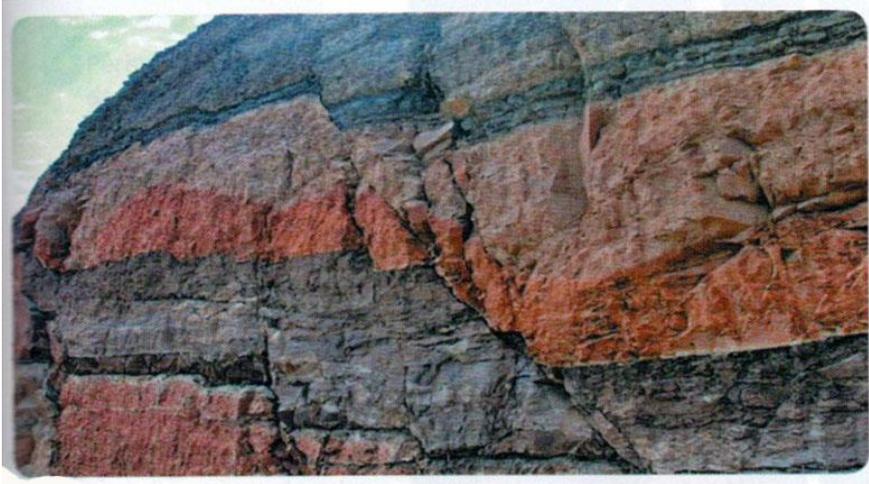
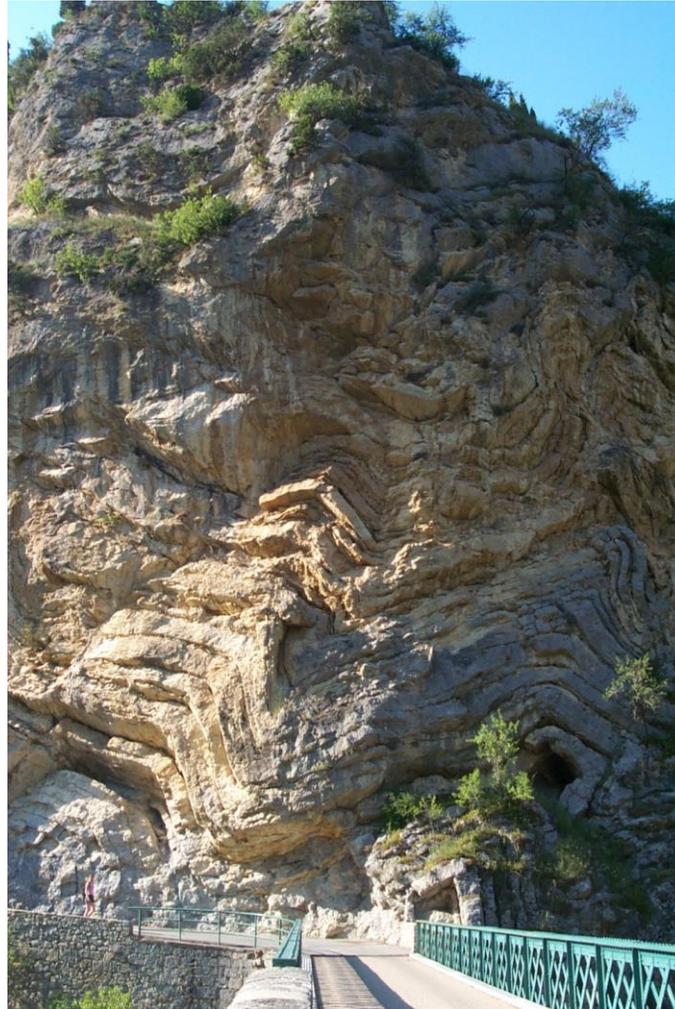


## La datation relative sur le terrain



Q: en observant les relations géométriques entre les différentes structures visibles sur ces documents, reconstituer la chronologie de leur mise en place

## Les trois principes de la chronologie relative

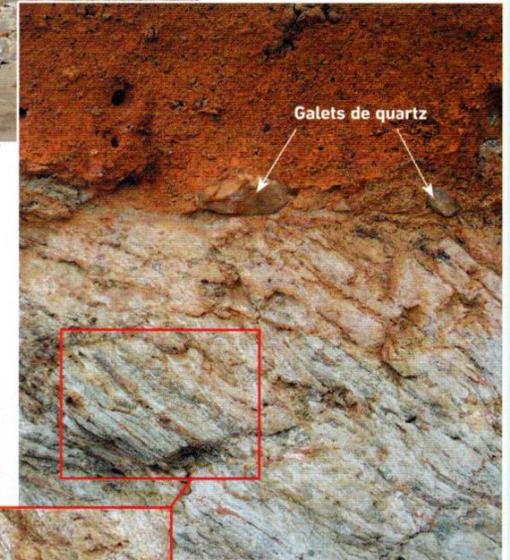
La datation relative permet d'ordonner des structures (strates, failles...) et des événements géologiques (sédimentation, intrusion, formation d'une chaîne de montagnes, métamorphisme...), les uns par rapport aux autres. Elle repose sur des principes de la chronologie relative, parmi lesquels :

- **le principe de superposition** : des sédiments se déposent toujours en recouvrant les sédiments anciens. S'il n'y a pas eu de fortes déformations du terrain depuis le dépôt, alors toute strate est plus récente que celle qu'elle recouvre ;
- **le principe de recoupement** : des déformations comme les plis et les failles ou des événements comme des intrusions plutoniques sont postérieurs aux strates qu'elles recoupent. De même, les événements ayant conduit à des transformations métamorphiques sont postérieurs aux roches affectées par le métamorphisme.
- **le principe d'inclusion** : les inclusions sont des objets emprisonnés dans une roche ou une strate. Toute inclusion est plus ancienne que la structure qui l'entoure. Dans le cas d'un filon issu de l'injection de magma, le filon sera plus récent que la roche encaissante. Ces principes s'appliquent à l'échelle d'un affleurement, mais aussi à l'échelle d'une lame mince.

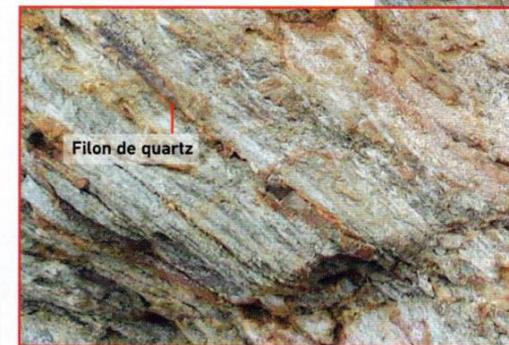


**A** Discordance du Jurassique sur les micaschistes primaires à Jard-sur-Mer (Vendée).

**Q:** en appliquant les principes de la chronologie relative, reconstituez la chronologie des événements qui ont abouti à la formation de la falaise du littoral atlantique à Jard-sur-Mer



**B** Détail de la surface de contact entre les roches sédimentaires du Jurassique et les micaschistes de l'ère primaire.

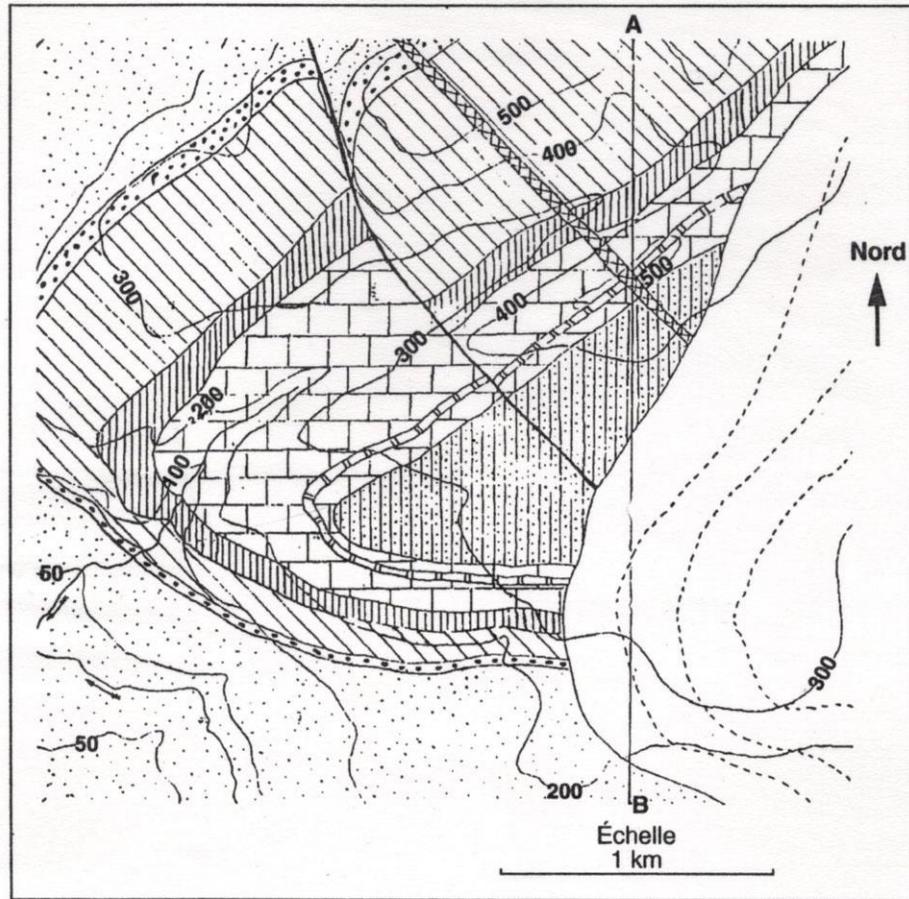


**C** Filons de quartz dans les micaschistes.

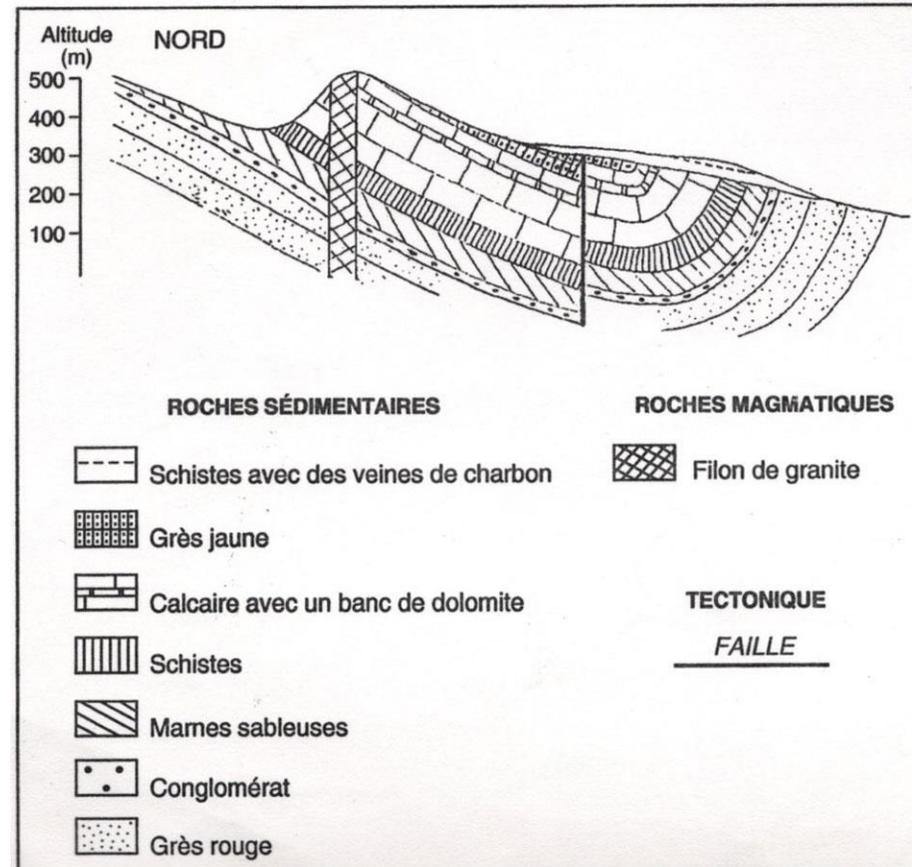
## Exercice 1

Exploitez les **documents 1 et 2** pour préciser la nature et la chronologie des événements géologiques qui ont affecté cette région.

### DOCUMENT 1 : Carte géologique simplifiée d'une région du Pays de Galles



Coupe A-B



# La datation relative grâce aux ammonites

La série sédimentaire d'Angles, épaisse de 25 mètres, montre une alternance de calcaires et de marnes. Elle a fait l'objet d'un relevé détaillé, banc par banc, du contenu fossilifère. Parmi les macrofossiles contenus dans ces roches, les ammonites sont très fréquentes. Elles se distinguent les unes des autres par les caractéristiques morphologiques de leur coquille: taille, enroulement, ornementation externe, forme des lignes de suture, forme de l'ombilic...



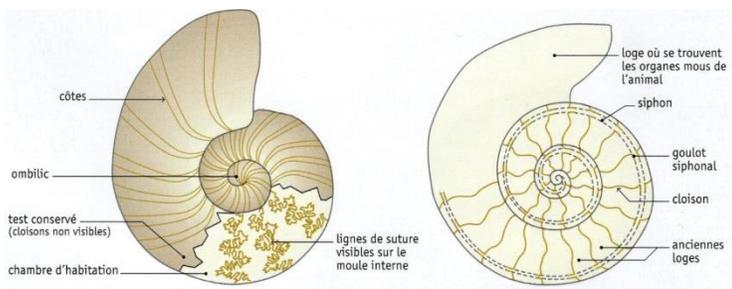
Pseudothurmannia angulicostata



Plesiospitidiscus ligatus

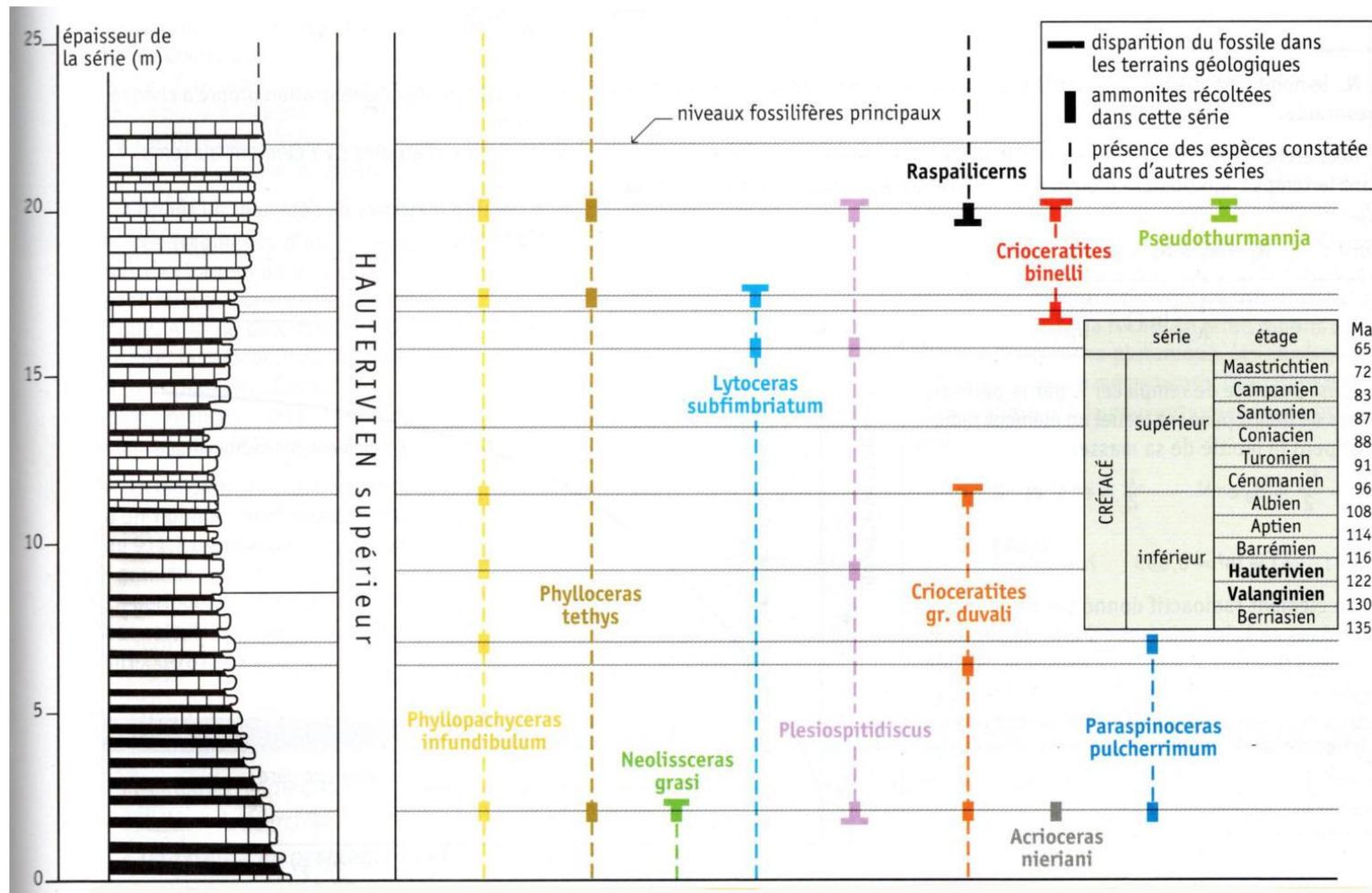


Phyllopacyceras infundibulum

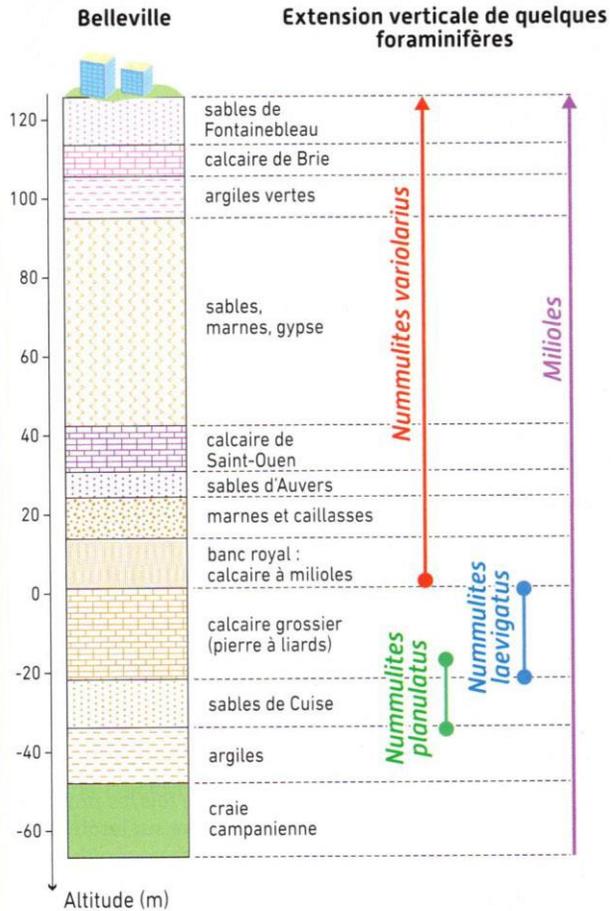


Organisation et morphologie de la coquille d'ammonite : vue externe (à gauche), coupe transversale (à droite).

- Q1: quelles types de roches peuvent être datées grâce aux fossiles ?  
 Q2: quelle est l'ammonite dont l'extension stratigraphique est la plus longue ? La plus courte ?  
 Q3: quelle est le meilleur fossile stratigraphique ? Justifiez la réponse  
 Q4: Comment le contenu paléontologique des strates défini-il des unités de temps en géologie ?



# Les caractéristiques d'un bon fossile stratigraphique



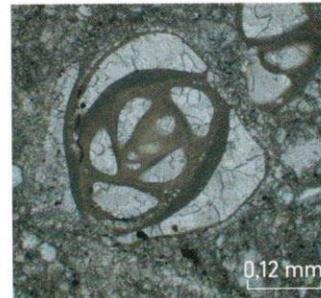
**A** Colonne stratigraphique de la colline de Belleville (Paris).



*Nummulites laevigatus.*



*Nummulites planulatus.*



*Miliolite.*

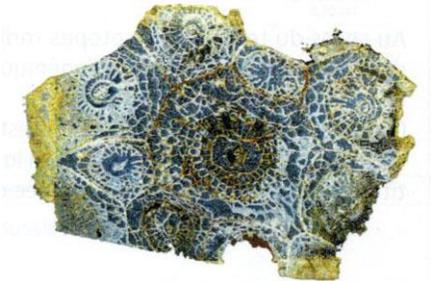


*Nummulites variolarius.*

**B** Quelques foraminifères fréquents dans les strates sédimentaires de Belleville.



**Localisation des fossiles d'archéocyathes, caractéristiques du Cambrien inférieur (-540 à -510 Ma), et des fossiles d'Argentinosaure (plus grand dinosaure terrestre).**  
 Les Archéocyathes sont des éponges calcifiées sans spicule qui prospèrent dans des eaux tropicales. De nombreux spécimens fossiles sont retrouvés en présence de trilobites.



- Q1: montrez l'intérêt de certains microfossiles dans la datation relative  
 Q2: comparez l'intérêt en tant que fossile stratigraphique d'Archéocyathe et d'Argentinosaure  
 Q3: donnez les trois caractéristiques essentielles d'un bon fossile stratigraphique

William Smith



À la fin du 18<sup>e</sup> siècle, lors du creusement de canaux acheminant du charbon en Angleterre, William Smith a constaté que, dans différentes branches du canal, on retrouve la même succession de strates (couches de roches), qu'il repère à leur contenu fossilifère unique. En 1795, il écrit : « Chaque strate a été successivement le lit de la mer et contient des traces minérales des organismes alors existants. » Il considère donc que chaque strate a le même âge sur toute son étendue : on parle aujourd'hui de **principe de continuité**. Il ajoute : « Chaque strate contient des organismes particuliers et cela permet dans les cas douteux de reconnaître les strates en examinant leurs fossiles. ». Selon lui, l'identifica-

tion de strates d'après les caractéristiques de leurs roches (lithologie) peut porter à confusion : deux strates d'âges différents peuvent avoir la même lithologie et une même strate peut présenter des variations de sa lithologie. Smith utilise donc uniquement les fossiles pour reconnaître les strates dans des sites différents. Il applique ce que l'on nomme aujourd'hui le **principe d'identité paléontologique**, selon lequel des strates ayant le même contenu fossilifère sont de même âge. Pour ce faire, il faut utiliser des **fossiles stratigraphiques**, réunissant trois critères : espèce à une grande extension géographique (pour corrélérer des strates en des endroits éloignés du globe), à courte durée à l'échelle des temps géologiques (pour avoir une précision fine dans le temps), et abondante.

William Smith (1769-1839), pionnier de la datation relative par les fossiles.

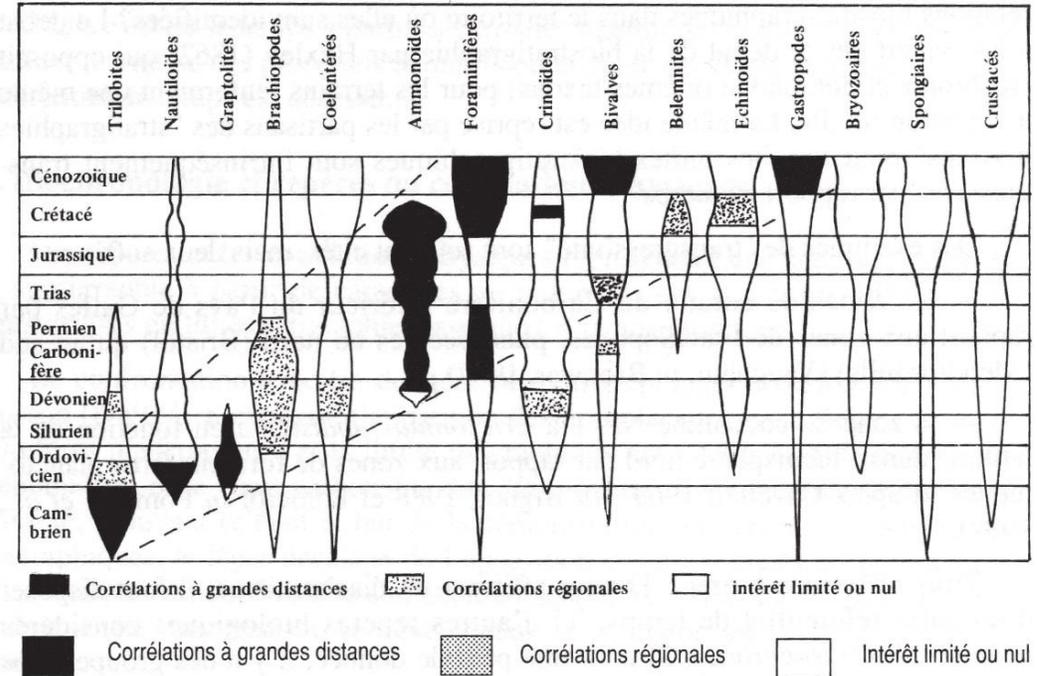


Graptolites



Trilobite

## Fossiles stratigraphiques et corrélations temporelles



9.10. Extension des principaux groupes d'Invertébrés et leur importance relative au cours du Phanérozoïque, classés selon la période où ils sont les plus significatifs et utilisés en biostratigraphie (D'après Babin, in Pomerol et al., 1987).



# L'évolution des FORAMINIFERES dans la série de Bidart

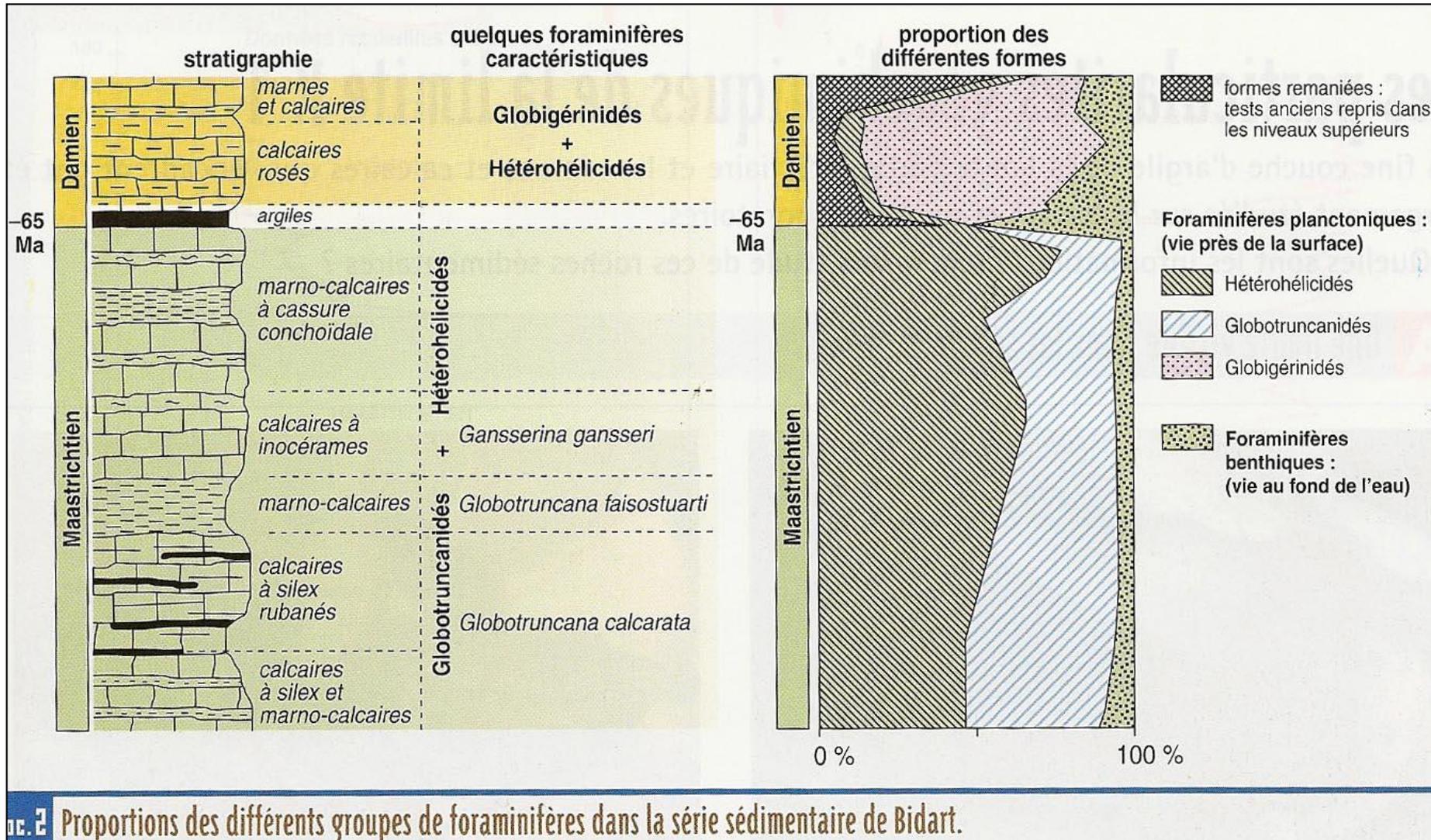
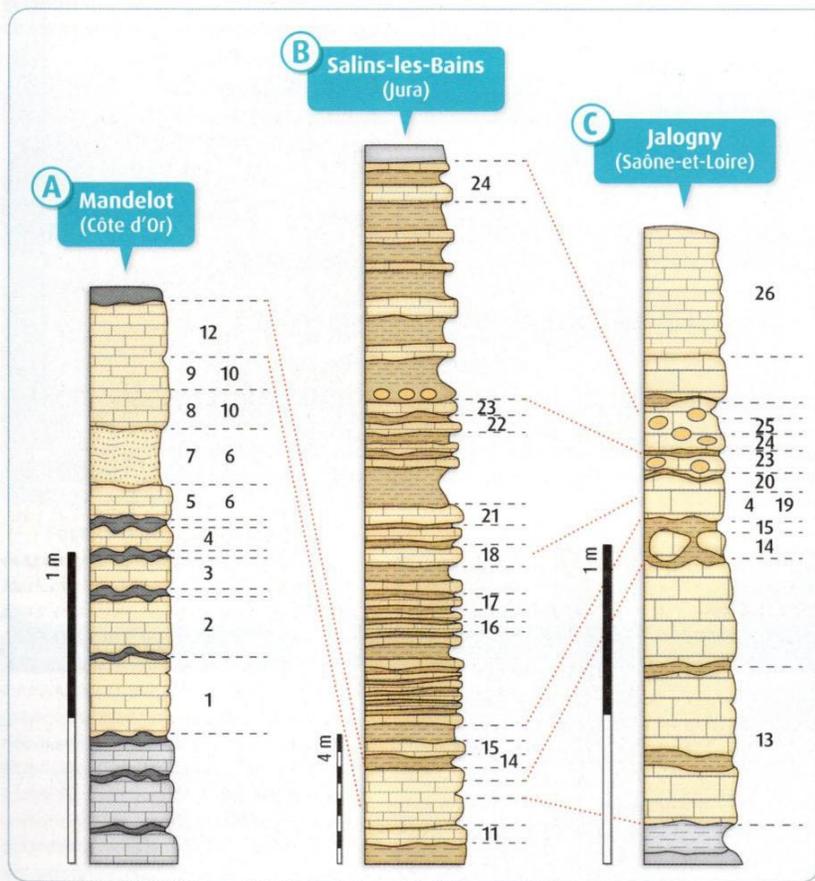


fig. 2 Proportions des différents groupes de foraminifères dans la série sédimentaire de Bidart.

# Stratotype d'unité et stratotype de limite



Étage	Sous-étage	Zones	Sous-zones	Ammonites caractéristiques
Sinémurien	Sinémurien supérieur (lotharingien)	Raricostatum	Aplanatum	25, 26
			Macdonnelli	25
			Raricostatum	23, 24
			Densinodulum	20 à 23
			Oxynotum	16 à 19
	Sinémurien inférieur	Semicostatum	Simpsoni	14, 15
			Denatus	
			Obtusum	13
		Turneri	Stellare	12
			Obtusum	12
Bucklandi	Turneri	6 à 11		
	Sauzeanum	6, 7		
	Scipionianum	5 à 7		
	Charlesi	2 à 4		
Bucklandi	Bucklandi	Bucklandi	1	
		Rotiforme		
		Conybeari		

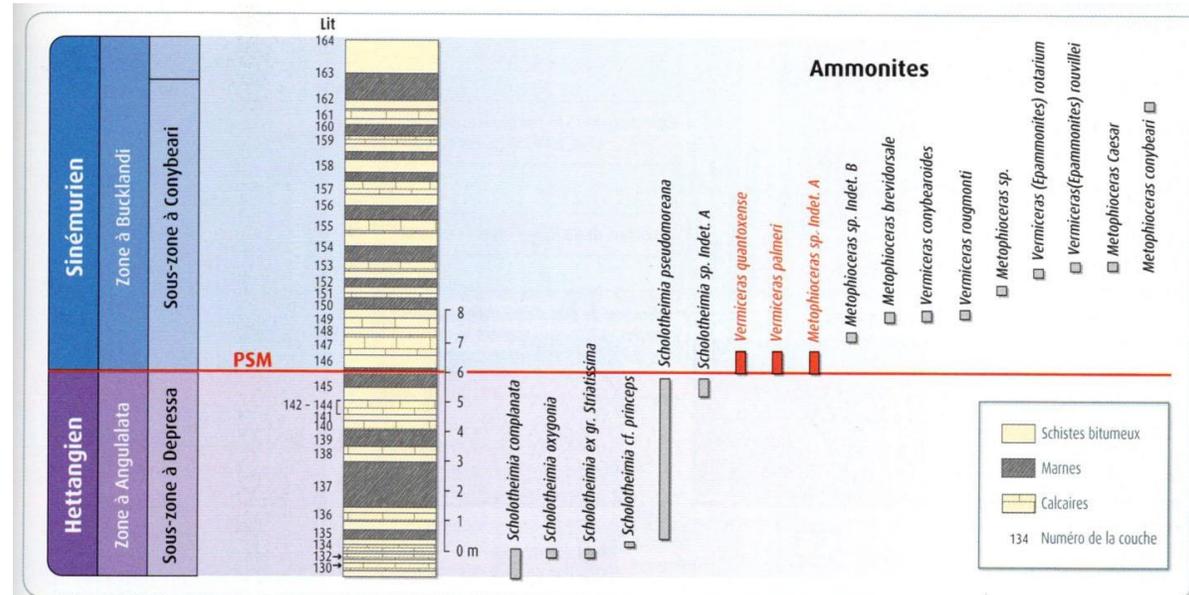
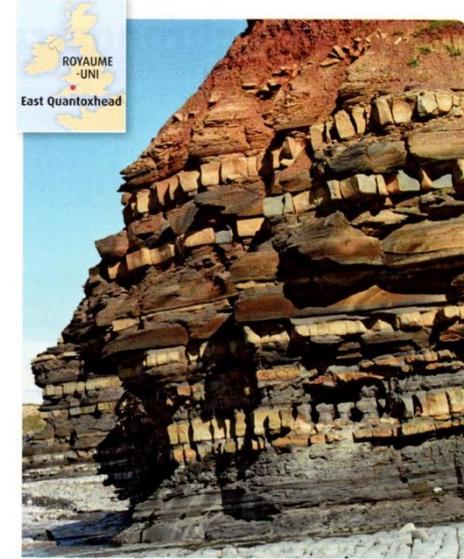
## 2 Le stratotype d'unité du Sinémurien.

En 1849, A. d'Orbigny crée l'étage Sinémurien, à partir de 31 fossiles d'ammonites caractéristiques. Toutefois, d'Orbigny ne donne aucun stratotype. Ce n'est qu'en 1951 que R. Moutergue réalise des coupes précises d'affleurements distants, qui, en les corrélant, définissent le stratotype du Sinémurien. Ce stratotype dit « d'unités » décrit la nature et le contenu fossilifère d'un étage. Seules trois coupes ont été représentées ici. Chaque numéro correspond à une espèce d'ammonites. Le principe d'identité paléontologique (voir unité 2) a permis de corrélater temporellement les coupes (figurant en pointillés), afin d'établir un stratotype complet de l'étage.

Q1: comment est définie la limite inférieure du Sinémurien ?

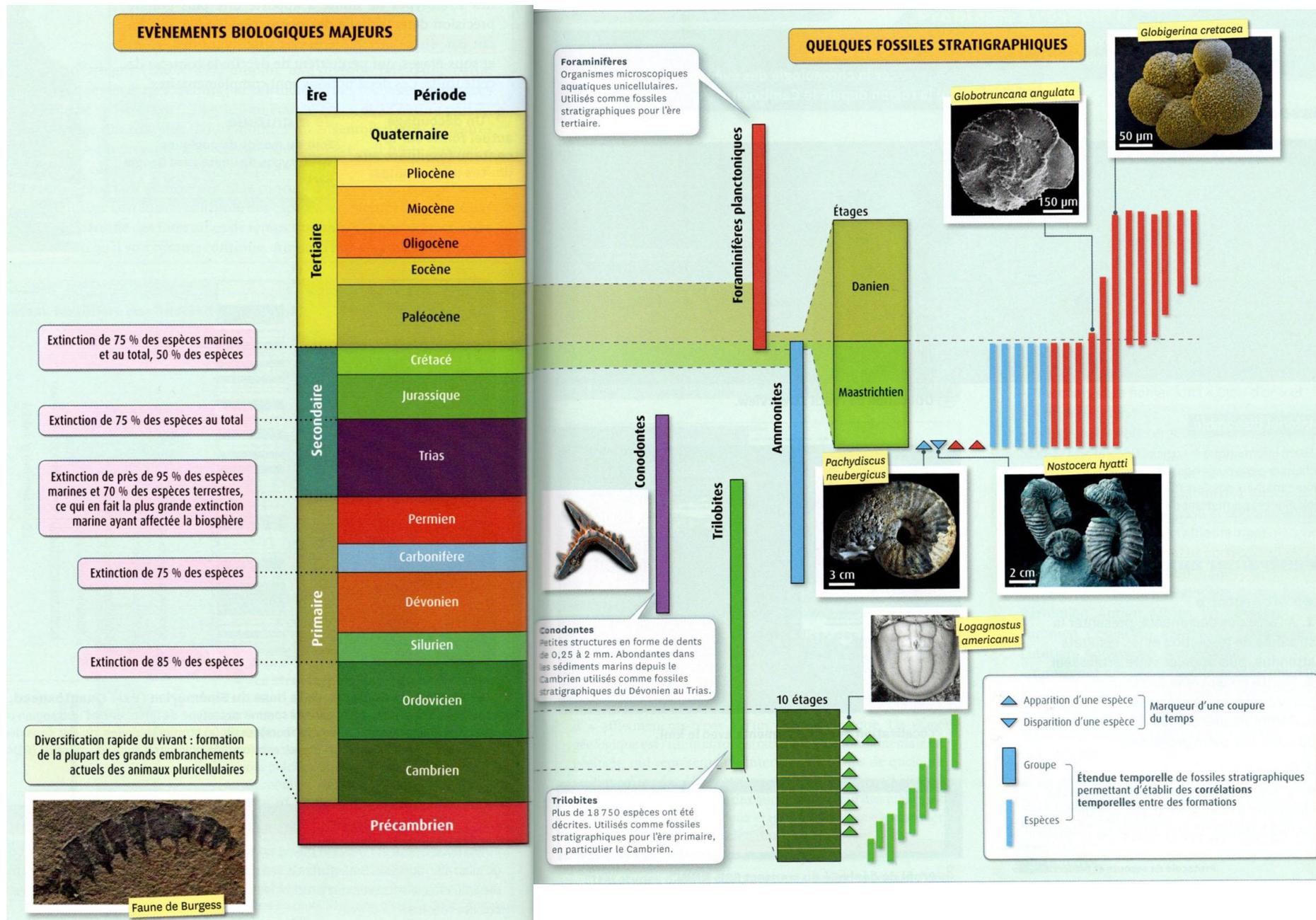
Q2: Montrez en quoi le stratotype d'unité et de limite sont complémentaires

Les stratotypes d'unités ne sont valables qu'à l'échelle régionale et ont abouti à une multiplication du nombre d'étages. En outre, définir une succession d'intervalles de temps à partir de stratotypes riches en fossiles implique d'avoir des lacunes entre stratotypes, c'est-à-dire des périodes où le temps n'a pas été enregistré (par absence de sédimentation) ou bien a été effacé (par érosion). À partir des années 1980, la communauté scientifique s'accorde à utiliser des stratotypes dits de « limites », qui ne définissent pas le contenu d'un étage mais la limite entre deux étages. Si la définition des stratotypes de limite a apporté une plus grande précision dans l'échelle des temps géologiques, elle ne fait pas disparaître l'intérêt des stratotypes des étages et sous-étages, qui permettent de décrire le contenu de cette unité. Ces deux notions sont complémentaires.



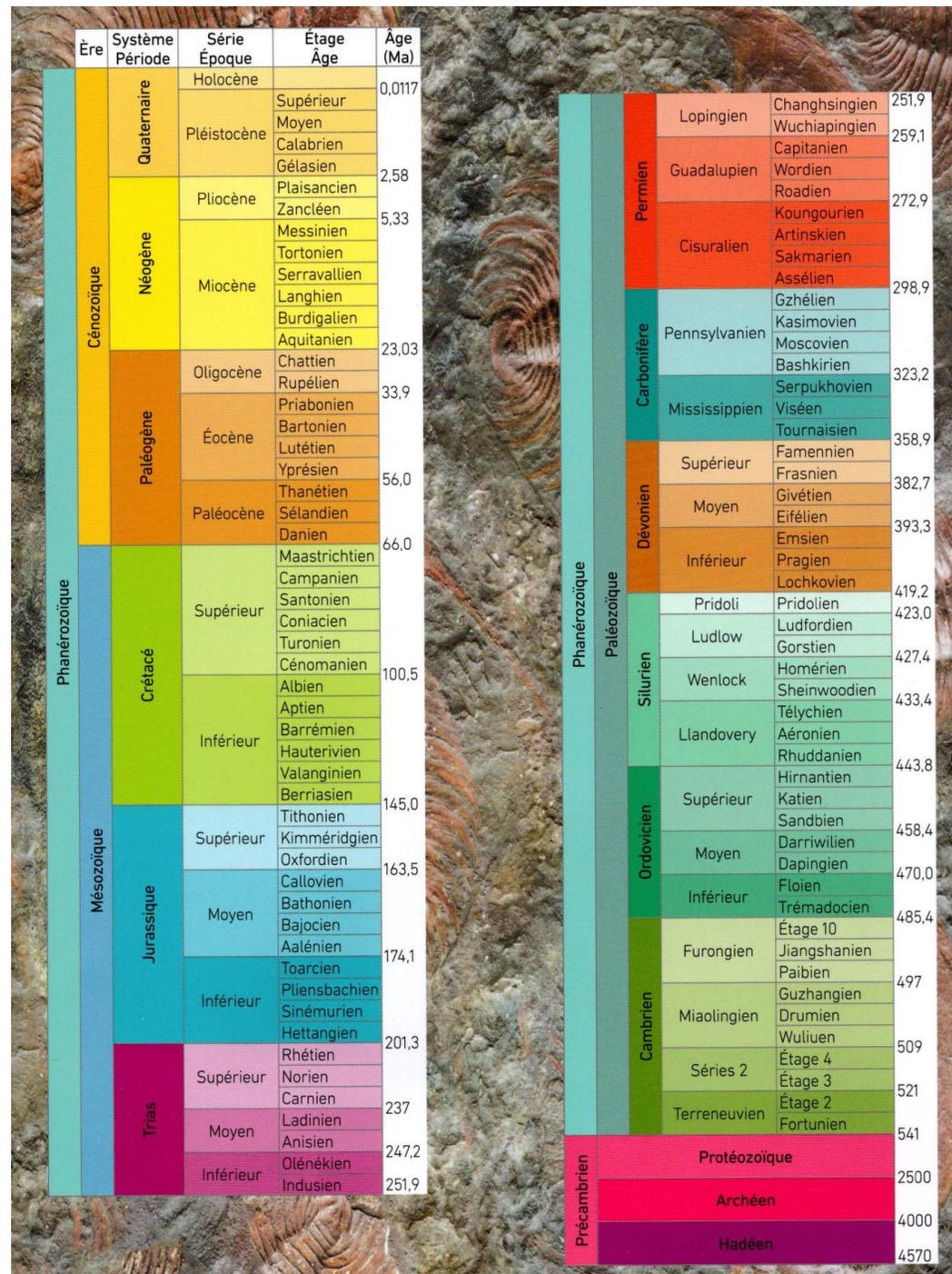
**Le stratotype de limite de la base du Sinémurien (East Quantoxhead, Royaume-Uni).** En 2000, l'affleurement de East Quantoxhead (Angleterre) a été choisi comme stratotype de limite entre l'Hettangien et le Sinémurien. Un étage est défini le plus souvent par sa base, par l'apparition d'un (ou plusieurs) fossile(s) stratigraphiques, qui est considérée comme plus rapide, et donc plus précise, que sa disparition. La limite entre deux étages est nommée point stratotypique mondial (PSM).

# L'échelle chronostratigraphique



# Echelle stratigraphique internationale des temps géologiques

L'échelle des temps géologiques ou échelle chronostratigraphique représente l'empilement des couches géologiques avec leur datation\* et portent généralement le nom des villes où elles ont été découvertes. La coupure entre deux ères et la coupure entre deux périodes ont été placées à des moments où des changements majeurs dans la composition de la faune et de la flore terrestre sont documentés par l'étude des fossiles. Mais le registre fossile est très incomplet : seule une petite fraction des êtres vivants est fossilisée et de nombreux fossiles n'ont pas encore été découverts. Par ailleurs, l'absence d'une espèce fossile dans une couche ne signifie pas sa disparition : le milieu n'était peut-être pas favorable à son développement ou à sa fossilisation. On a donc choisi de retenir l'apparition d'une ou plusieurs espèces fossiles a été utilisée pour définir la base des étages. La construction de l'échelle stratigraphique est donc fondée sur des hypothèses qui peuvent être corrigées. Ces remises en cause modifient parfois la datation des étages d'une manière sensible, éventuellement de quelques millions d'années.



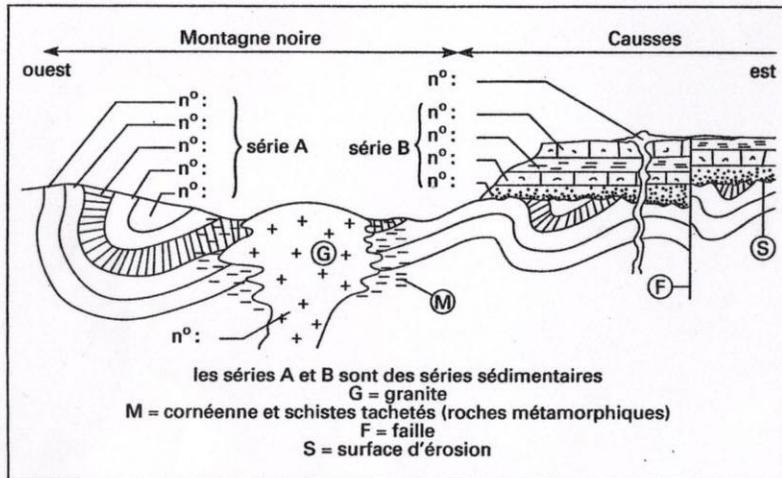
## Exercice 2

### Chronologie d'événements géologiques dans le Massif central

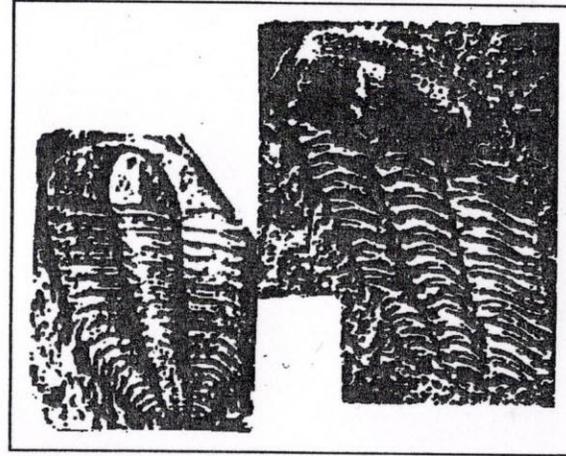
On cherche à reconstituer la chronologie d'événements ayant affecté une région. On propose les documents 1 à 3.

► En vous appuyant sur ceux-ci, vous préciserez la nature et la chronologie des différents événements géologiques qui se sont produits dans cette région, et vous numéroterez sur le *document 1* les formations depuis la plus ancienne (n° 1) jusqu'à la plus récente.

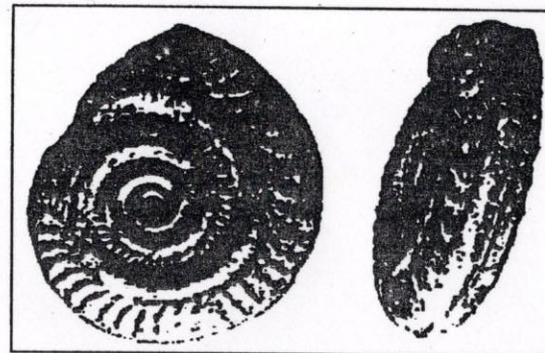
#### Document 1 Coupe géologique au sud du Massif central



#### Document 2 Fossile de la série A : Invertébré marin (Trilobite) ère primaire (Paléozoïque)



#### Document 3 Fossile de la série B : Invertébré marin (Ammonite) ère secondaire (Mésozoïque)



## Exercice 3

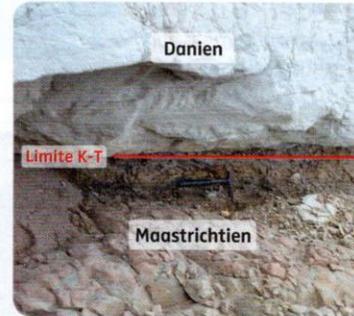
### La crise Crétacé Tertiaire

Il y a 65 Ma, deux événements participent à de profondes modifications de l'écosystème terrestre : la chute d'une météorite au Mexique et un volcanisme paroxysmique au niveau de l'Inde (positionnée alors au-dessus du point chaud qui alimente actuellement le volcanisme de la Réunion).

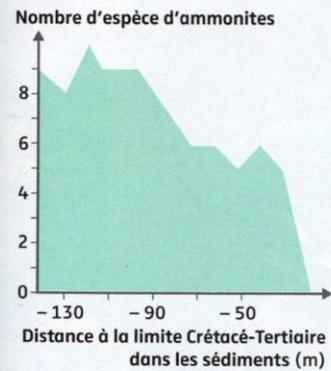
Argumenter en faveur du choix des géologues de considérer une limite d'ère et non d'étage il y a 65 Ma.

Groupes	Genres	Crétacé			Tertiaire		
		Étages					
		Santonien	Campanien	Maastrichtien	Danien	Montien	Thanétien
Hétérohélidés	Heterohelix						
	Pseudotextularia						
	Racemiguembelina						
Globotruncanidés	Hedbergella						
	Globotruncana						
	Abathomphalus						
Globogérinidés	Globigerina						

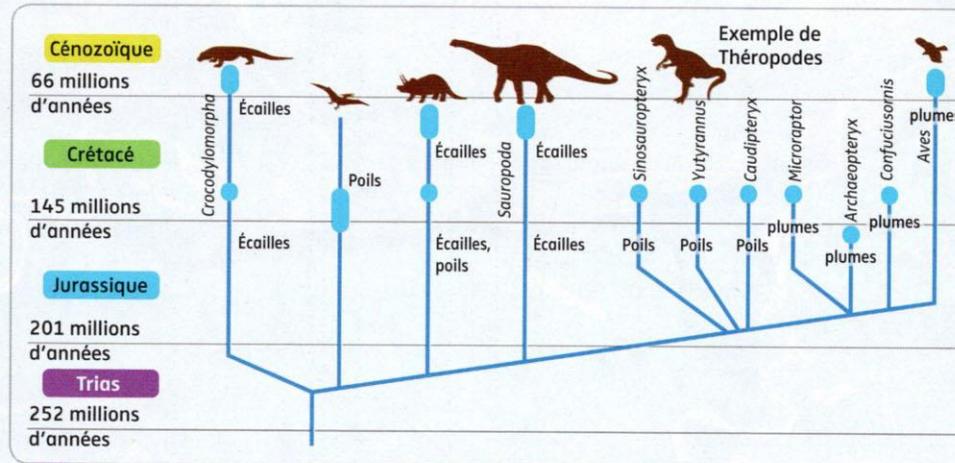
**a** Extension d'espèces de différents genres de foraminifères, avant et après la dernière grande crise géologique et biologique.



**b** Limite géologique de la crise Crétacé-Tertiaire (ou K-T, de l'allemand Kreide-Tertiär).



**c** Variation du nombre d'espèces d'ammonites avant la crise K-T.



**d** Arbre évolutif des dinosaures.