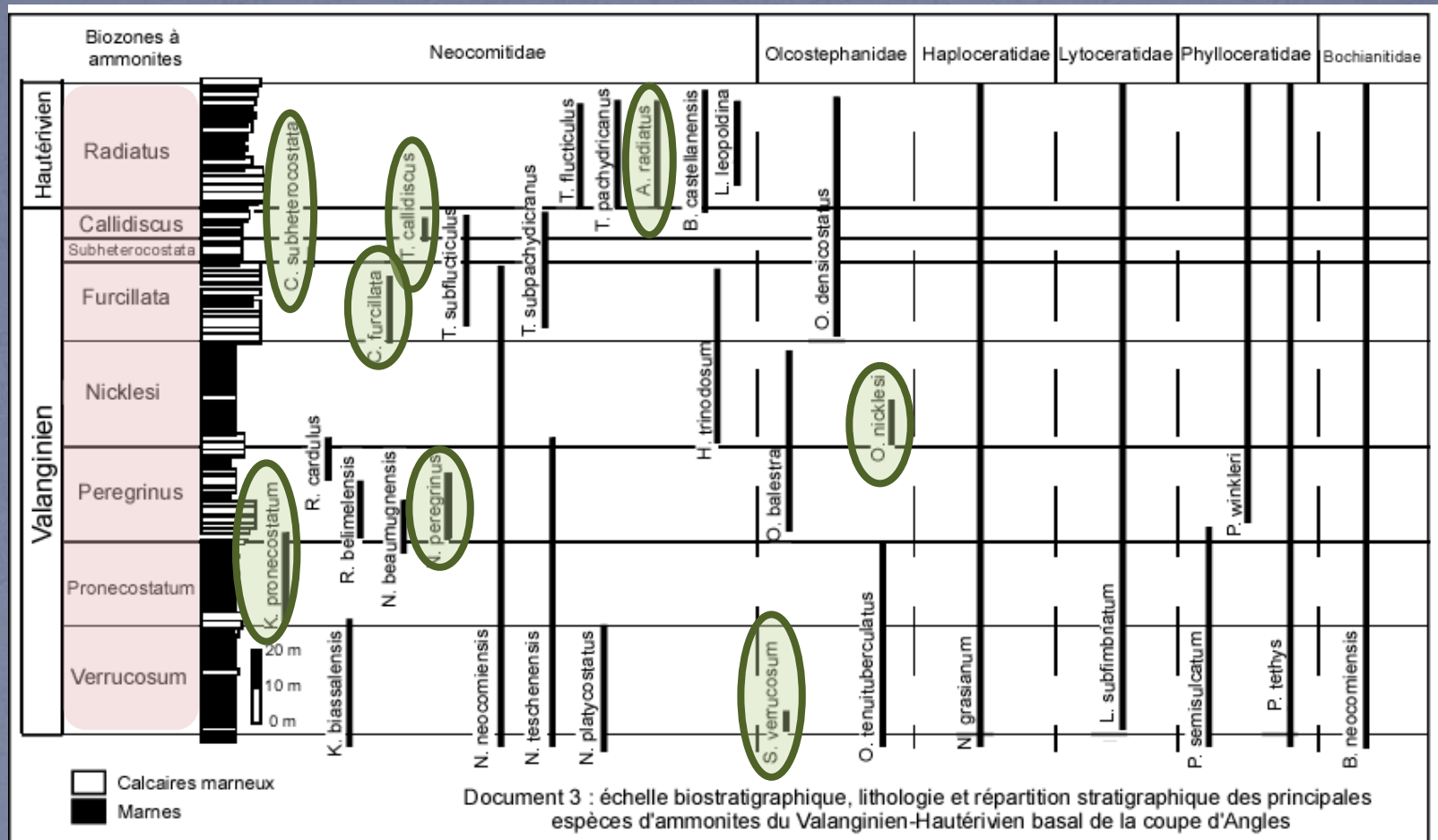
Document 3 : échelle biostratigraphique, lithologie et répartition stratigraphique des principales espèces d'ammonites du Valanginien-Hautérivien basal de la coupe d'Angles

Quelles sont les familles utilisées pour construire l'échelle biostratigraphique ?  
 (cf. nom des biozones).  
 Pourquoi a-t-on choisi cette (ou ces) familles ?

## Question 2

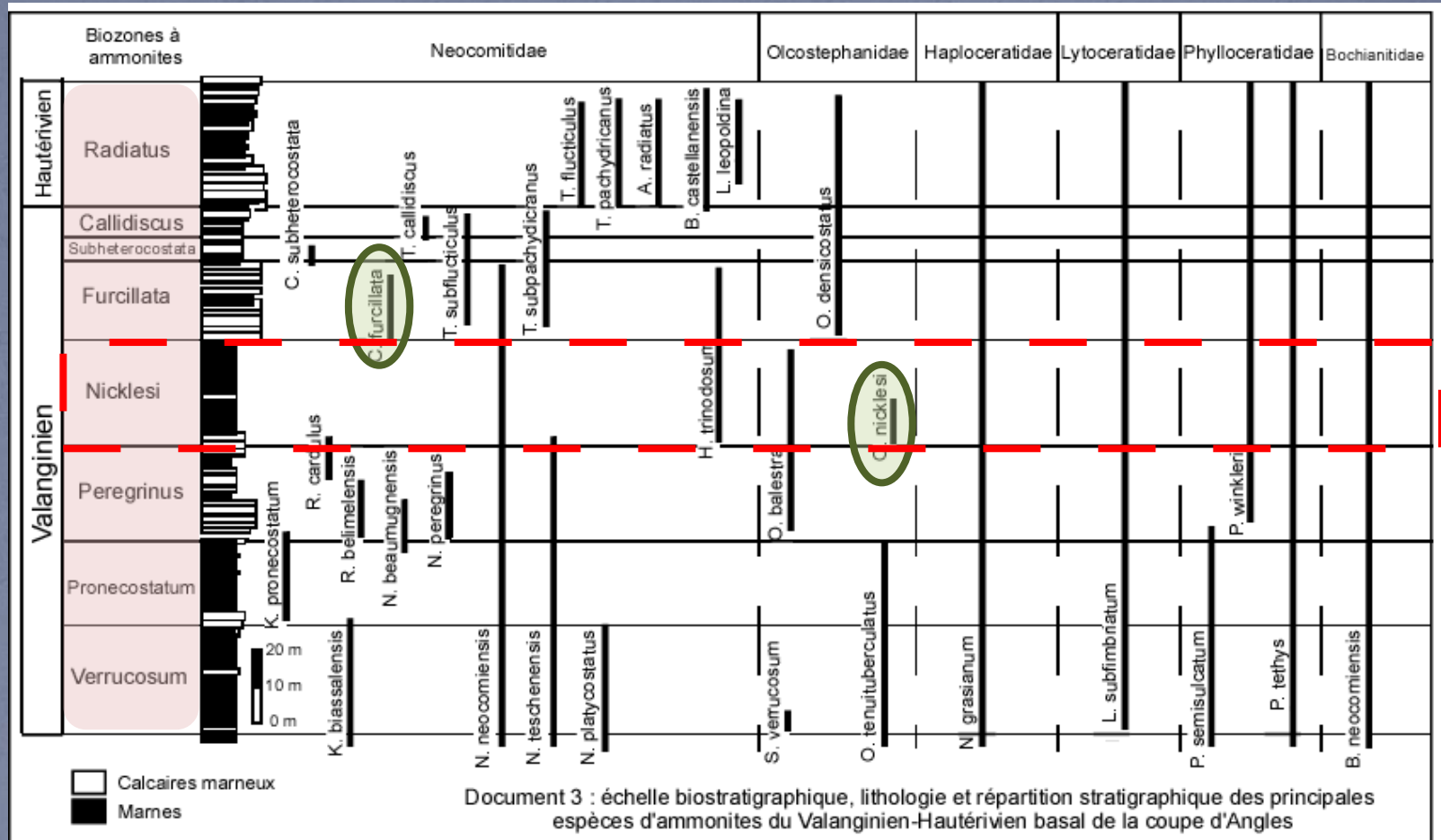
- Les espèces appartenant aux *Bochianitidae*, *Phylloceratidae*, *Lytocertidae* et *Haploceratidae* ont le plus souvent une extension verticale importante, ce qui traduit une évolution relativement lente au sein de ces familles (document B).
- Par contre, chez les *Neocomitidae* et les *Olcostephanidae*, l'extension verticale des espèces est généralement plus courte, ce qui témoigne d'une évolution relativement rapide au sein de ces familles.
- De plus, les espèces de ces deux groupes ont l'avantage d'être aussi bien représentées dans le bassin vocontien (coupe d'Angles) que sur la plate- forme provençale (coupe de Carajuan) (document C).
- Les *Neocomitidae* et les *Olcostephanidae*, bien représentés et évoluant rapidement, constituent donc un matériel de choix pour l'établissement d'une zonation précise.

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques



Pour chaque biozone indiquez comment sa **base** et **son sommet** ont été définis. Intéressez-vous en particulier aux **espèces-indices** (qui donnent leur nom à une biozone).

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques



Base: apparition de l'espèce indice.

Sommet: apparition de l'espèce indice suivante.

**Attention:** il existe d'autres façons de définir des biozones.



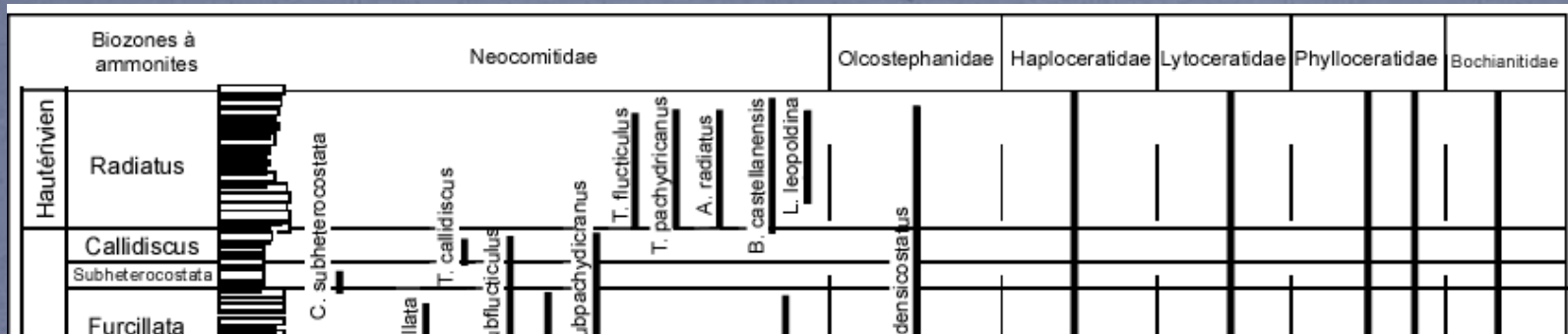
# Question 3

- Toutes les unités biostratigraphiques citées ici sont définies à leur base par l'apparition de l'espèce-indice (= taxon marqueur)
- Elles se terminent à l'apparition de l'espèce-indice de l'unité suivante (zones d'intervalle). Chaque unité biostratigraphique est caractérisée par une association faunique particulière.
- L'espèce-indice sert également à nommer l'unité biostratigraphique qui s'écrit simplement avec le nom d'espèce (ex.: l'unité (la zone) à *Verrucosum* - ici, l'initiale est en majuscule). On peut dire également qu'il s'agit de l'unité (la zone) à *Saynoceras verrucosum*.
- Il faut savoir qu'il existe d'autres méthodes pour définir des unités biostratigraphiques.

# Complément

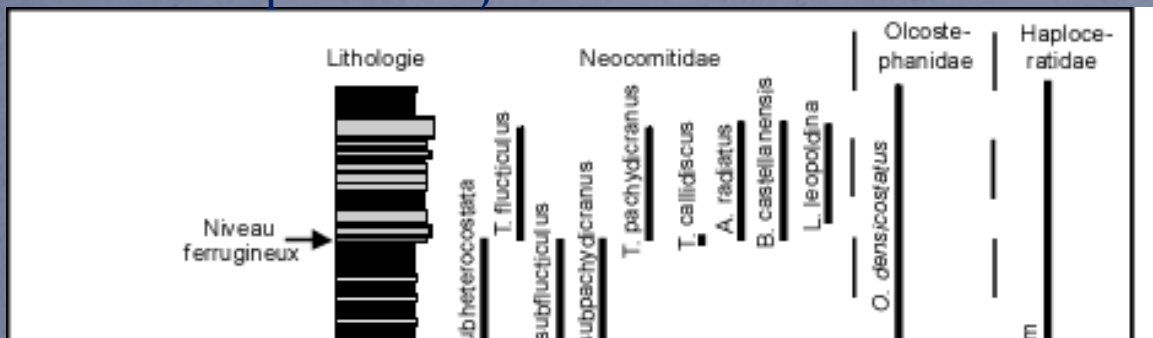
- **Biozone d'extension** : couche définie par l'apparition et la disparition d'une même espèce.
- **Zone d'extension coïncidente ou de superposition** : il s'agit d'une couche comportant trois espèces.
- **Zone d'intervalle** : une couche est délimitée par l'apparition d'une espèce, jusqu'à l'apparition de la suivante. Si les différentes espèces appartiennent à un même genre, on parle de zone intervalle phylozone.
- **Zone d'acmé de l'espèce A** : il s'agit de la couche contenant le plus de représentant de l'espèce A. Cette zone n'est pas corrélable sur longue distance car la quantité dépend des conditions écologiques.

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques



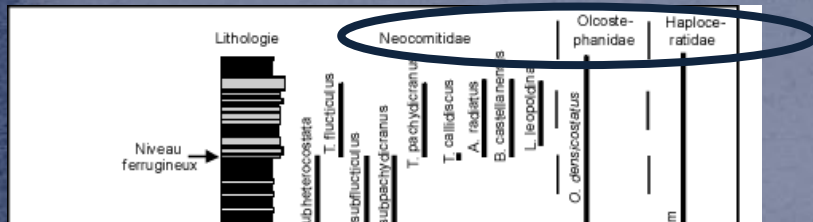
Coupe d'Angles (référence)

Coupe de Carajuan

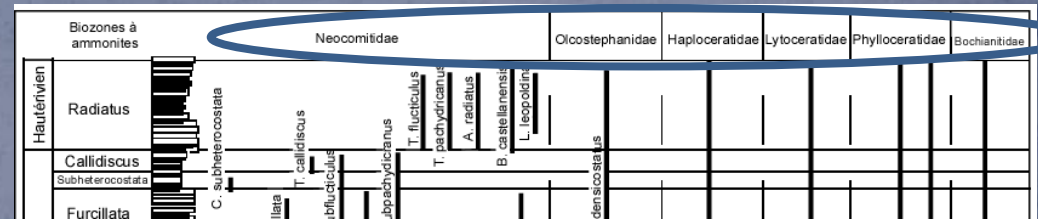


Comparez le contenu faunique des deux coupes. Que constatez-vous? Proposez une explication.

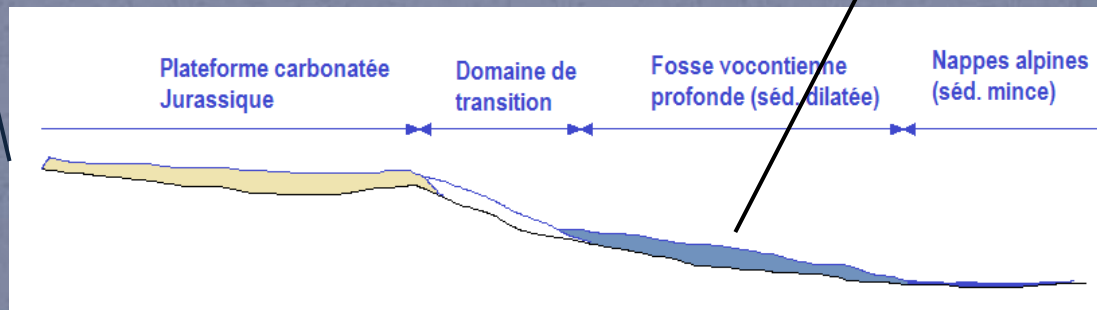
# Exercice: Corrélations biostratigraphiques



Coupe de Carajuan



Coupe d'Angles (référence)



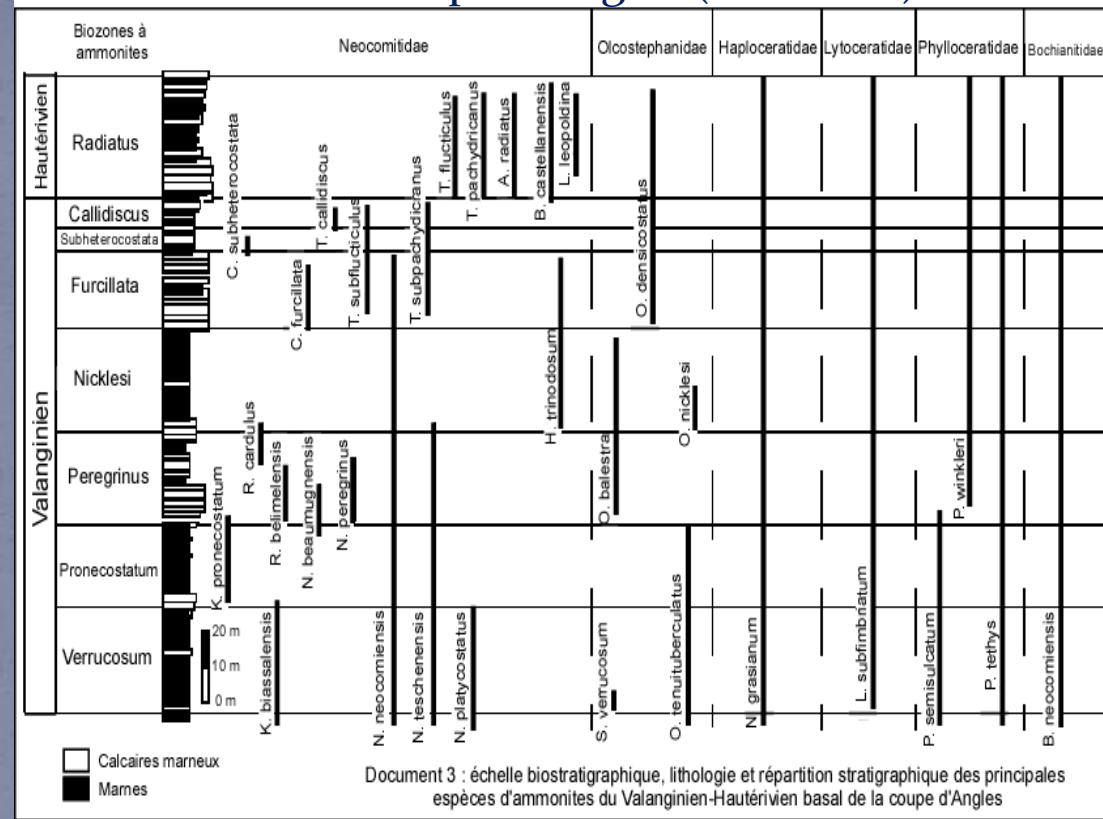
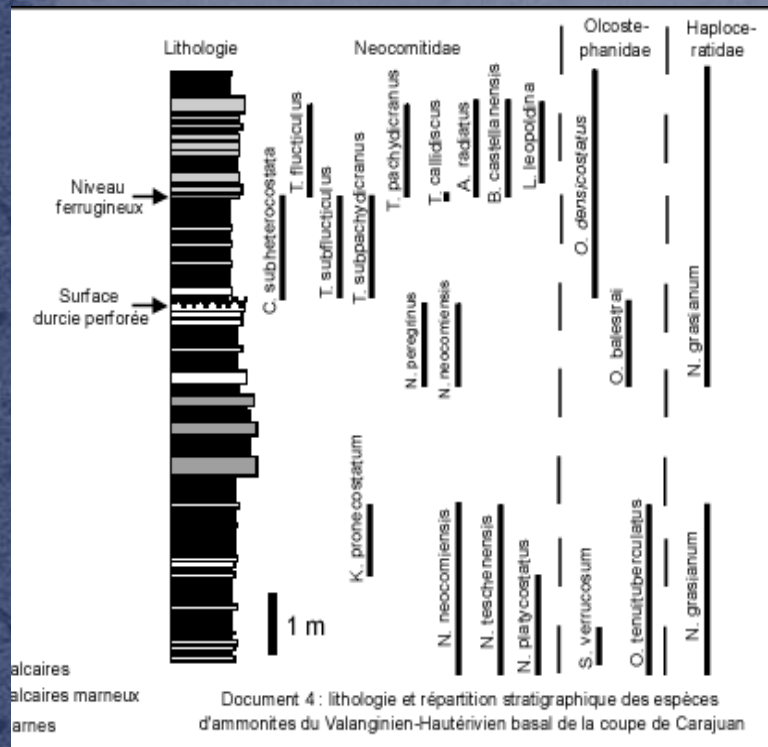
Sur la coupe de Carajuan, seules 3 familles sur 6 sont présentes. Les taxons appartenant aux *Bochianitidae*, *Phylloceratidae* et *Lytoceratidae* sont en effet absents.

Il est probable que les autres familles n'existent qu'en position distale, à grande profondeur (>200m).

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

## Coupe de Carajuan

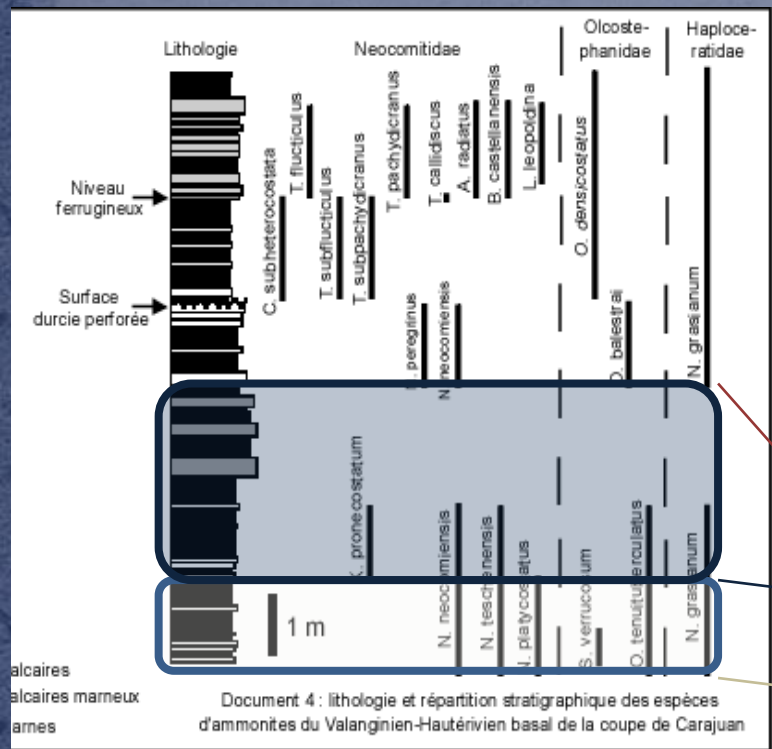
## Coupe d'Angles (référence)



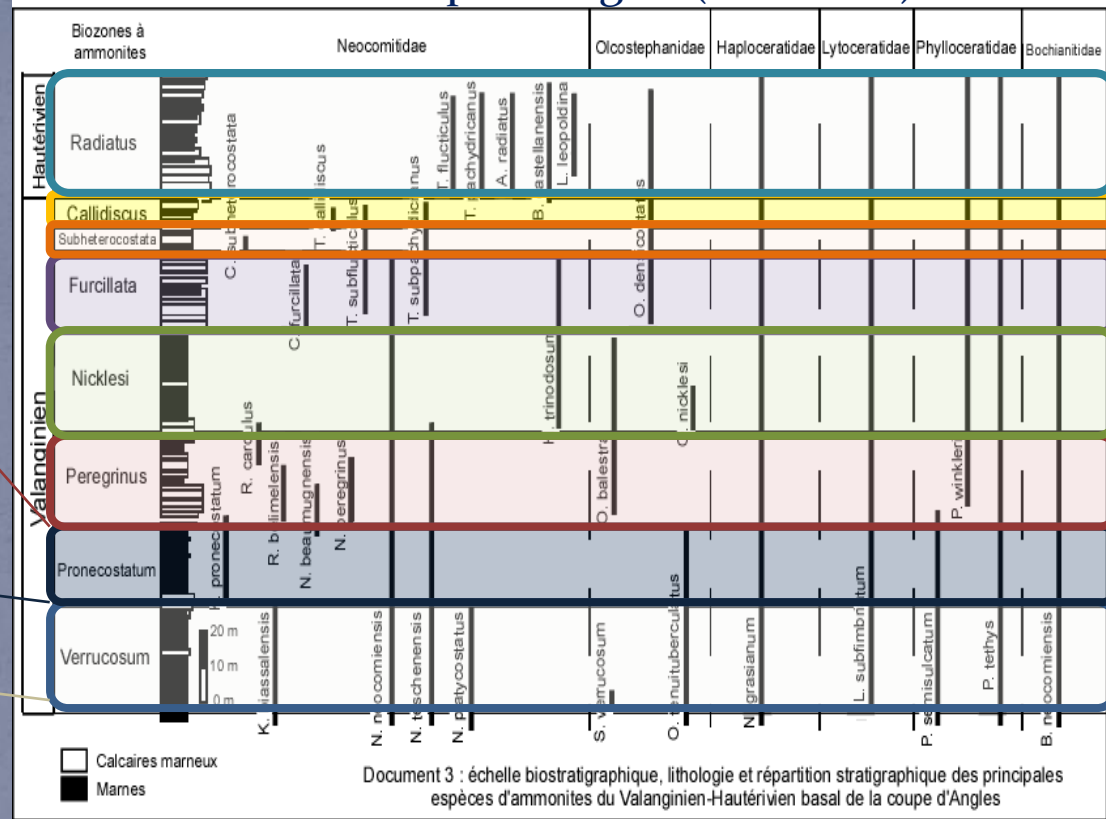
Corrélation des deux coupes: remplacez sur la coupe de Carajuan les biozones définies sur la coupe de référence. Que constatez-vous ?

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

## Coupe de Carajuan



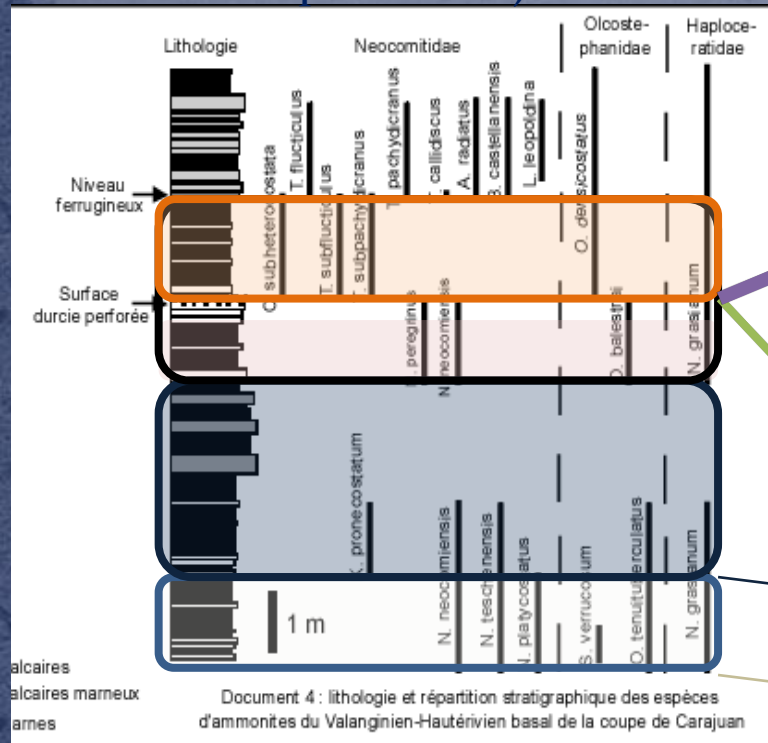
## Coupe d'Angles (référence)



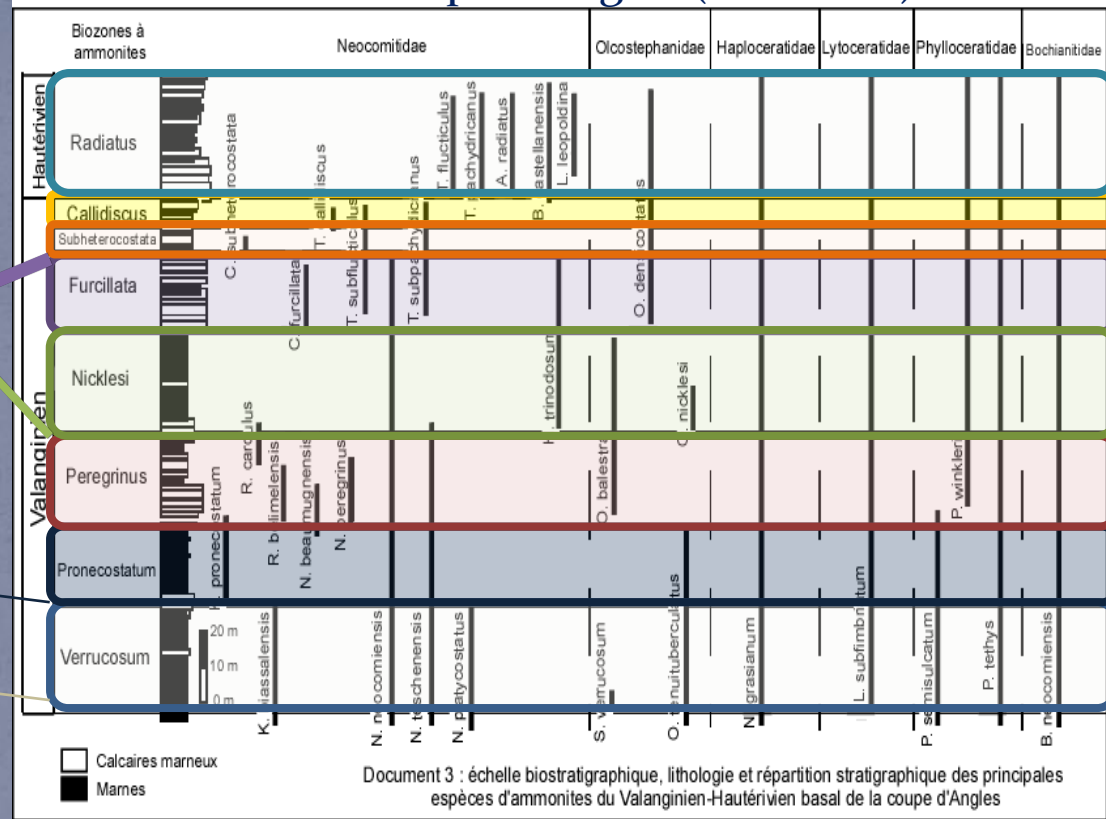
Corrélation des deux coupes: replacez sur la coupe de Carajuan les biozones définies sur la coupe de référence. Que constatez-vous ?

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

## Coupe de Carajuan



## Coupe d'Angles (référence)



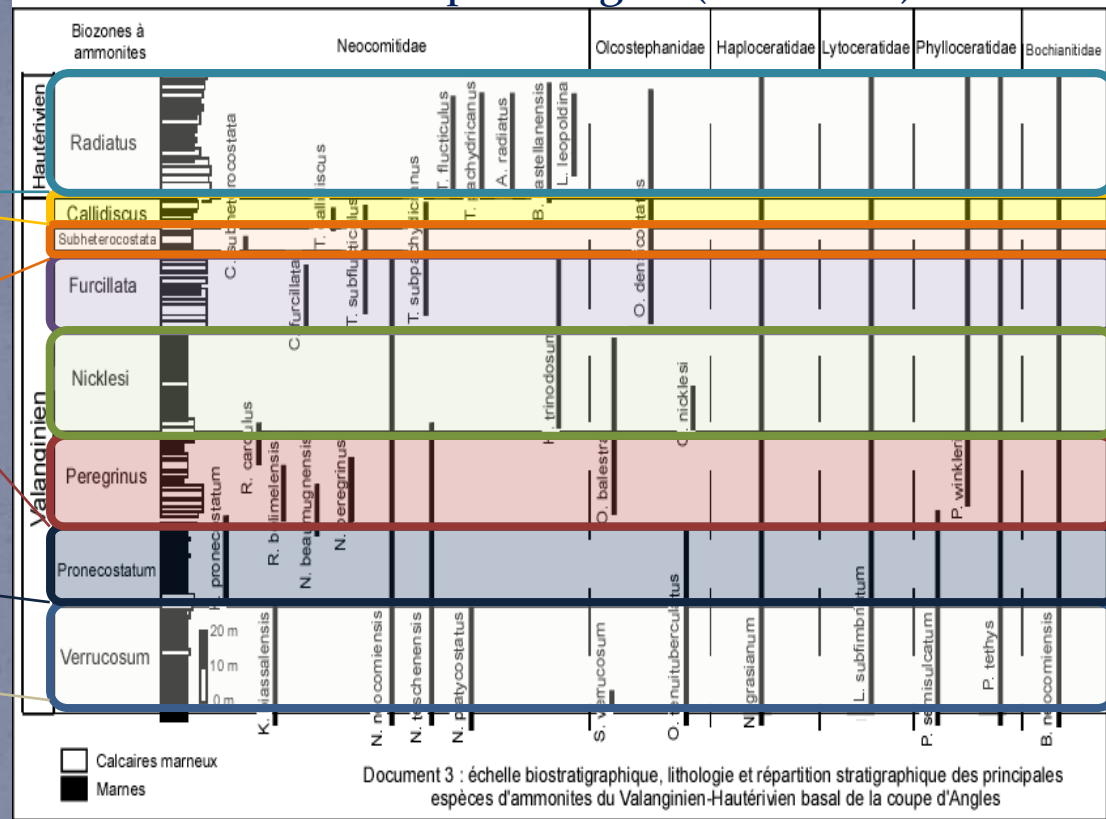
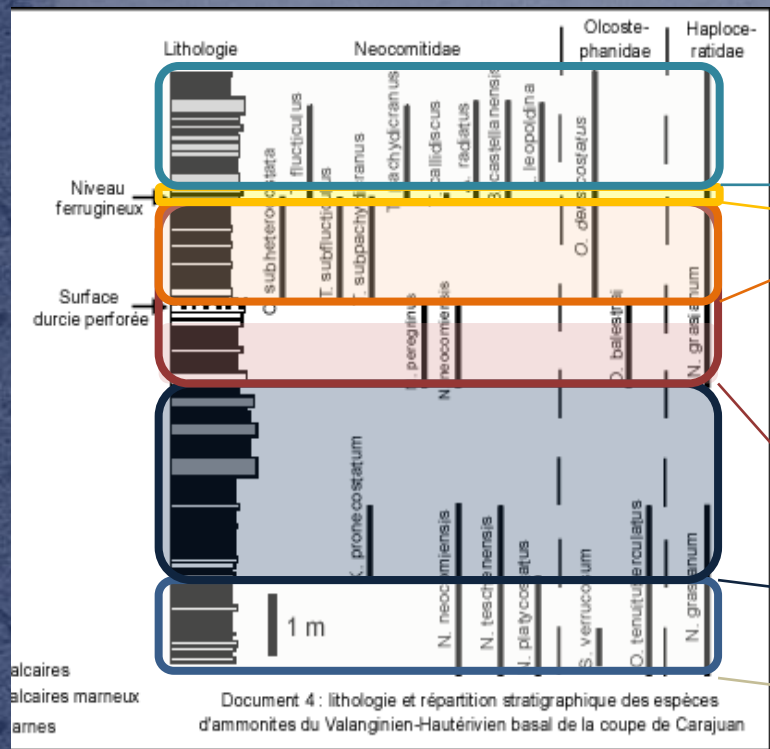
Corrélation des deux coupes: replacez sur la coupe de Carajuan les biozones définies sur la coupe de référence. Que constatez-vous ?

a) Les zones à *Furcillata* et à *Nicklesi* ont disparu !

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

## Coupe de Carajuan

## Coupe d'Angles (référence)



Corrélation des deux coupes: remplacez sur la coupe de Carajuan les biozones définies sur la coupe de référence. Que constatez-vous?

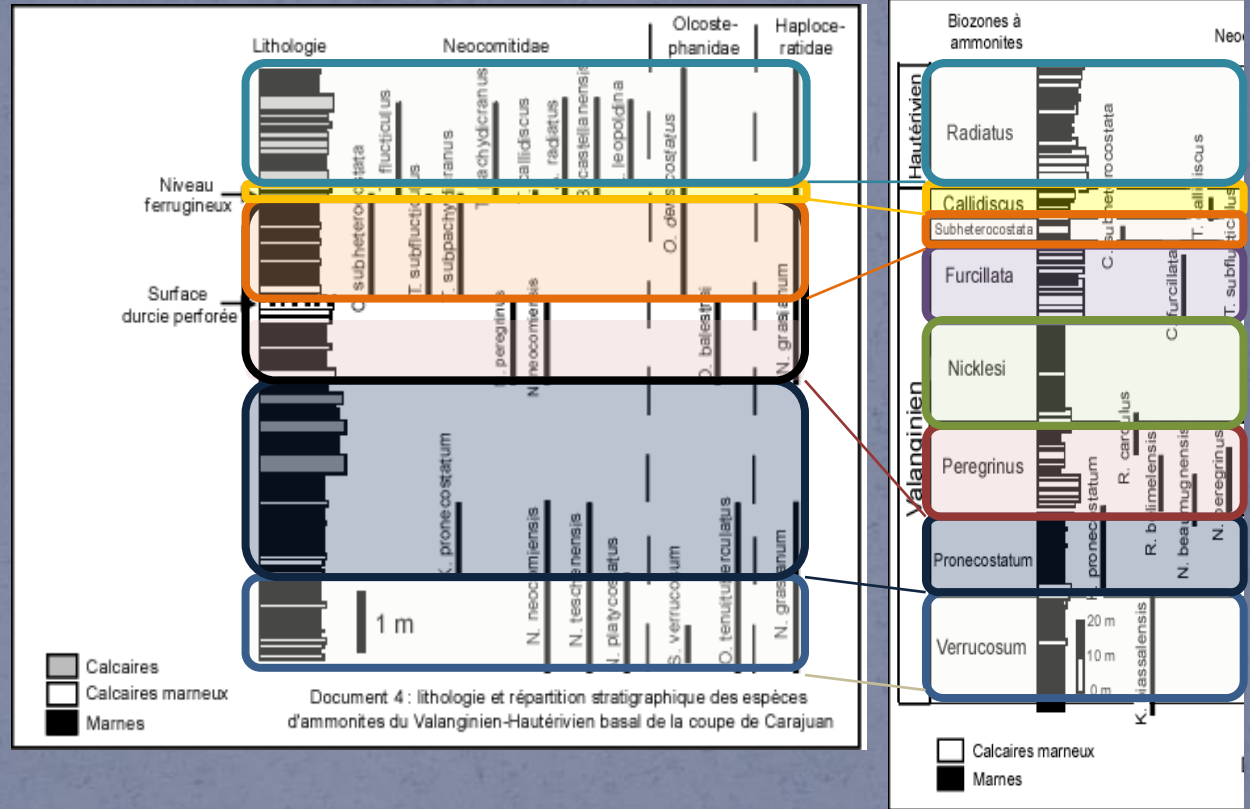
- Les zones à *Furcillata* et à *Nicklesi* ont disparu!
- La zone à *Callidiscus* est réduite, mélangée avec la zone à *Radiatus*.



# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

Coupe de Carajuan

Coupe d'Angles (référence)

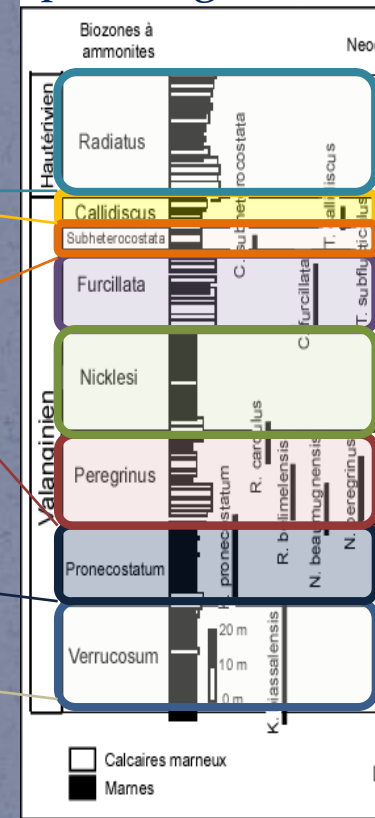
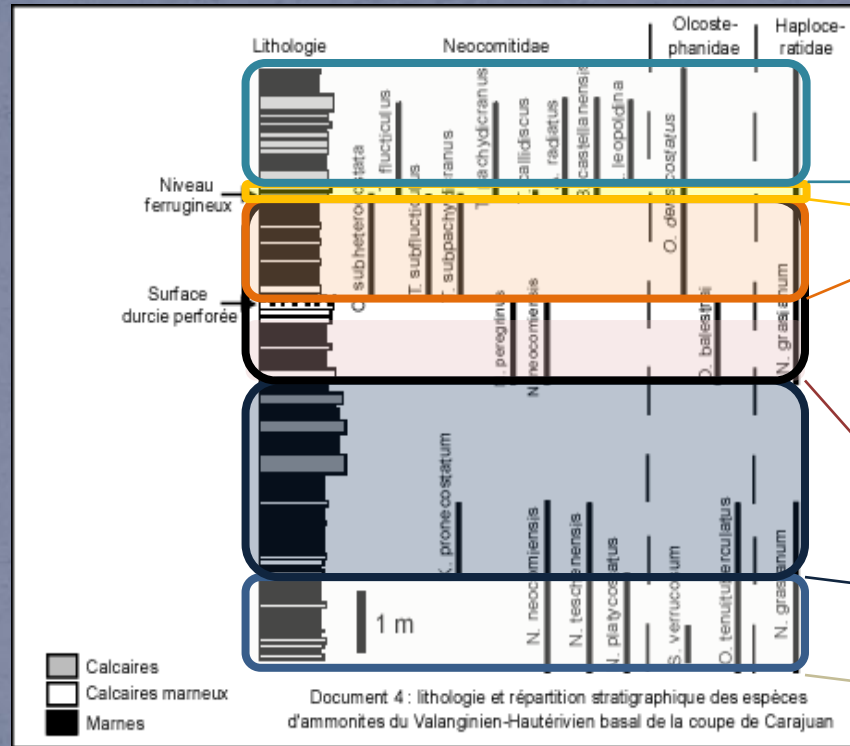


Que signifie la surface durcie perforée?  
Et le niveau ferrugineux?

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

Coupe de Carajuan

Coupe d'Angles (référence)

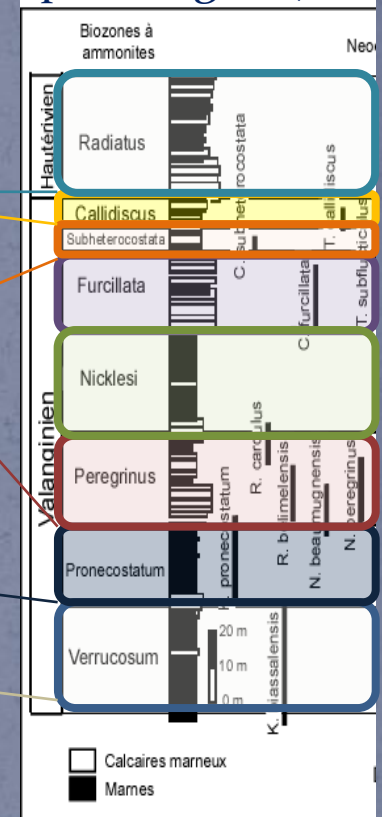
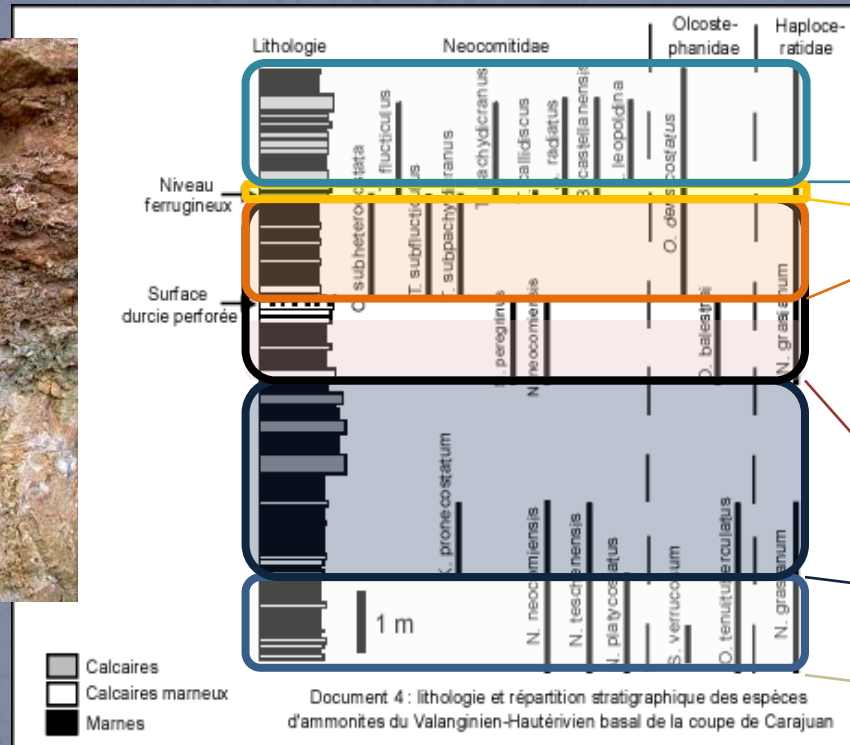


Que signifie la surface durcie perforée ? Elle correspond à une quasi-émersion des dépôts (faciès d'avant-plage, terriers, perforations dues à coquillages) Elle est associée à une lacune sédimentaire (absence de dépôts Nicklesi/Furcillata).

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

Coupe de Carajuan

Coupe d'Angles (référence)

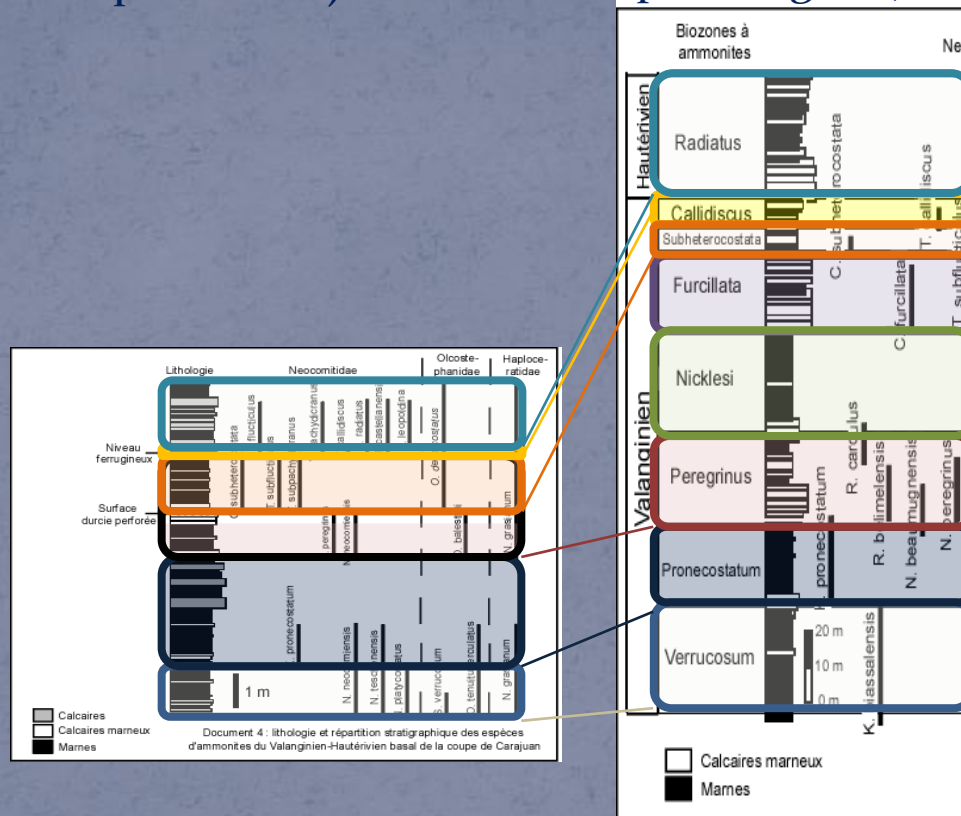


Que signifie le niveau ferrugineux ? Il indique un ralentissement de la sédimentation. Ceci est confirmé par le mélange entre biozones: Subheterocostata, Callidiscus et Radiatus présents dans le même niveau.

# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

Coupe de Carajuan

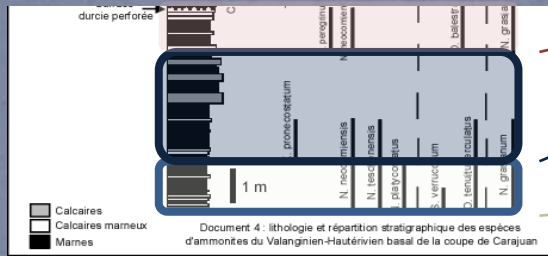
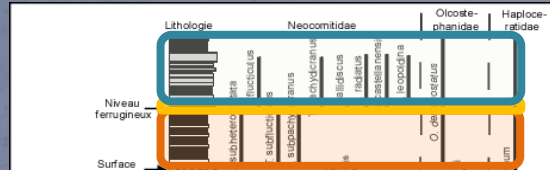
Coupe d'Angles (référence)



Que pouvez-vous en conclure sur le rythme de sédimentation sur la plateforme provençale ?

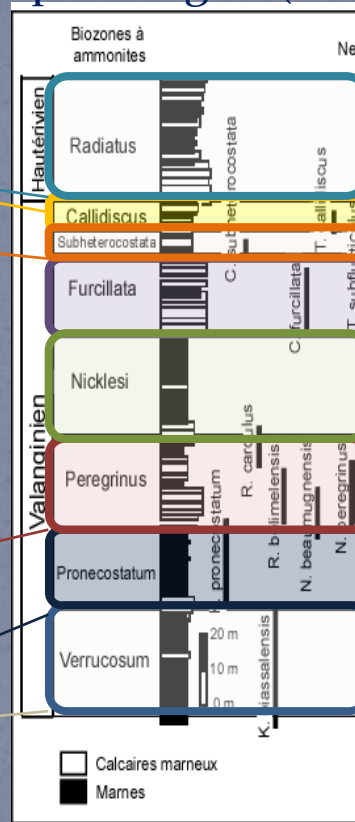
# Exercice: Corrélations biostratigraphiques

Coupe de Carajuan



Document 4 : lithologie et répartition stratigraphique des espèces d'ammonites du Valangninien-Hautérvien basal de la coupe de Carajuan

Coupe d'Angles (référence)



Que pouvez-vous en conclure sur le rythme de sédimentation sur la plateforme provençale?

- La sédimentation est **discontinue**: il manque des périodes de temps.
- Le rythme est variable: présence de **niveaux condensés** (peu séd et bcp temps).

# Résumé

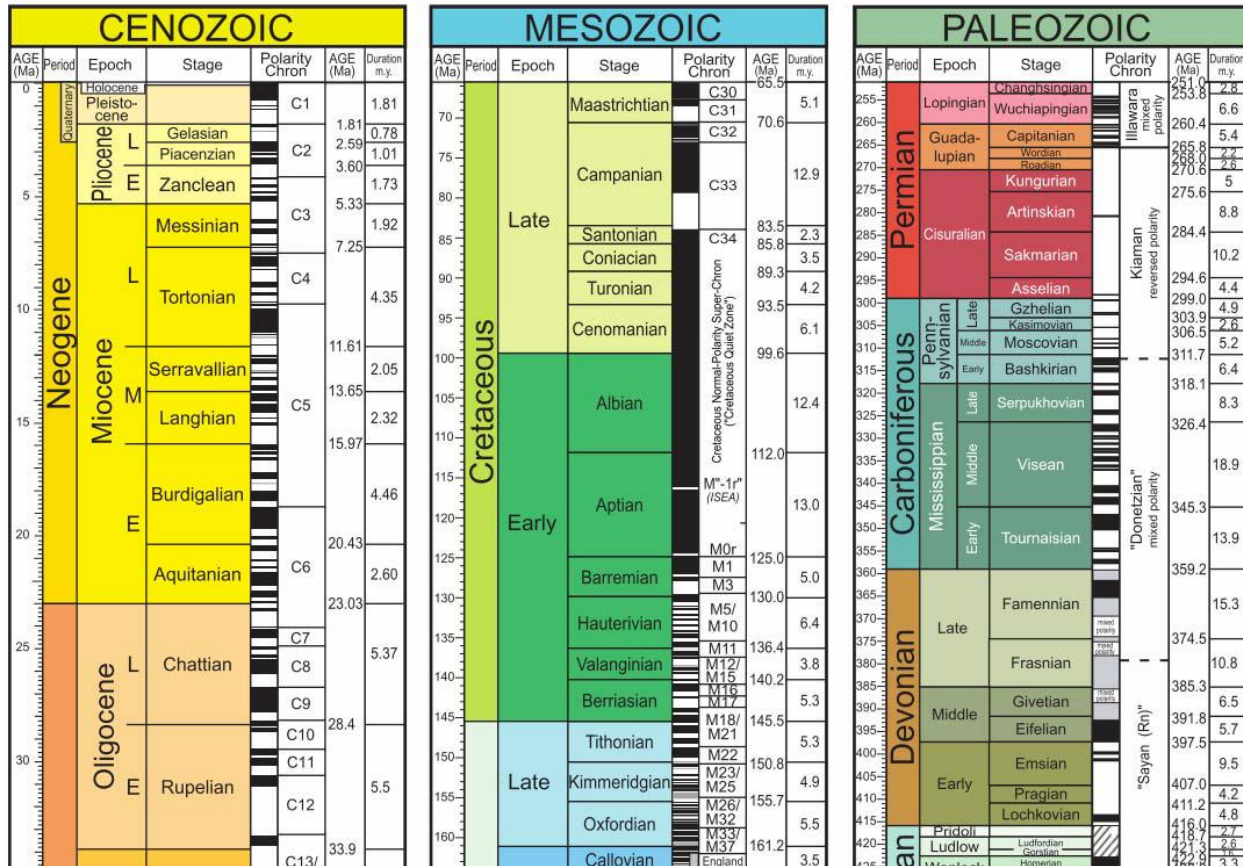
- L'absence des zones à Nicklesi et à Furcillata permet de mettre en évidence une lacune sédimentaire relativement importante sur la coupe de Carajuan. L'enregistrement des dépôts n'est donc pas continu. La surface durcie et perforée correspond à une discontinuité sédimentaire. L'intervalle de temps, équivalent à la durée des unités à Nicklesi et à Furcillata, n'est alors pas représenté sur la coupe de Carajuan.
- A la limite Valanginien-Hauterivien de la coupe de Carajuan, *T. callidiscus* et *C. subheterocostata* ont été récoltés dans un niveau ferrugineux d'une dizaine de centimètres d'épaisseur. Sachant que ces deux espèces ne coexistent pas sur la coupe d'Angles, nous pouvons interpréter ce banc ferrugineux comme un niveau condensé. Sur une très faible épaisseur, les dépôts se sont accumulés pendant une longue durée qui correspond au moins à l'unité à Callidiscus et à une partie de l'unité à Subheterocostata.
- Le rythme de la sédimentation est donc très variable sur la plate-forme provençale. L'enregistrement des sédiments est perturbé et incomplet. Selon le milieu de dépôt, une période de temps pourra être manquante (lacune sédimentaire) ou représentée par une très faible épaisseur de sédiments (niveau condensé).

# Exercice 3 : analyse de l'échelle des temps géologiques



## GEOLOGIC TIME SCALE

### PHANEROZOIC



# Chronologie à l'échelle globale

- L'établissement de l'échelle des temps géologiques résulte du travail des géologues depuis près de deux siècles. La division de base de cette échelle est l'*étage* ou l'*âge*, défini par 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 de la région/localité dans laquelle est situé le stratotype (ex: Oxfordien, Maastrichtien, Lutétien...). Plusieurs étages/âges forment une **série** ou une **époque** (ex: Lias, Crétacé supérieur, Eocène...).
- Plusieurs séries/époques forment un **système** ou **période** (ex: Carbonifère, Jurassique, Paléogène...).
- Plusieurs systèmes/périodes forment un **érathème** ou **ère** (ex: Paléozoïque ou Primaire, Cénozoïque ou Tertiaire...).
- L'échelle des temps géologiques est donc tout à la fois une échelle de chronologie relative (chronostratigraphique), puisqu'elle est divisée en étages définis sur des stratotypes; mais également une échelle de chronologie absolue (géochronologique), puisque les limites entre ces étages sont datées en millions d'années.



# stratotype

## Stratotype de limite

On définit actuellement les stratotypes en recherchant une coupe de référence sur laquelle la limite inférieure d'une unité est la plus nette et la plus documentée possible.

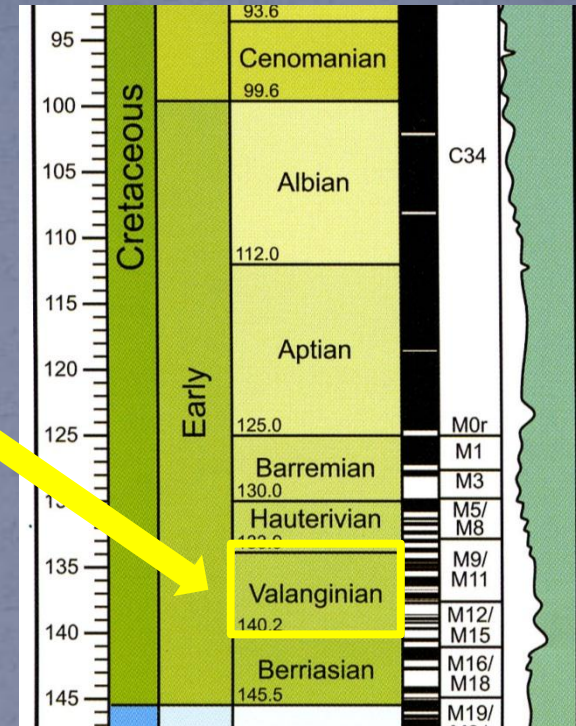
Une unité stratigraphique est donc définie par sa limite inférieure, sa limite supérieure correspondant à la limite inférieure de l'unité stratigraphique suivante.

### Conséquences :

- Les stratotypes de plusieurs limites successives peuvent se trouver à des endroits très éloignés les uns des autres.
- Il n'y a plus de représentation matérielle de référence de la durée et du contenu sédimentaire complet d'une unité stratigraphique.

# Echelle des temps géologiques

Marnes du Valanginien inférieur à ammonites pyriteuses - Drôme - Sud-Est France - 22 mai 2004



L'unité de base est l'**étage**: Valanginien par exemple.

Origine du nom : château de Valangin en Suisse.

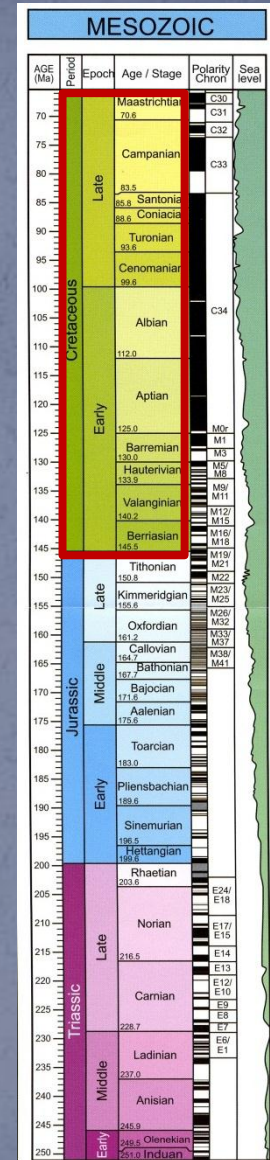
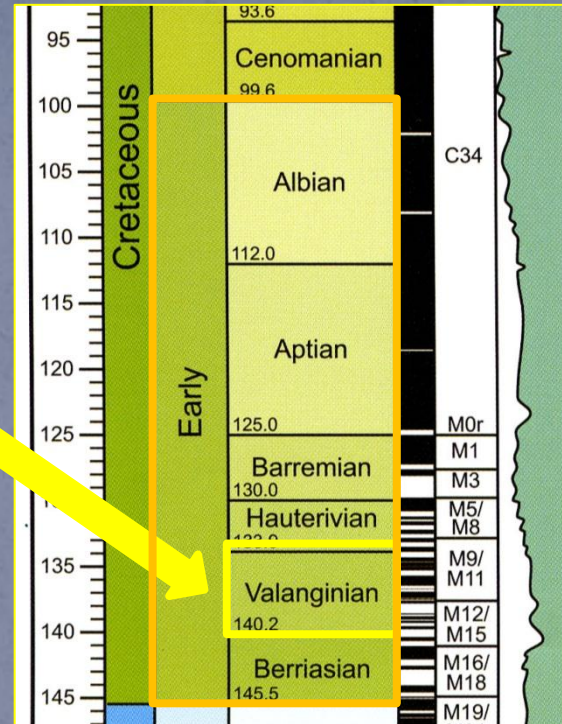
Base définie par : 1<sup>ère</sup> occurrence de *Calpionellites darderi*.

Meilleur candidat au stratotype : Montbrun-les-Bains dans la Drôme.

Affleurement de référence, le plus complet connu...

# Echelle des temps géologiques

Marnes du Valanginien inférieur à ammonites pyriteuses - Drôme - Sud-Est France - 22 mai 2004



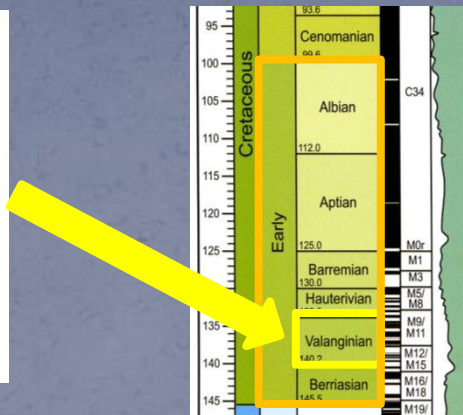
L'unité de base est l'étage: Valanginien par exemple.

Les étages sont regroupés en époques (Crétacé Inférieur).

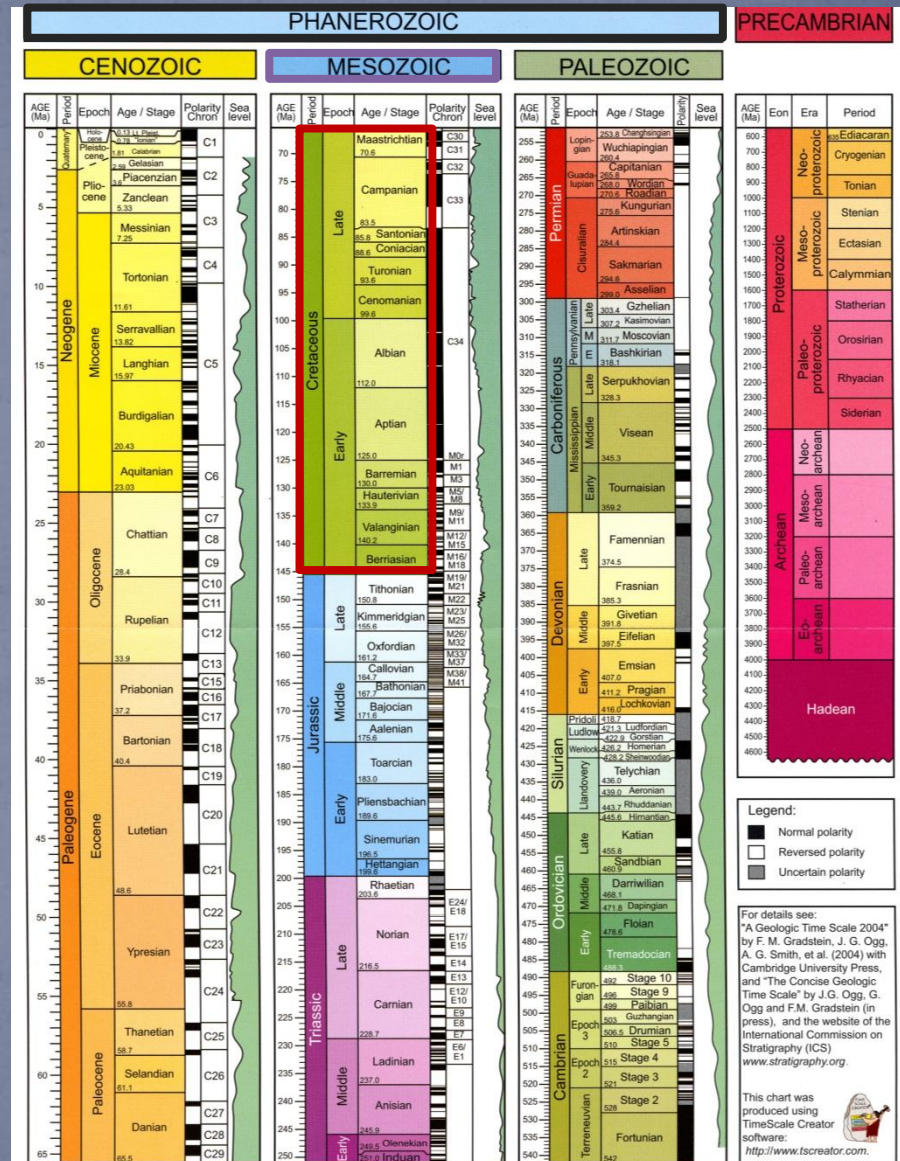
Et les époques regroupées en périodes (Crétacé).

# Echelle des temps géologiques

Marnes du Valanginien inférieur à ammonites pyrétéuses - Drôme - Sud-Est France - 22 mai 2004



- L'unité de base est l'étage : Valanginien par exemple.
- Les étages sont regroupés en époques (Crétacé Inférieur).
- Et les époques regroupées en périodes (Crétacé).
- Les périodes sont regroupées en ères (Primaire, Secondaire).
- Et les ères en éons (Phanérozoïque).

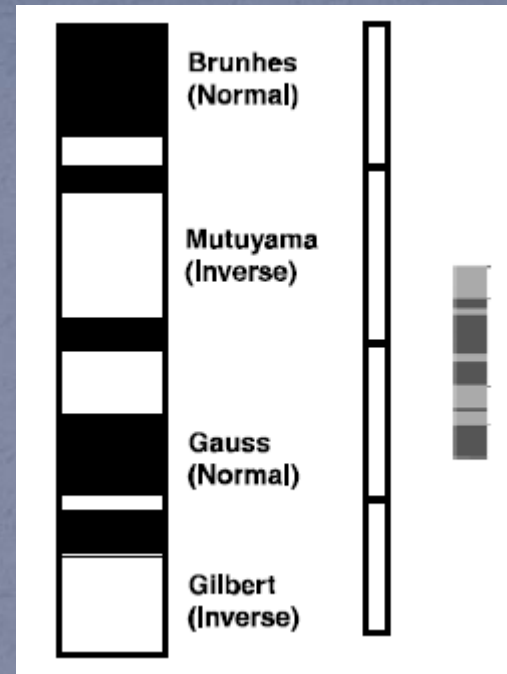
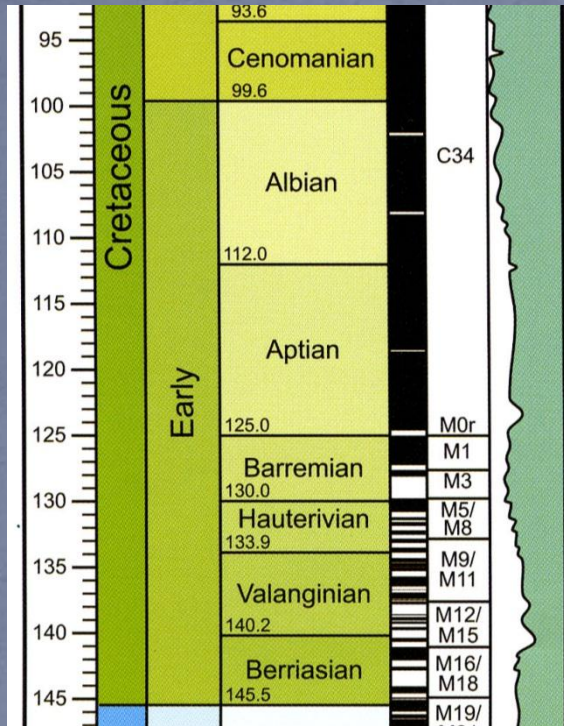


Legend:  
 ■ Normal polarity  
 □ Reversed polarity  
 ▒ Uncertain polarity

For details see:  
 "A Geologic Time Scale 2004"  
 by F. M. Gradstein, J. G. Ogg,  
 A. G. Smith, et al. (2004) with  
 Cambridge University Press,  
 and "The Concise Geologic  
 Time Scale" by J.G. Ogg, G.  
 Ogg and F.M. Gradstein (in  
 press), and the website of the  
 International Commission on  
 Stratigraphy (ICS)  
[www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org)

This chart was  
 produced using  
 TimeScale Creator  
 software:  
<http://www.tscreeator.com>

# Exercice: Echelle des temps géologiques

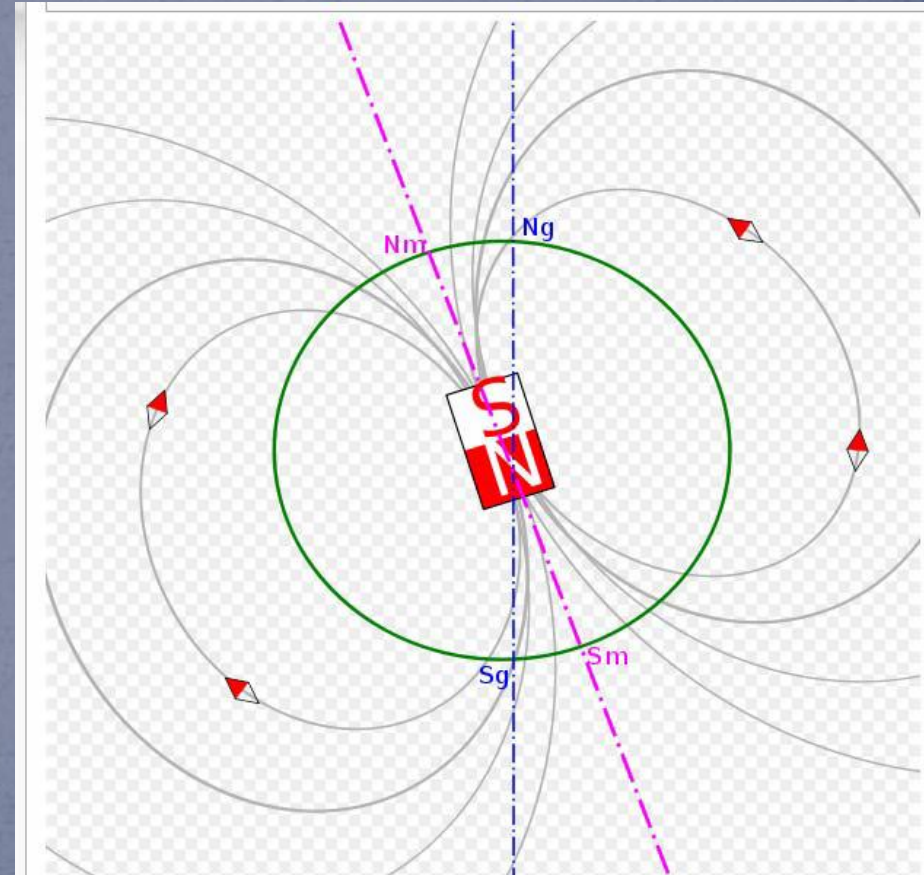


Que signifient les bandes noires et blanches à droite de l'échelle?

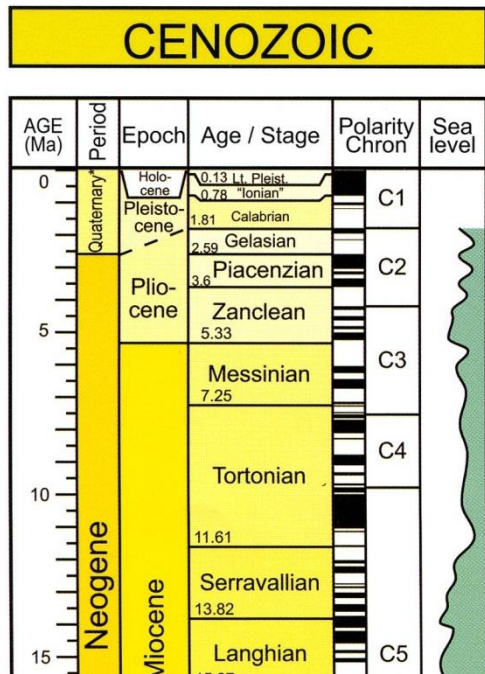
Comment ont été datées les limites d'étages?

# Le champ magnétique terrestre

L'axe du champ géomagnétique est approximativement aligné avec l'axe de rotation de la Terre et il a la forme d'un dipôle, analogue au champ d'un barreau aimanté avec ses pôles nord et sud. C'est la situation actuelle (polarité normale = bande noire), mais parfois le champ magnétique inverse sa polarité, les pôles nord et sud échangent leur position, et le champ pointe en direction opposée (polarité inverse = bande blanche). On désigne ce phénomène, par «inversion du champ magnétique». Des inversions magnétiques remontant jusqu'au Paléozoïque ont été documentées (en moyenne une tous les 700 000 ans environ; l'intervalle entre deux inversions n'étant pas constant).

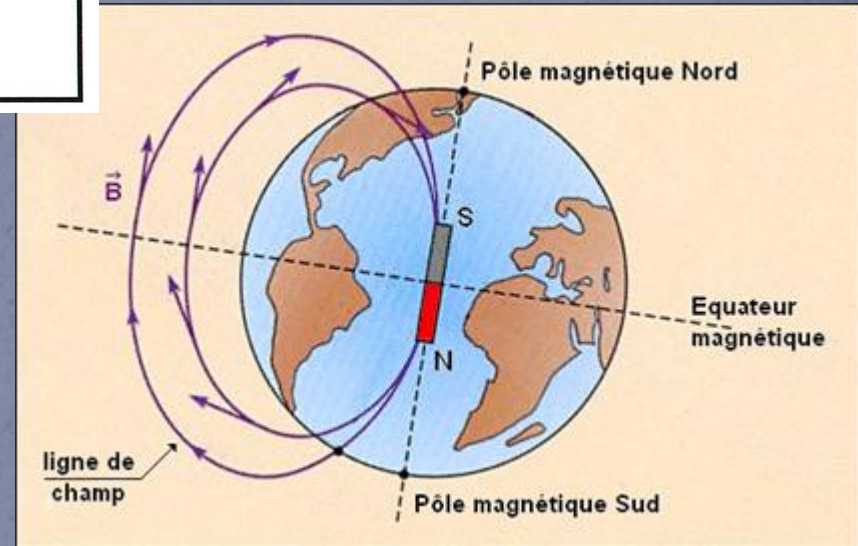


# Exercice: Echelle des temps géologiques



Legend:

- Normal polarity
- Reversed polarity
- Uncertain polarity



Que signifient les bandes **noires et blanches** à droite de l'échelle ?

**Noir : polarité normale**, champ magnétique orienté comme le champ actuel.

**Blanc : polarité inverse**, opposée au champ magnétique actuel.

# Principes généraux de magnétostratigraphie

Les roches terrestres peuvent présenter une aimantation rémanente.

## Roches sédimentaires

Les grains magnétiques détritiques d'un sédiment peuvent s'orienter selon la direction du champ magnétique terrestre au cours de leur dépôt (ARD).

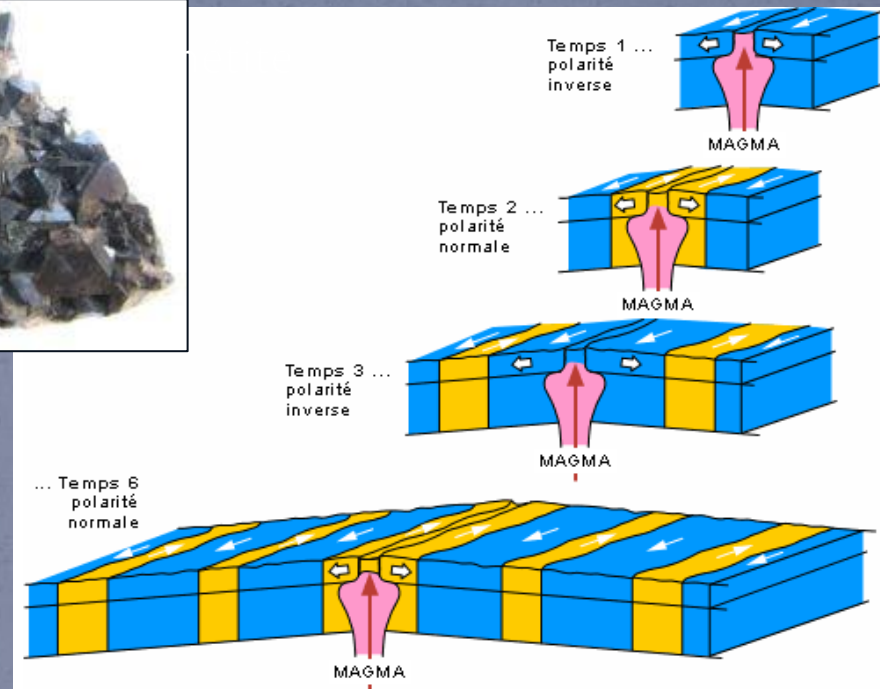
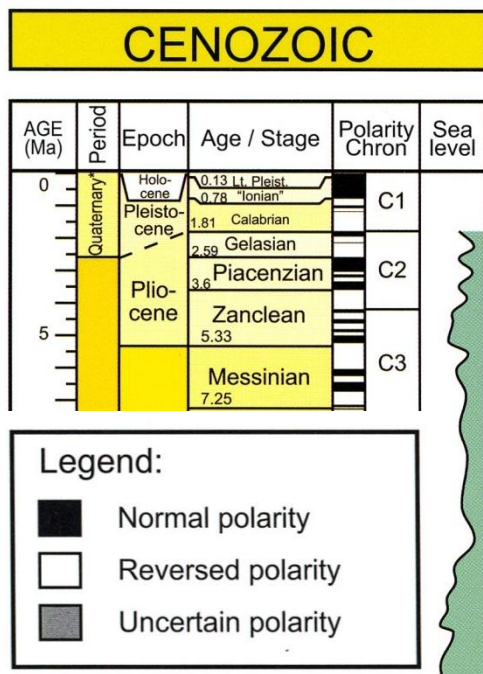
## Roches magmatiques

Les minéraux ferromagnésiens des roches magmatiques acquièrent une aimantation en se refroidissant, au passage de la température de Curie (ATR). Ils fossilisent alors le champ magnétique existant.

Exemples : basaltes océaniques, sédiments détritiques continentaux...



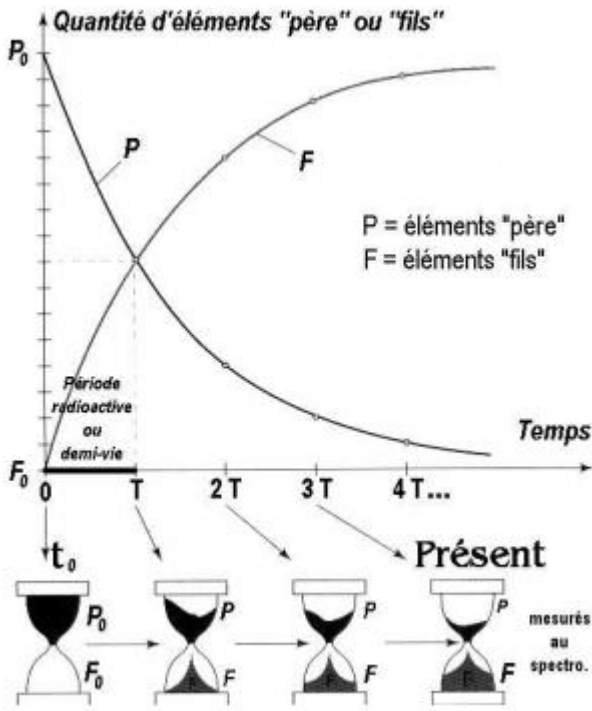
# Exercice: Echelle des temps géologiques



Que signifient les bandes **noires et blanches** à droite de l'échelle?

- a) Ces inversions sont bien connues à partir du Jurassique, car on dispose de fonds océaniques.
- b) Les basaltes en refroidissant acquièrent une **aimantation parallèle** au champ ambiant (minéraux ferromagnésiens) et la conservent dans le temps.

# Exercice: Echelle des temps géologiques



Samuel Remérand-2007-2008

Couple isotopique	Période T (an)	Constante radioactive (an <sup>-1</sup> )	Objets datés		Calcul de l'âge (an)	Originalité	Limite d'utilisation
<sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb	4.53 . 10 <sup>9</sup>	1.54 . 10 <sup>-10</sup>	Zircon	R. magma.	droite isochrone et $a = \lambda t$	Concentrations initiales en isotopes père et fils inconnues, détermination graphique	De 10 <sup>7</sup> à 4.5 . 10 <sup>9</sup> ans
<sup>87</sup> Rb/ <sup>87</sup> Sr	47. 10 <sup>9</sup>	1.42 . 10 <sup>-11</sup>	Biotite, muscovite, feldspath, amphibole	R. magma. et	droite isochrone et $a = \lambda t$		
<sup>40</sup> K/ <sup>40</sup> Ar	1.27. 10 <sup>9</sup>	5.81 . 10 <sup>-11</sup>		Méta.	$t = \ln(1 + \frac{^{40}\text{Ar}}{^{40}\text{K}} / \lambda)$	<sup>40</sup> Ar initial = 0	De 10 <sup>4</sup> à 4.5 . 10 <sup>9</sup> ans
<sup>14</sup> C/ <sup>14</sup> N	5730	1.2 . 10 <sup>-4</sup>	Bois, os, coquille	R. sédi.	$t = \ln(\frac{^{14}\text{C}_{\text{initial}}}{^{14}\text{C}_{\text{mesuré, actuel}}}) \cdot T / \ln 2$	<sup>14</sup> C initial = <sup>14</sup> C actuel = 1.2 . 10 <sup>-12</sup>	De 100 à 50.000 ans

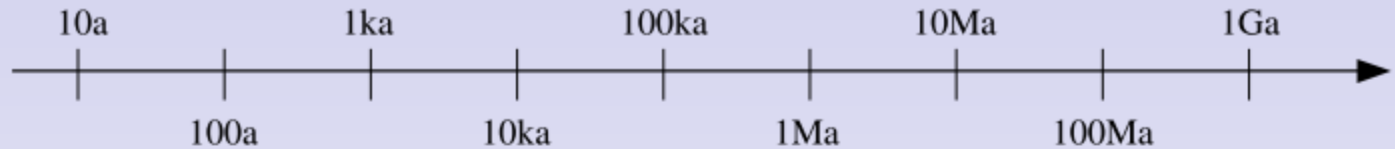


Par exemple, on sait que le Toarcien commence à 189,6 Ma (plus ou moins 4,0) parce qu'on a trouvé un volcanisme sous-marin interstratifié, daté radiochronologiquement à 189,6, dans les sédiments de la limite Pliensbachien/Toarcien.

Comment ont été datées les limites d'étages?

En utilisant la radiochronologie, c'est-à-dire en mesurant la concentration en éléments radioactifs (fils)/radiogéniques (père) dans des roches magmatiques, intercalées dans des sédiments.

# Compléments



U-Th 5ka – 750ka

Sm-Nd 100Ma – 4Ga

Cosmogéniques 1ka – 750ka

U-Pb 1Ma – 4Ga

Rb-Sr 60Ma – 4Ga

Techniques d'irradiation

Radiochronologie isotopique

Autres méthodes

K-Ar 10Ka – 3Ma

C14 300a – 35ka

Traces de fission 0.5Ma – 1Ga

OSL – TL 0 – 500ka

Racémisation aa 500a – 300ka

Dendrochronologie 0 – 12ka

# Exercice: Echelle des temps géologiques

## Question 3

A partir de ce que vous avez vu sur la chronologie relative à l'échelle de la coupe et à l'échelle régionale, proposez une explication synthétique sur la démarche des géologues pour construire cette échelle globale.

# Question 3

- A partir des observations lithologiques et paléontologiques à l'échelle de la coupe (stratigraphie), on effectue des corrélations à l'échelle de la région, du continent, ..., puis à l'échelle globale, pour déterminer une unique succession d'événements utilisés pour subdiviser le temps (= **chronologie relative**).
- On effectue des datations radiochronologiques de certains de ces événements (éruptions volcaniques par exemple) (= **chronologie absolue**), pour calibrer, avec des âges numériques en millions d'années, la succession d'événements. On construit ainsi une échelle des temps géologiques INTEGREE.

# Exercice: Echelle des temps géologiques

A partir de ce que vous avez vu sur la chronologie relative à l'échelle de la coupe et à l'échelle régionale, proposez une explication synthétique sur la démarche des géologues pour construire cette échelle globale.

# Exercice: Echelle des temps géologiques

A partir de ce que vous avez vu sur la chronologie relative à l'échelle de la coupe et à l'échelle régionale, proposez une explication synthétique sur la démarche des géologues pour construire cette échelle globale.

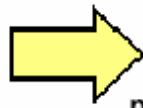
ETAPE 1: **Succession** des événements sur une coupe.

ETAPE 2: Comparaison, **combinaison de différentes coupes** pour obtenir une échelle régionale la plus complète et précise possible.

ETAPE 3: **Association** d'échelles régionales: échelle continentale. } Intérêt de  
ETAPE 4: **Association** d'échelles continentales: échelle globale. } la polarité !

ETAPE 5: **Datation absolue**, radiochronologie de couches volcaniques. On construit ainsi une échelle des temps géologiques INTEGREE.

1) observations  
à l'échelle de  
la coupe  
(succession  
géométrique)

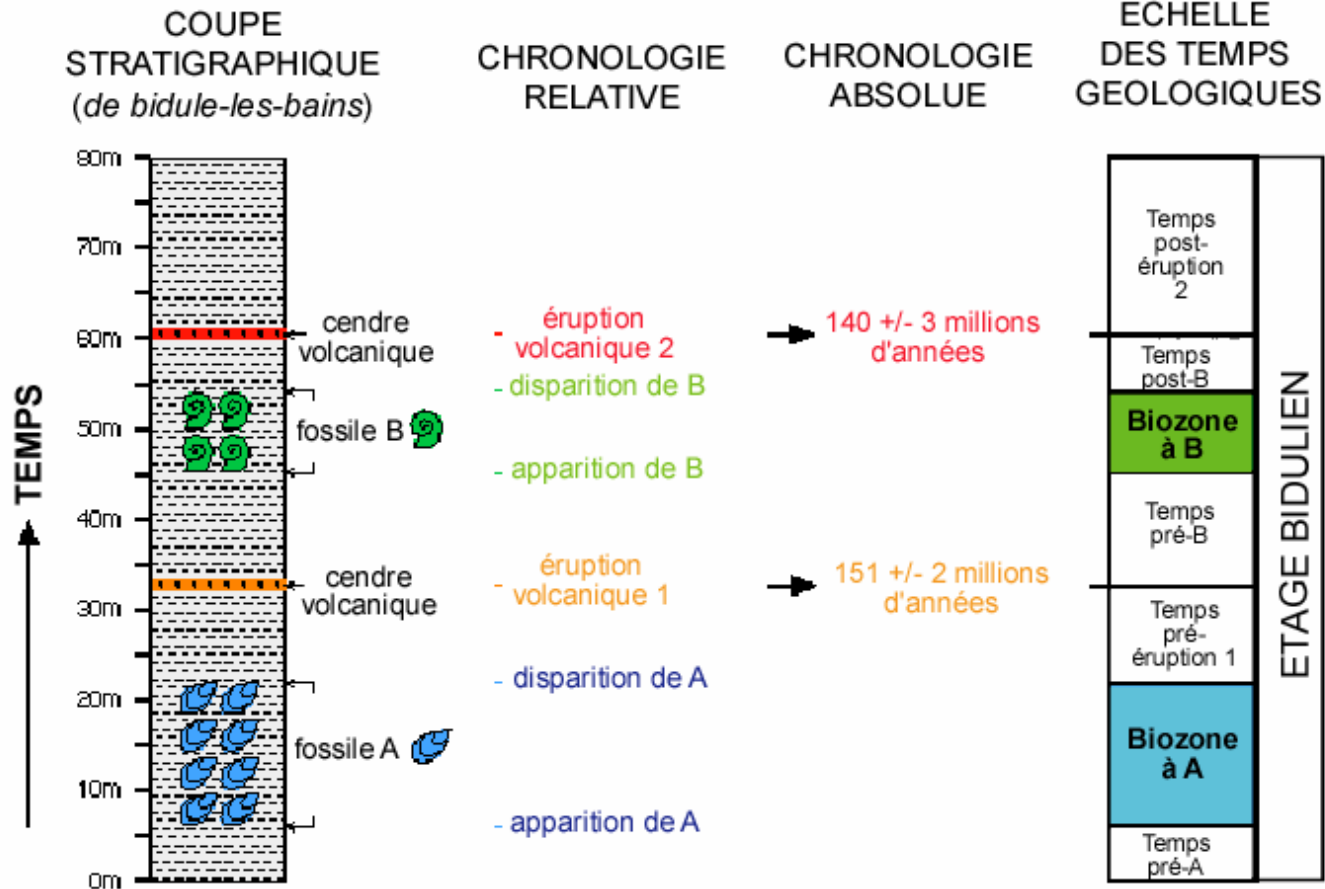


2) corrélations  
(reconnaissance d'une  
unique succession  
d'événements utilisés  
pour subdiviser le temps)

3) Datations  
radio-  
isotopiques  
de certains  
événements



4) Calibration  
de la  
succession  
d'événements



UN EXEMPLE THEORIQUE POUR MONTRER COMMENT LA CHRONOLOGIE RELATIVE ET LA CHRONOLOGIE ABSOLUE SONT INTEGRES POUR CONSTRUIRE L'ECHELLE DES TEMPS GEOLOGIQUES



