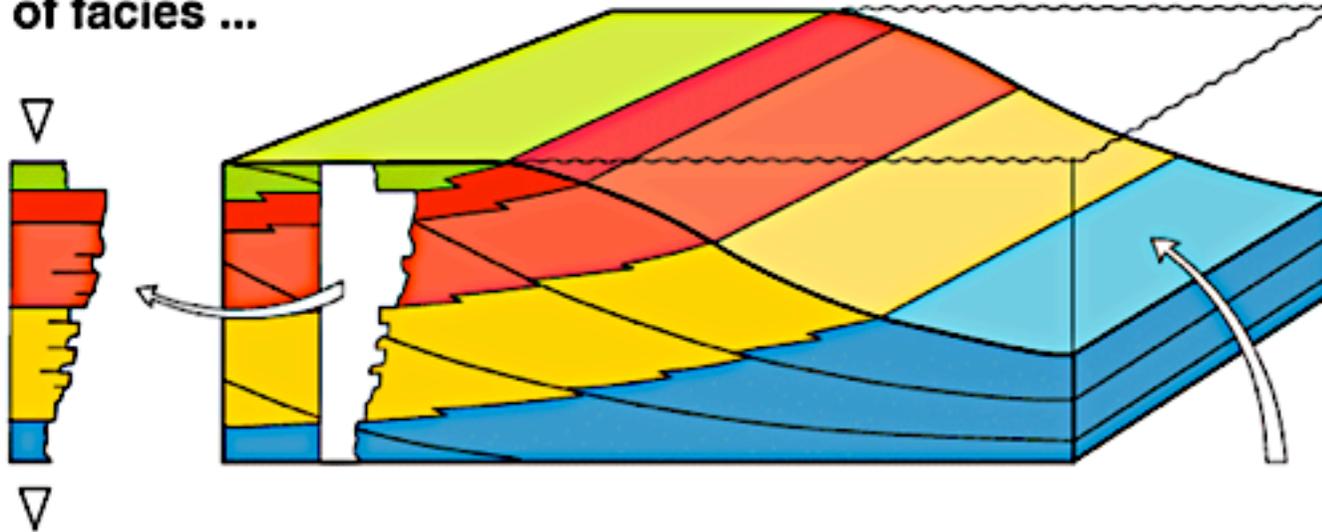


Chapitre 3
Bassins sédimentaires
et formation des roches

1. Organisation des corps sédimentaires et leur signification

Loi de Walther

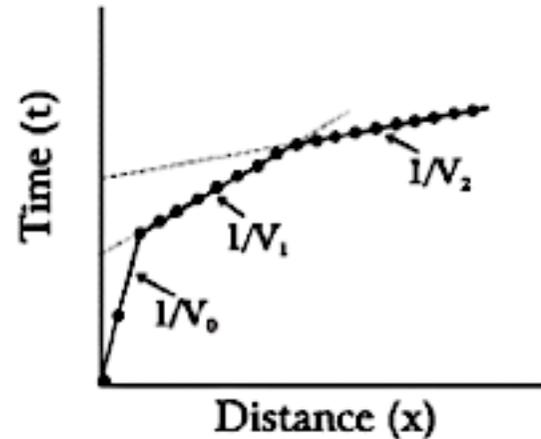
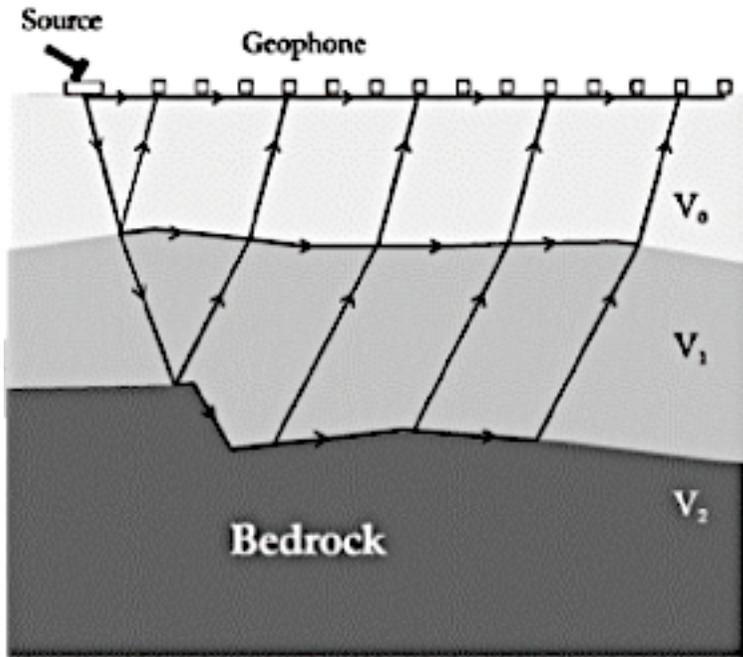
A vertical sequence
of facies ...



... corresponds to the recording, through time, of their lateral succession.

Une séquence verticale de faciès correspond à l'enregistrement, dans le temps, de leur succession latérale.

Sismique réfraction



temps d'arrivée en fonction de la distance à la source

a

substrat	vitesse en km.s^{-1}
eau	1,5
boue carbonatée	1,5 à 2,5
sédiments consolidés	3,5 à 5,5
socle continental	5,5 à 6,5

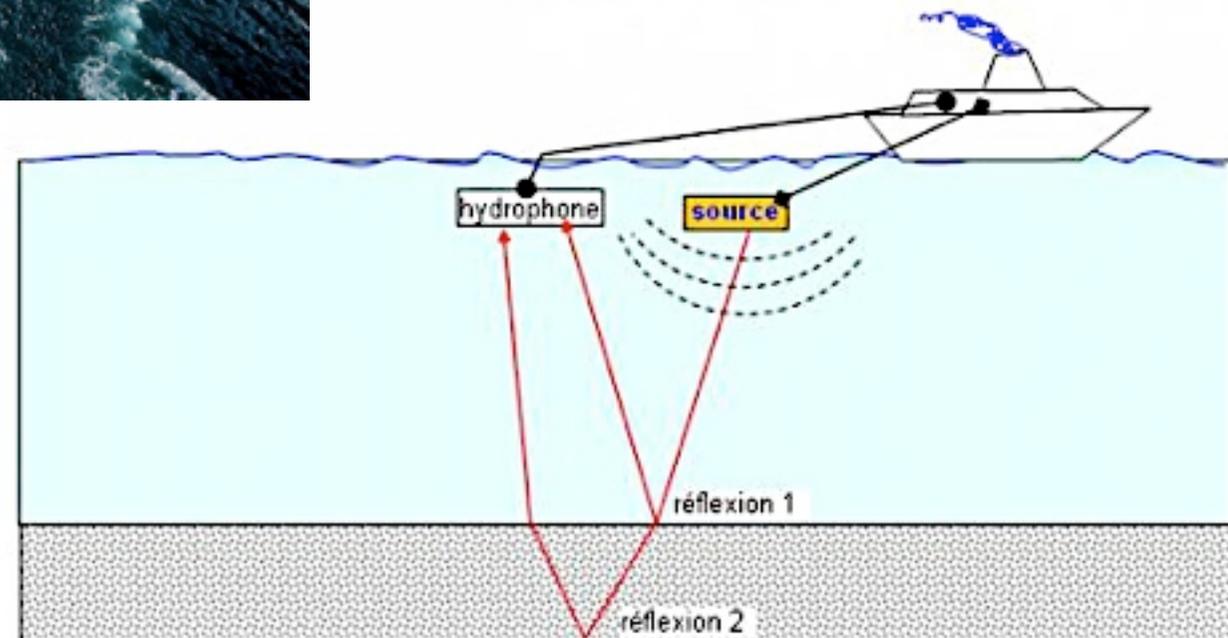


camions vibreurs

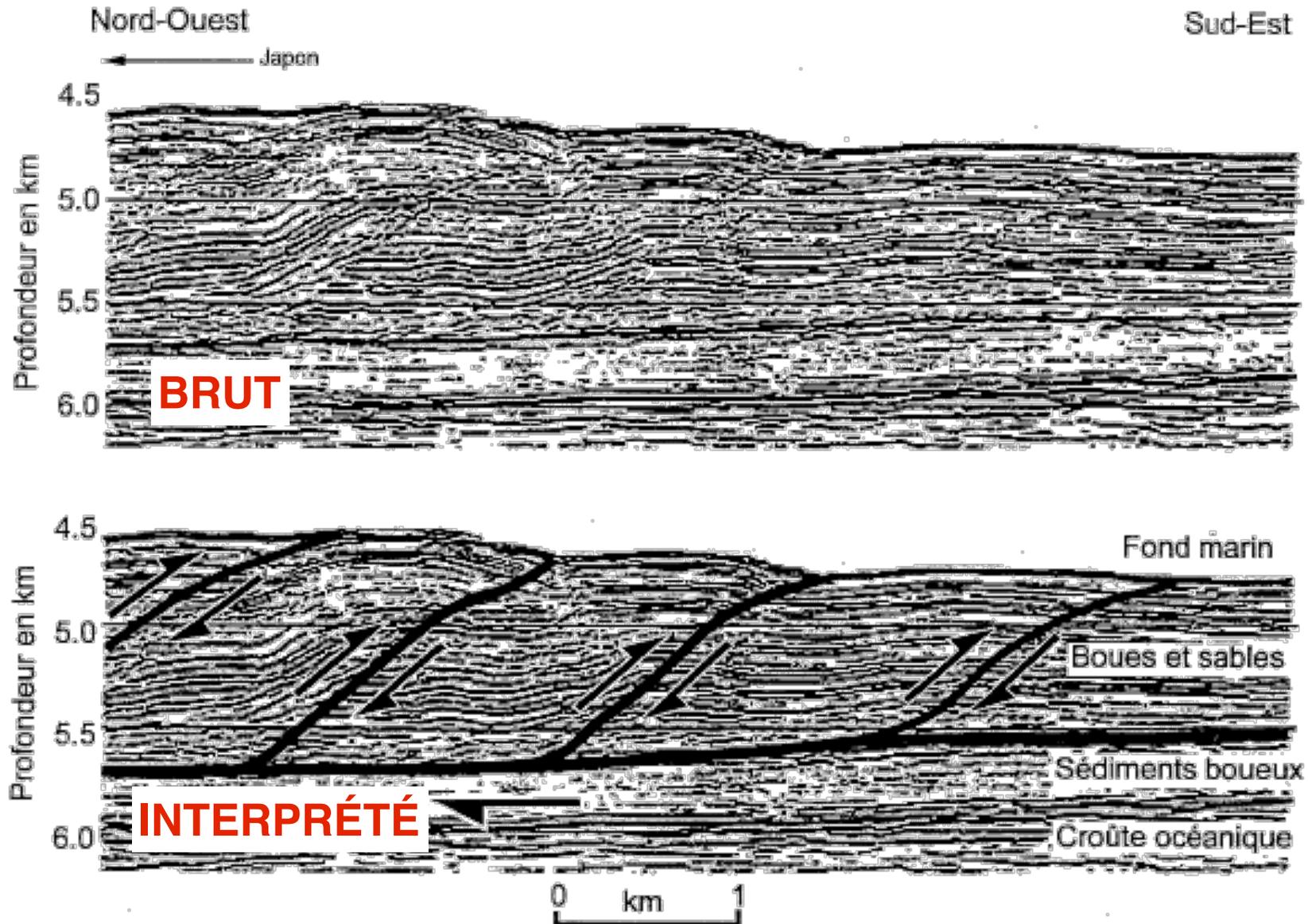
Sismique réflexion



sismique réflexion

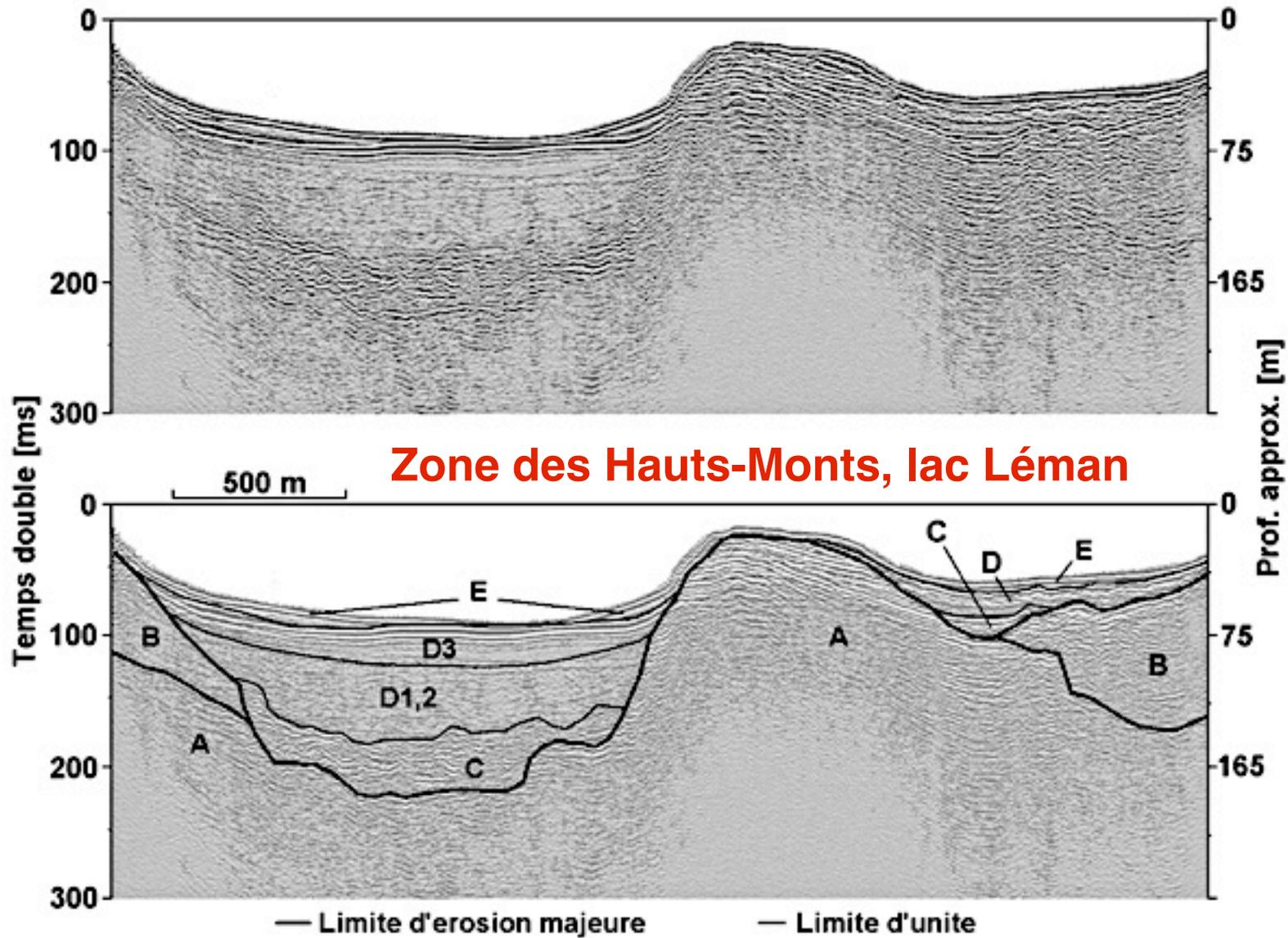


Profils sismiques : interprétation

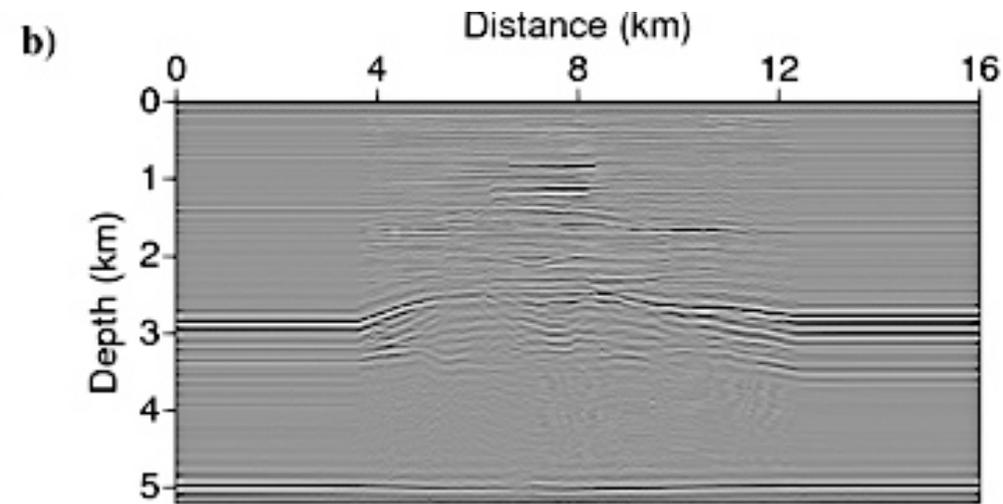
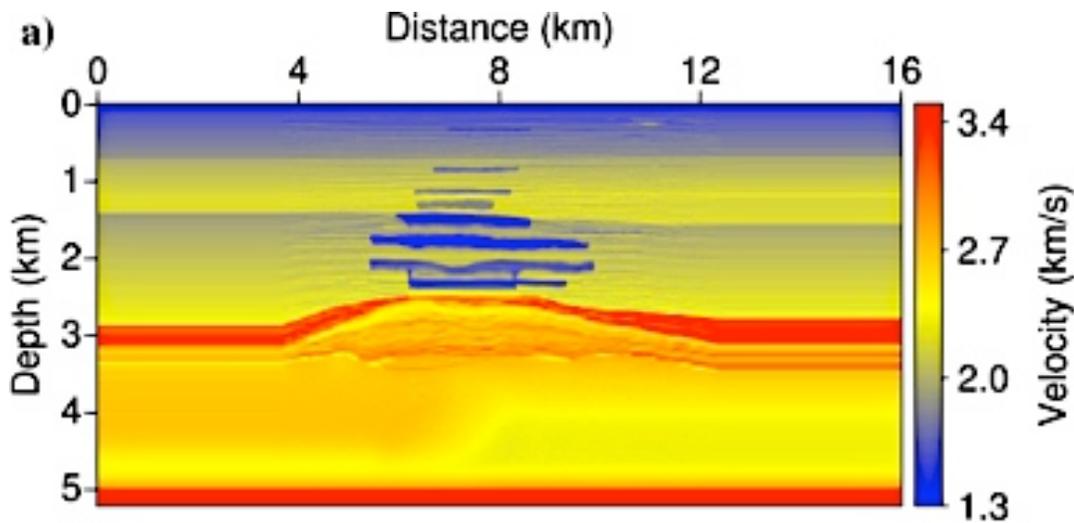


prisme d'accrétion de la fosse du Nankai

Interprétation d'un profil sismique

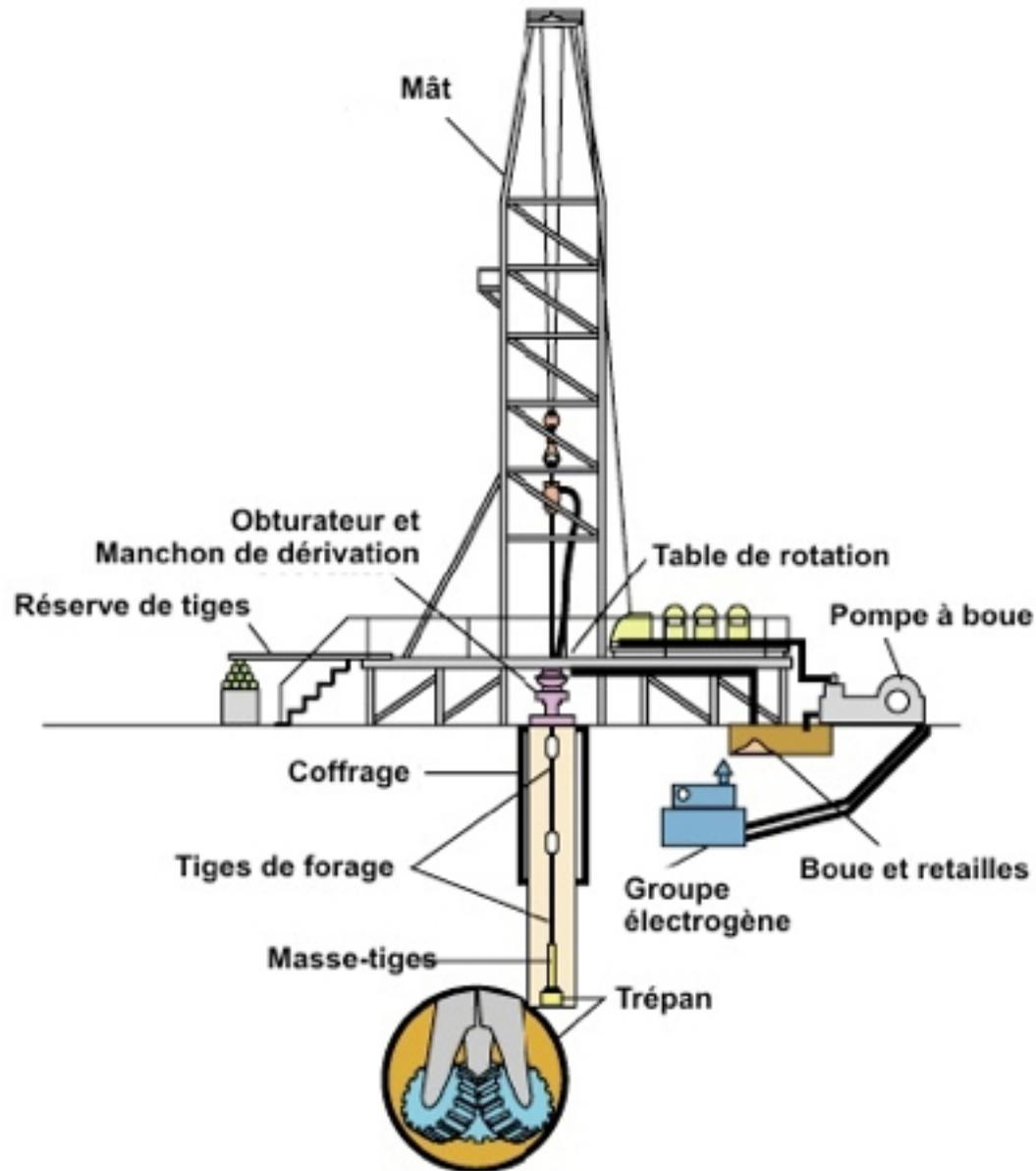


Mer du Nord : un piège dans un anticlinal



Forme en dôme avec poche de gaz bien visible (bleu)

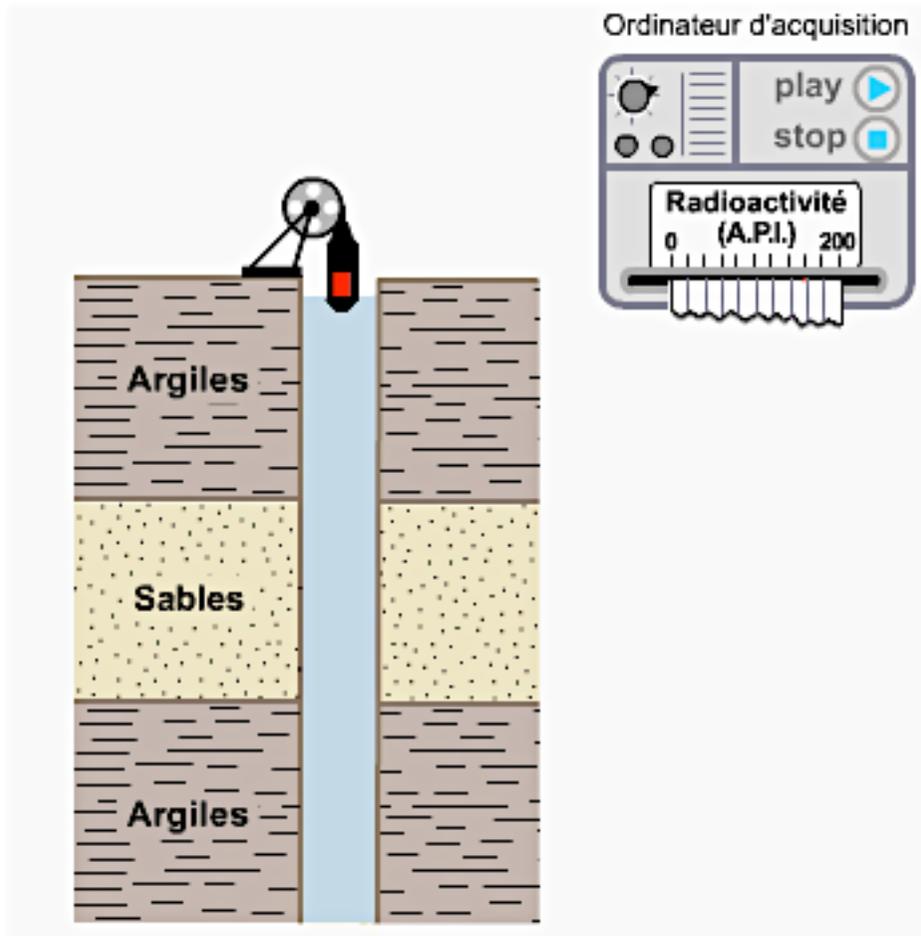
Forage et diagraphie



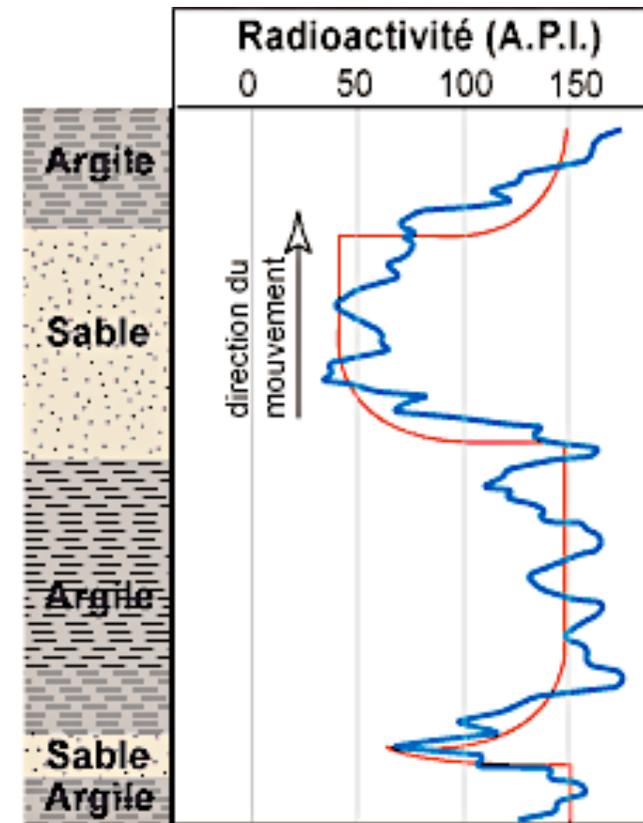
Tête de forage



Diagraphie : gamma-ray



Principe de la sonde gamma ray,
radioactivité naturelle (Source : Université de Lausanne)



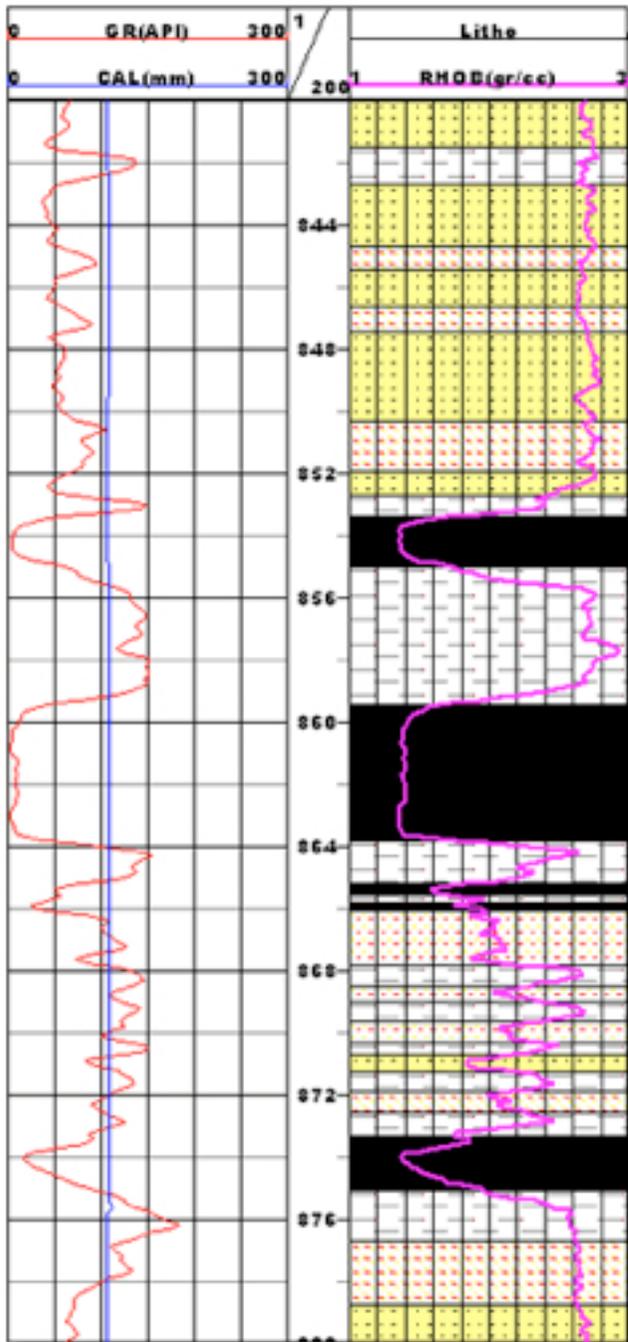
Constante de temps:

1.5 sec

Vitesse d'enregistrement:

15 m/min.

Diagraphie et recherche de charbon

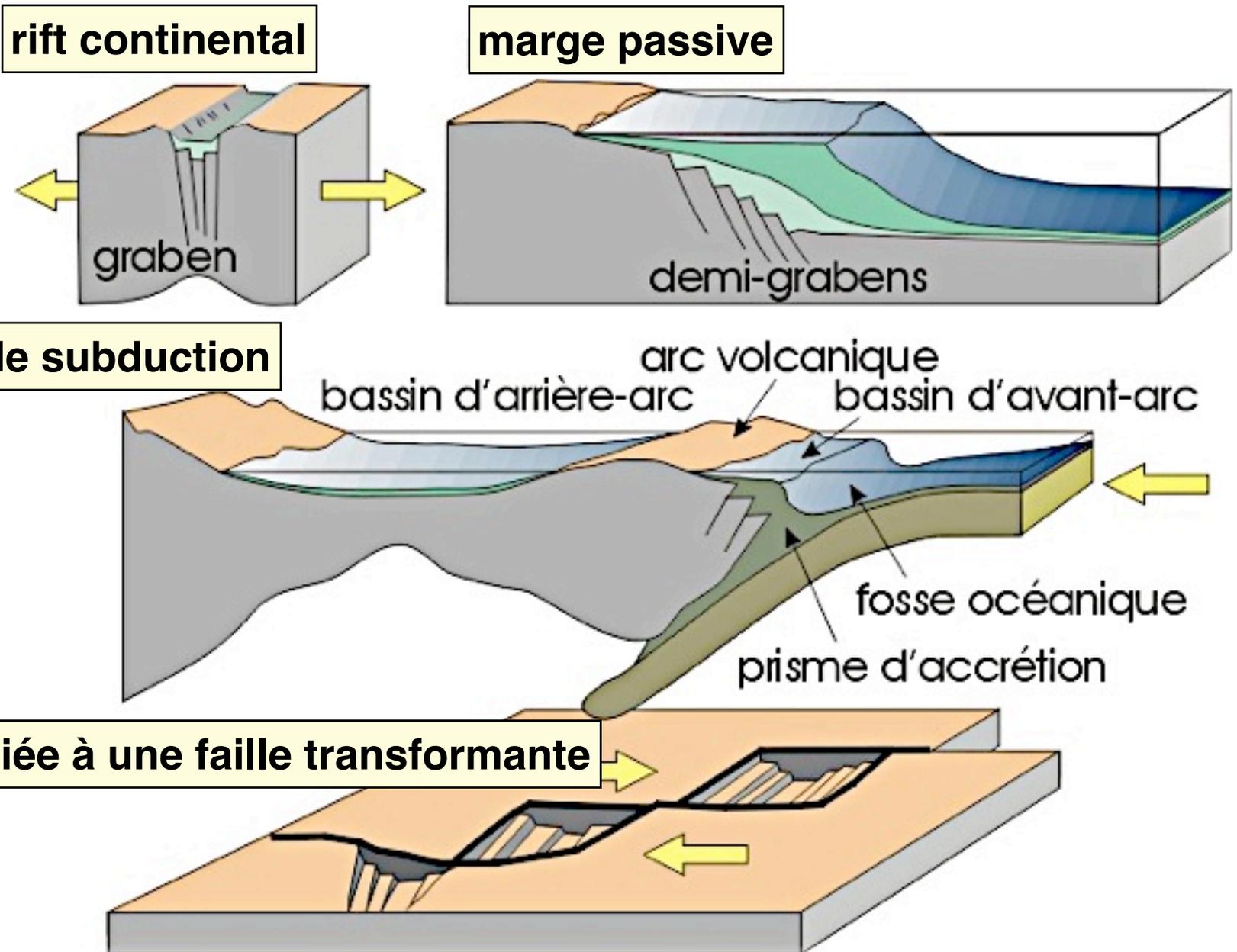


Mesure de densité (courbe rouge) et gamma naturel dans un forage situé dans une région minière de l'est de la France.

Les bancs de charbons sont parfaitement délimités grâce à :

- une faible densité ;
- un gamma ray naturel proche de zéro.

Les bassins en contexte tectonique



La mer morte, bassin en pull-apart

Idealized model of a pull-apart basin as a result of a transform fault. Arrows indicate motion along each fault segment.

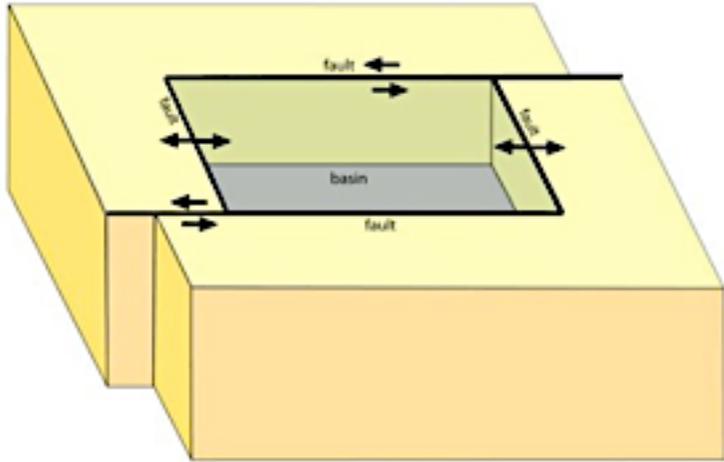
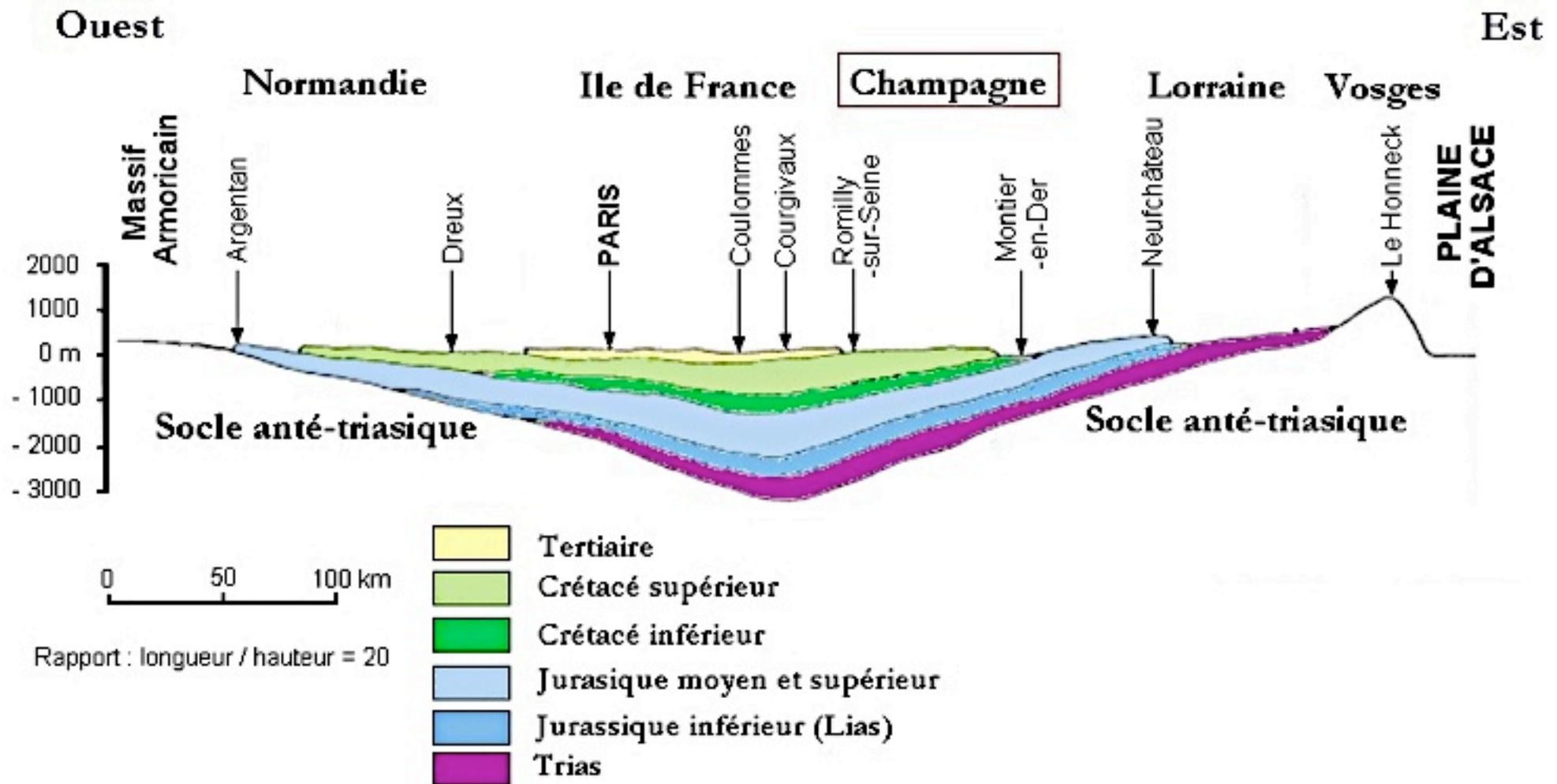


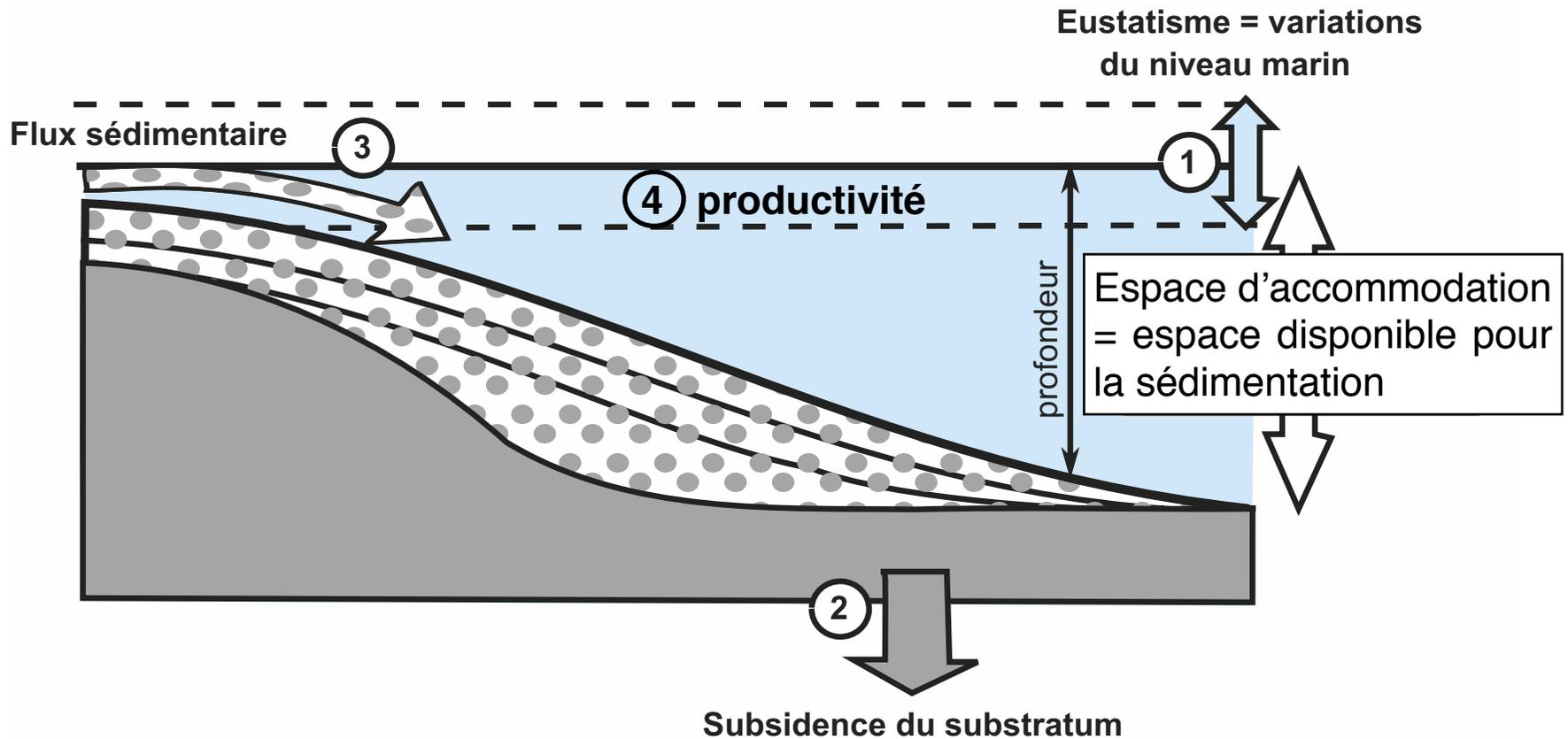
Image U. S. Geological Survey



Le bassin parisien, un bassin atectonique



Facteurs influençant un bassin sédimentaire



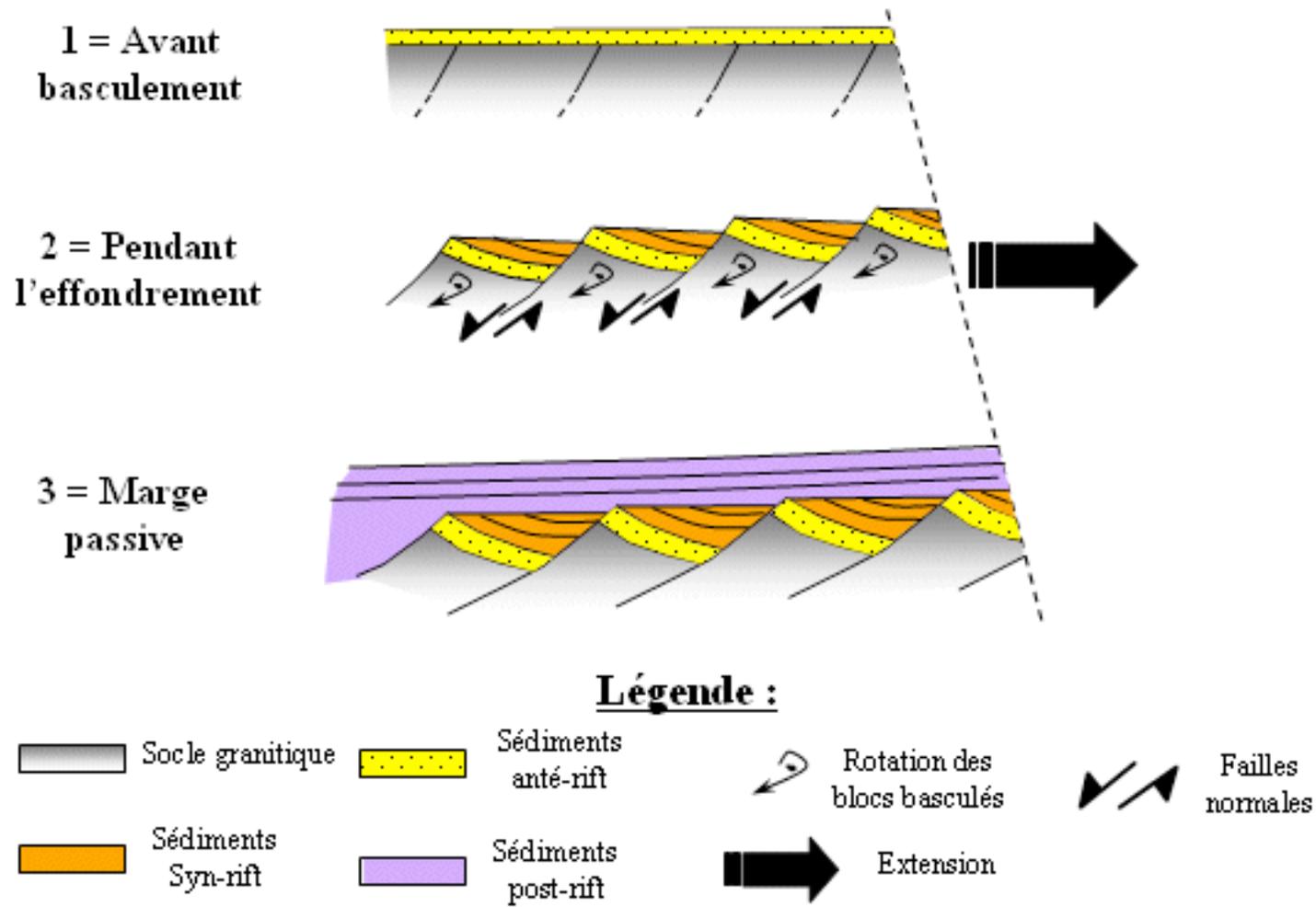
Subsidence totale = subsidence stricte + surcharge sédimentaire



subsidence thermique + tectonique

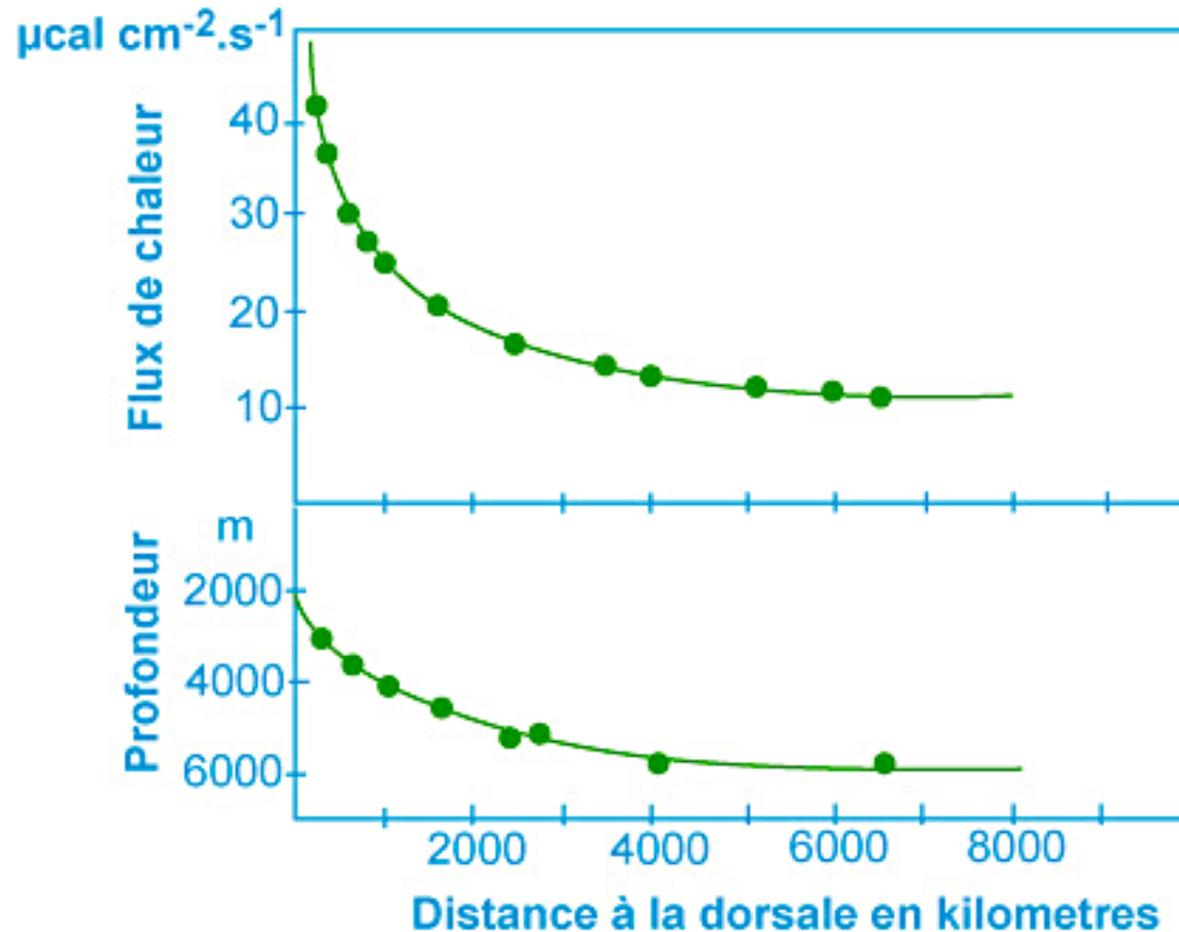
Dépôts sédimentaires pendant le rifting

Exemple de subsidence tectonique



Exemple de subsidence thermique

Le plancher océanique s'enfonce à mesure qu'il s'éloigne de la dorsale



La surcharge sédimentaire

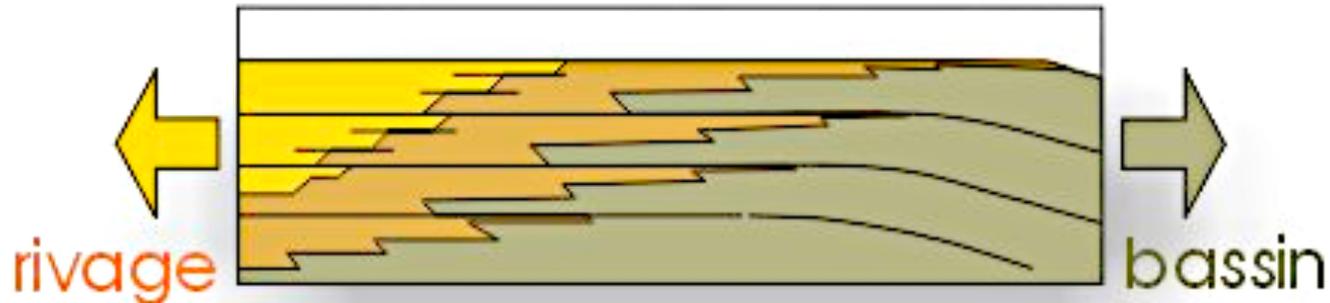
S_S = surcharge des sédiments

S_T = subsidence tectonique et thermique



Types de d'empilement de séquences

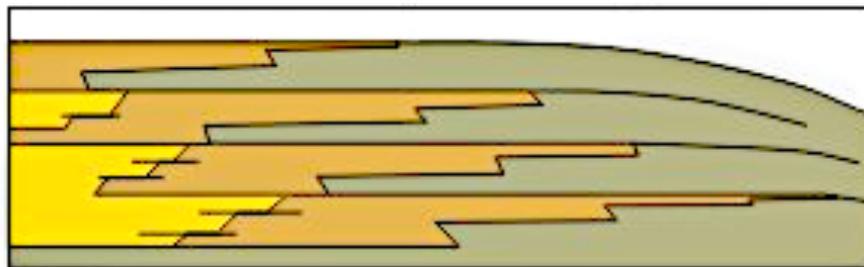
succession de séquences progradante



PROGRADATION

la ligne de rivage progresse vers le bassin océanique (régression ou dépôt de delta)

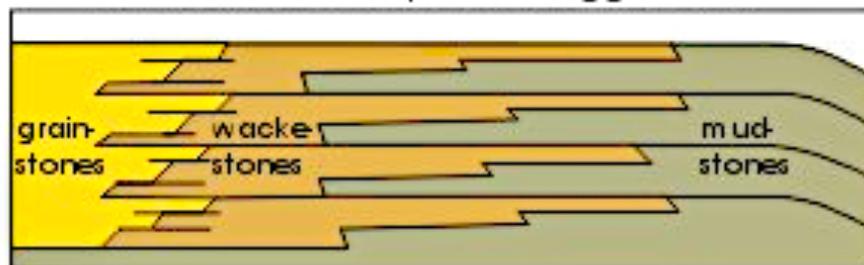
succession de séquences rétrogradante



RETROGRADATION

la ligne de rivage progresse vers le continent (transgression ou affaissement du plancher)

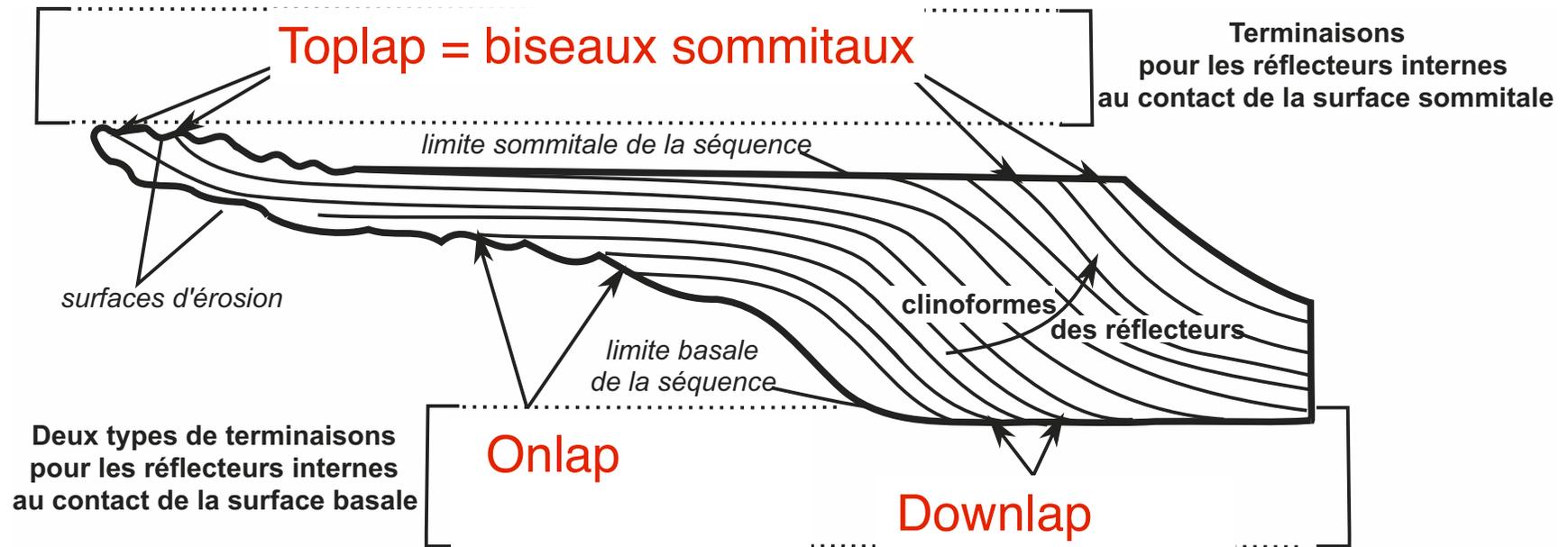
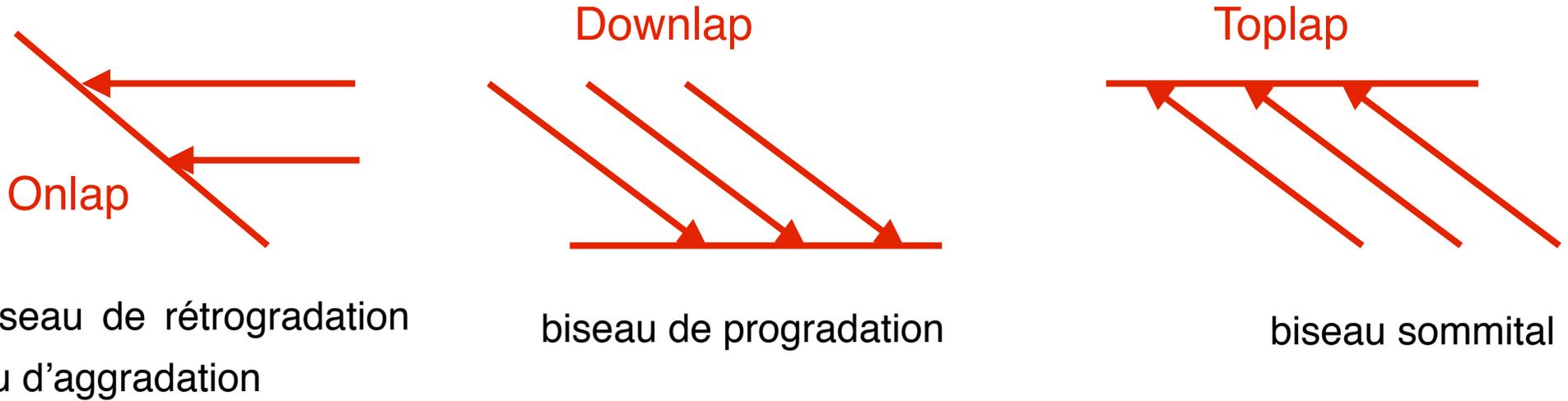
succession de séquences aggradante



AGGRADATION

la ligne de rivage ne varie pas
apport sédimentaire = subsidence

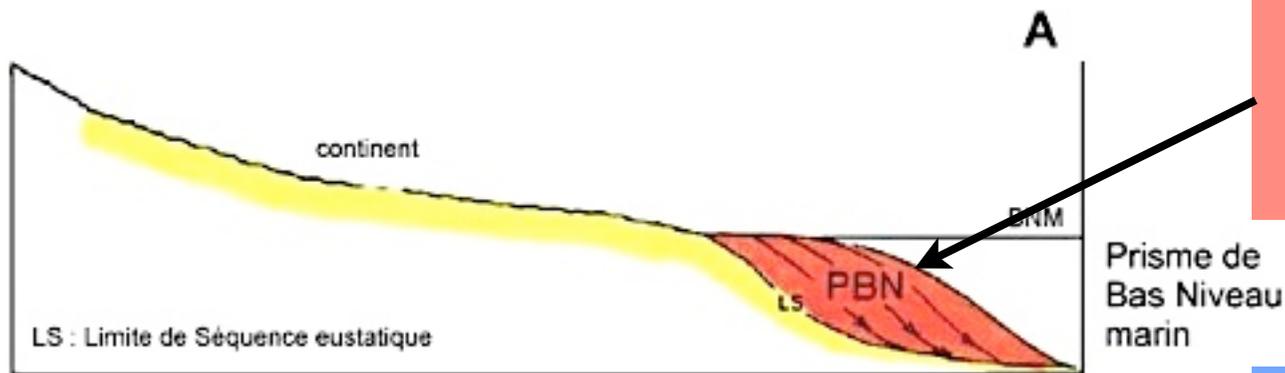
Les figures de transition dans une séquence



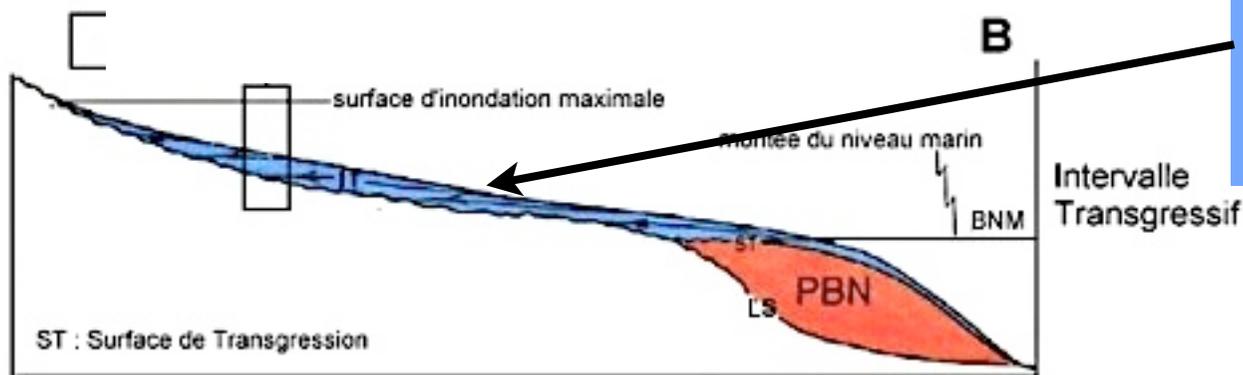
Animation sur les variations du niveau marin

<http://www.sepmstrata.org/movies/Mallorca.mov>

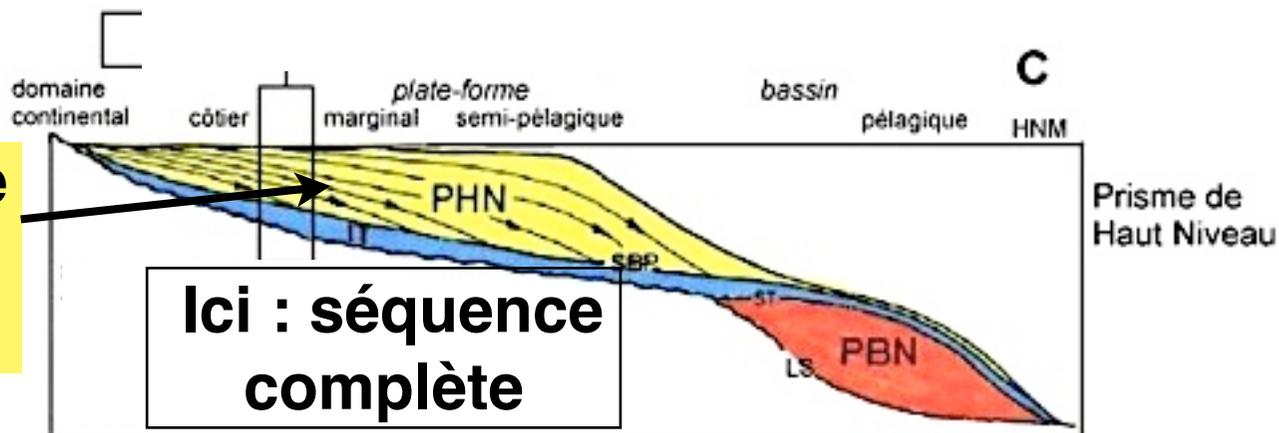
Exemple d'une séquence sédimentaire



**cortège de bas niveau
(4 dépôts)**



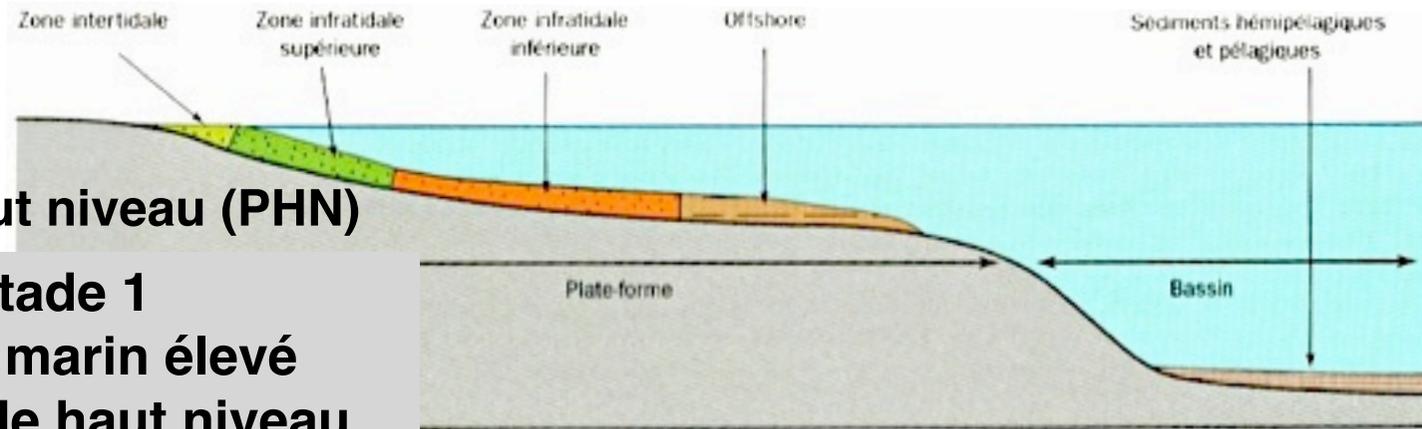
**cortège
transgressif
de transition**



**cortège
de haut
niveau**

**Ici : séquence
complète**

Reconstitution



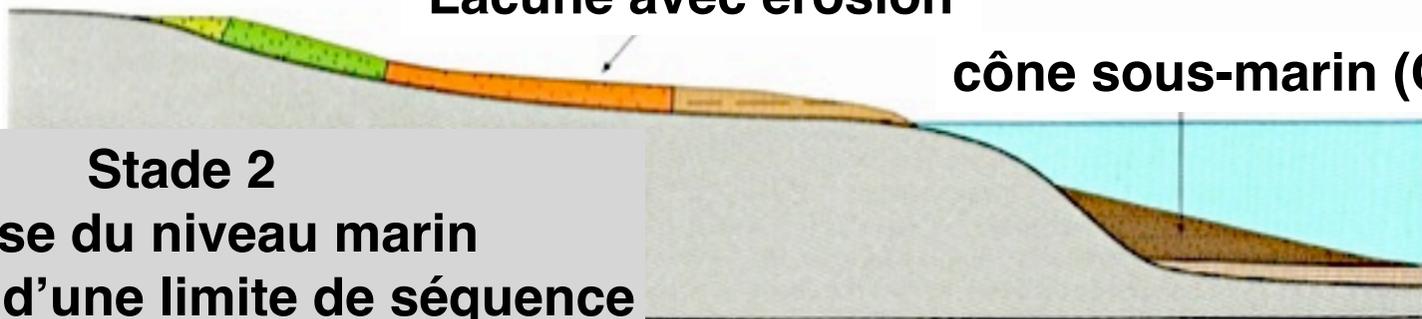
Prisme de haut niveau (PHN)

Stade 1

**Niveau marin élevé
Cortège de haut niveau**

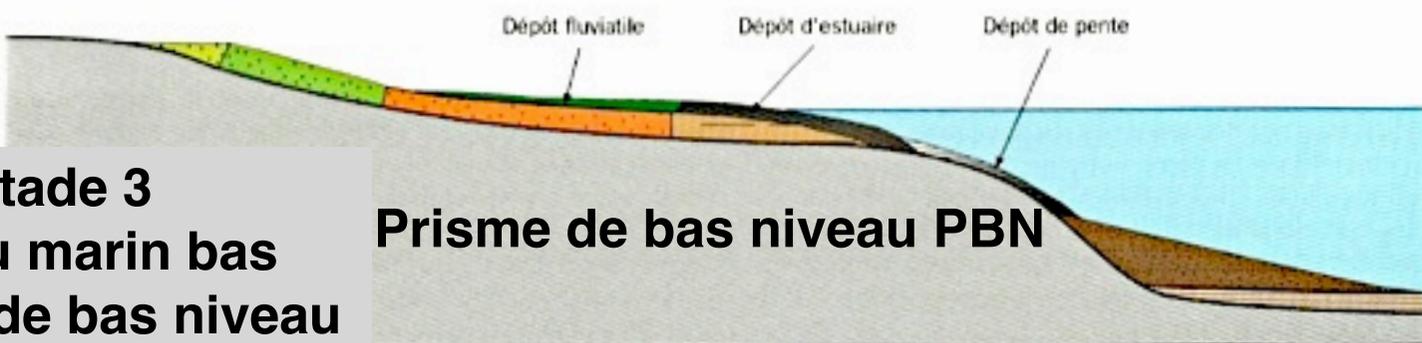
Lacune avec érosion

cône sous-marin (CSM)



Stade 2

**Baisse du niveau marin
Formation d'une limite de séquence**



Stade 3

**Niveau marin bas
Cortège de bas niveau**

Prisme de bas niveau PBN

Bilan

corps sédimentaire = empilement de séquence

séquence = ensemble des dépôts entre deux épisodes de bas niveau marin

cortège = subdivision d'une séquence, ayant une des 3 configurations géométriques typiques :

- cortège transgressif
- cortège de haut niveau
- cortège de bas niveau

2. Les roches sédimentaires : diversité et genèse

La classification des roches sédimentaires

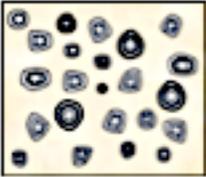
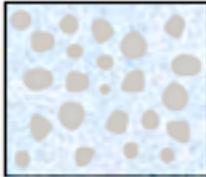
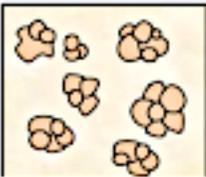
Classification fondée sur les processus de formation

Sédiments détritiques	Sédiments biogènes	Sédiments chimiques	Sédiments volcano-clastiques
conglomérats, grès, pélites	calcaires, dolomies, charbons, schistes...	évaporites, minerais de fer, phosphorites marines	ignimbrites, tuffs...

Les roches détritiques

Taille des grains	Classe granulométrique	Sédiments	Roches	Critère empirique
Supérieure à 2 mm	Rudites	Graviers Blocs	Conglomérat	Grains visibles à l'œil nu
Entre 2 mm et 35 μm	Arénites	Sable	Grès	La roche est granuleuse au toucher
Inférieure à 35 μm	Lutites	Silt	Pélite	La roche est douce au toucher ; les grains ne sont pas visibles ;
		Argile	Argilite	La roche happe à la langue

Classification de Folk

Allochems principaux	Liant carbonaté composé de cristaux < 4 µm (= micrite)		Liant carbonaté composé de cristaux > 4 µm (= sparite)	
Bioclastes	Biomicrite		Biosparite	
Ooïdes	Oomicrite		Oosparite	
Peloïdes	Pelmicrite		Pelsparite	
Intraclastes	Intramicrite		Intrasparite	
Calcaire formé <i>in situ</i>	Dismicrite (calcaire fenestré)		Biolithite (calcaire bioconstruit)	

grains d'origine biologique

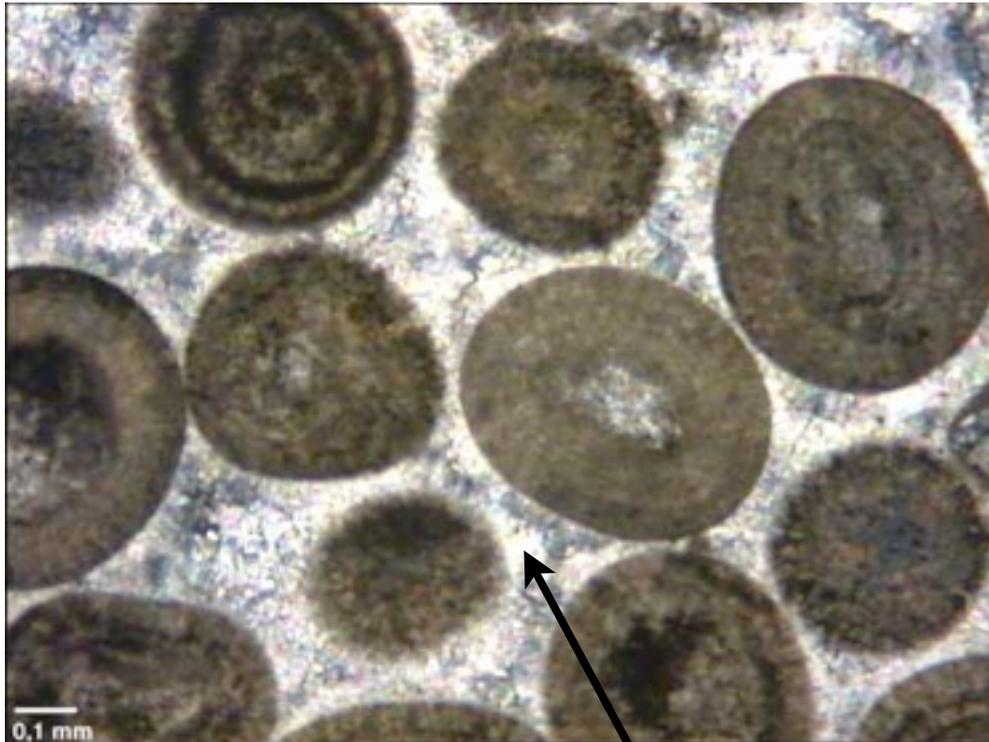
grains d'origine non biologique, concentriques

grains sans structure interne, microcristallins

fragments de sédiments agglomérés

Tableau de classification des roches carbonatées de Folk (1959)

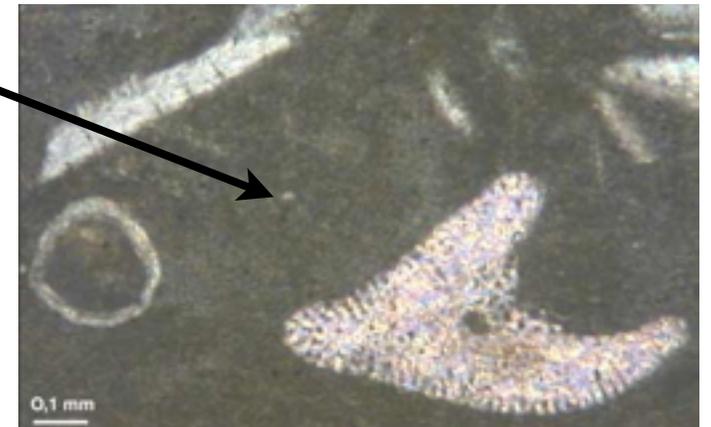
Sparite ou micrite ?



Sparite : cristaux de calcite,
pas de boue



Micrite = boue + quelques cristaux de calcite



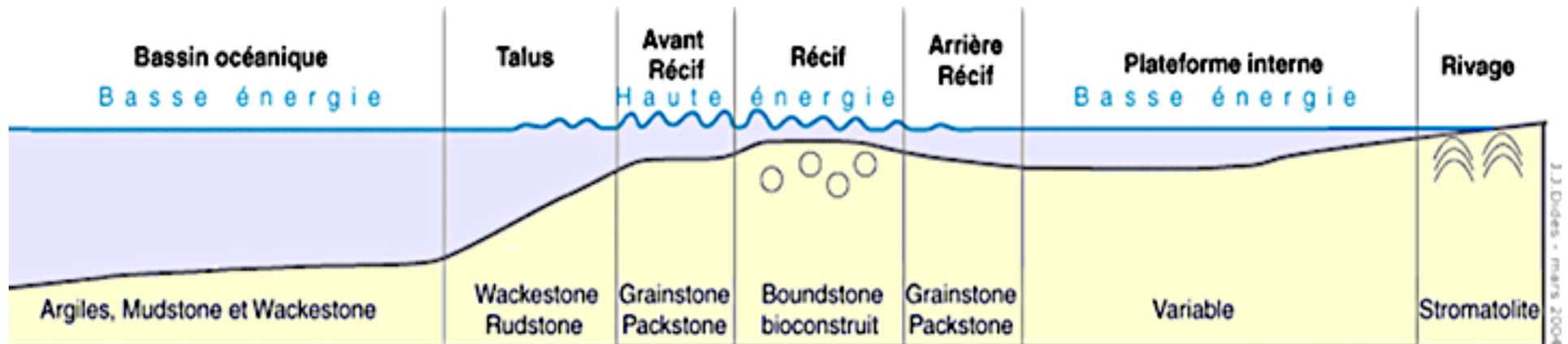
Classification de Dunham

constituants liés lors du dépôt			boundstone	récifs	
constituants non liés lors du dépôt	moins de 10% des particules ont un diamètre > 2 mm	absence de boue carbonatée		grainstone	+ granuleux
		présence de boue carbonatée	grains jointifs, > 10 % de grains	packstone	
			grains non jointifs, > 10 % de grains	wackestone	
			grains non jointifs, < 10 % de grains	mudstone	
	plus de 10% des particules ont un diamètre > 2 mm	grains jointifs		rudstone	+ lisse
		grains non jointifs		floodstone	



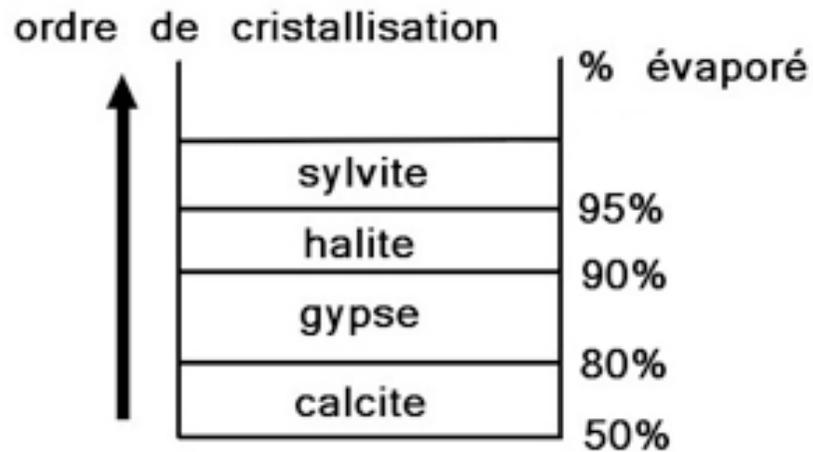
calcaires grossiers

Dunham et environnement de dépôt



Dépôts par précipitation chimique

Série évaporitique



Phosphorites marines

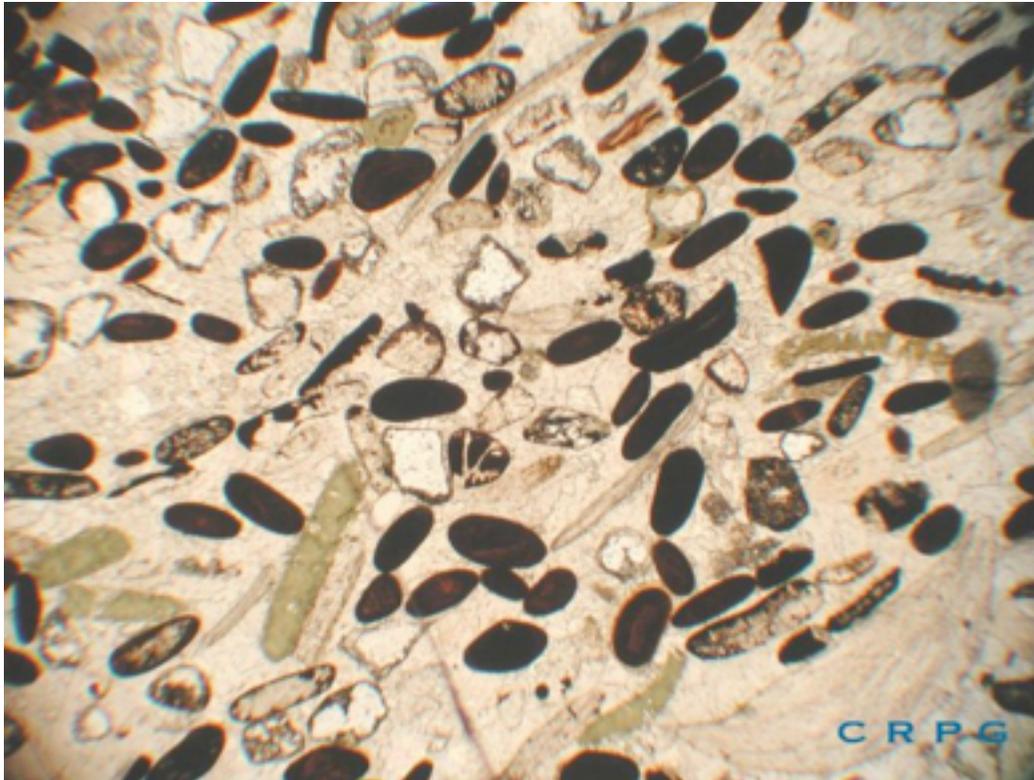
nodules de quelques cm à 1m, contenant $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

2 origines (liées à une présence biologique) :
- formation en zones d'upwelling, sous 200 m de profondeur (zone de dioxygène minimum)
- formation continentale (karst du Quercy) à partir de restes organiques (os, excréments).



Dépôts par précipitation chimique

Le fer précipite lorsque le pH augmente surtout donc dans l'eau de mer, et forme des nodules de petite taille.



Minette en LPNA (bassin lorrain, Jurassique)

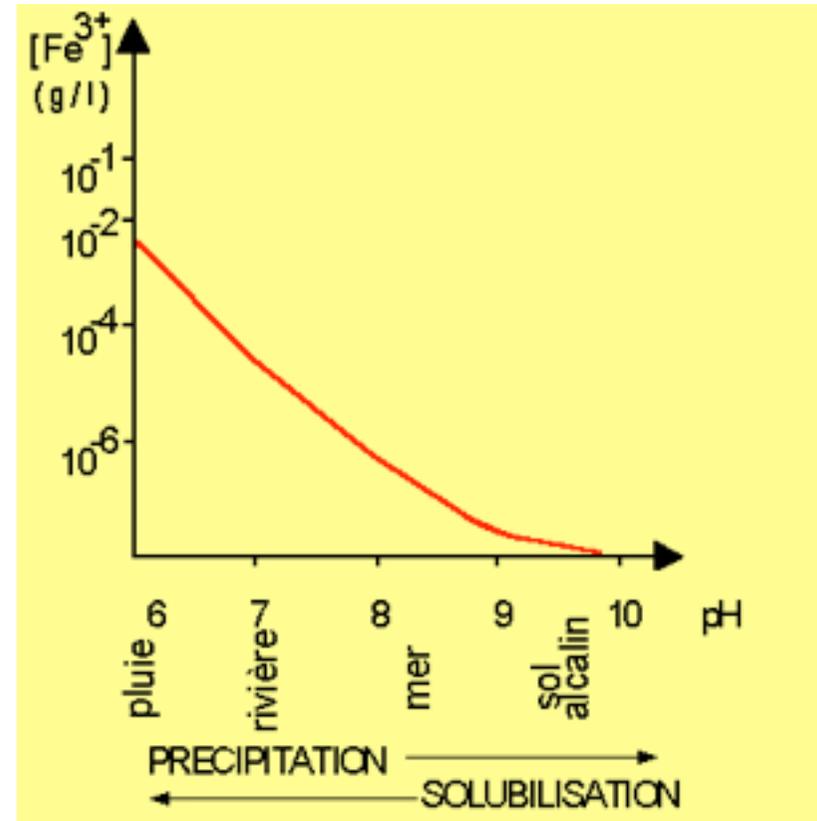
Oolithes à cortex constitué d'oxyde de fer.

Grains de quartz.

Fragments de coquilles de bivalves.

ciment formé de calcite et de chlorite (verte)

(www.crbg.cnrs-nancy.fr/Science/Collection)



exemples : pyrite FeS_2

magnétite : Fe_3O_4

Sidérite FeCO_3

Les dépôts volcano-clastiques

Exemple du Nideck

Les roches volcano-sédimentaires d'âge Permien sont liées à des dépôts pyroclastiques acides soudés à chaud ($> 700^{\circ}\text{C}$), on parle alors d'**ignimbrite** (*Ignimbrite* : du latin *ignis*, **feu** et *imber*, *imbris*, **pluie**) ou à **froid** formées lors d'éruptions de type « nuée ardente ».

Débris envoyés sous les Grès permo-triasiques.



Si les débris et cendres volcaniques sont soudés ultérieurement, il s'agit d'une **cinérite**.

Exemple de faciès : plate-forme carbonatée

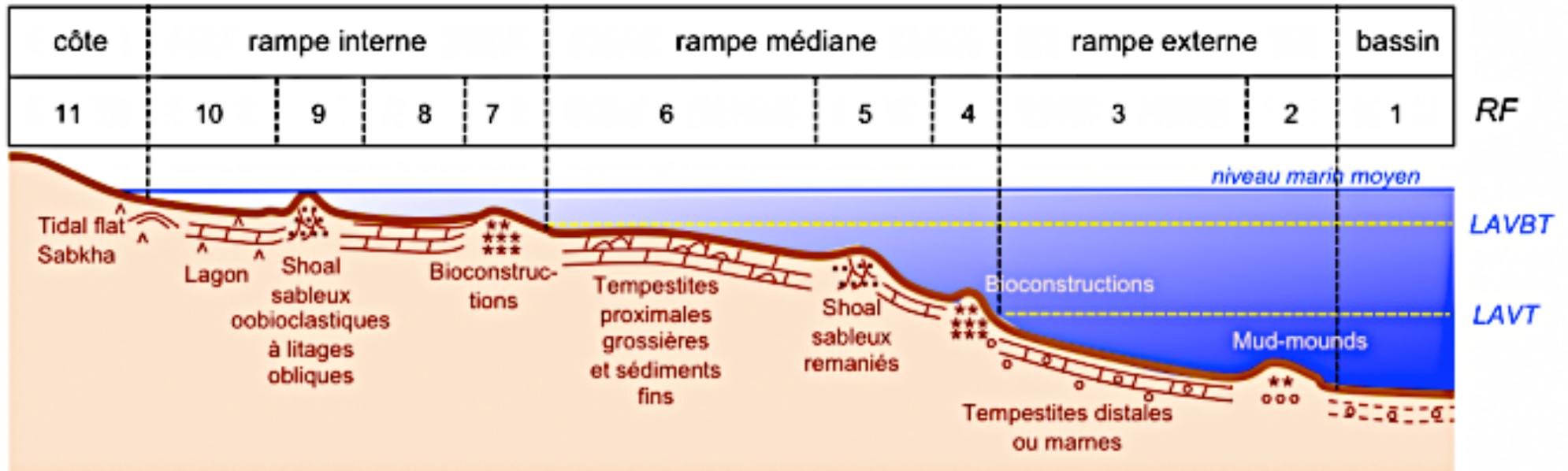
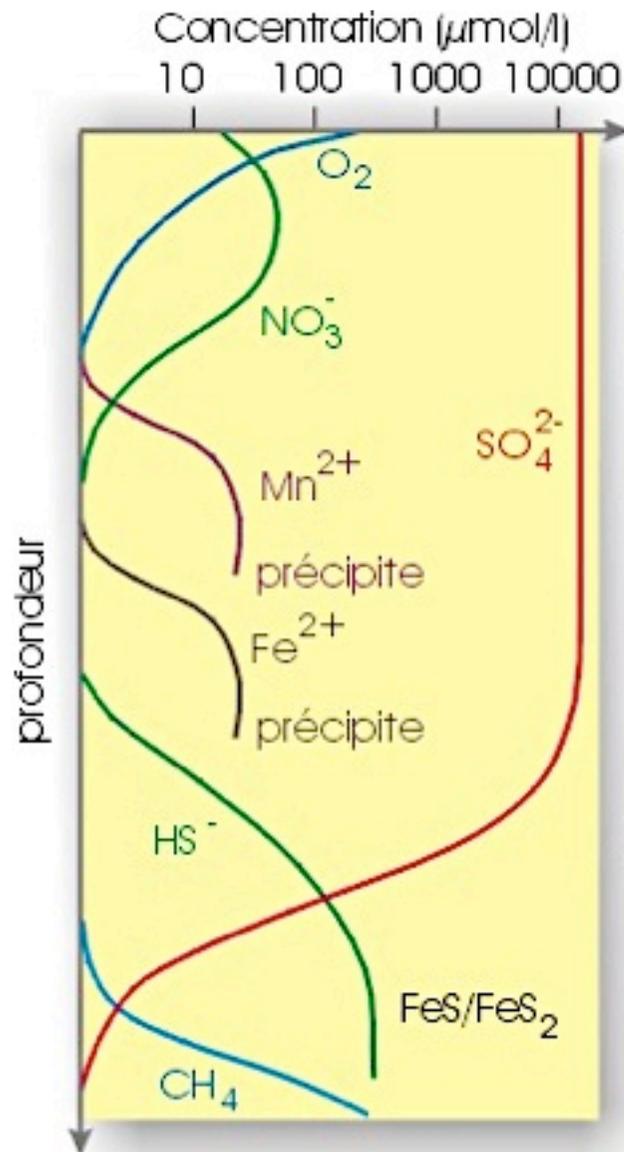


Fig. 4: Modèle de rampe carbonatée et répartition des faciès (RF).

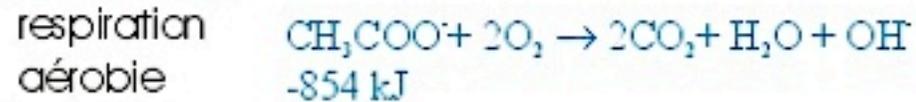
LAVBT: limite d'action des vagues de beau temps

LAVT: limite d'action des vagues de tempêtes

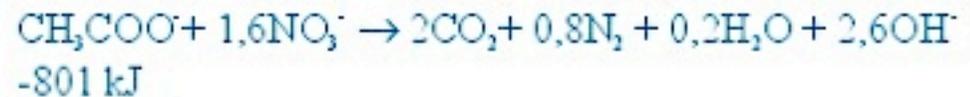
Évolution de la matière organique



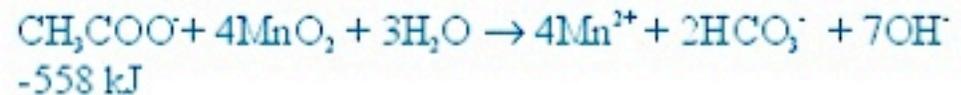
processus



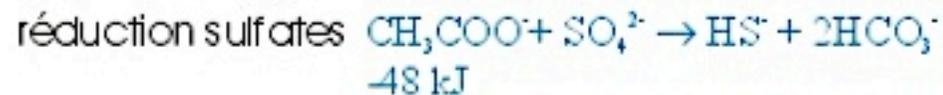
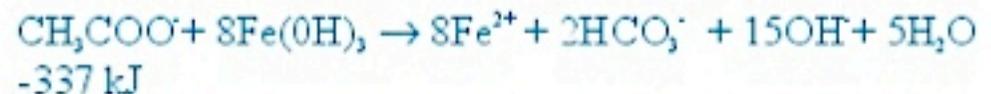
dénitrification



réduction Mn (IV)



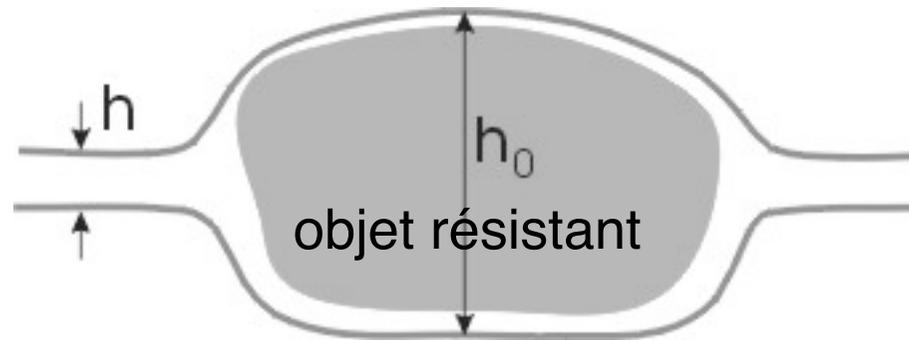
réduction Fe (III)



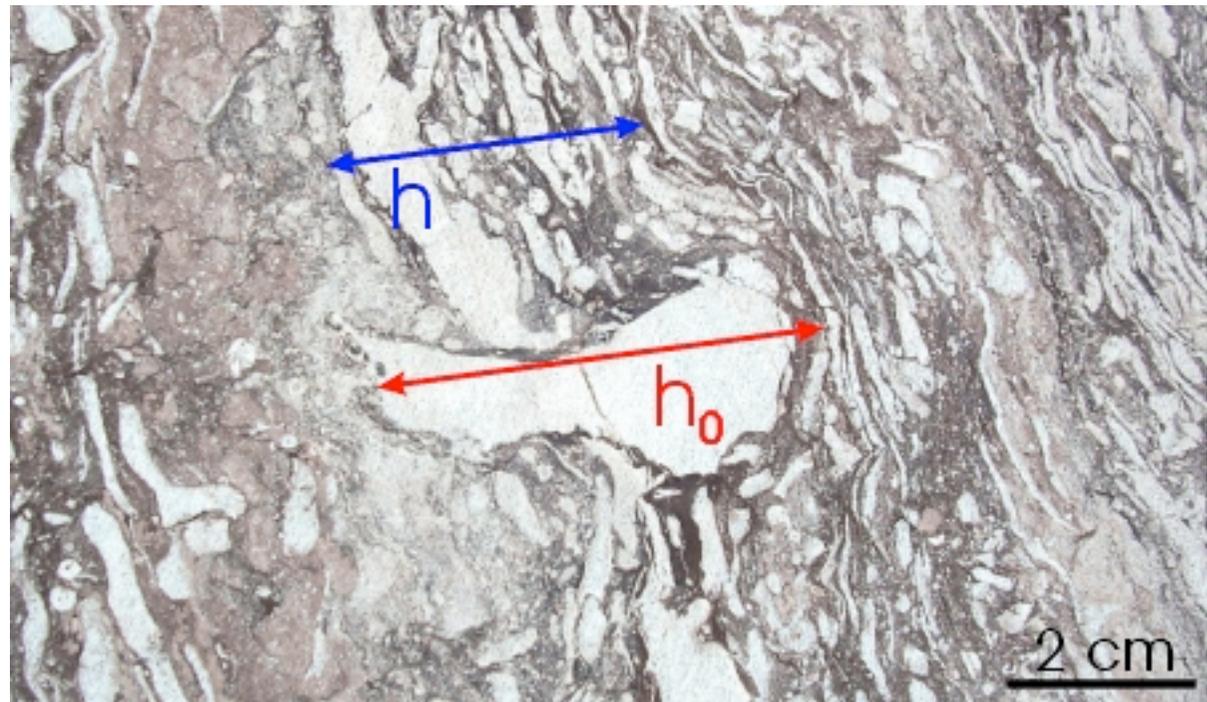
La compaction

sédiment	% de l'épaisseur originelle après compaction
tourbe	5-10%
boue argileuse	10-25%
boue calcaire	40-50%
sable	65-75%

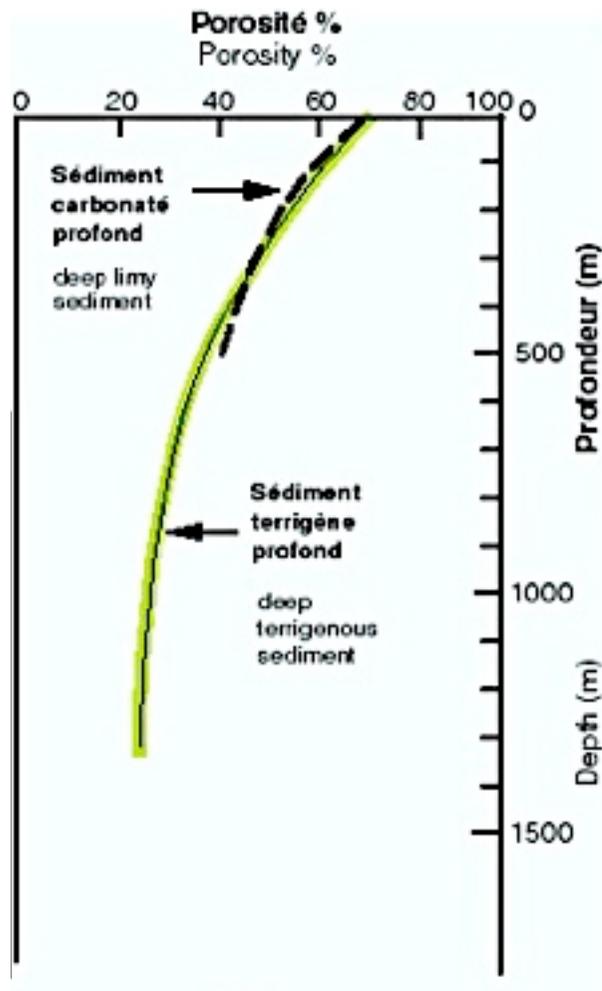
Quantifier la compaction



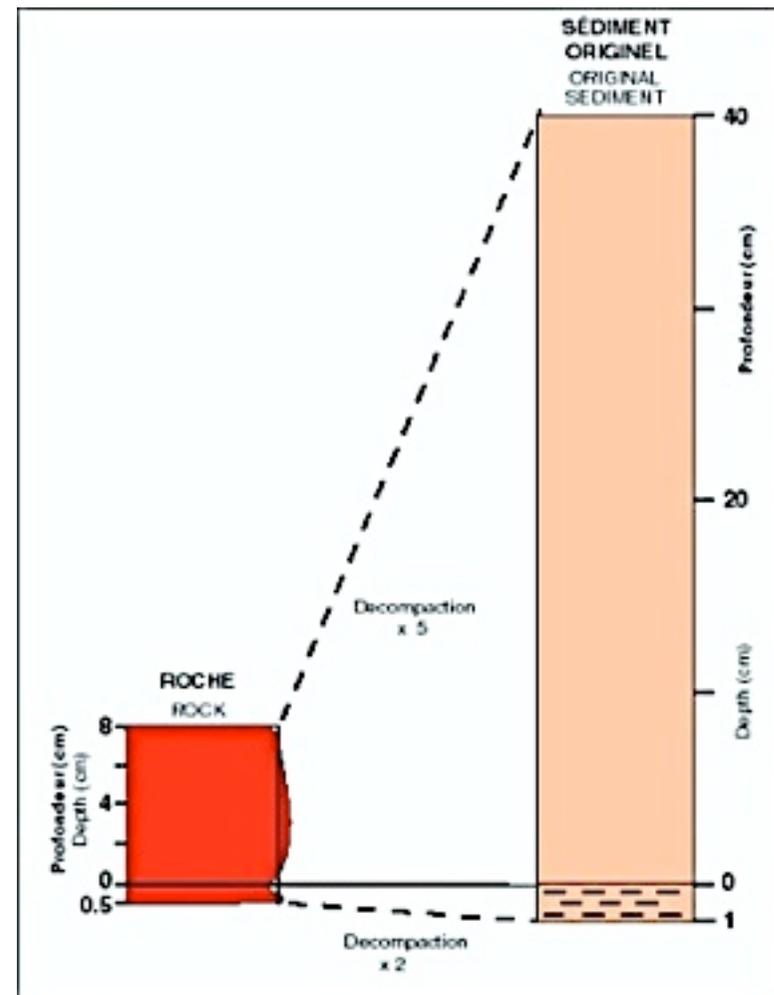
$$\text{taux de compaction} = \frac{h_0}{h}$$



Compaction des boues biologiques en roches



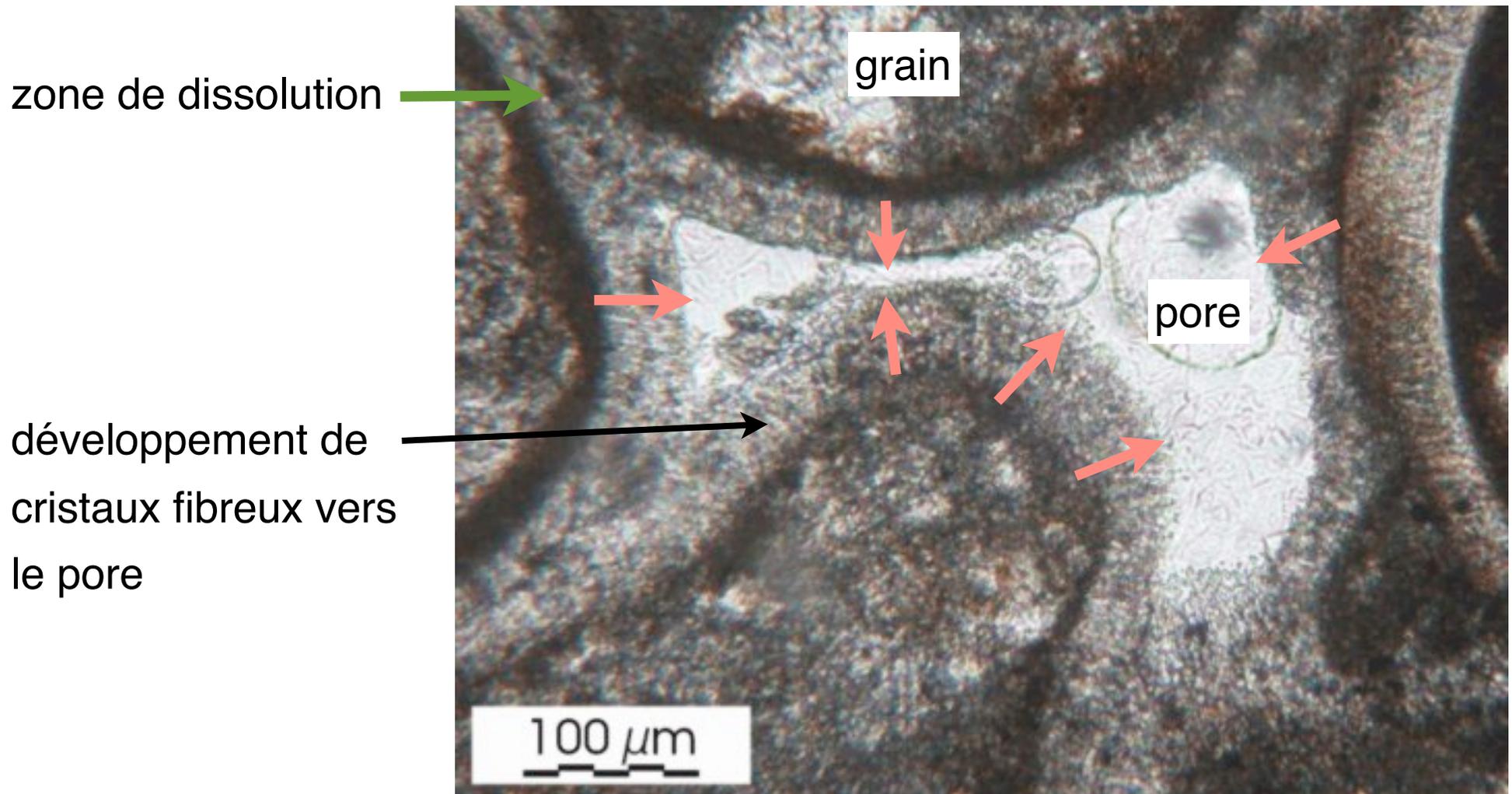
Roche



Diminution de porosité pour des sédiments pélagiques calcaires (Isaacs et al., 1983)

Épaisseur actuelle des radiolarites du Pindelonos (Grèce) et évaluation de leur épaisseur avant diagenèse.

Cimentation

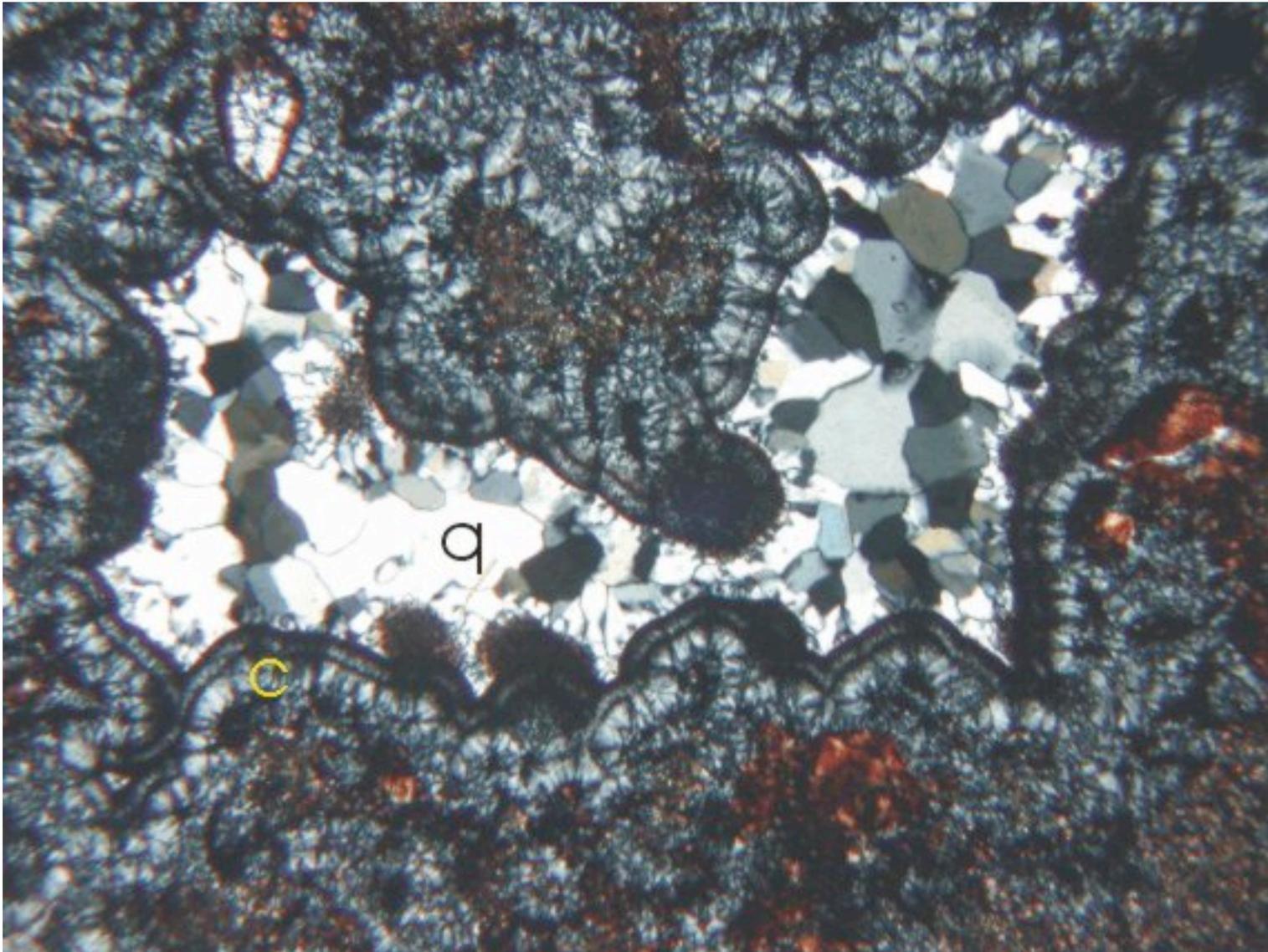


=> sparite

Jointes stylolithiques de compaction dans un calcaire



Remplacement de minéraux



Silicification d'un calcaire.

Les cavités ultimes sont cimentées par de la calcédoine (c) et du quartz (q).