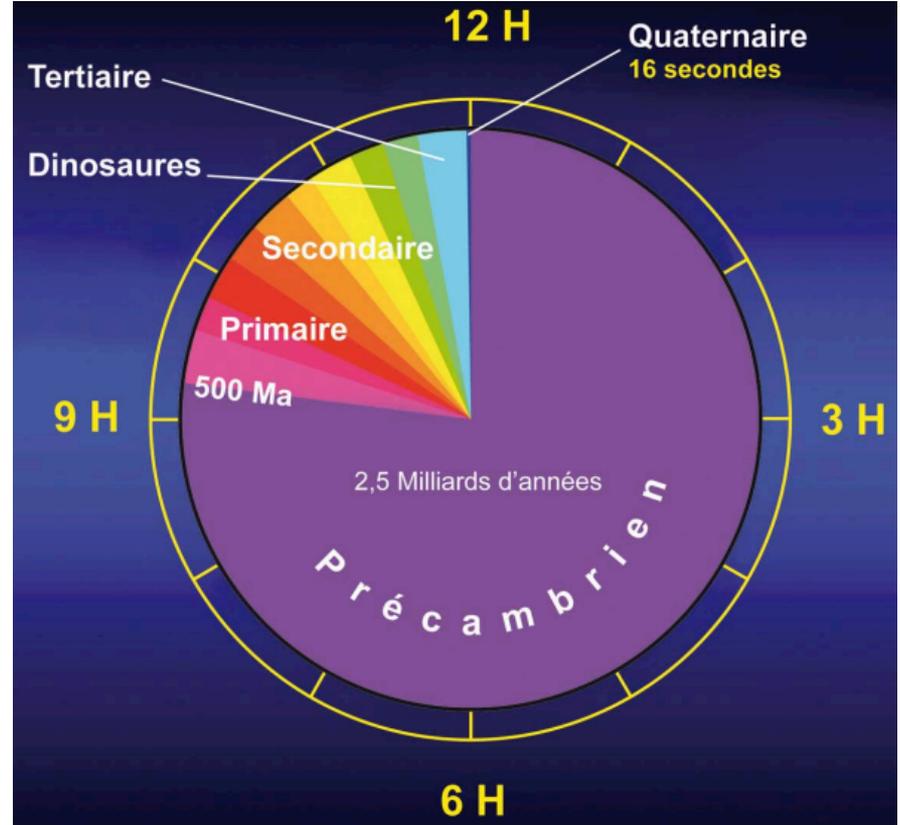


Chapitre 1 L'échelle stratigraphique



La stratigraphie

stratigraphie = discipline de géologie qui étudie la succession des différentes couches sédimentaires.



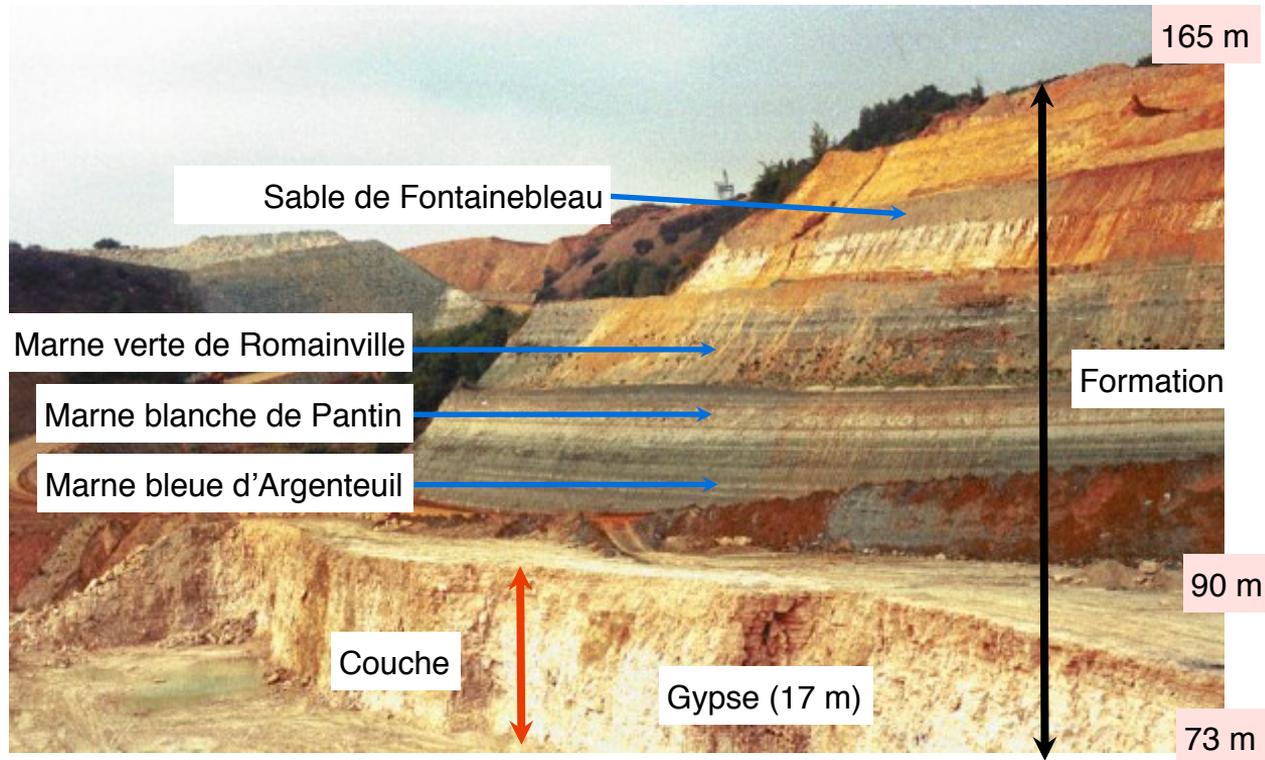
Lithostratigraphie = étude des empilements sédimentaires (géométrie, nature...)

Biostratigraphie = étude du contenu paléontologique des roches

Exercice 1

La lithostratigraphie : étude de la géométrie des couches

Strate, couche et formation



Strate = couche

Lit = couche très fine

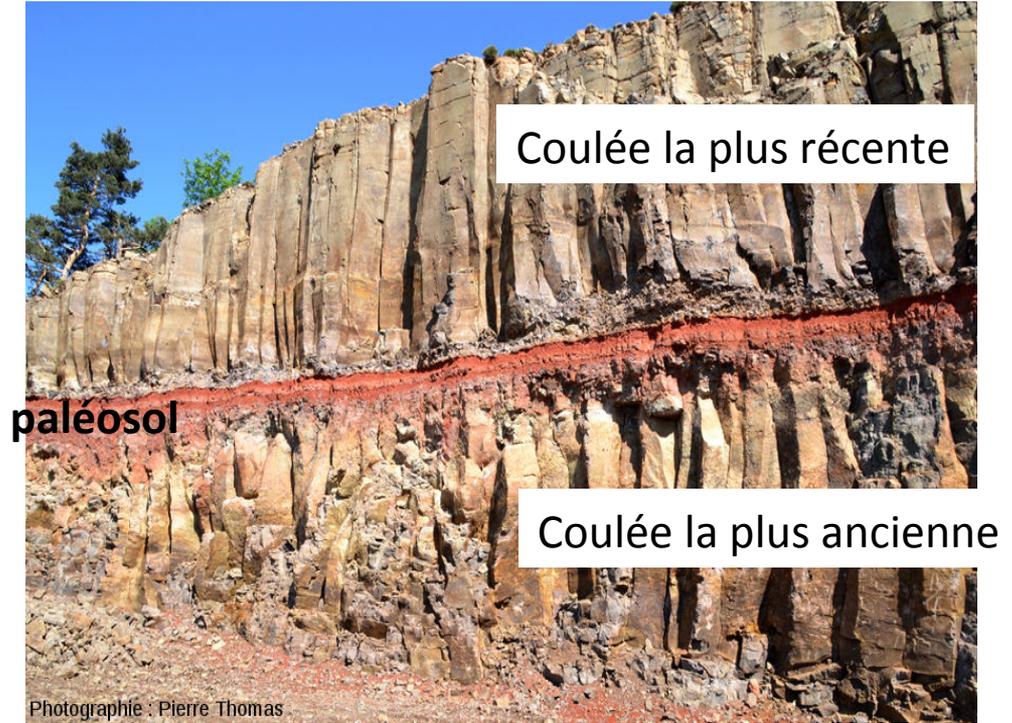
Exercice 1

Source : planet-terre.ens-lyon.fr



Principe de superposition

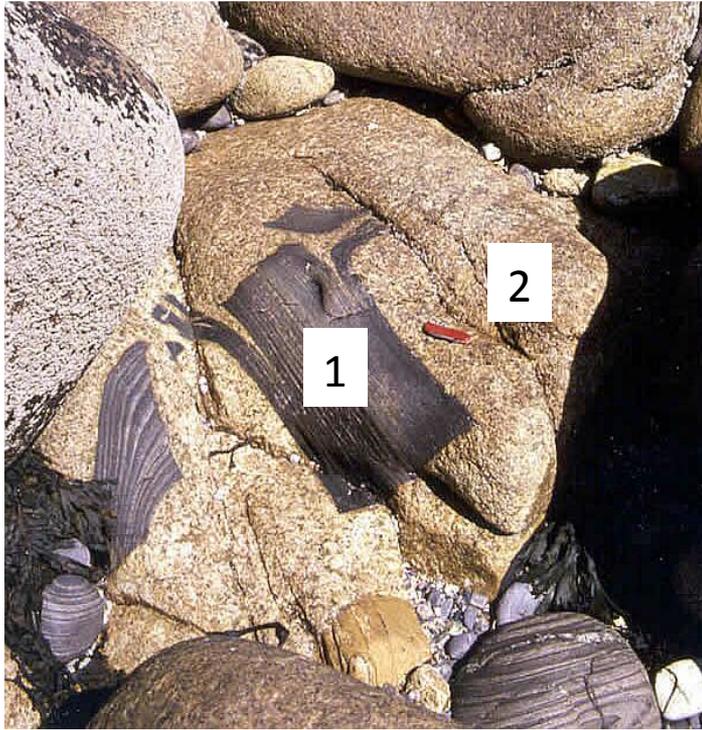
Carrière de Rouffach (68)



Principe de superposition

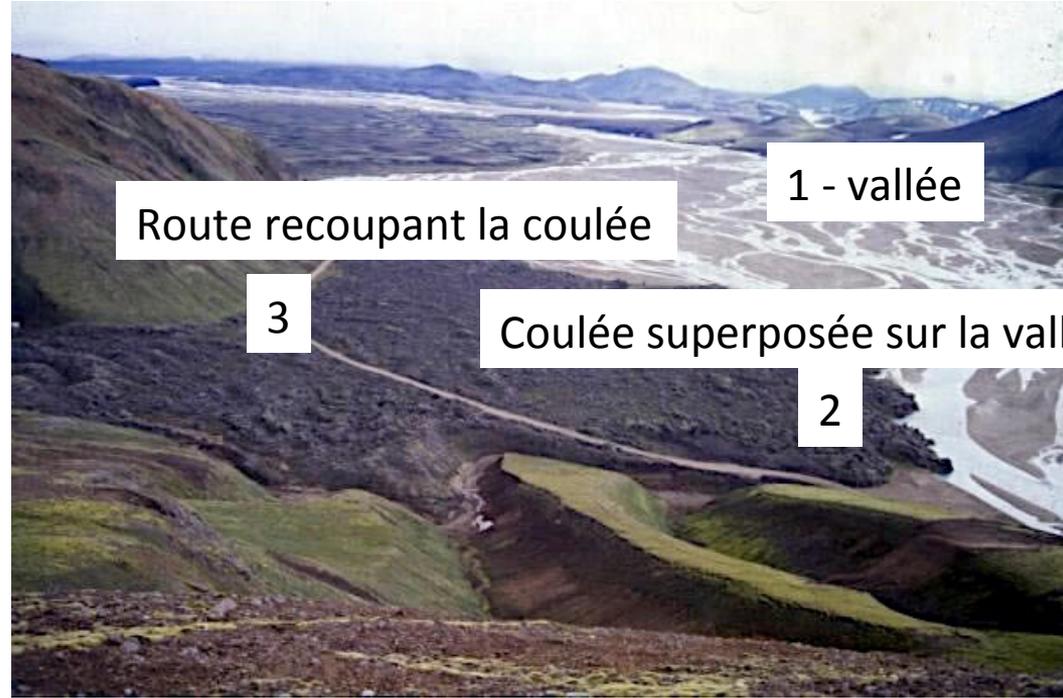
Carrière de Bournac (42)

Exercice 1



Principe d'inclusion

Enclave de roche sédimentaire dans un granite (22)



Route recoupant la coulée

1 - vallée

Coulée superposée sur la vallée

3

2

Principes de superposition
et recoupement

Paysage d'Islande

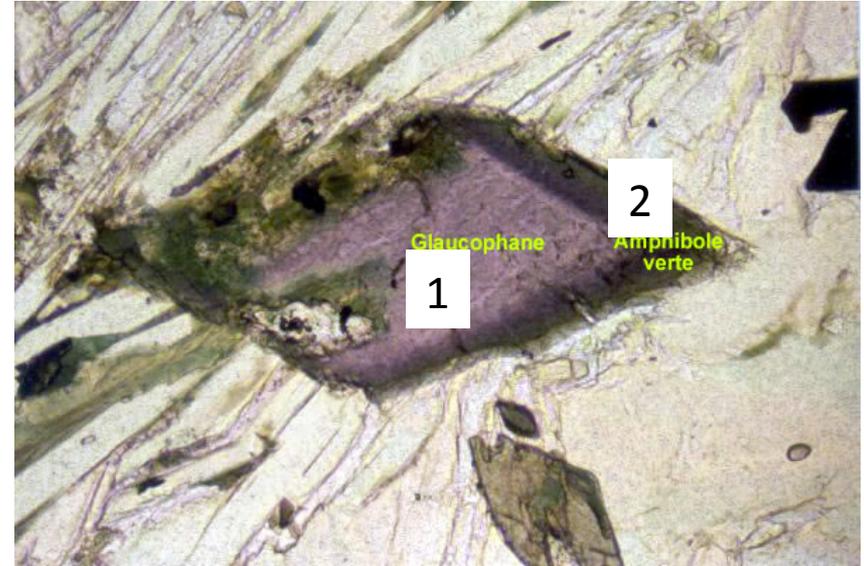
Exercice 1

Source : planet-terre.ens-lyon.fr



Principe de recoupement

*Filon de granite dans une roche
métamorphique (Vendée)*

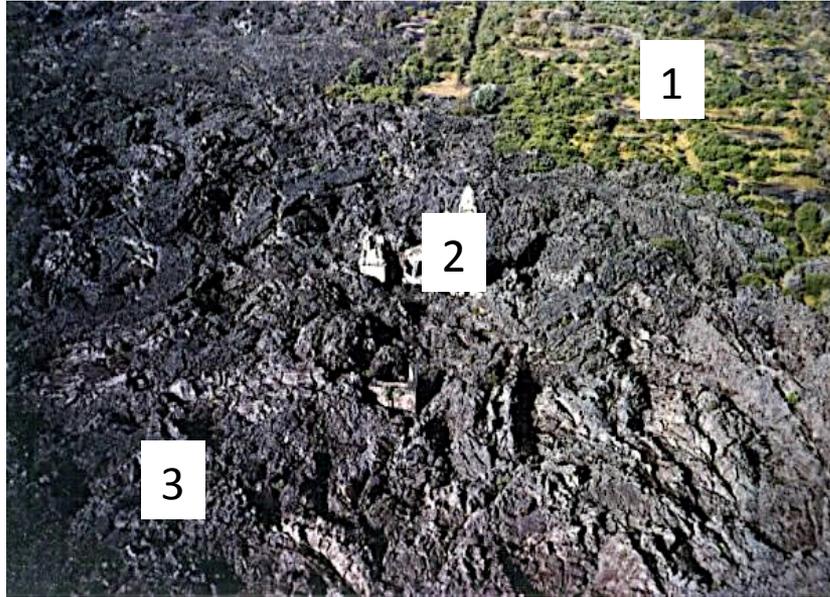


Principe d'inclusion

Métabasalte du Queyras (lame mince)

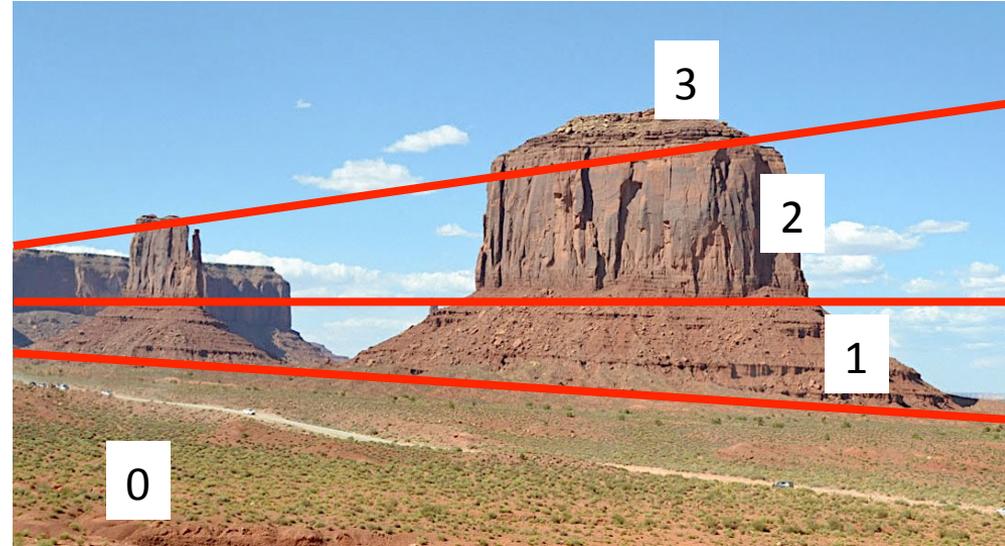
Exercice 1

Source : planet-terre.ens-lyon.fr



Principe de superposition (1-2)
et d'inclusion (2-3)

Église mexicaine du XVIIIème siècle



Principe de superposition
et de continuité

Monument Valley

Limites : les terrasses alluviales

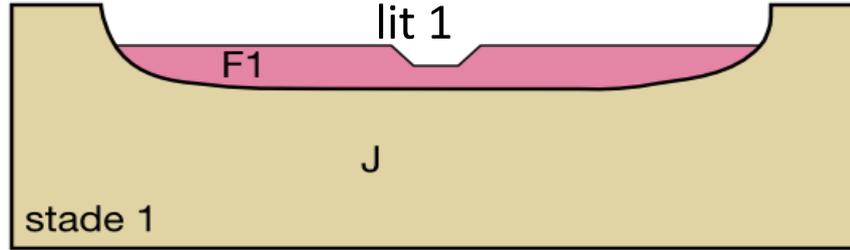
Exception au principe de superposition



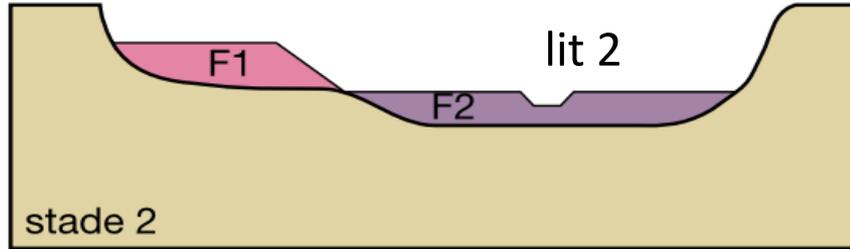
Dépôts de terrasses fluviales par une rivière du Népal (à Pokhara)

Limites : les terrasses alluviales

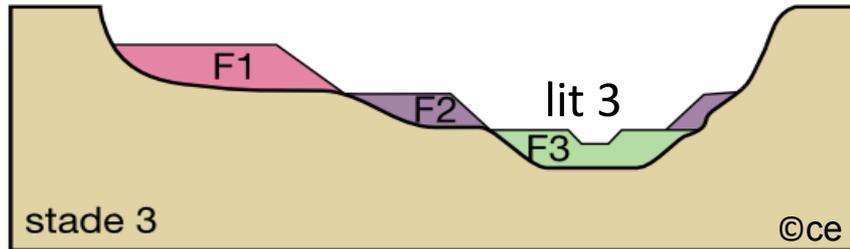
1 – Dépôt d'alluvions



2 – Creusement du lit de la rivière



3 – Dépôt d'alluvions plus récentes



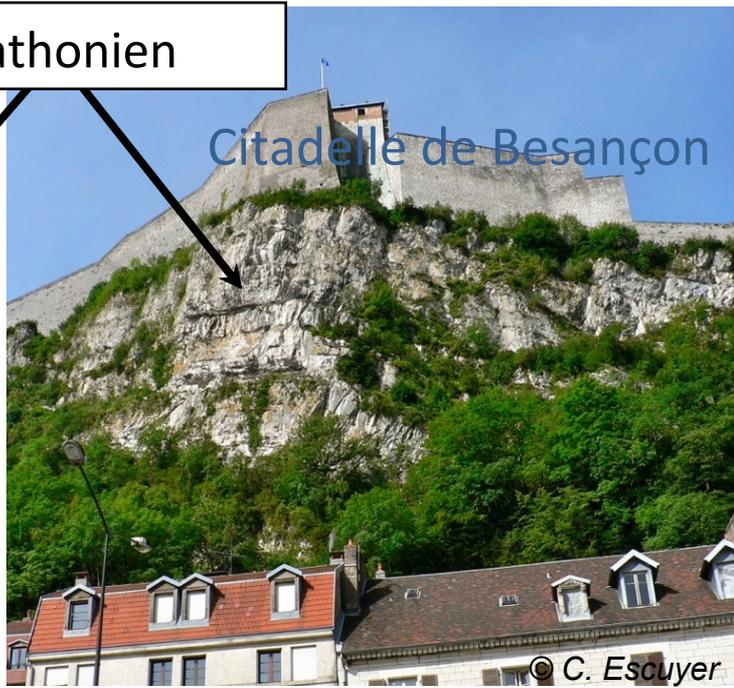
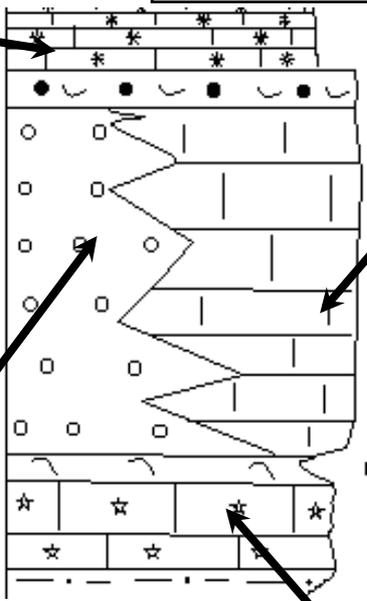
4 – Creusement des alluvions les plus récentes

Passage latéral de faciès

dalle nacrée



Calcaire du bathonien



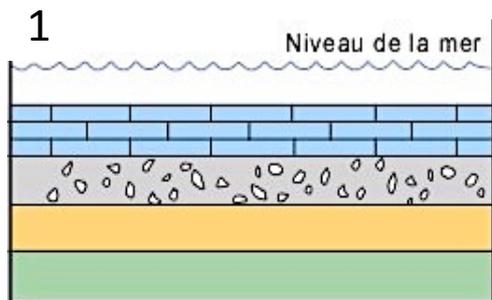
Marne à rhynchonelles à Héricourt

calcaire de Mailley (Bajocien)

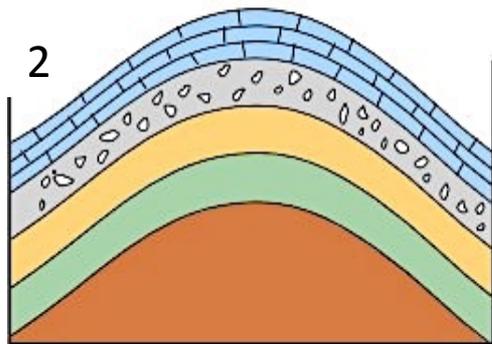
Histoire géologique



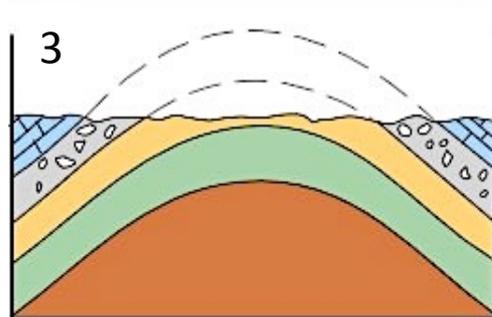
Histoire géologique



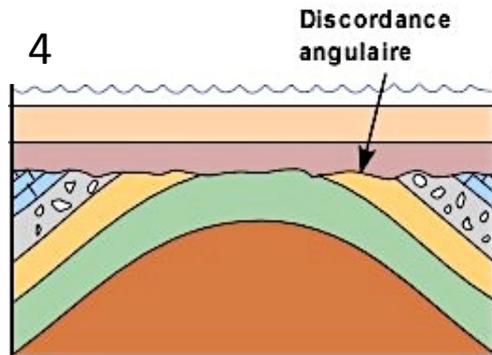
Dépôt
Les couches sédimentaires se déposent à l'horizontale



Plissement et soulèvement
Il est fréquent que les forces tectoniques de compression plissent ces couches originellement horizontales



Érosion
Les couches plissées sont subséquemment érodées et les reliefs aplanis

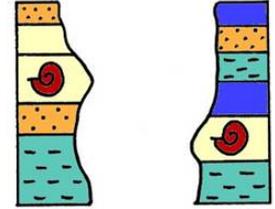


Nouveau dépôt
Si d'autres couches se déposent au-dessus, par exemple à la faveur d'un envahissement par la mer, il en résulte une relation d'angularité entre les deux ensembles. La surface qui sépare les deux ensembles est une discordance angulaire.

La biostratigraphie : utilisation des fossiles

Le principe d'identité paléontologique

Deux strates qui possèdent le même contenu fossilifère sont de même âge... attention néanmoins au type de fossile...



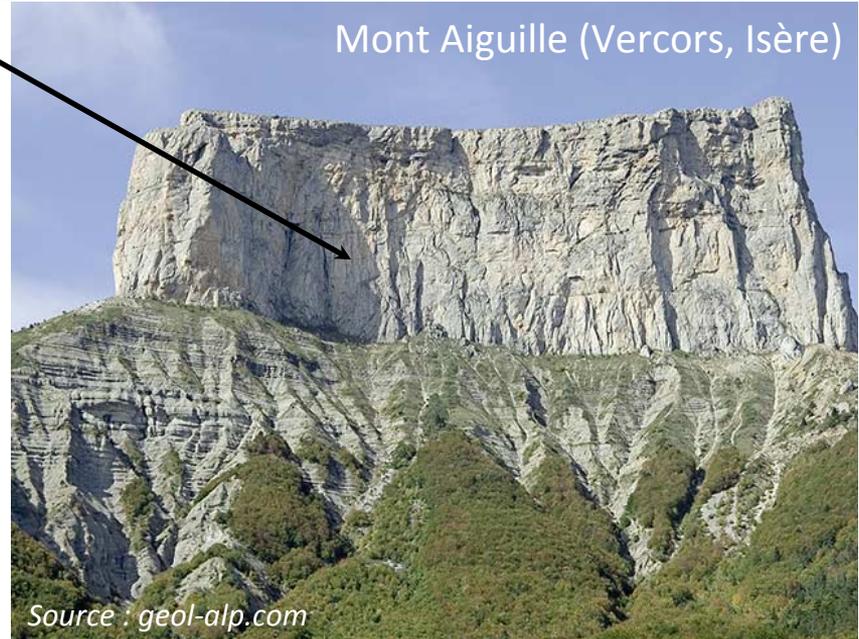
Calcaire urgonien (- 130 à - 112 MA) riche en rudistes et orbitolines

Calanques de Sugiton (vers Cassis)



Source : P. Thomas, planet-terre.ens-lyon.fr

Mont Aiguille (Vercors, Isère)



Source : geol-alp.com

Le Nautilé, un animal panchronique

Mollusque céphalopode

2 espèces actuelles

300 espèces fossiles en 500 MA



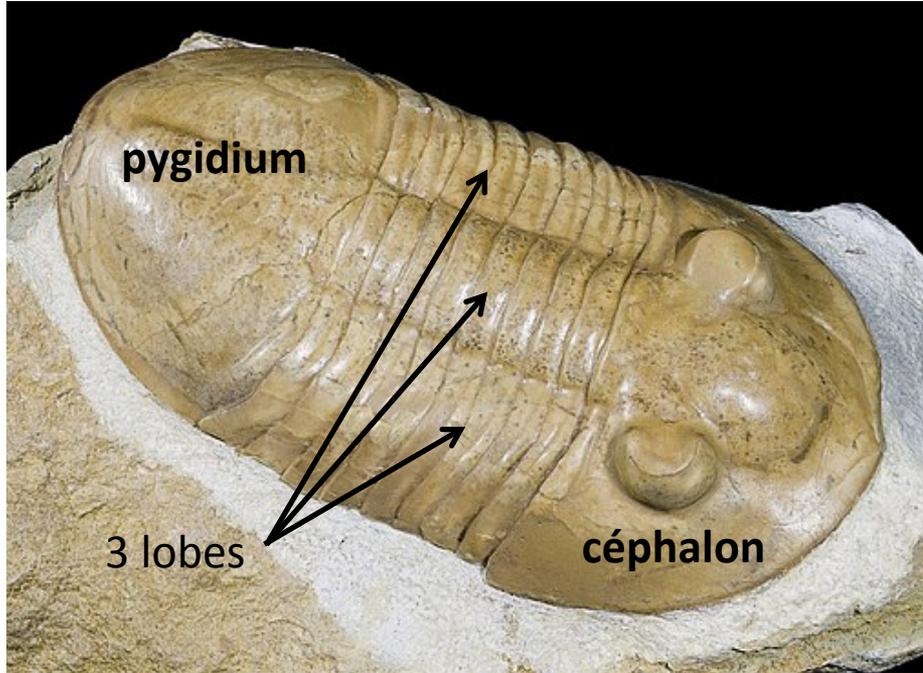
Nautilé de Madagascar (100 MA)



Nautilé vivant, actuel (océan indien)

Il y a eu évolution mais les caractères morphologiques pour reconnaître les espèces ont peu changé : ce fossile est donc un marqueur peu utile pour dater une strate

Trilobite



©Descouens – Musée de Toulouse

Arthropode marin ayant existé du Cambrien au Permien.

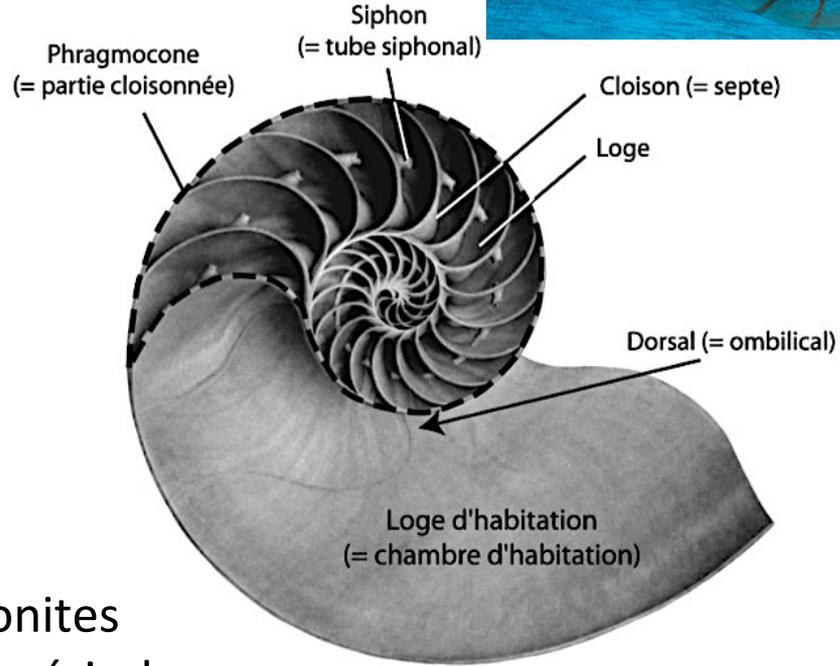
Métamérie marquée en 3 lobes, encadrés par le céphalon antérieur (tête) et le pygidium postérieur.

Taille de 1 mm à 70 cm
18700 espèces décrites

Exercice 3

Ammonites

Source : histoLogik.com



grande diversité d'espèces d'ammonites
 chacune n'ayant existé qu'une courte période

Exercice 3

De très bons fossiles stratigraphiques

Goupe HILDOCERAS		
H.caterinii	■	
H.sublevisoni	■	
H.tethysi	■	
H.crassum	■	
H.lusitanicum	■	
H.apertum	■	
H.bifrons	■	
H.angustisiphonatum	■	
H.semipolitum	■	
	-182 Ma	-180 Ma



Hildoceras caterinii



Hildoceras bifrons



Hildoceras sublevisoni

Mollusques Bivalves

Gryphée

Source : lithothèque de Caen



Mollusque Bivalve à crochet non perforé, vivant posé sur les fonds meubles, ayant vécu du Trias supérieur au Jurassique.

Rudistes

Mollusque Bivalve à grande valve conique surmontée d'une valve plus petite. Coquille très épaisse.

Animal de zone récifale vivant à moins de 10 m de fond, en eau claire, chaude et agitée. Jurassique supérieur à Crétacé.

https://www.si.edu/object/nmnhpaleobiology_3585720



Mollusques Gastéropodes



Source : <https://science.mnhn.fr>

Turitelle

Mollusque Gastéropode marin à coquille hélicoïdale très allongée vivant en zones d'herbiers peu profonds (< 10 m) depuis le Crétacé jusqu'à l'actuel.



Source : [geoforum](http://geoforum.com)

Planorbe

Mollusque Gastéropode lacustre à coquille hélicoïdale lisse, plane et très circulaire, vivant en eaux douces peu agitées, depuis l'oligocène jusqu'à l'actuel.

Foraminifères

Nummulite : benthique

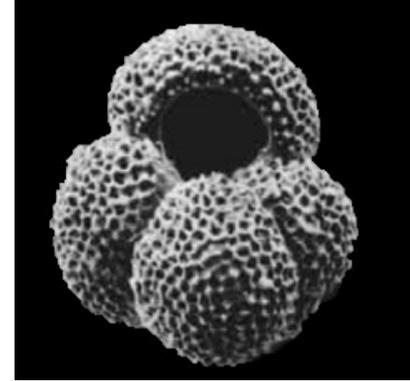
de - 65 MA à - 23,5 MA



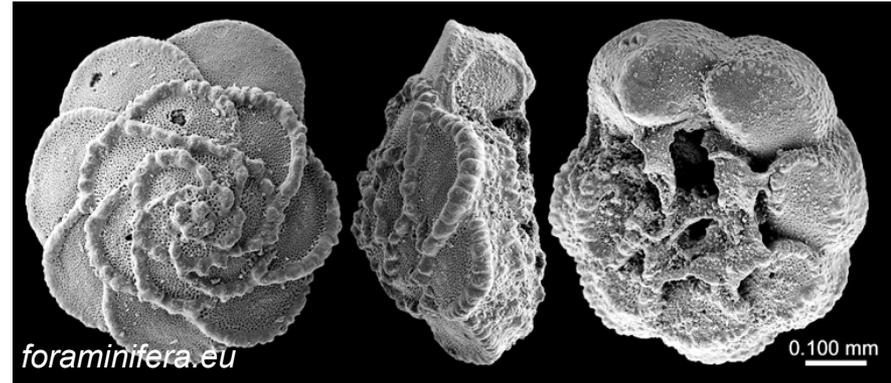
Eucaryote
unicellulaire
benthique vivant
dans les mers
chaudes.

Globigérines et Globotruncana : planctoniques

Globigérine



Globotruncana

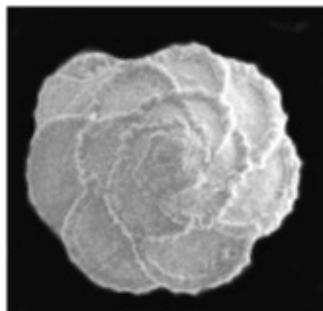


Exercice 3

Foraminifères et crise crétacé-III

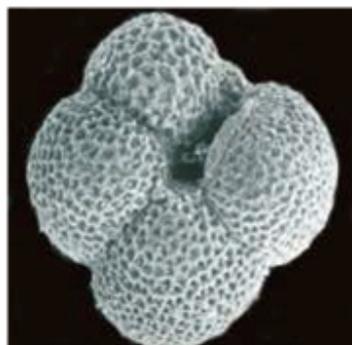
foraminifères fossiles de la fin du secondaire (Crétacé) et du début du Tertiaire

groupes	genres	Crétacé			Tertiaire		
		Santonien	Campanien	Maestrichtien	Danien	Montien	Thanétien
Hétérohélicidés	Heterohelix						
	Pseudotextularia						
	Racemiguembelina						
Globotruncanidés	Hedbergella						
	Globotruncana						
	Abathomphalus						
Globigérinidés	Globigerina						



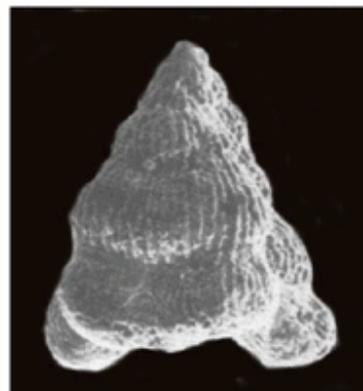
Globotruncana

taille : entre 1mm et 0,25mm –
photo fiche ECE



Globigerina

Ø approximatif : 0,25mm
photo fiche ECE

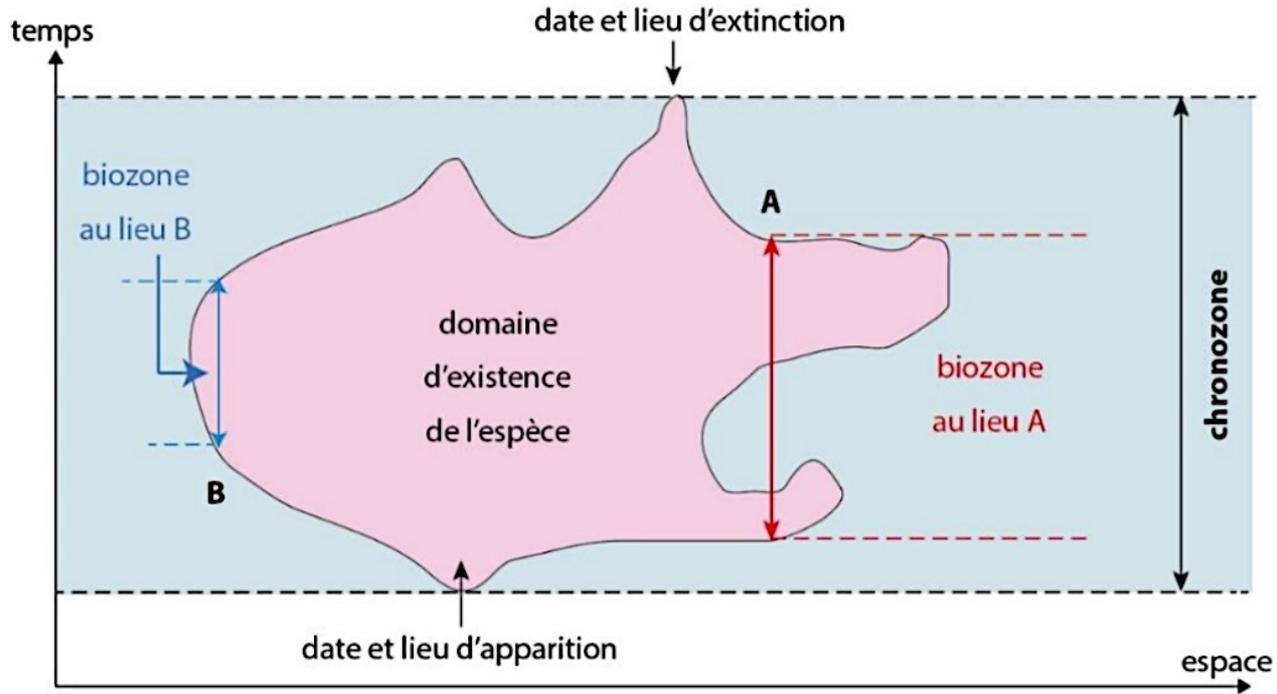


Heterohelix

photo fiche ECE

0,5 mm

Biozone et chronozone

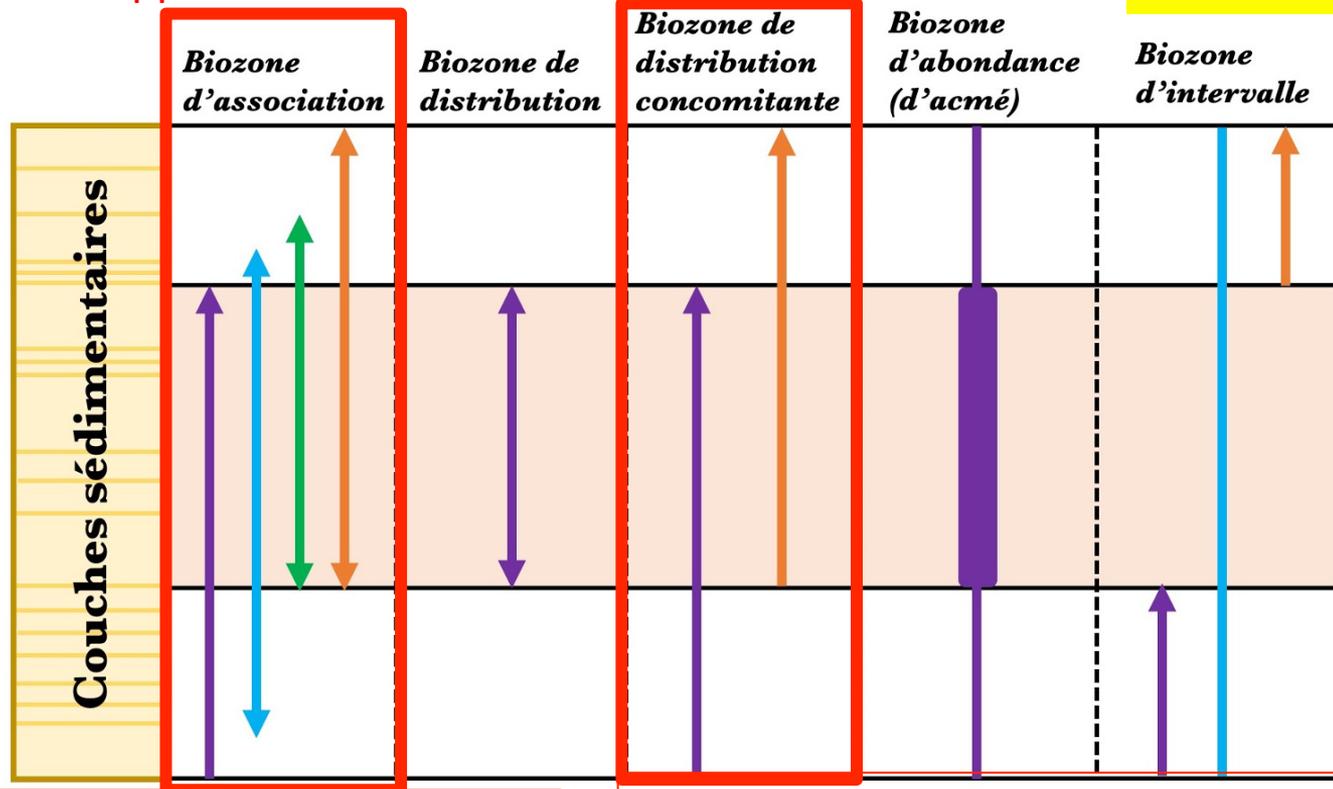


Biozone = ensemble des roches sédimentaires contenant une espèce fossile donnée.

= Biozone d'Oppe

Les biozones

une couleur = une espèce



Biozone d'association = ensemble de couches sédimentaires caractérisé par un assemblage unique de fossiles

Biozone de distribution concomitante limitée à la base par l'apparition d'un taxon et au sommet par la disparition d'un autre.

Le stratotype Hettangien



Niveau inférieur = calcaire gris



Source : <https://sites.ac-nancy-metz.fr>

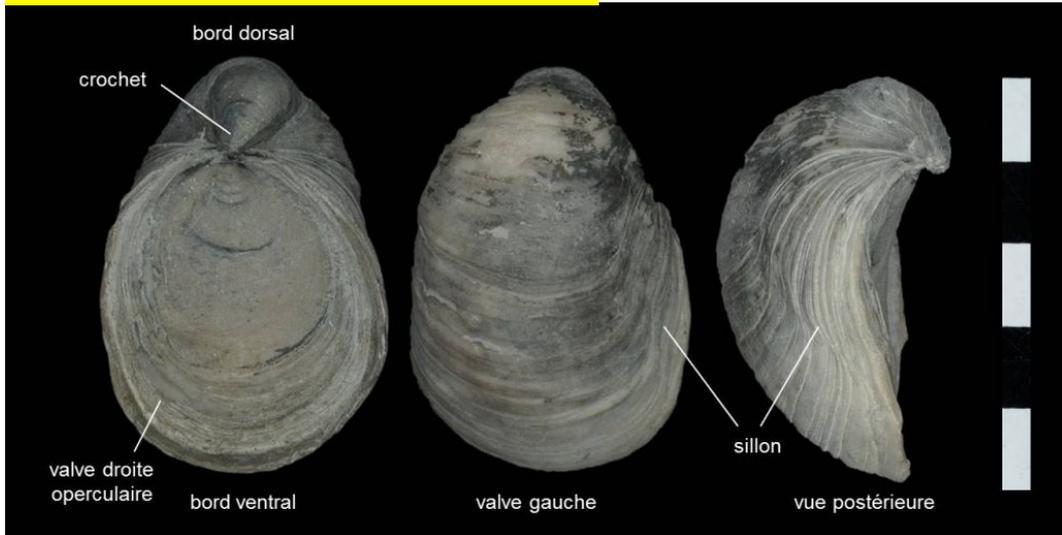
Niveau supérieur = grès d'Hettange

Niveau inférieur

Psiloceras planorbis (Source : ENSG)



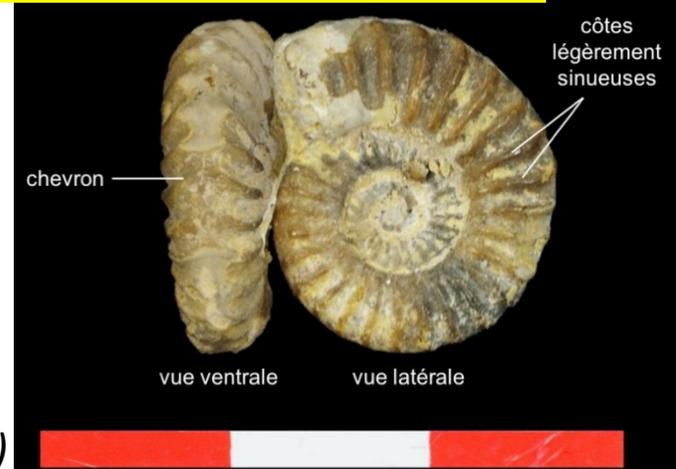
Gryphée, Mollusque Bivalve



Fossile du niveau inférieur de l'Hettangien
(Source : ENSG)

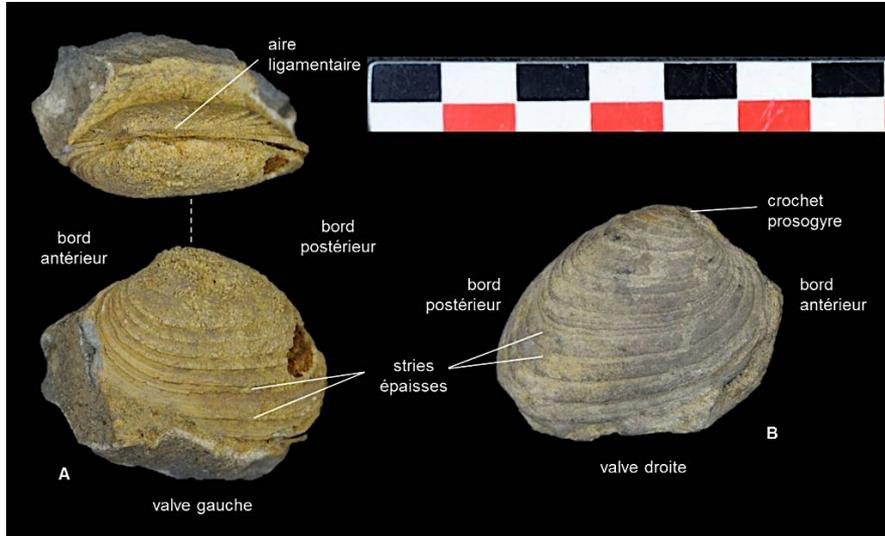
Waehneroceras subangulare (Source : ENSG)

Ammonites Mollusques Céphalopodes



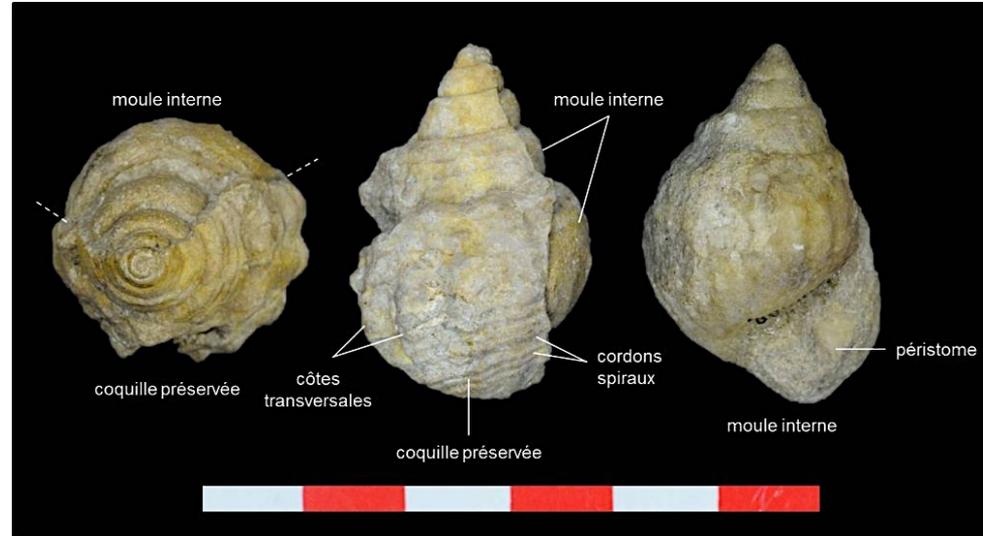
Exercice 4

Niveau supérieur



Cardinia angustiplexa (Source : ENSG)

Mollusque Bivalve



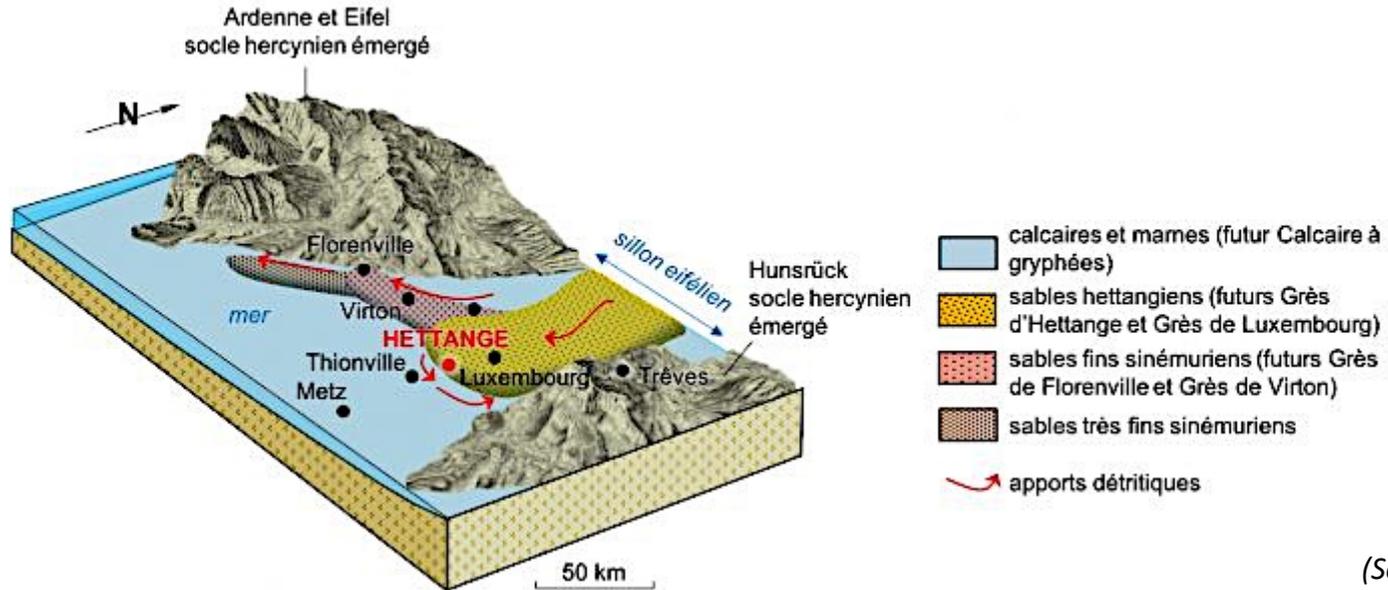
Microschiza philenor (Source : ENSG)

Mollusque Gastéropode

L'Hettangien correspond au début du Jurassique : ouverture de l'océan Téthys à l'origine de la dislocation de la Pangée.

Contexte de littoral car :

- Fossiles marins de faible profondeur
- Présence de quartz et argiles issus de l'érosion continentale, avec apport par les fleuves.



Contexte paléogéographique

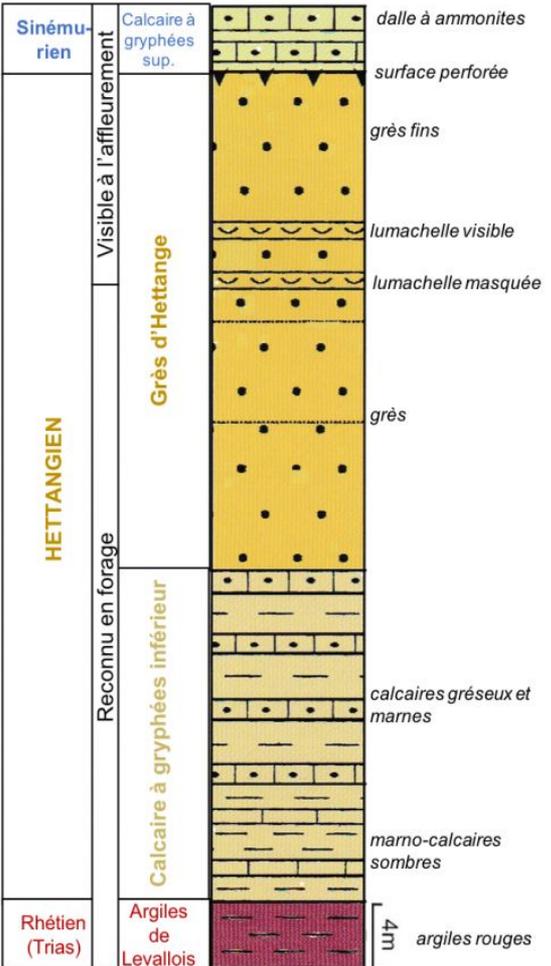


Le fait d'observer des sédiments quartzeux et grossiers à la base mais de plus en plus argileux indique une profondeur des eaux de plus en plus importante : enfoncement du socle ou montée des eaux.

*Reconstitution paléogéographique de la région d'Hettange au début du Jurassique
(Source : Colorado Plateau Geosystems Inc. 2012)*

Exercice 4

Log stratigraphique

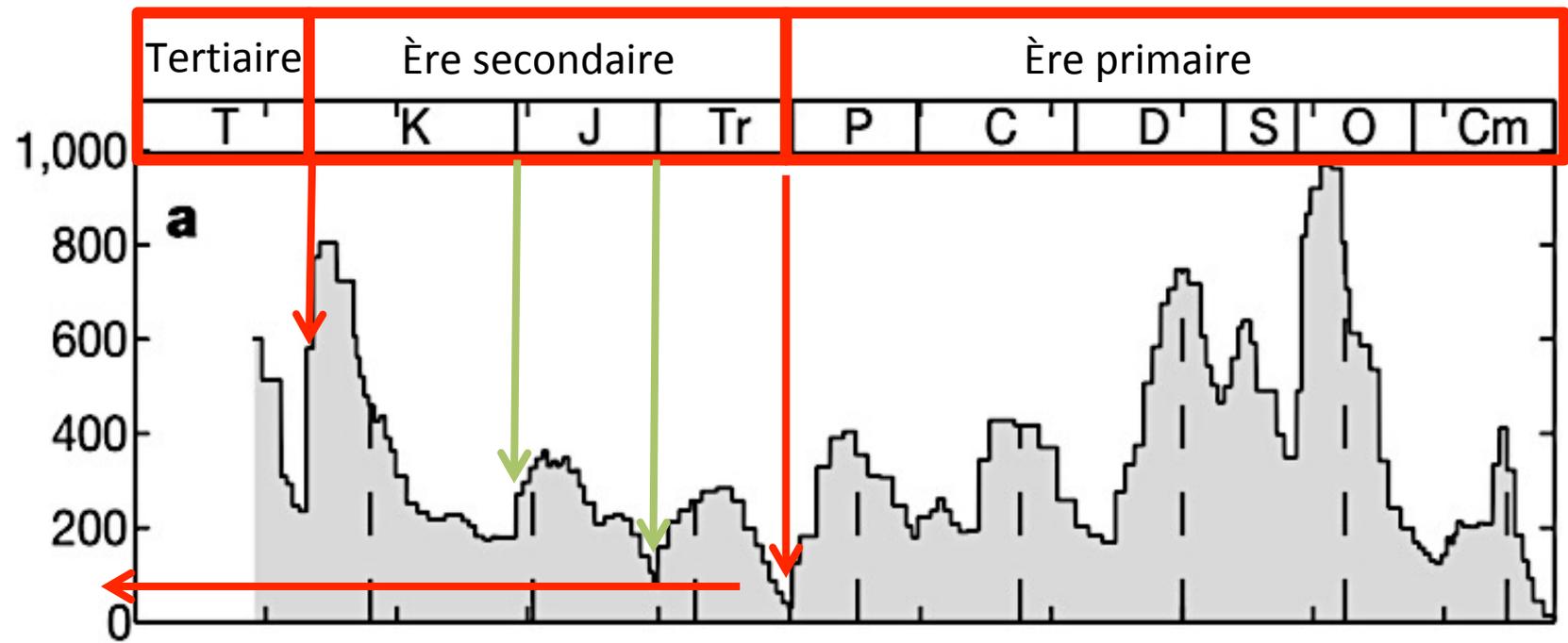


Hettangien défini à Hettange

Stratotype d'unité car :

- Série sédimentaire complète
- Nombreux macrofossiles
- Indices de microfossiles

Le stratotype de limite



Les limites sont des périodes d'extinctions massives.

Trias : maximum de 280 genres

Début du Jurassique : seulement 75 genres environ

Extinction de 70 à 75% des genres

La limite Trias-Jurassique

Victimes rhétiennes ☹️

Gerrothorax
 Rutiodon
 Thecodontosaurus
 Misikella, le dernier des conodontes
 Placochelys
 Placodus
 Reconstitution d'un conodontophore (porteur de conodontes)
 Exemple de conodonte
 Kuehneosaurus

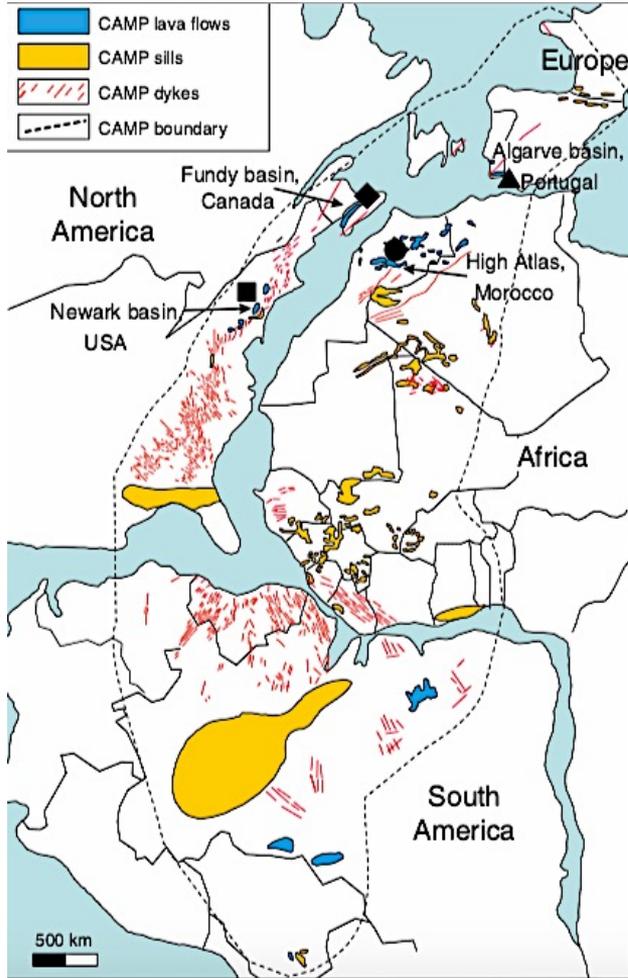
Survivants ☺️

Plesiosaurus
 Hybodus
 Stylophyllopsis
 Dimorphodon

Émergeants de l'Hettangien ☺️

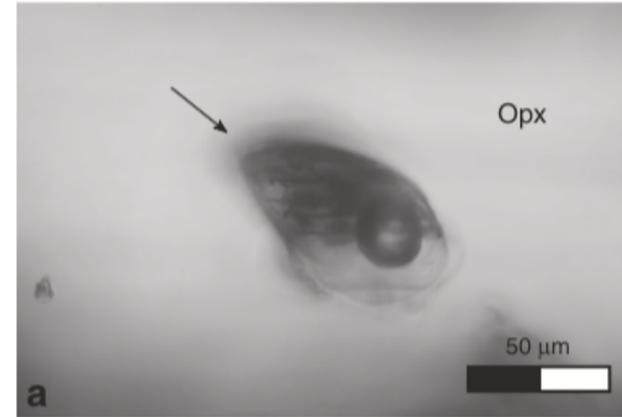
Vulcanodon
 Eurycleidus, le premier Pliosauridae
 Lesothosaurus
 Ichtyosaurus
 Massospondylus

Ouverture de l'Atlantique



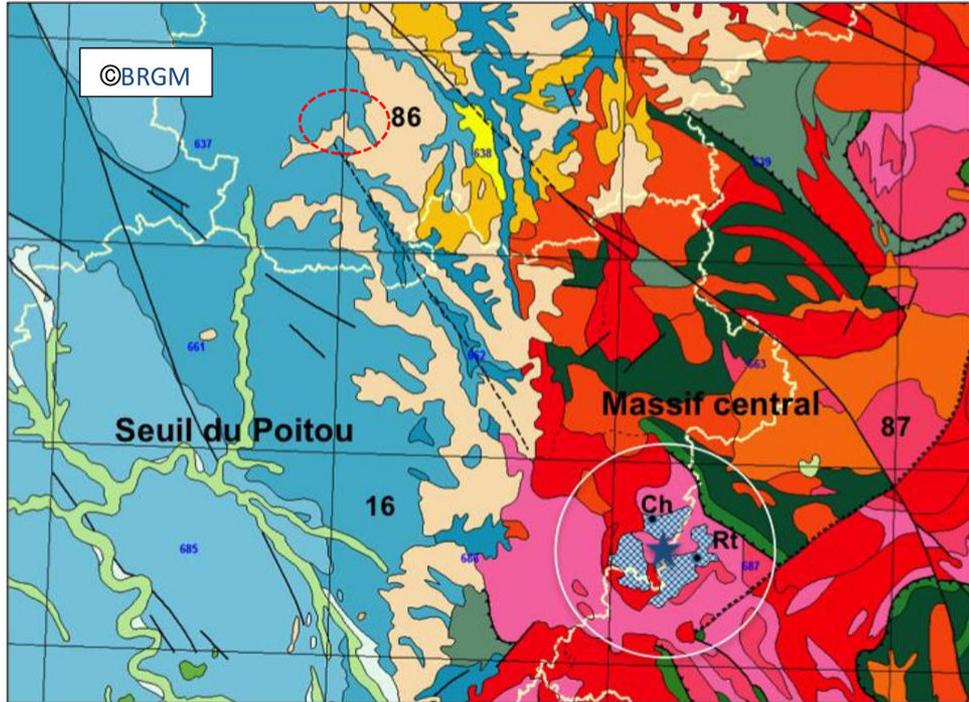
Carte des provinces magmatiques de l'Atlantique Central (CAMP) analysées.

La carte est celle de l'Atlantique il y a 200 Ma.



Bulle de gaz dans un orthopyroxène.
Son analyse permet de connaître la composition atmosphérique de l'époque.

La météorite de Rochechouart



Roches = impactites

Cratère de 20 km de diamètre
(peu visible).

Traces de tsunamis à des
distances de 700 voire 1 300
km du cratère.

20 km  ★ Centre de l'astroblème de Rochechouart (Rt) - Chassenon (Ch)



Brèches d'impact de météorite

 Zone des forages ANDRA
de 1994-96

La crise Trias-Jurassique

Fort réchauffement climatique avec baisse du pH des océans par suite de l'activité volcanique intense due à l'ouverture de l'Atlantique Central.

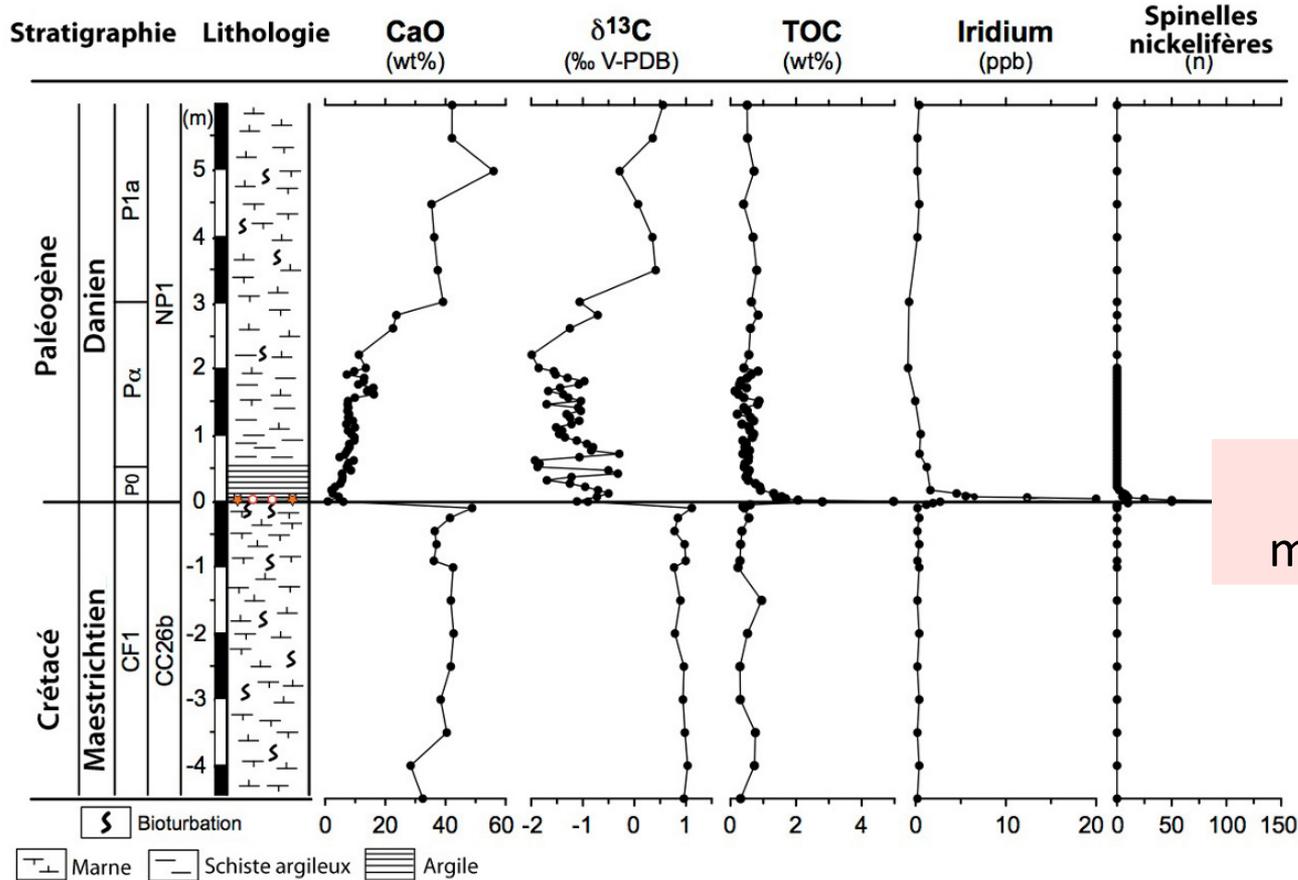
Possible variation du niveau océanique perturbant les écosystèmes côtiers.

Possible météorite de Rochechouart, ayant engendré un tsunami.

Les principales crises

Crise	Cause(s)	% espèces disparues
Ordovicien – Silurien - 445 Ma	Glaciation complète de la Terre (Snowball Earth)	85
Dévonien – Carbonifère - 372 Ma	Variations climatiques et du niveau des mers + diminution du taux de dioxygène	75
Permien – Trias - 250 Ma	Forte activité volcanique (CO ₂ et H ₂ S), forte baisse du niveau marin (250 m), climat très chaud (air à 55°C et eau à 40°C en moyenne)	95
Trias – Jurassique - 200 Ma	Fort volcanisme (ouverture de l'Atlantique), baisse du niveau marin +/- météorite	75
Crétacé – Tertiaire - 65 Ma	Météorite et fort volcanisme (trapps du Deccan)	75

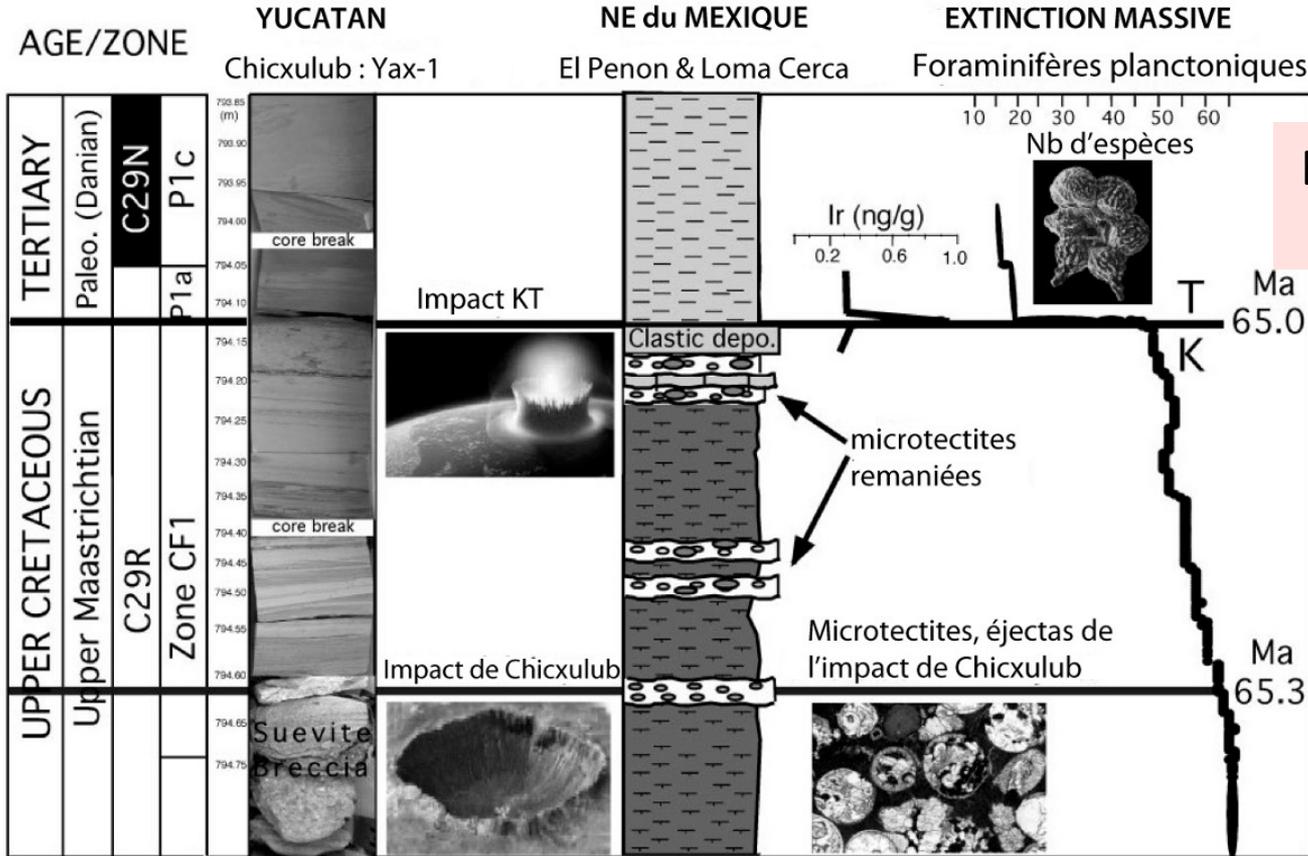
Le stratotype de limite



pic d'iridium et de magnétite nickelifère

Stratigraphie et géochimie des sédiments d'El Kef (Tunisie)

La crise K-T



Extinction de masse des Foraminifères

Le GSSP

Un clou d'or ou GSSP est la limite entre deux étages géologiques , un point stratotypique Mondial. Il doit répondre à 10 critères dont :

- accessibilité et repères sur le site
- dépôt épais et riche en fossiles
- présence de radioisotopes pour le dater précisément...



clou d'or de la limite danien / sélandien à 61,1 MA à Zumaia (Espagne)

BILAN : l'échelle stratigraphique

Ère	Période	Epoque	Etage		
Paléozoïque ou primaire	Permien	Supérieur	Thuringien		
		Inférieur	Saxonien Autunien		
	Carbonifère	Silésien		Stéphanien Westphalien Namurien	
				Viséen Tournaisien	
				Franennien Frasnien	
		Dévonien	Supérieur	Givétien	
			Moyen	Eifélien Emsien	
	Inférieur		Praguien Lochkovien		
	Silurien	Supérieur		Pridolien Ludfordien Gorstien	
			Inférieur		Homerien Scheinwoodien Telychien Aeronien Rhuddanien
				Supérieur	
		Inférieur			
			Cambrien	Supérieur	
		Moyen			
	Inférieur				
				Protérozoïque	Briovérien
		Pentévrien			
	Archéen	Sup. Icartien			
		Moyen			
		Inférieur			
	Hadéen				

Ère	Période	Epoque	Etage			
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène				
		Pléistocène				
	Tertiaire	Néogène	Pliocène	Sup. Gélacien		
				Moy. Plaisancien		
				Inf. Zancéen		
			Miocène	Sup. Messinien Tortonien		
				Moy. Serravallien		
		Paléogène	Eocène	Sup. Priabonien		
				Moy. Bartonien Lutézien		
				Inf. Yprésien		
			Oligocène	Sup. Chattien		
				Rupélien		
	Paléocène	Sup. Danien				
	Mésozoïque ou secondaire	Crétacé	Supérieur	Maastrichtien Campanien Santonien Coniacien Turonien Cénomarien		
				Inférieur	Albien Aptien Barrémien Hauterivien Valanginien Berriasien	
					Supérieur	Tithonien Kimméridgien Oxfordien
						Moyen
				Trias	Inférieur	
			Supérieur			Rhétien Norien Carnien Ladinien Anisien Scythien