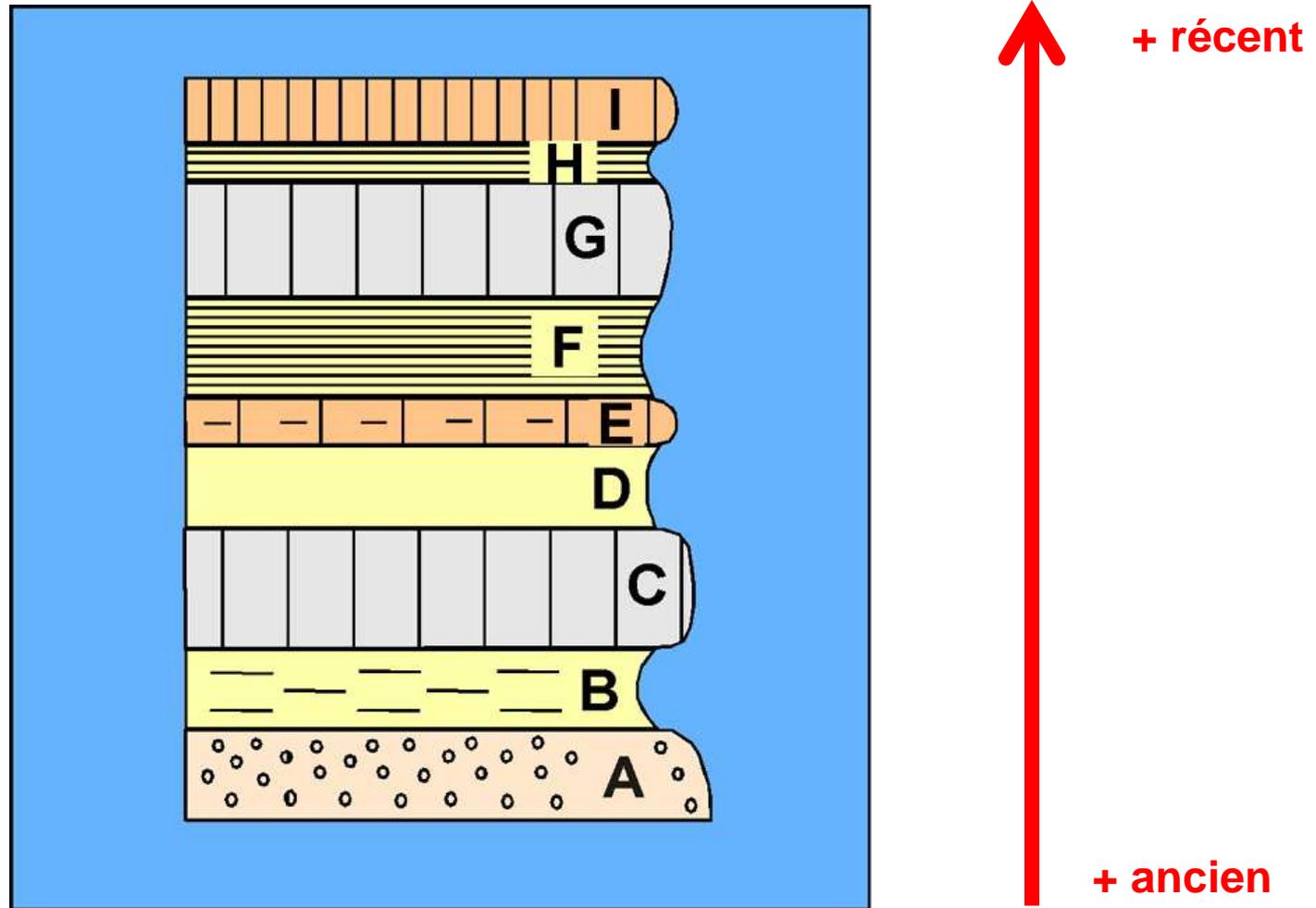


Datation relative et datation absolue

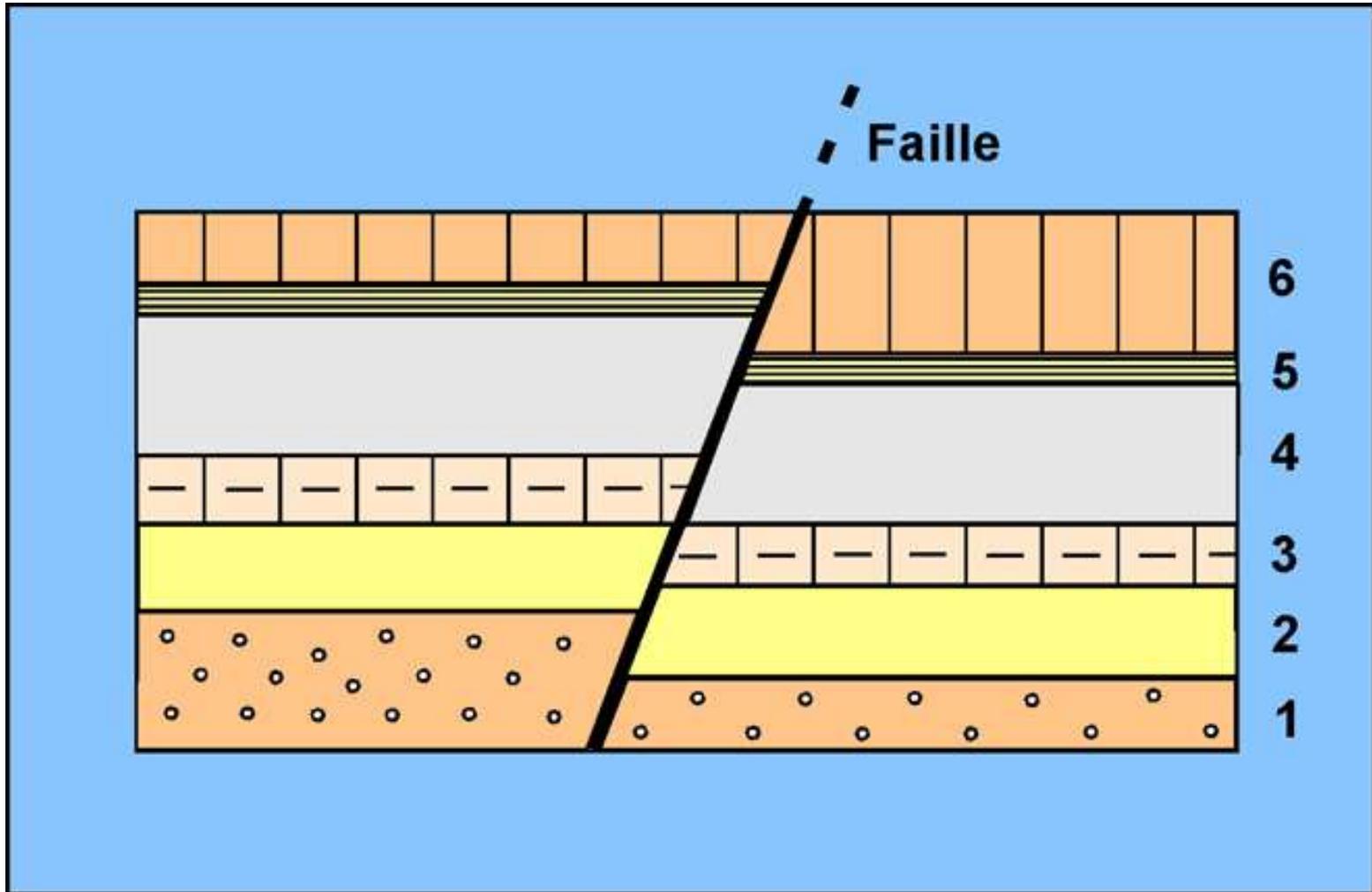


Principe de superposition



Respecté si la série sédimentaire n'a pas été renversée tectoniquement

Principe de recoupement



Le principe de recoupement : différentes échelles d'utilisation



Route de Las Vegas à la
Vallée de la Mort



Roches métamorphiques plissées et
foliées et filon de granite, plus clair.



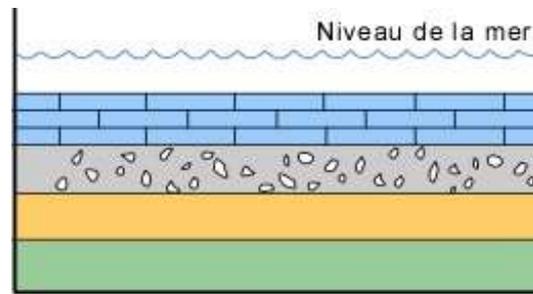
Echantillon de granite de Flamanville
(Manche).

Enclave sombre de sédiments
métamorphisés (cornéenne) et filons
clairs de granite.

La déformation continue

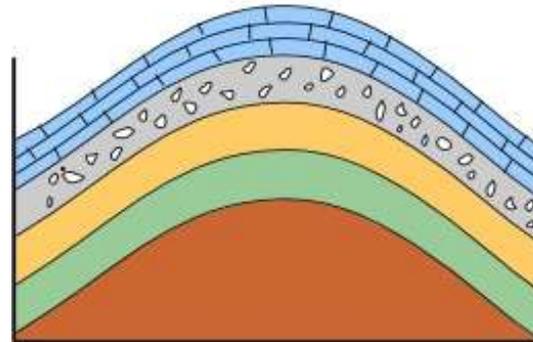


Reconstitution de l'histoire



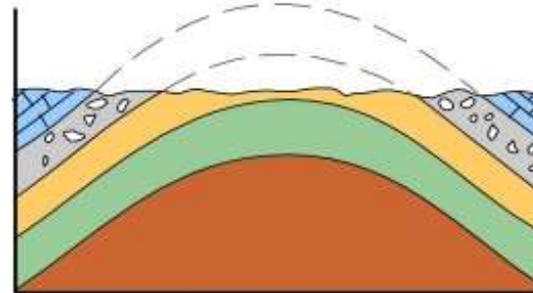
Dépôt

Les couches sédimentaires se déposent à l'horizontale



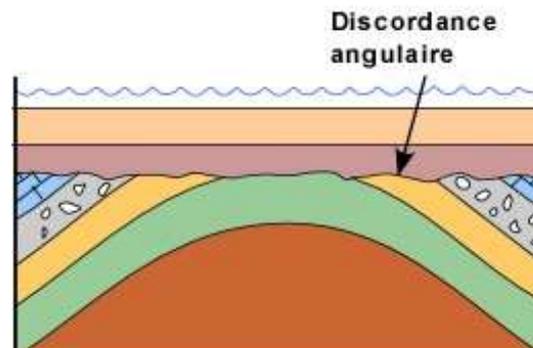
Plissement et soulèvement

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



Discordance angulaire

Nouveau dépôt

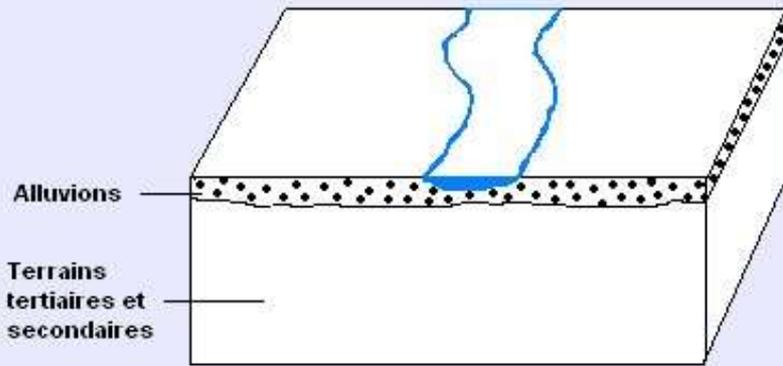
Si d'autres couches se déposent au-dessus, par exemple à la faveur d'un envahissement par la mer, il en résulte une relation d'angularité entre les deux ensembles. La surface qui sépare les deux ensembles est une discordance angulaire.

Principe d'inclusion

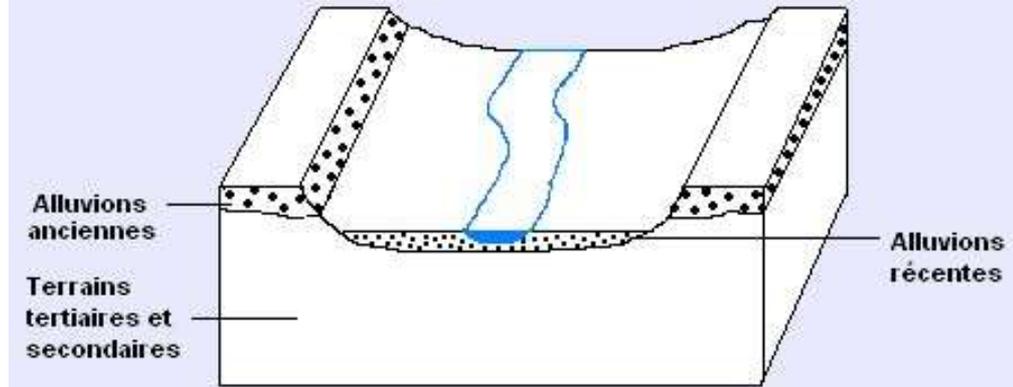


Granite de Ploumanach'
et enclaves sédimentaires (cornéennes)

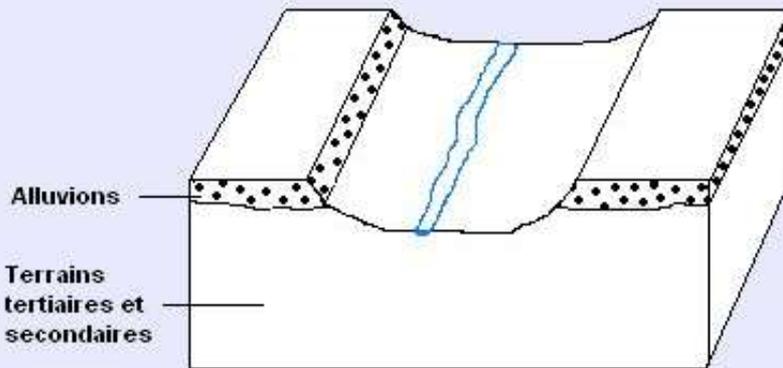
Des limites d'application de ces principes : exemple des terrasses alluviales



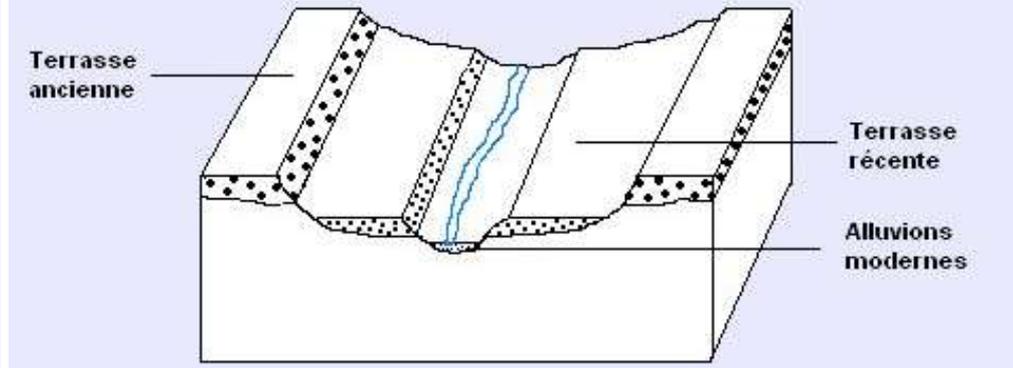
1 – Dépôt d'alluvions



3 – Dépôt d'alluvions plus récentes



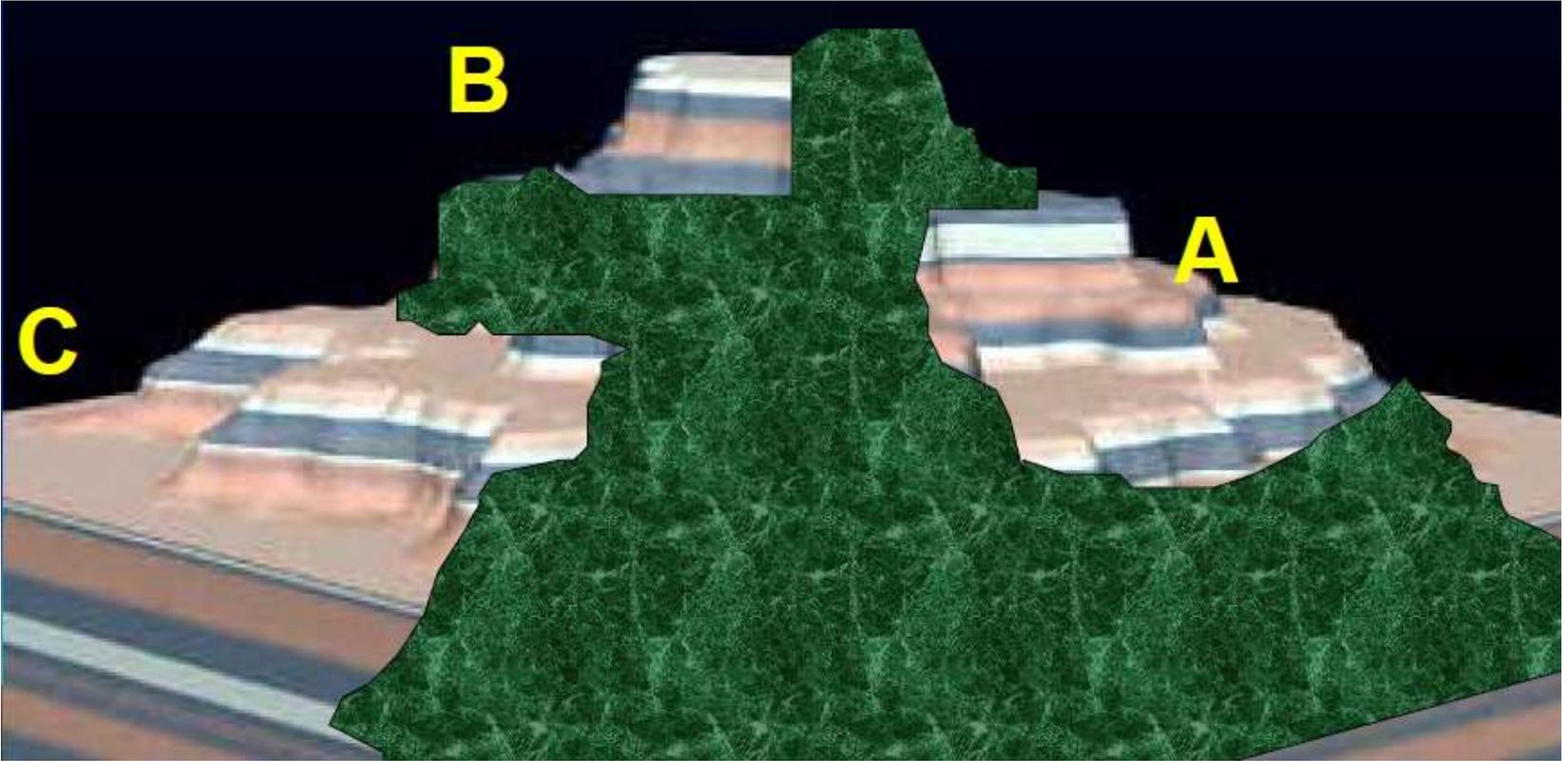
2 – Creusement du lit de la rivière



4 – Creusement des alluvions les plus récentes

→ Résultat : des terrasses emboîtées, les plus anciennes étant les plus hautes topographiquement

Principe de continuité

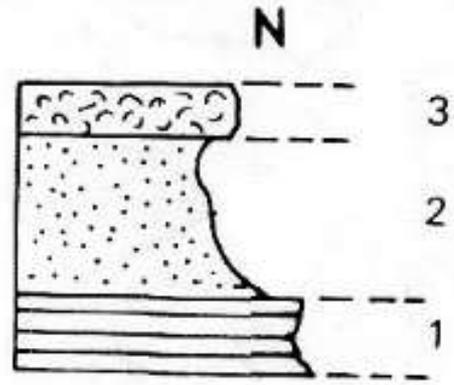


Les strates s'étendent sur une surface importante : on peut reconstituer une série par corrélations à partir des observations faites sur plusieurs affleurements (ici 3 : A, B et C).

Formation des

**SABLES DE
FONTAINEBLEAU**

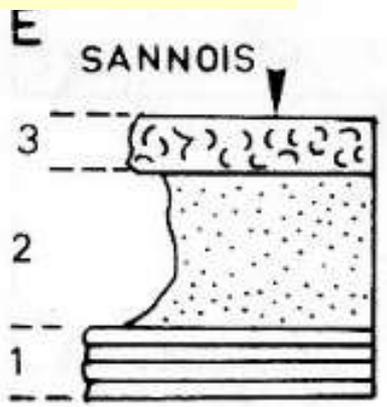
Sables blancs très
purs avec des lentilles
de grès et de rares
fossiles de
Mollusques bien
identifiés



Meulières

ERMENONVILLE

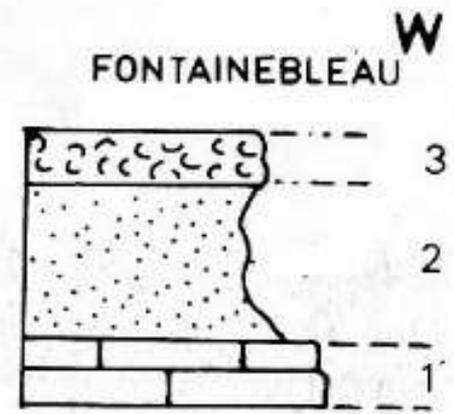
Marnes à huîtres



Meulières

PARIS

Marnes à huîtres

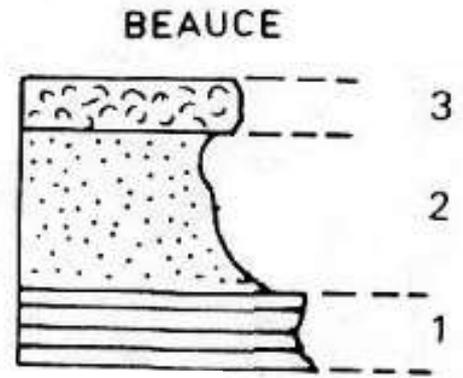


Meulières

FONTAINEBLEAU

*Calcaires
lacustres*

Meulières



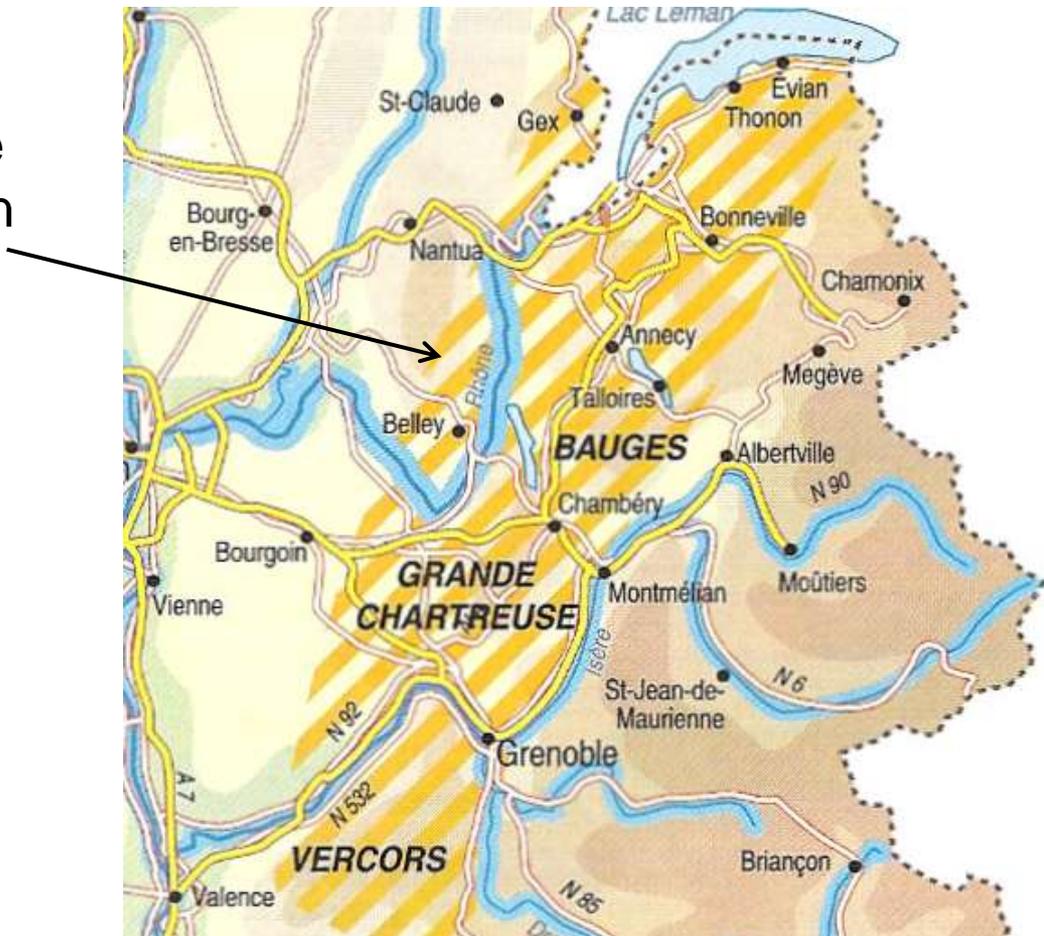
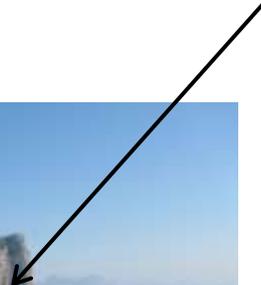
Marnes à huîtres

Principe d'identité paléontologique



**Rochers des Fiz
(Haute-Savoie) en haut
et Mont Aiguille
(Vercors, Isère) en bas**

Calcaire Urgonien



Les coraux, des fossiles de faciès



La grande barrière de corail (Australie)

Conditions de vie des coraux :

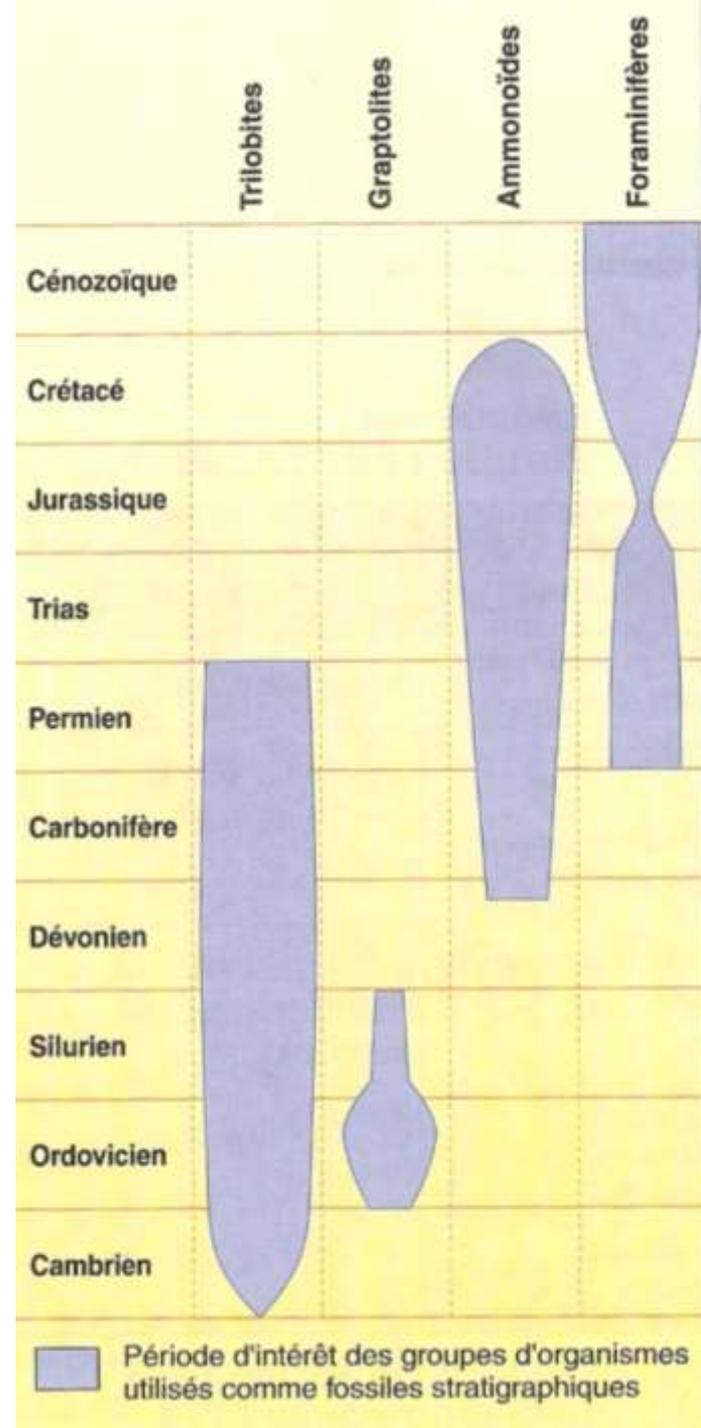
- Milieu marin
- Eaux peu profondes, transparentes, bien oxygénées
- Température optimale : 25 à 30 °C



Répartition dans le temps de quelques fossiles stratigraphiques



Ammonite
(Dévonien sup. – fin Mésozoïque)



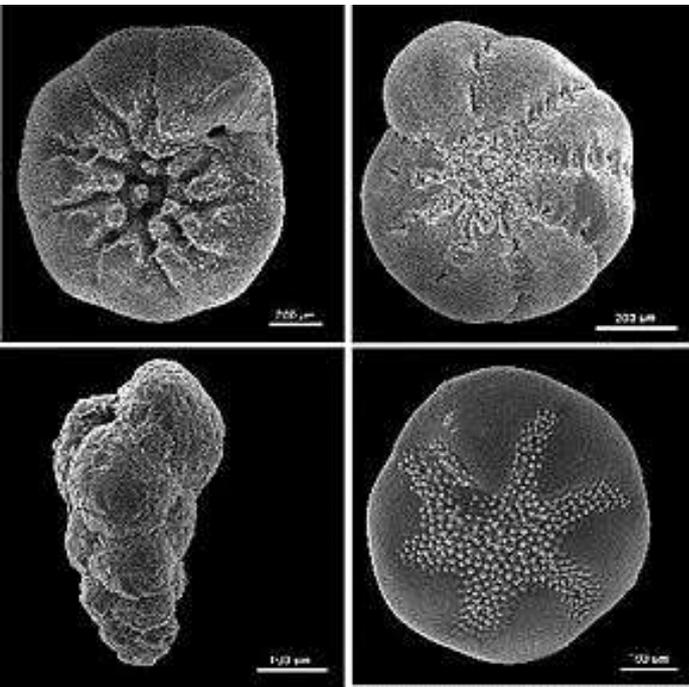


Graptolites : *Amplexograptus*,
Ordovicien, Amérique du nord.



Trilobites : Arthropodes marins ayant
vécu du Cambrien au Permien.

Quelques fossiles stratigraphiques



Foraminifères benthiques.

Les Foraminifères sont des Protozoaires
apparus Cambrien inférieur.

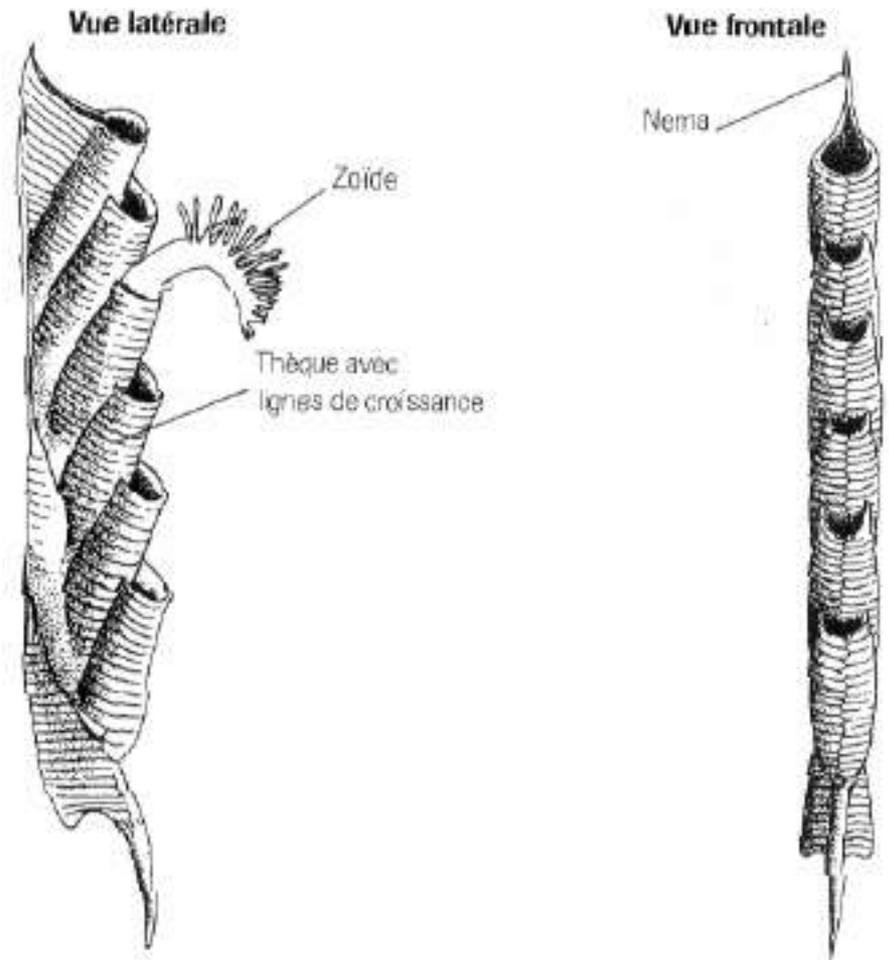
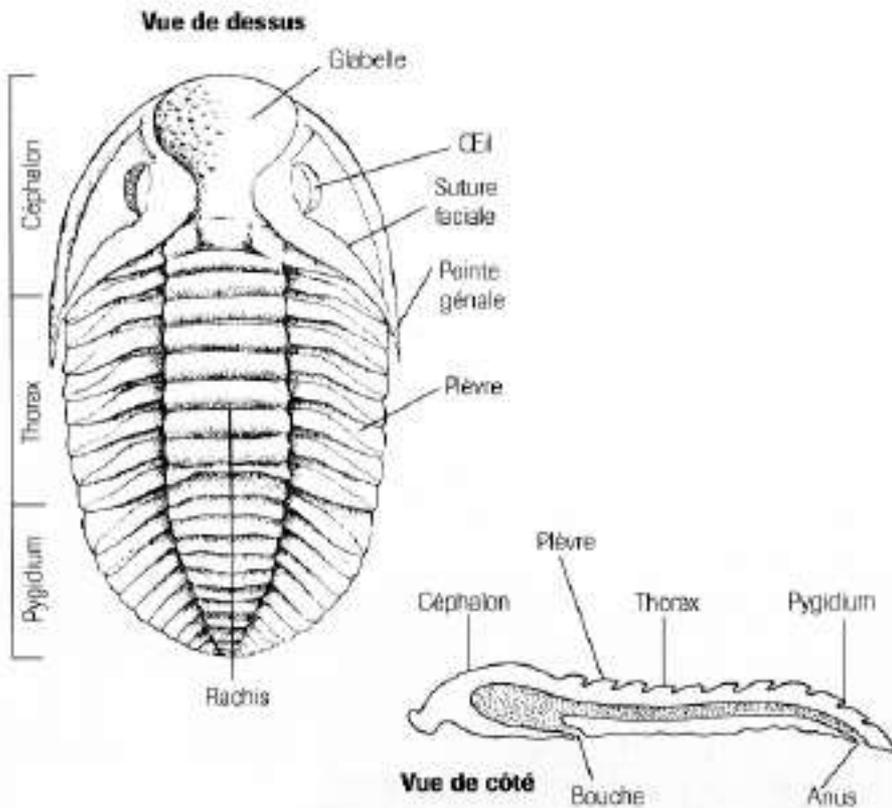
Ere Primaire

Trilobites

Arthropodes marins

Graptolithes

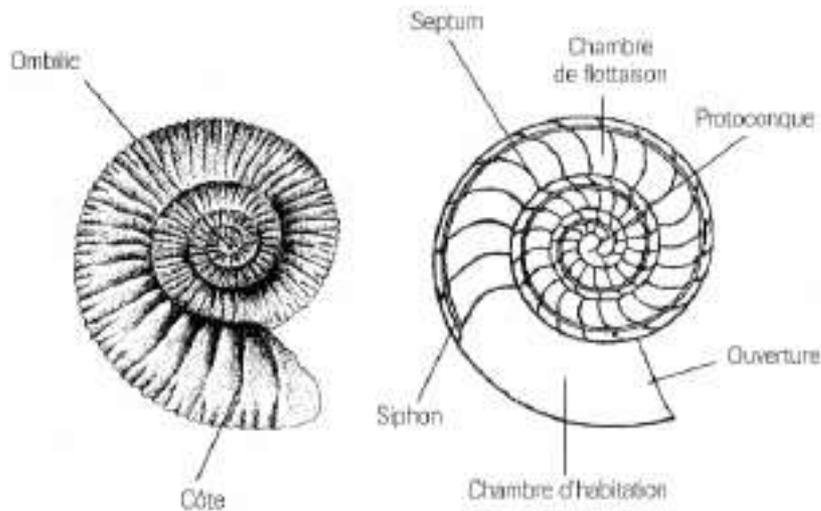
Prochordés coloniaux



Ere Secondaire

Ammonites

Mollusques Céphalopodes



Types de lignes de suture



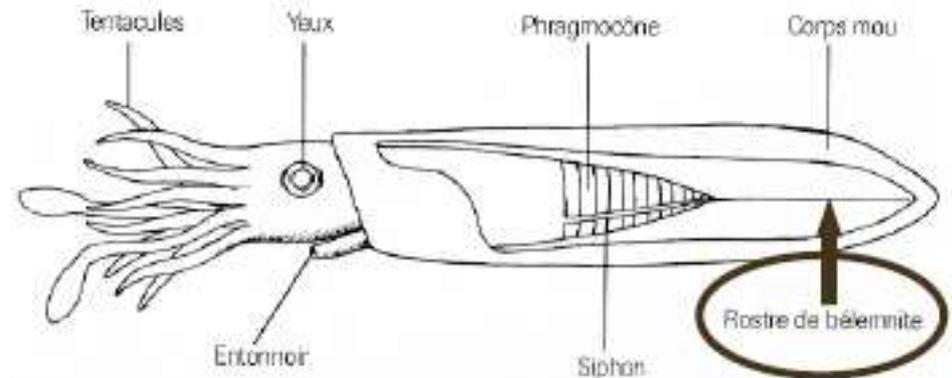
Goniatite



Ammonite

Rostres de Belemnites

Mollusques Céphalopodes

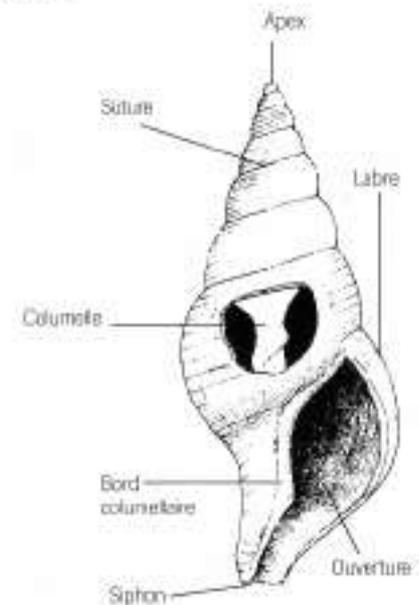
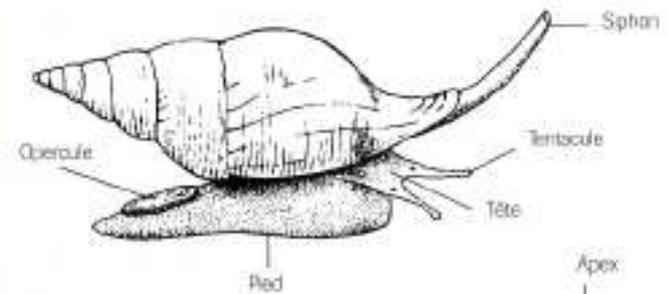


Ere Tertiaire

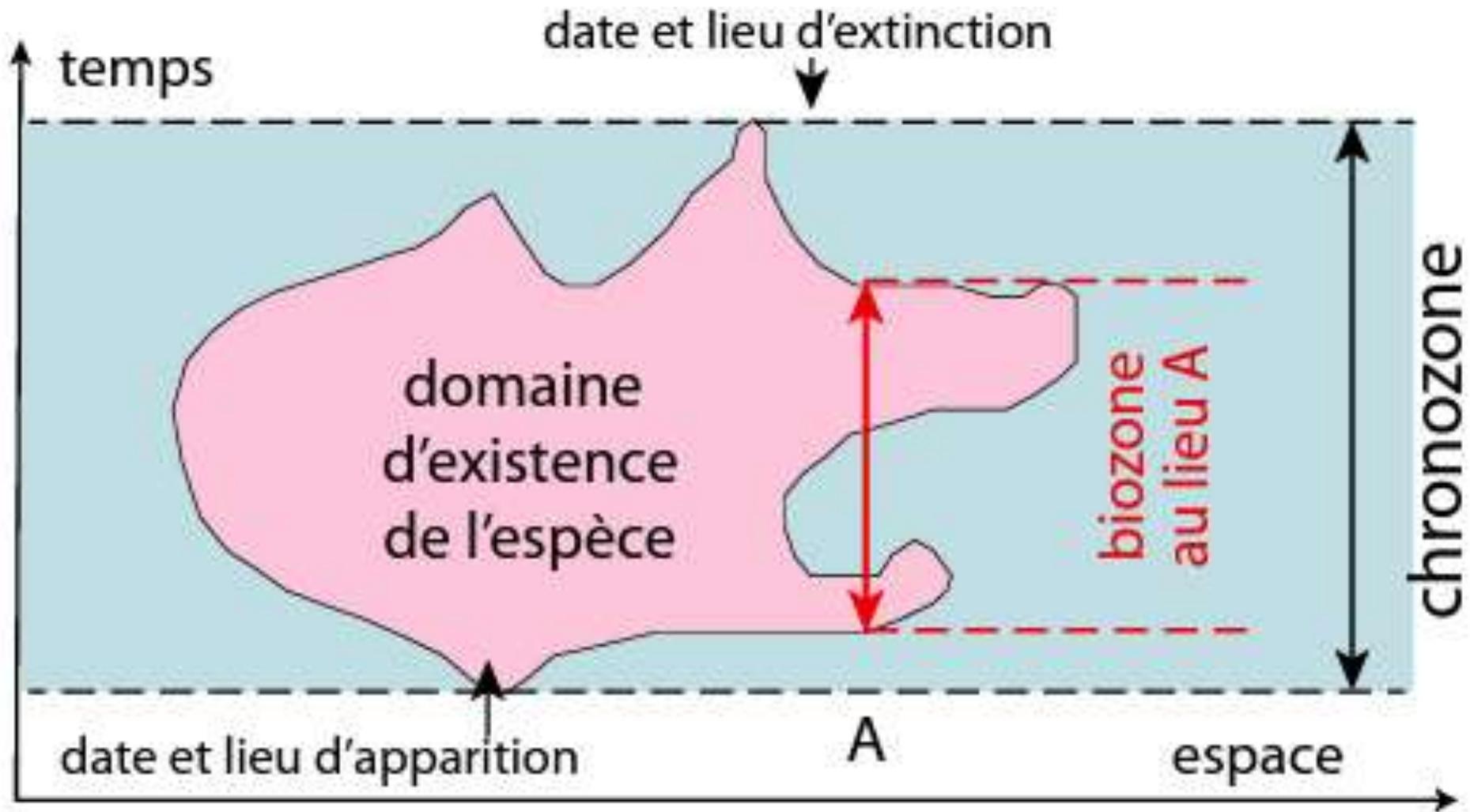
Nummulites Foraminifères



Turritelle Mollusque Gastéropode



Document 2. Notions de BIOZONE et CHRONOZONE



Document 2. Notions de BIOZONE et CHRONOZONE

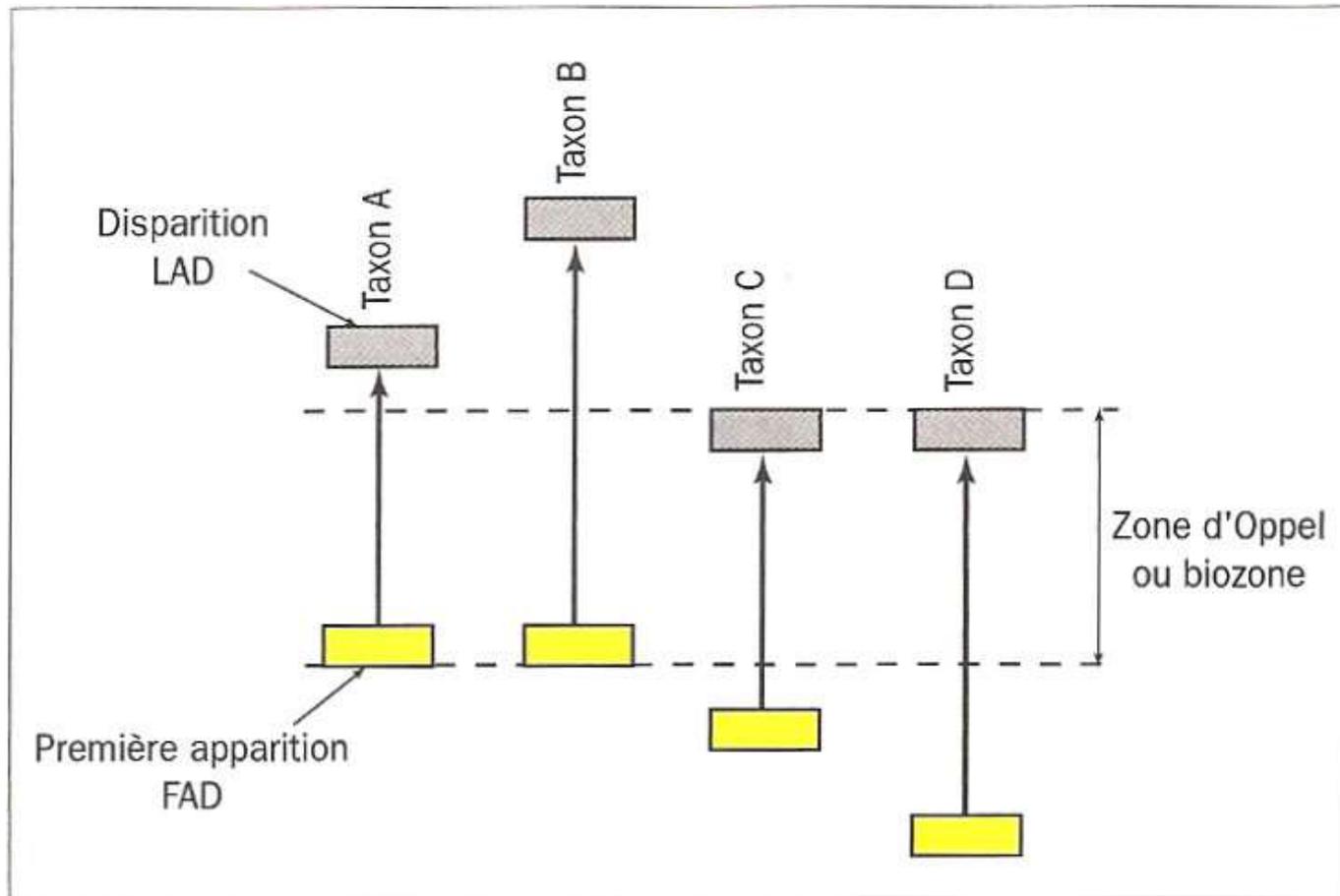
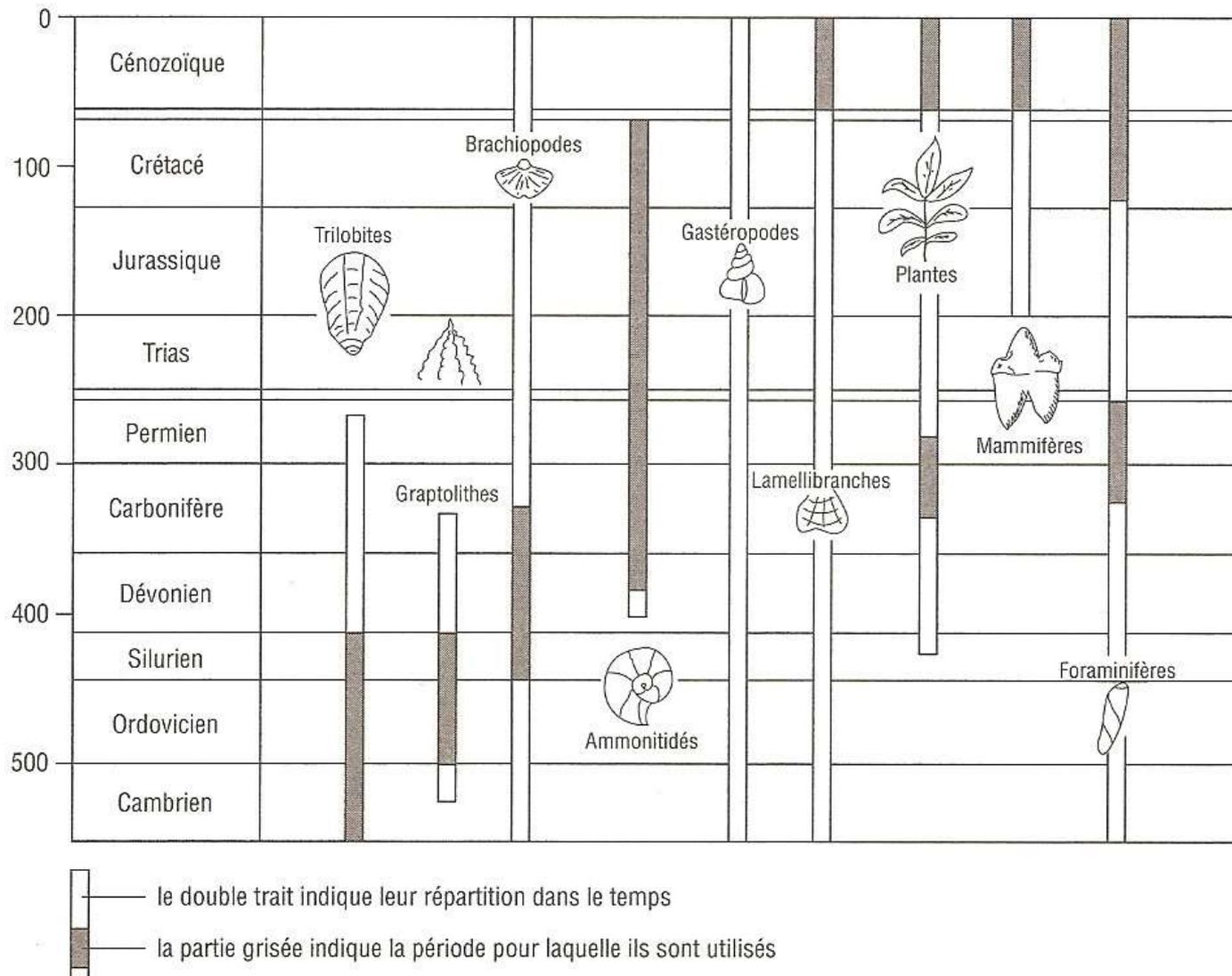


Figure 6.2. La notion de biozone (A. Oппel)

Une biozone est définie par le domaine de recouvrement de deux taxons (ou plus). La première apparition d'un taxon (FAD) est indiquée par un rectangle jaune et sa disparition (LAD) par un rectangle gris.

Document 5. Principaux groupes fossiles utilisés pour établir la zonation biostratigraphique.



Exemple de zone nommée d'après une espèce index : la vire à Orbitolines de l'Urgonien



Calcaire Urgonien



Rochers des Fiz (Haute-Savoie) en haut et Mont Aiguille (Vercors, Isère) en bas

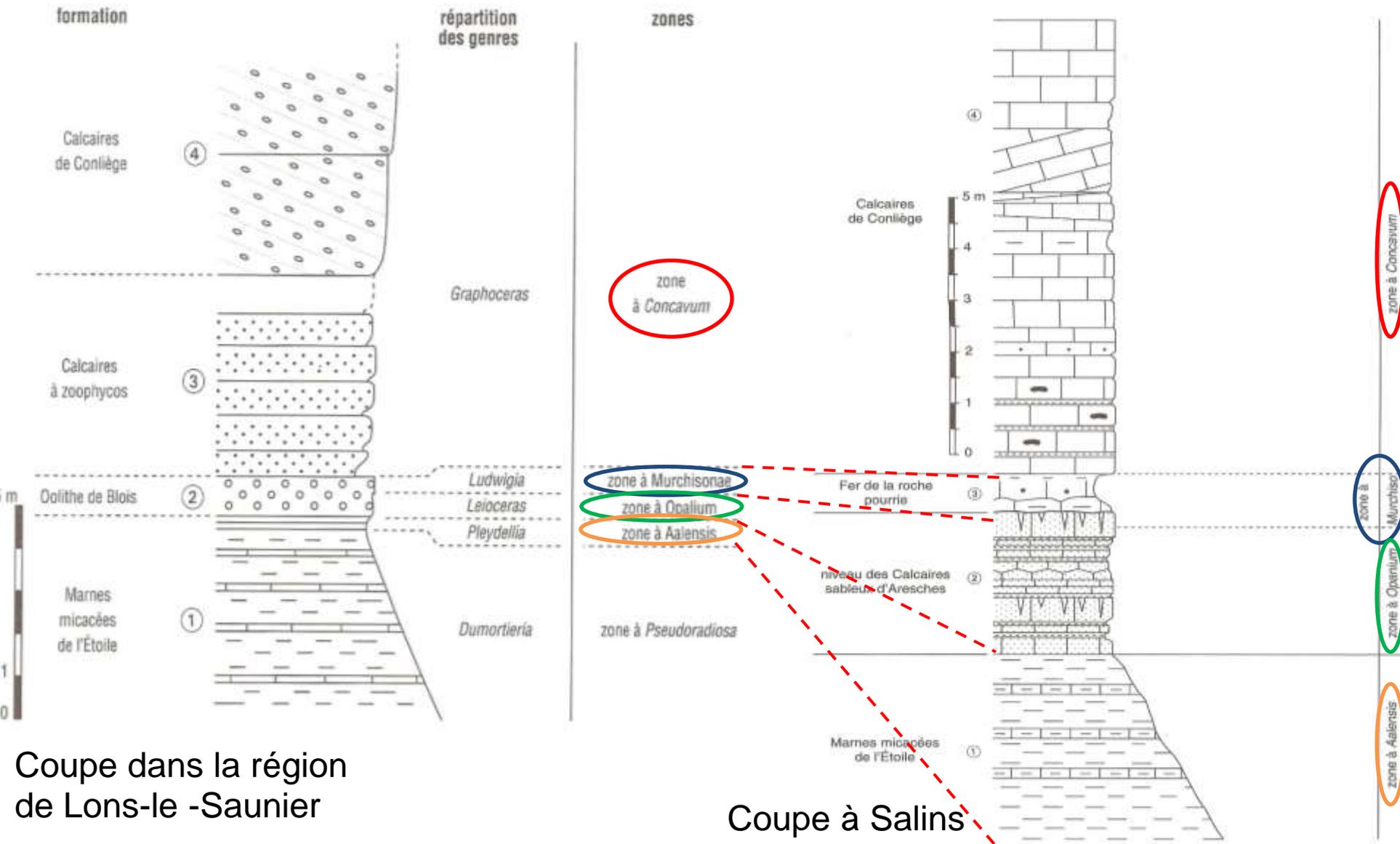


La vire à orbitolines au nord des Haberts du Charmant Som (Chartreuse)

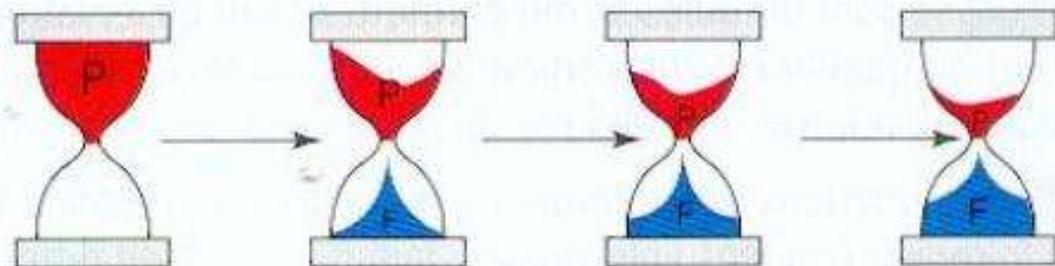
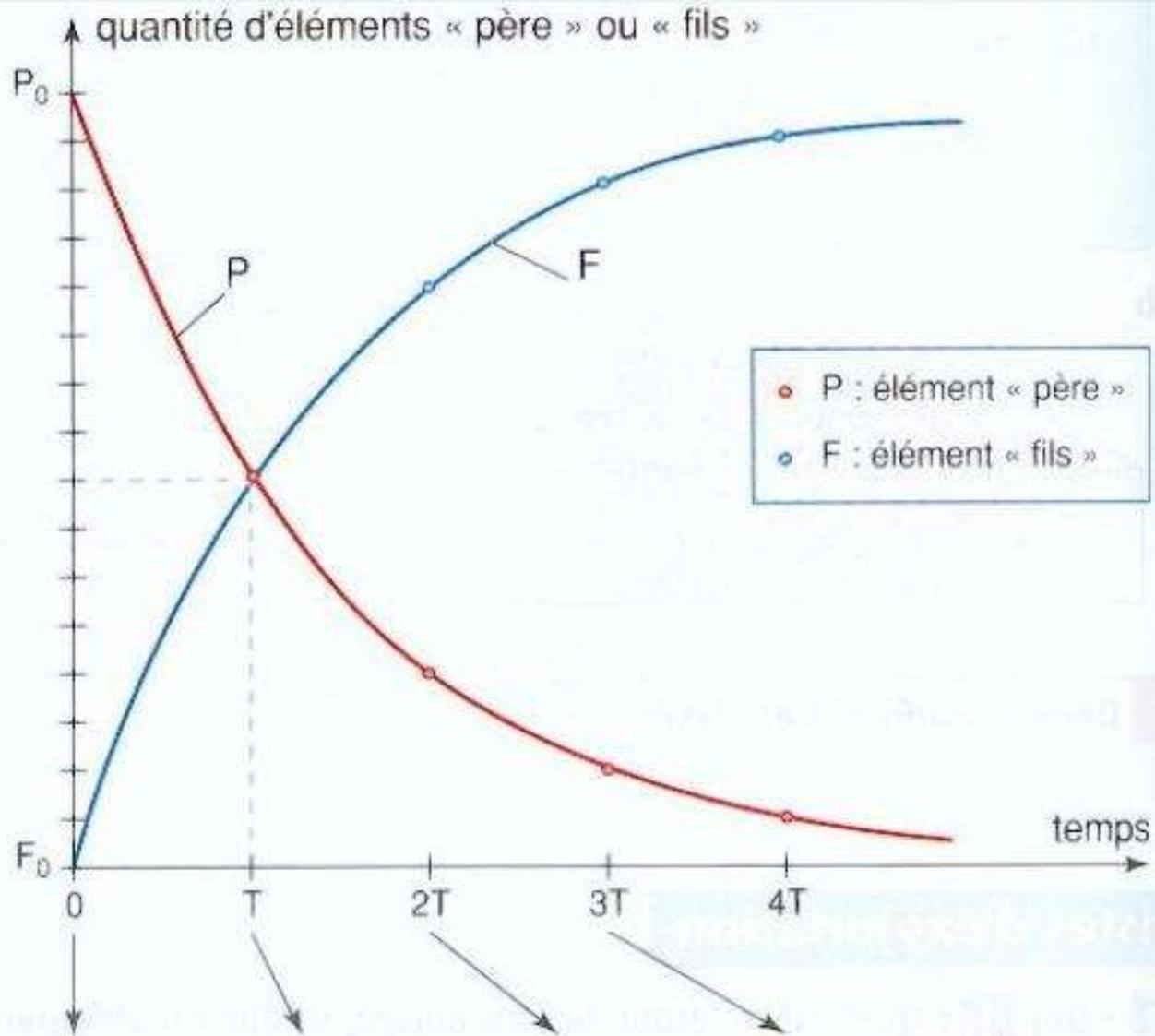
La vire des couches à orbitolines marque la limite entre la "masse urgonienne inférieure", la plus épaisse (plus de 200 m., soit les 3/4 de la hauteur totale) et la "masse urgonienne supérieure", plus mince (50 à 100 m.).

Un exemple de corrélation régionale reposant sur la biostratigraphie

Malgré une succession différente des faciès, la succession des genres d'Ammonites est identique dans les deux régions.



Evolution au cours du temps de la quantité d'élément père radiogène et d'élément fils radiogénique.



$$\frac{dP}{dt} = -\lambda \cdot P$$

$$P = P_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (1)$$

P teneur actuelle en élément père
P₀ teneur initiale en élément père

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$P = P_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad (1)$$

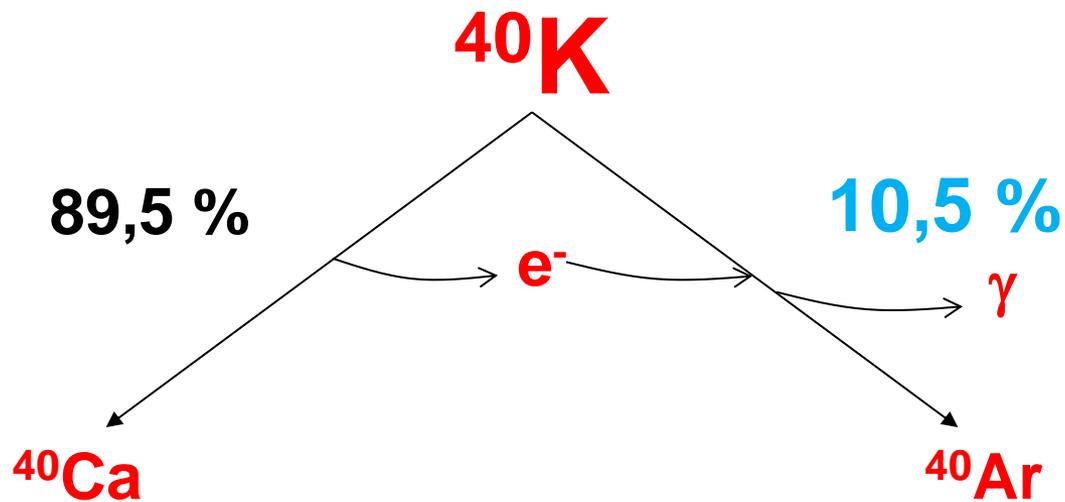
$$\text{or : } F = F_0 + (P_0 - P)$$

F teneur actuelle en élément fils

F_0 teneur initiale en élément fils

$$\text{D'où : } F = F_0 + (P \cdot e^{\lambda t} - P)$$

$$F = F_0 + P (e^{\lambda t} - 1) \quad (2)$$



$$\lambda_{\text{Ar}} = 5,54 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$$

$$T_{\text{Ar}} = 1,25 \cdot 10^9 \text{ an}$$

$F = F_0 + P (e^{\lambda t} - 1)$ (2) devient alors :

$$^{40}\text{Ar} = ^{40}\text{Ar}_0 + 0,105 \ ^{40}\text{K} (e^{\lambda t} - 1)$$

Cas du couple K / Ar



$$\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$$

$$T = 48,8 \cdot 10^{19} \text{ an}$$

$${}^{87}\text{Sr} = {}^{87}\text{Sr}_0 + {}^{87}\text{Rb} \cdot (\text{e}^{\lambda t} - 1)$$

termes inconnus !

Cas du couple Rb / Sr

$${}^{87}\text{Sr} = {}^{87}\text{Sr}_0 + {}^{87}\text{Rb} \cdot (e^{\lambda t} - 1)$$

termes inconnus !

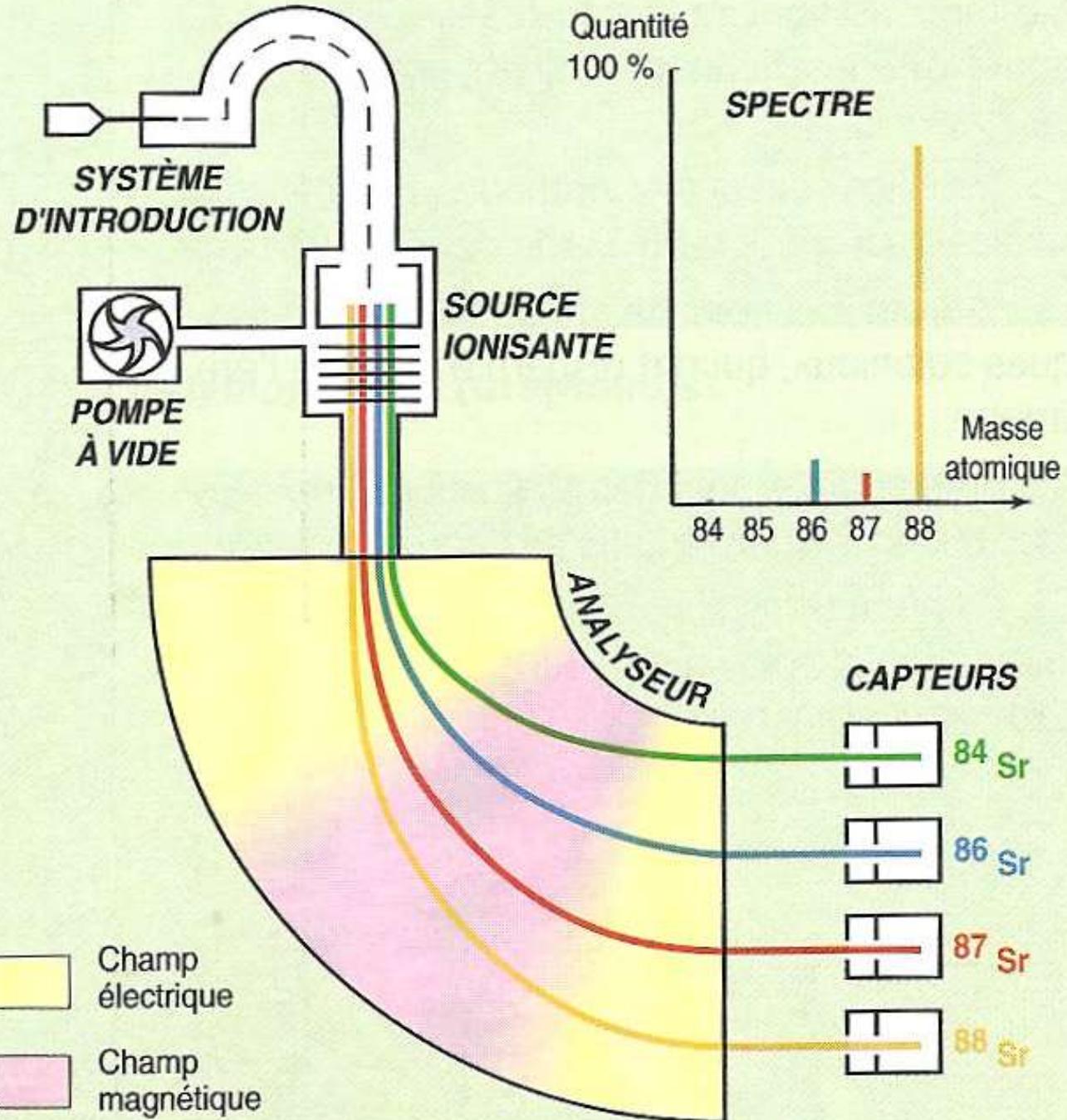
MAIS : $({}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr})_0$ identiques pour les minéraux d'une même roche

L'équation précédente devient :

$${}^{87}\text{Sr} / {}^{86}\text{Sr} = ({}^{87}\text{Sr} / {}^{86}\text{Sr})_0 + {}^{87}\text{Rb} / {}^{86}\text{Sr} \cdot (e^{\lambda t} - 1)$$

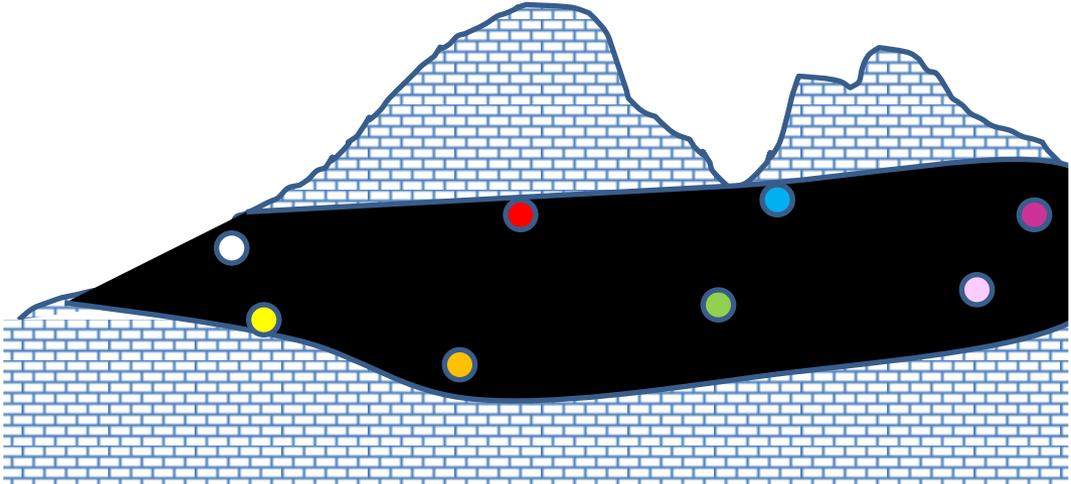
**Terme inconnu mais constant pour tous les minéraux d'une même roche :
c'est le rapport initial**

Document 6. Principe d'un spectromètre de masse



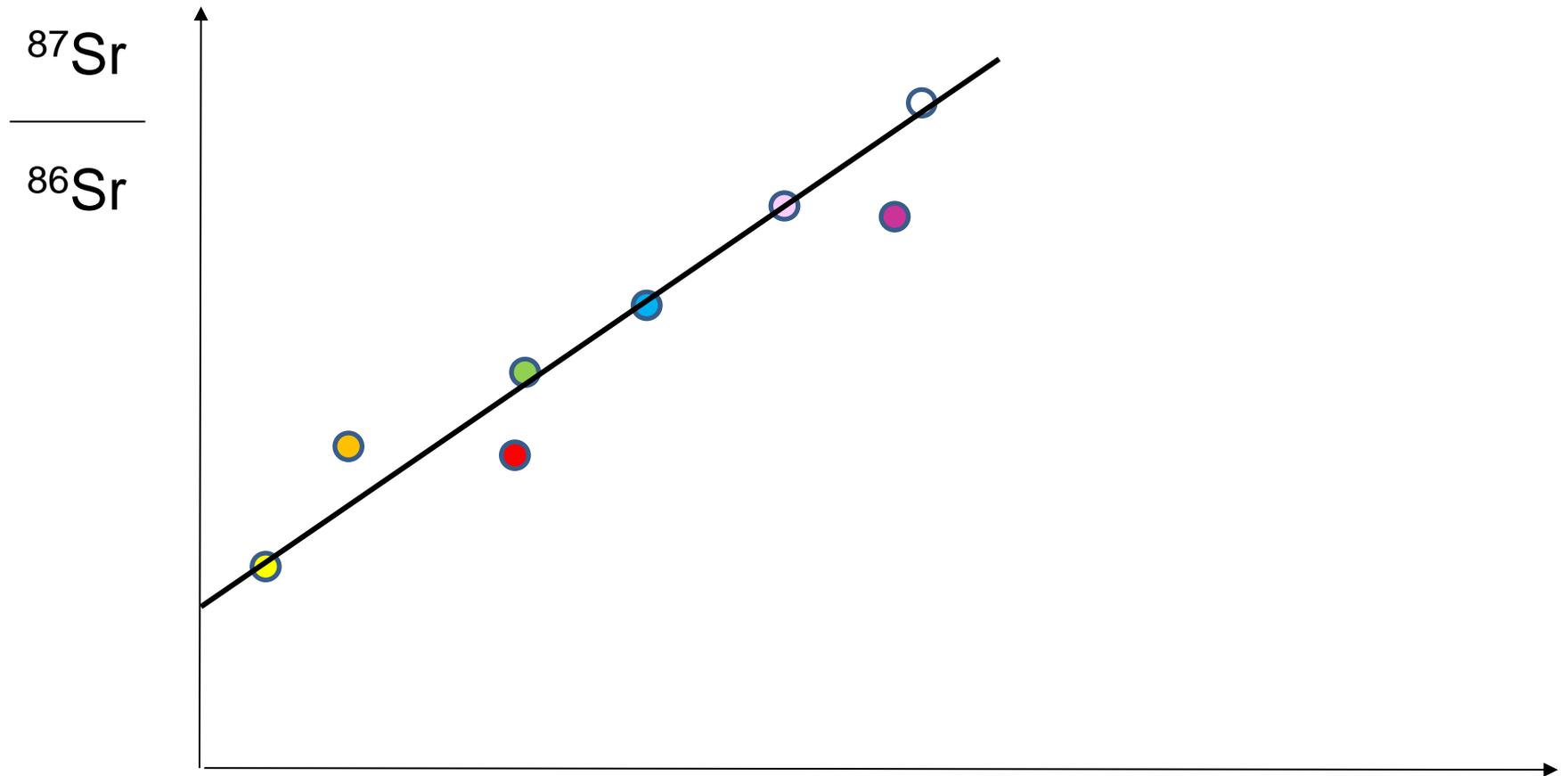


Datation absolue d'un granite



échantillonnages

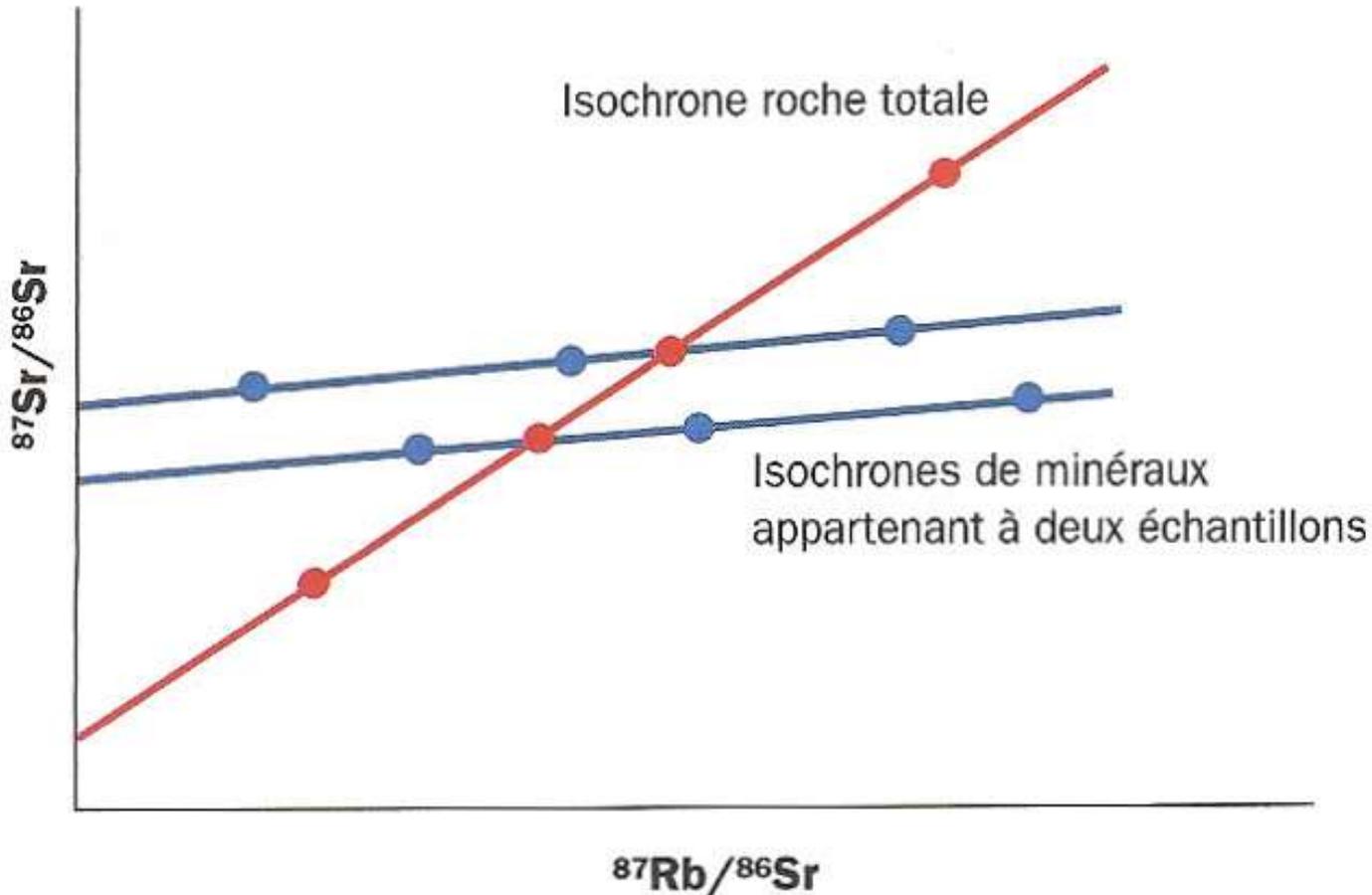
Construction de l'isochrone



$$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}} = \left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}\right)_0 + \frac{^{87}\text{Rb}}{^{86}\text{Sr}} \cdot (e^{\lambda t} - 1)$$
$$Y = a X + b$$

Y et X déterminés par spectrométrie de masse

Cas des roches métamorphiques



Document 7. Isochrones Rb-Sr sur roche totale et sur minéraux d'un granite métamorphisé.

Unités définies sur le terrain		Unités correspondant à des intervalles de temps	
Unités lithostratigraphiques (définies à l'aide du faciès)	Unités biostratigraphiques (définies par la présence de fossiles)	Unités chronostratigraphiques (ensembles des couches déposées pendant une unité de temps)	Unités géochronologiques (unités de temps représentant une durée)
groupe formation membre banc	biozone	érathème système étage chronozone ère période âge chron

Document 8. Terminologie **des unités stratigraphiques.**

Les unités couramment utilisées sont en gras.

(J.J. Bernard et coll. « Le temps en géologie » Hachette éducation ed. 1995)

Document 9.

Divisions stratigraphiques des temps géologiques.

Phanérozoïque

4 Eons :

1. **L'Hadéen** (-4 600 à -3 800 Ma)
Formation de la Terre et de la Lune

2. **L'Archéen** (-3 800 à -2 500 Ma)
Apparition de la vie

3. **Le Protérozoïque** (-2 500 à -530 Ma)
Apparition des pluricellulaires

1+2+3= le Précambrien

4. **Le Phanérozoïque** (depuis - 530 Ma)
Essor de la vie

+ Hadéen = 4,5 Ga → 3,8 Ga

Age (Ma)	ERE	Période
	QUATERNAIRE	
2	CENOZOIQUE ou TERTIAIRE	Néogène
25		Paléogène
65	MESOZOIQUE ou SECONDAIRE	Crétacé
144		Jurassique
205		Trias
245	PALEOZOIQUE ou PRIMAIRE	Permien
290		Carbonifère
360		Dévonien
400		Silurien
425		Ordovicien
495	Cambrien	
530	PRECAMBRIEN	Protérozoïque
2500		Archéen
3800		

L'étage

Unité de base de l'échelle chronostratigraphique

La référence : le stratotype

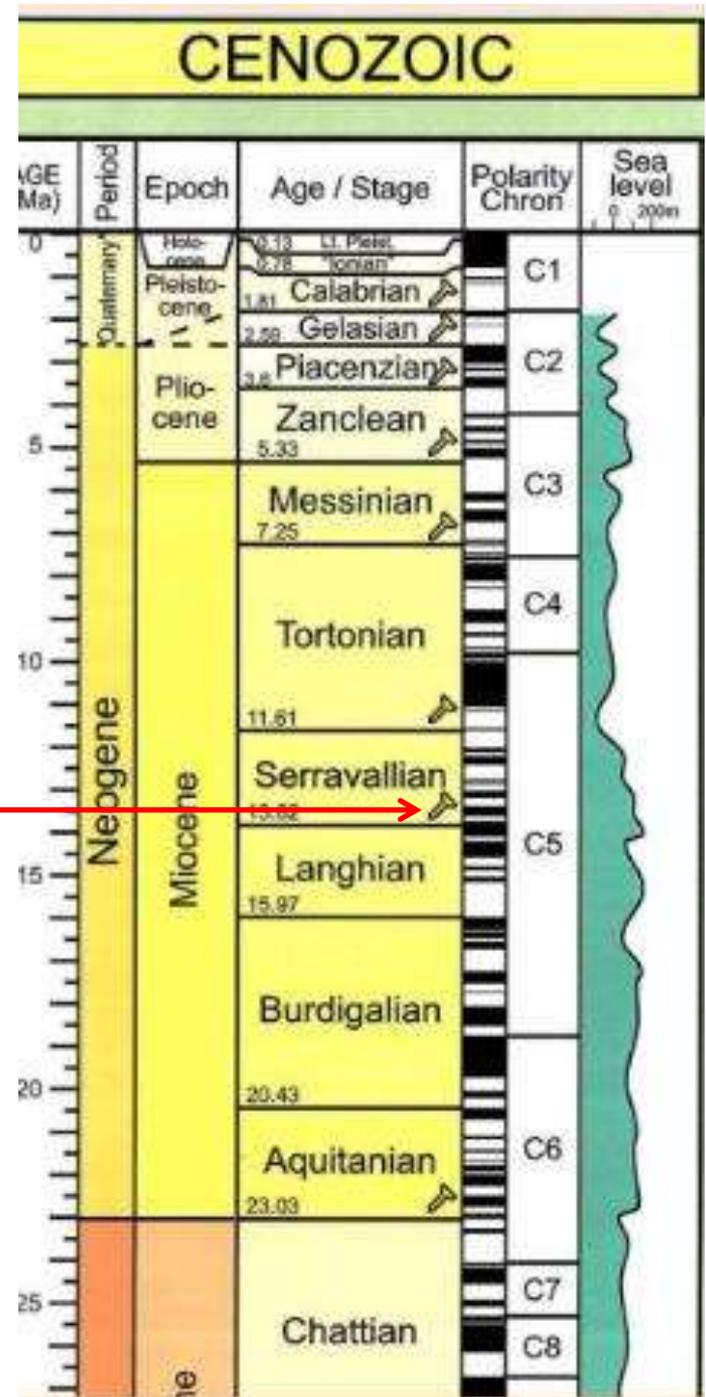
Le nom d'un étage est dérivé d'un lieu (localité ou région type) suivi du suffixe -ien



GSSP ou « clou d'or »



GSSP
Dévonien -
Carbonifère



Une reconstitution de la faune de Burgess, témoin de l' « explosion cambrienne »

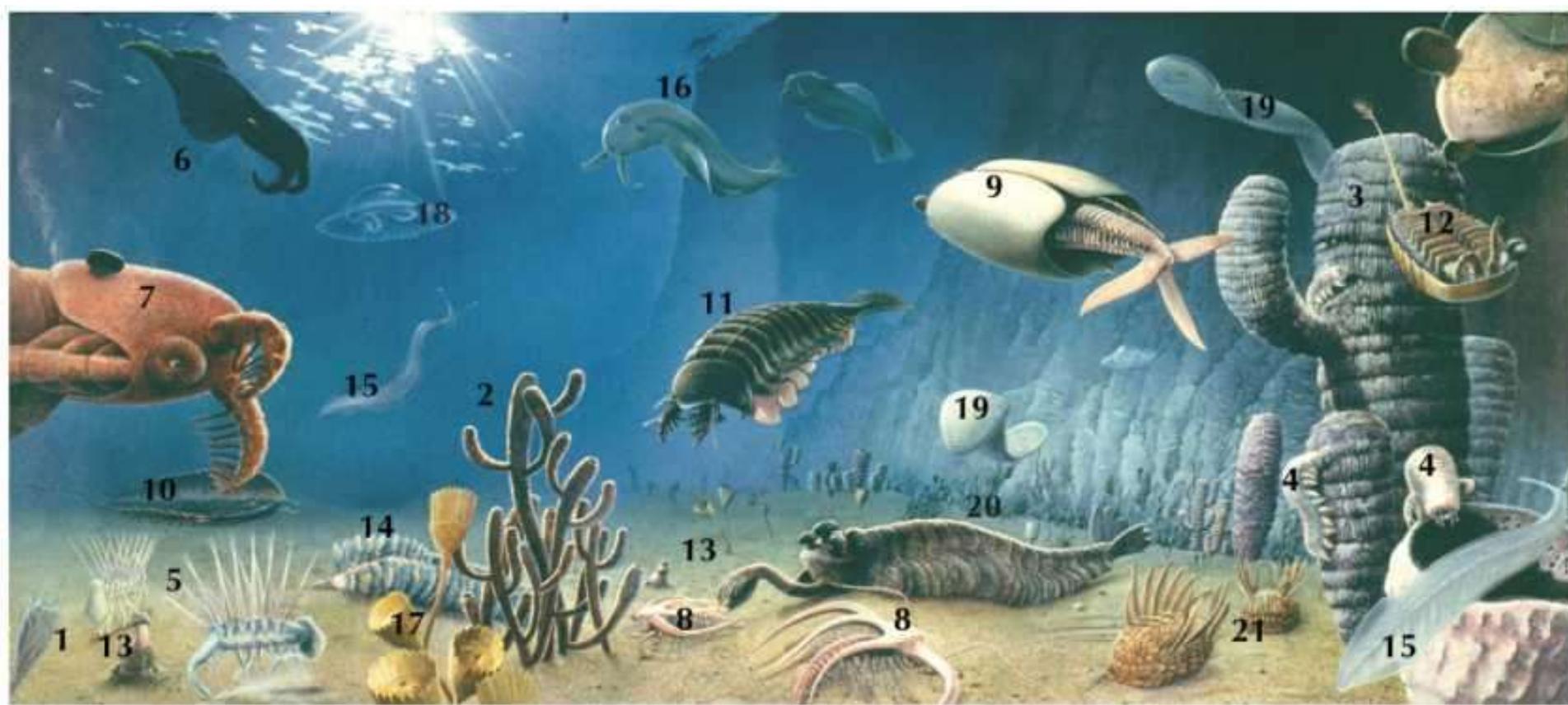


FIGURE 10.15. Restoration of the Burgess Shale fauna. Key to the animals is as follows. Sponges: *Pirania* (1), *Vauxia* (2), *Wapkia* (3). Lobopods: *Aysheaia* (4), *Hallucigenia* (5). Anomalocaridids: *Anomalocaris* (6), *Laggania* (7). Arthropods: *Marrella* (8), *Odaraia* (9), trilobite *Olenoides* (10), *Sanctacaris* (11), *Sarotrocercus* (12). Priapulid: *Ottoia* (13). Polychaete annelid: *Canadia* (14). Chordate: *Pikaia* (15). Animals of disputed or uncertain affinity: *Amiskwia* (16), *Dinomischus* (17), *Eldonia* (18), *Odontogriphus* (19), *Opabinia* (20), *Wiwaxia* (21).

Les ères et périodes

Durée relative

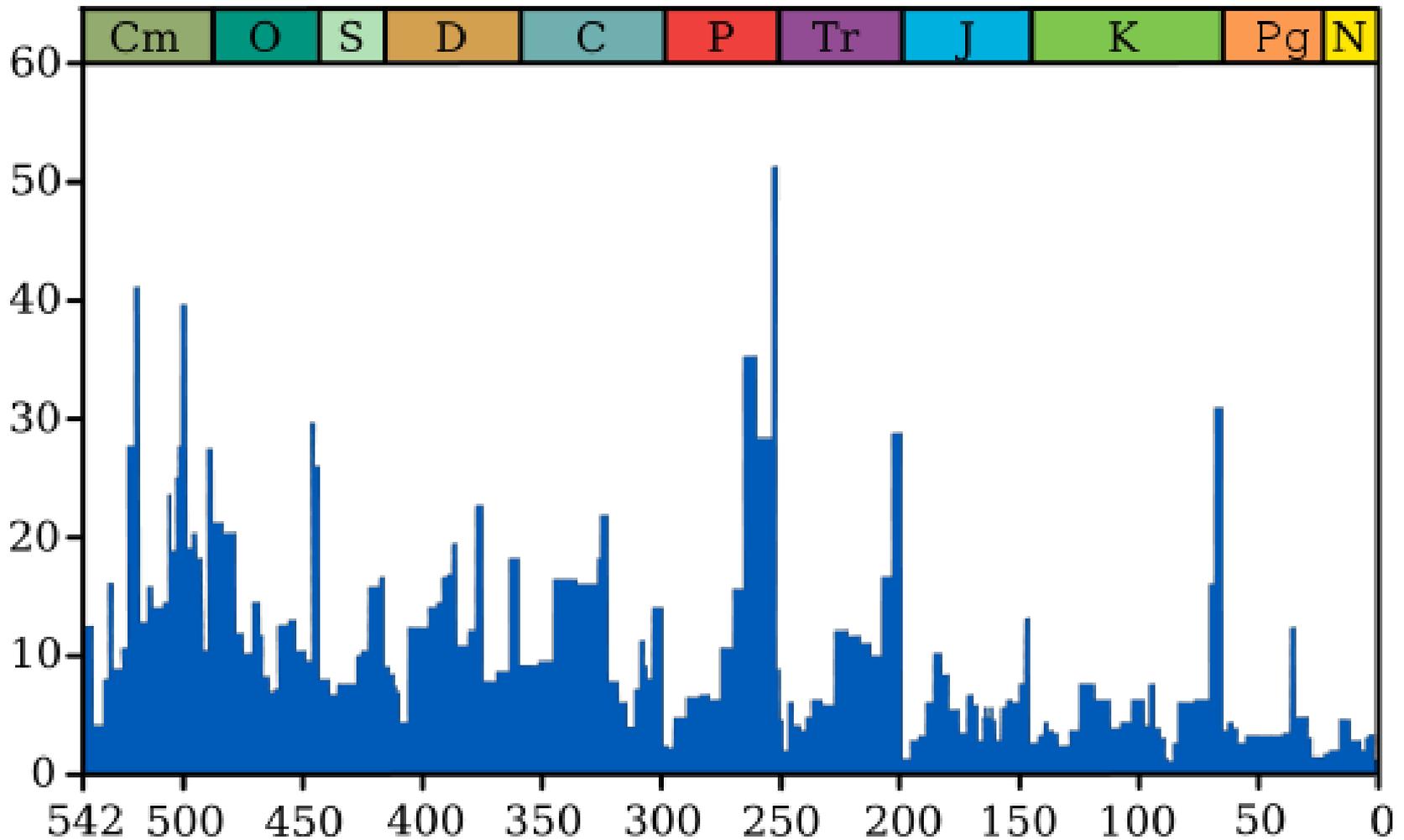
ÈRES	PÉRIODES	ÉPOQUES
CÉNOZOÏQUE	QUATERNAIRE	Holocène (récent)
		Pléistocène
	TERTIAIRE	1,6 — Pliocène
		5,3 — Miocène
		23,7 — Oligocène
MÉSOZOÏQUE (Secondaire)	36,8 — Éocène	
	57,8 — Paléocène	
PALÉOZOÏQUE (Primaire)	66,4 — CRÉTACÉ	
	144 — JURASSIQUE	
	208 — TRIAS	
	246 — PERMIEN	
	286 — CARBONIFÈRE	
	360 — DÉVONIEN	
	408 — SILURIEN	
438 — ORDOVICIEN		
PRÉCAMBRIEN	505 — CAMBRIEN	
	544 Ma — PROTÉROZOÏQUE	
	NÉO- 1,0 Ga	
MÉSO- 1,5 Ga		
PALÉO- 2,5 Ga		
ARCHÉEN	4,03 Ga	
HADÉEN	4,55 Ga	

Extinctions biologiques majeures

Leur fin est le plus souvent marquée par une crise biologique



Intensité des extinctions marines à travers le temps



Pourcentage apparent de genres d'animaux marins
ayant disparu au cours d'un intervalle de temps.

Document 10.
Echelle des
temps
géologiques avec
les principaux
évènements.

Eon	Ere	Période	Époque	Âge (Ma)	Notation	Couleur	Oroge-nèse	Événements importants	
PHANÉROZOÏQUE	CÉNOZOÏQUE	Quaternaire	Holocène	0,012	q	Saumon	Alpine	Fin de la dernière glaciation	
			Pléistocène		q			Glaciations quaternaires	
		Néogène	Pliocène	2,6	p	Jaune		Premiers Hominidés	
			Miocène		m				
		Paléogène	Oligocène	23	g	Orange		Collision Europe - Apulie	
					Éocène			e	Collision Inde Eurasie
			Paléo-cène	e	Premiers Primates				
				e	Premières Graminées				
		MÉSOZOÏQUE	Crétacé	Sup.	66	c		Vert	Crise biologique (crise K/T)
				Inf.					Subduction de l'océan alpin
	Jurassique		Sup.	145	j ou l (si inf. Lias)	Bleu	Premières Angiospermes		
			Moy.				Premiers Oiseaux		
			Inf.				Ouverture Atlantique Sud		
	Trias		Sup.	201	t	Violet	Crise biologique		
			Moy.				Premiers Mammifères		
			Inf.				Crise biologique		
	PALÉOZOÏQUE		Permien	252	r	Rouge	Crise biologique		
			Carbonifère	298	h	Bleu-vert	Formation de la Pangée		
		Premiers reptiles							
		Dévonien	358	d	Marron	Forêts houillères du Carbonifère			
Crise biologique									
Silurien		419	s	Vert pâle	Sortie des eaux des Vertébrés				
Ordovicien		443	o	turquoise	Apparition Insectes				
	Crise biologique								
Cambrien	485	k	Vert kaki	Premiers Vertébrés					
PRECAMBRIEN	PROTERO-ZOÏQUE	541	b (carte de France)	Rose-orange	Explosion cambrienne (schistes de Burgess)				
		Faune d'Ediacara (-575 à -540 Ma)							
		Premiers Eucaryotes (-1,8 Ga)							
ARCHÉEN	HADÉEN	2 500		Rose	Oxygénation de l'atmosphère (-2,3 Ga)				
					Apparition de la photosynthèse (-2,8 Ga)				
		4 000			Premières Bactéries (-3,8 Ga)				
					Plus vieilles roches connues (-3,8 Ga)				
					Formation de la Terre (-4,55 Ga)				