

Pétrologie sédimentaire

L2

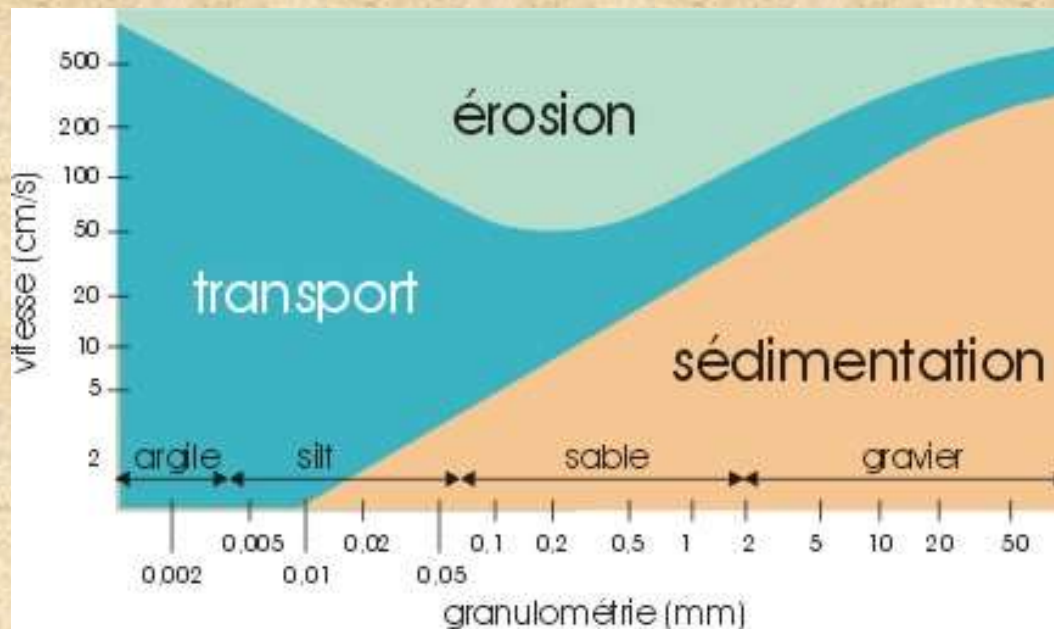
Séance 2

Les sédiments et roches sédimentaires détritiques

Classification essentiellement basée sur la granulométrie

= distribution des grains

=> Elle rend compte des processus et de l'énergie du transport



Les sédiments et roches sédimentaires détritiques

Taille mm	Classe granulométrique	Particule		Sédiment		Roche sédimentaire	
256	RUDITE	Blocs		Amas de blocs		Conglomérats	
10		Galets, Cailloux		Cailloutis			
4		Graviers		Grave			
2		Granules				Microconglomérats	
1	ARENITE	Grains de sable	<i>Très grossier</i>		Sable	Grès	
0,5			<i>Grossier</i>				
0,250			<i>Moyen</i>				
0,125			<i>Fin</i>				
0,0625			<i>Très fin</i>				
0.031	LUTITE	Poussières		Boue Silt	<i>Grossier</i>		Siltite
0.0156					<i>Moyen</i>	Limons = mélange silt moyen /fin + argile	Décantation
0.0039				<i>Fin</i>	Particules ultra-fines		

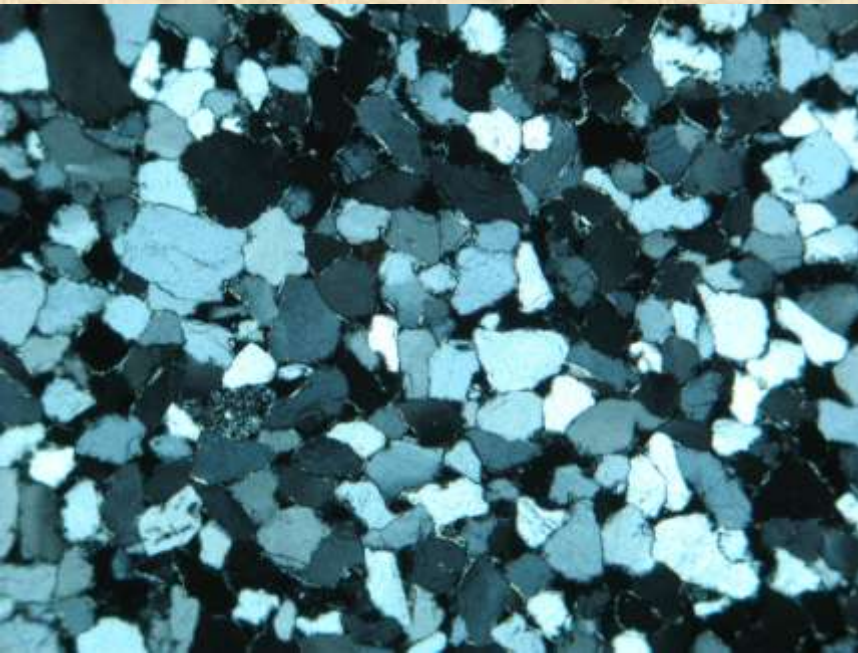
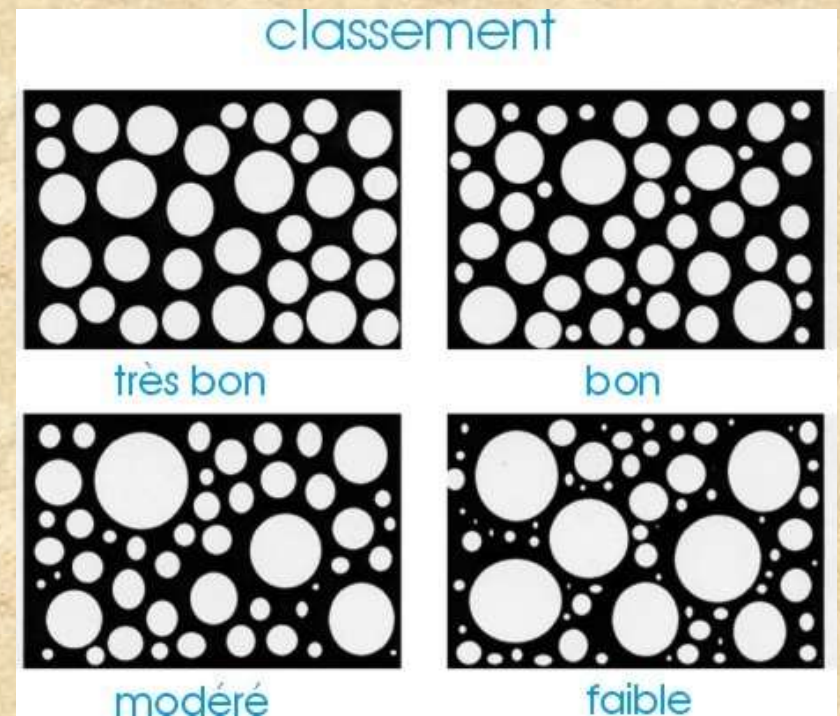
Coupure hydrodynamique

Les sédiments et roches sédimentaires détritiques

Degré de classement

Déviations de la taille des particules par rapport à une population de référence

=> **conditions hydrodynamiques du transport**

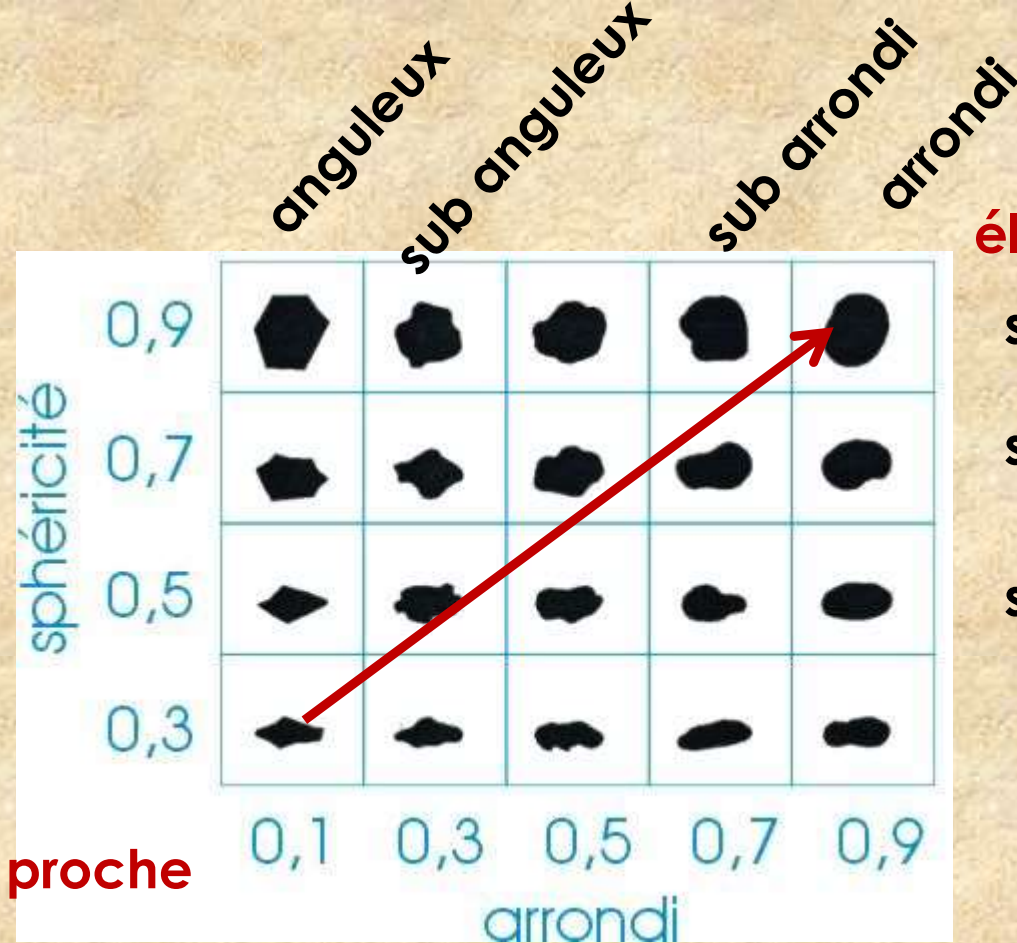


Le granoclassement

Il traduit l'évolution dans l'espace de la granulométrie ;
⇒ Il rend compte de **l'évolution des conditions énergétiques au cours du temps.**

- Il peut être :
 - Normal = Décélération du courant au cours du temps
 - Inverse = Accélération du courant au cours du temps

La morphométrie



Donne des informations sur la distance parcourue.

éloigné

sphérique

sub sphérique

sub allongé

allongé

- L'**Emoussé (arrondi)** mesure le degré d'angularité des grains ;

- La **Sphéricité** quantifie la forme par rapport à une sphère idéale.

Les conglomérats : roches contenant au moins 50% d'éléments plus grands que 2 mm liés par une matrice formée de sédiment plus fin.

Regroupe les poudingues caractérisés par des lithoclastes arrondis, et les brèches, dont la plupart des grains sont anguleux. Ces dernières peuvent résulter de processus sédimentaires (transport, dépôt), mais aussi de processus tectoniques (fracturation dans une zone de faille).

La forme des éléments

traduit leur degré/intensité de transport

Les conglomérats:

Poudingues et brèches sont appelés monogéniques (ou monomictes), lorsque tous les lithoclastes possèdent la même composition, et polygéniques (ou polymictes), lorsque les lithoclastes sont de composition différente.

**La composition des éléments
traduit la nature et la position de la source**



Les grès

équivalent consolidé des sables.

EF (grains du grès) + matière interstitielle qui réunit les grains (liant) ou fluides (eau, pétrole, air).

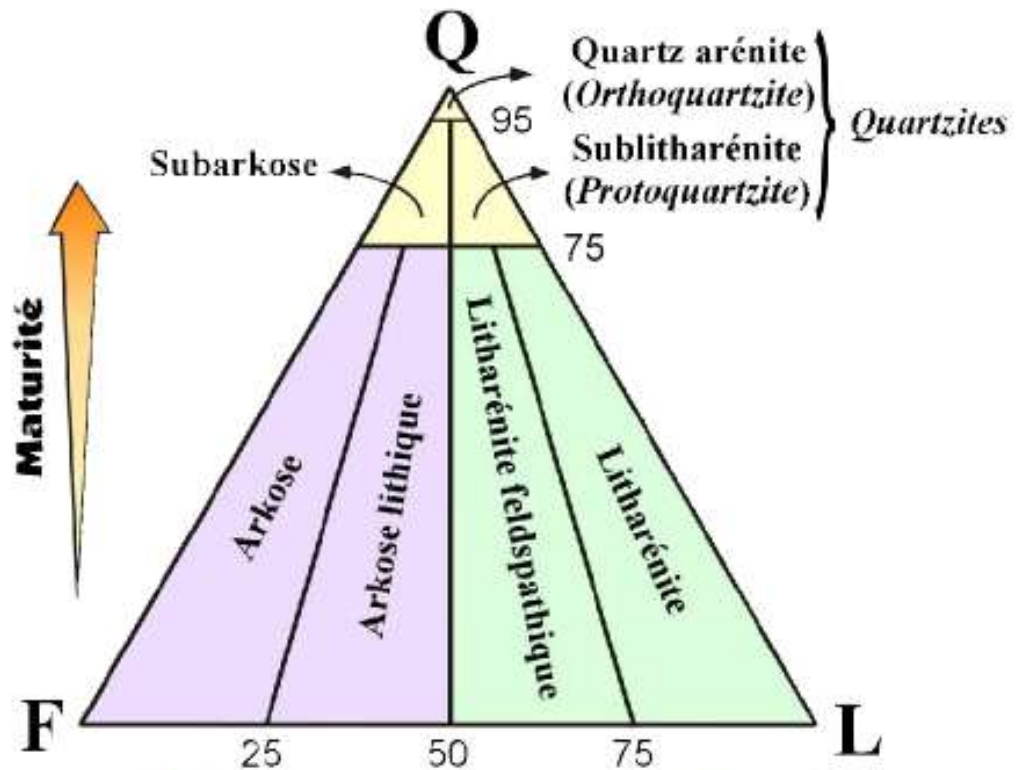
Quartz : constituant le plus fréquent des grès. Les feldspaths forment rarement plus de 10 à 15%. Si abondants : climat aride (désertique ou arctique) et/ou un soulèvement récent, des failles actives... Les micas sont fréquents. Les argiles forment la matrice (detr. ou diag.)

Liant :

1- précipitation in situ de matière minérale (silice sous forme d'opale, de calcédoine ou de quartz, carbonate de calcium ou plus rarement hématite, goethite, gypse, anhydrite, etc.) = **ciment de la roche.**

2- phase détritique plus fine entre les grains de la phase grossière = **matrice intergranulaire.** Traduit une infiltration mécanique de particules fines entre des grains jointifs.

Le diagramme QFL :
Classification de Pettijohn,
1957,
complétée par Folk, 1968



Les lutites : roches terrigènes de granulométrie fine.

Elles caractérisent les milieux sédimentaires calmes.

limite hydrodynamique de la traction des particules : **31 μ m**

- Au-dessus de 31 μ m, les particules peuvent être transportées sous l'action d'un faible courant **par traction sur le fond** ;

- En dessous de 31 μ m, elles se déposent en milieu calme **par décantation**, en même temps que l'argile.

Taille mm	Classe granulométrique	Particule	Sédiment			Roche sédimentaire	
0,0625			Comportement hydrodynamique des sables				
0.031							
0.0156	LUTITE Décantation	Poussières	Silt	Moyen	Limons = mélange silt moyen /fin + argile	Décantation	Pélite
0.0039		Particules ultra-fines	Argile				Argillite



Les pélites sont des roches en général fortement colorées (vert, brun, rouge, gris,...) friables, à débit esquilleux à feuilleté.

Pour différencier pélites(siltite) et argilites sur le terrain : test buccal. Après absorption, un fragment de pépite grince sous les dents.

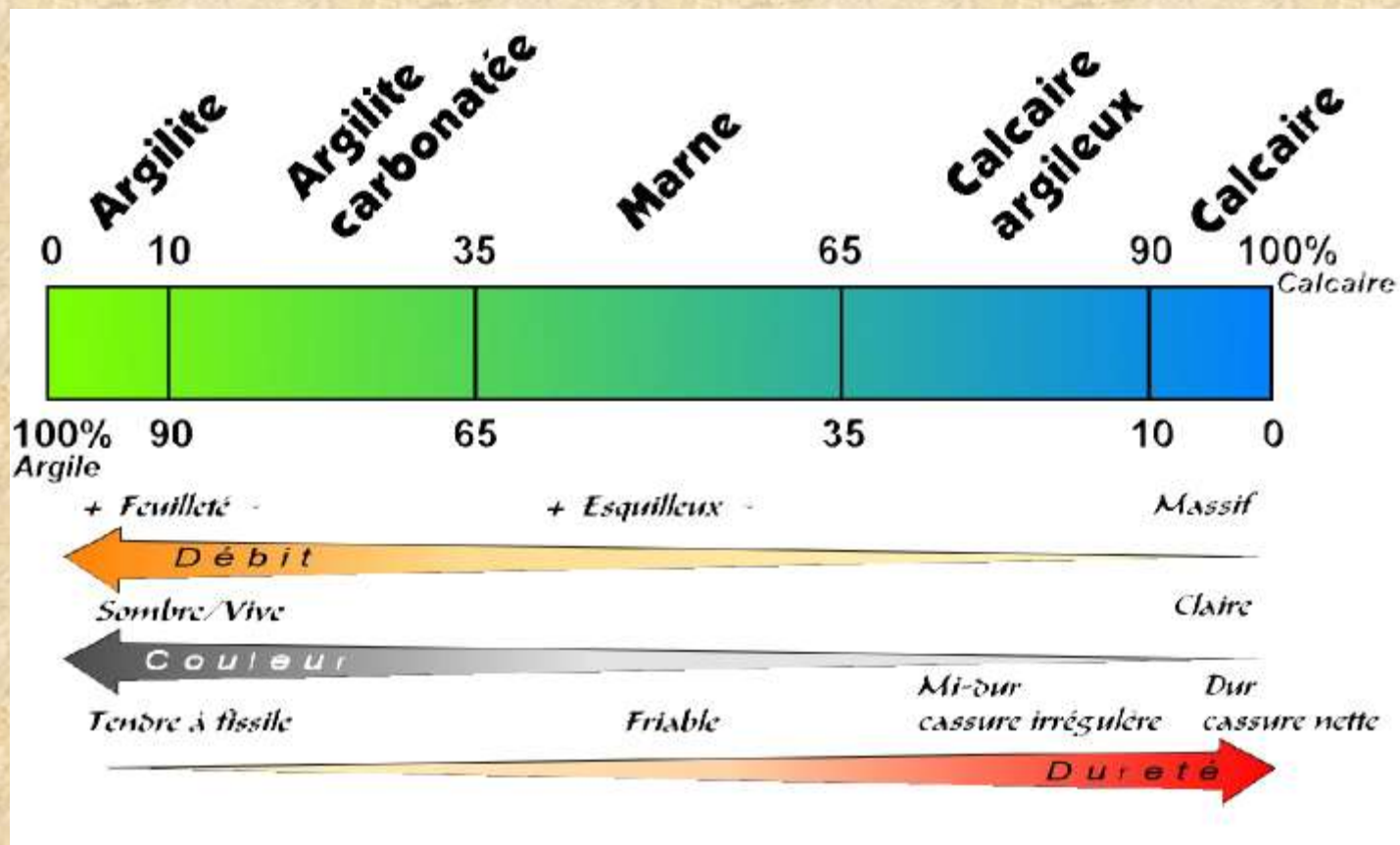
Les argilites représentent des roches de couleur extrêmement variable, parfois vives, souvent très feuilletées et friables. Elles sont douces au toucher et happent la langue.



La composition des roches silto-argileuses est relativement constante: l'argilite moyenne comprend **du quartz, des feldspath et des minéraux argileux (ou de micas) dominants, des carbonates ou oxydes de fer.**



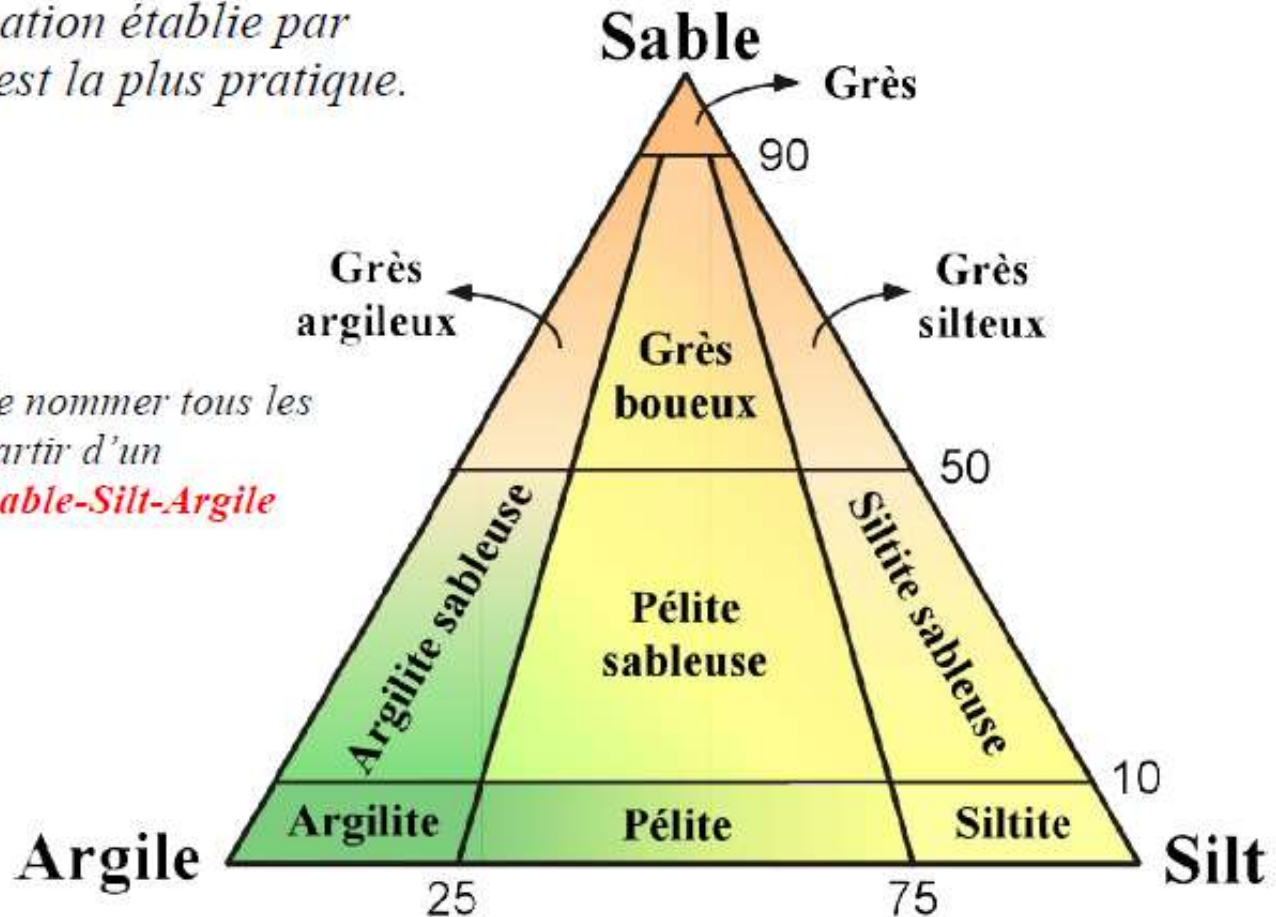
Cas des marnes : Les **marnes** sont des mélanges argile-calcaire qui se distinguent des argilites par une effervescence +/- brève à HCl avec un résidu argileux.



Mélanges arénites - lutites

La Classification établie par Folk, 1974 est la plus pratique.

*Elle permet de nommer tous les mélanges à partir d'un **diagramme Sable-Silt-Argile***



Les sédiments détritiques grossiers se déposent dans une grande variété d'environnements : dunes éoliennes, fonds océaniques (dépôts gravitaires)...

Mais ils sont caractéristiques des environnements côtiers, ou l'hydrodynamisme permet leur transport et leur dépôt.

La grande majorité des siltites et argilites provient de l'érosion continentale. Ces matériaux fins sont généralement transportés en suspension par les rivières et déposés dans des environnements calmes (plaines d'inondation, lacs, deltas, océan).

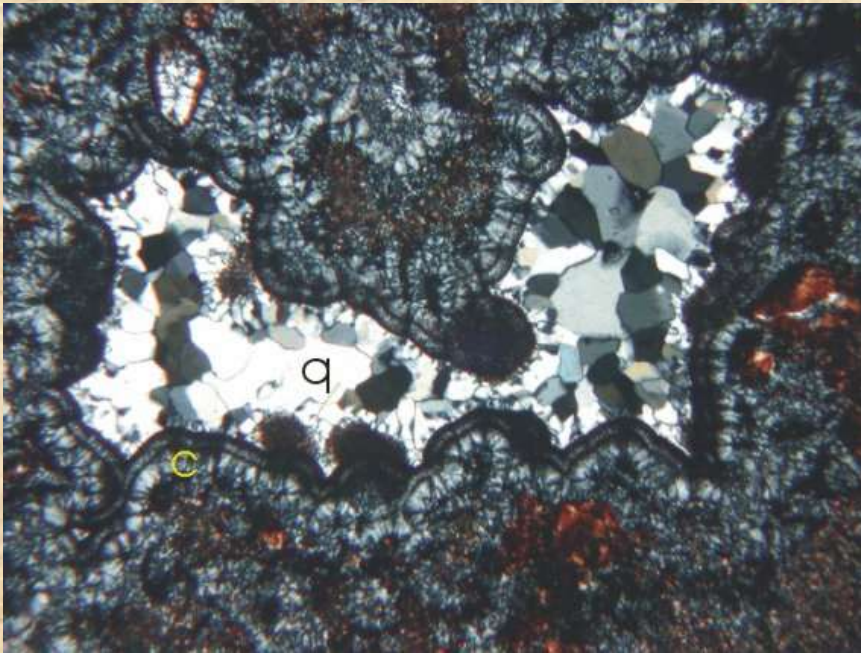
Le vent est aussi un agent de transport important, remaniant des matériaux issus d'environnements désertiques et les déposant en milieu continental sous la forme de loess ou dans les océans.

Le transport par la glace est à la base de la formation des moraines.

Les roches siliceuses

Les roches siliceuses

- d'origine biochimique
- d'origine chimique, diagenétique

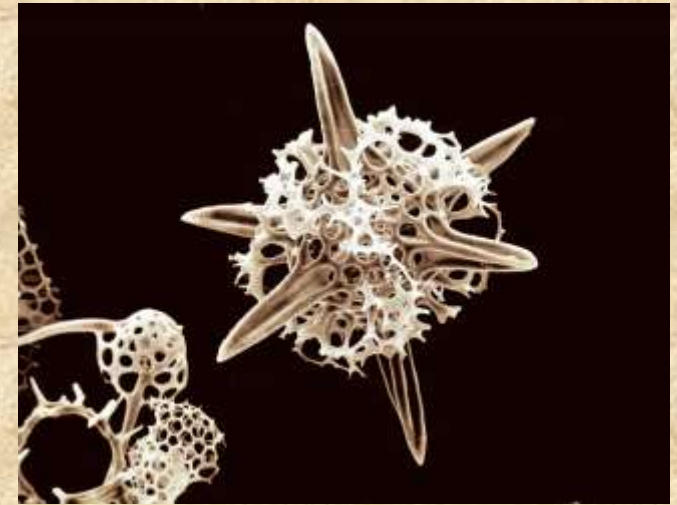


essentiellement
constituées de silice
(quartz - calcédoine).

grain très fin, cassure conchoïdale, très dures
(Attention), couleur variable (noire, rouge, bleutée).

Roches siliceuses d'origine biochimique:

- Les radiolarites
- Les diatomites
- Les spongolites



Radiolaires

Forment des bancs et résultent de l'accumulation d'organismes qui sécrètent un squelette siliceux

- Les radiolaires (zooplancton marin),
- Les diatomées (algues unicell. à env siliceuse externe = frustules)
 - Les éponges.



Diatomée, qqes 10-100nes de microns

Origine de la silice :

- amenée par les eaux fluviales (altération continentale des feldspaths),
- fournie par l'altération sous-marine des basaltes
- injectée directement par l'hydrothermalisme



immédiatement utilisée par les organismes

eau de mer (environ 1 ppm SiO_2)

Les diatomites :

principalement depuis le Crétacé
terminal

eaux douces, saumâtres et salées



Les sédiments biogéniques siliceux à l'origine des radiolarites (et des diatomites marines) se rencontrent principalement dans des bassins océaniques loin des embouchures fluviales et dans des zones où la profondeur dépasse la CCD.

actuellement aux environs de 5000 m, mais était plus superficielle (environ 3500 m) au Mésozoïque

Ailleurs, ils sont dilués dans le matériel carbonaté et/ou ferrigène.

Instabilité en dessous de 6000m (argiles rouges des grands fonds)



radiolarite

Roches siliceuses d'origine chimique :

- Le silex

se forme pendant la diagenèse

Concrétions en forme de nodules (rognons) ou de lits (coalescences des nodules) au sein d'autres roches sédimentaires, le plus souvent des calcaires fins.



Etapes de la formation des nodules et des lits de silex :

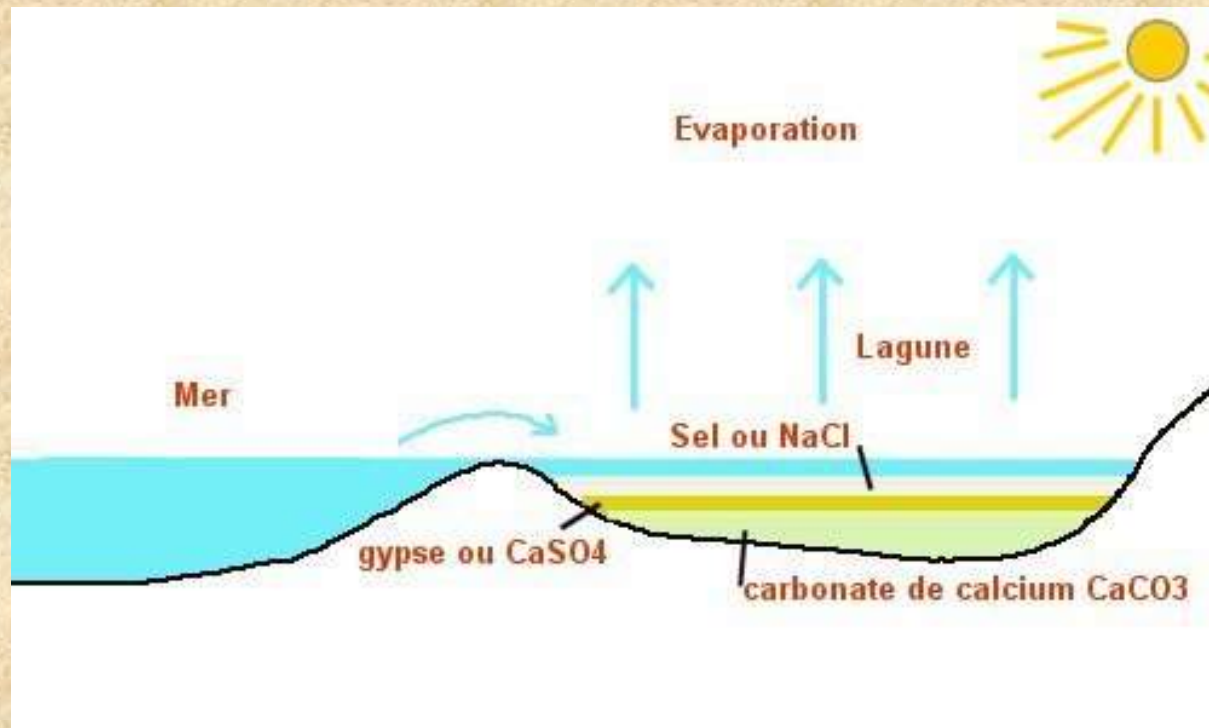
1. accumulation de sédiment calcaire, plus rarement argileux, contenant des fragments d'organismes siliceux disséminés (essentiellement des éponges) ; ces bioclastes sont constitués d'opale (très soluble),
2. dissolution des squelettes siliceux par les eaux interstitielles,
3. transport de la silice en solution,
4. précipitation de calcédoine ou de quartz en un point donné (fossile, grain détritique...)
5. croissance du nodule ou du lit de silex à partir de ce point

Les évaporites

Les évaporites

Roche sédimentaire d'origine chimique

résultant de l'évaporation de l'eau et de la précipitation des sels qui y sont dissous.



Les évaporites

NOM	FORMULE CHIMIQUE	SYSTEME CRISTALLIN	DENSITE	SOLUBILITE
Sulfates				
ANHYDRITE	CaSO ₄	orthorhombique	2.96-2.98	2,4g/l
BASSANITE	CaSO ₄ .0,5H ₂ O	quadratique	2.75	3g/l (20°C)
GYPSE	CaSO ₄ .2H ₂ O	monoclinique	2.32	2g/l
EPSOMITE	MgSO ₄ .7H ₂ O	orthorhombique	1.67	710g/l (20°C)
HEXAHYDRITE	MgSO ₄ .6H ₂ O	monoclinique	1.75	308g/l
KIESERITE	MgSO ₄ .H ₂ O	monoclinique	2.75	419g/l (à chaud) faible à froid
LEONITE	K ₂ Mg(SO ₄) ₂ .4H ₂ O	monoclinique	2.20	faible à froid
MIRABILITE	Na ₂ SO ₄ .10H ₂ O	monoclinique	1.49	110g/l(0°C), décomposée à 32.3°C
THENARDITE	Na ₂ SO ₄	monoclinique	2.66	48g/l (0°C)
LANGBEINITE	K ₂ Mg ₂ (SO ₄) ₃	cubique	2.83	faible, incongruent >60°C
POLYHALITE	K ₂ MgCa(SO ₄) ₄ .2H ₂ O	triclinique	2.78	incongruent
GLAUBERITE	Na ₂ Ca(SO ₄) ₂	monoclinique	2.85	incongruent
Chlorures				
HALITE	NaCl	cubique	2.17	357g/l (0°C)
SYLVITE	KCl	cubique	1.99	340g/l (20°C) 587g/l (100°C)
BISCHOFITE	MgCl ₂ .2H ₂ O	monoclinique	1.60	1670g/l (à froid), 3670g/l (à chaud)
CARNALLITE	KMgCl ₃ .6H ₂ O	orthorhombique	1.60	645g/l(19°C)
KAINITE	KClMgSO ₄ .11H ₂ O	monoclinique	2.15	795g/l(18°C)
Carbonates				
NATRON	Na ₂ CO ₃	monoclinique	1.46	215g/l
TRONA	Na ₂ CO ₃ NaHCO ₃ .H ₂ O	monoclinique	2.12	très soluble

Minéraux évaporitiques les plus communs avec leurs caractéristiques principales (les silicates évaporitiques et les borates ne figurent pas dans ce tableau).

Minéraux principaux : gypse, anhydrite et halite.

Lors de la diagenèse : la déshydratation du gypse et transformation en anhydrite (à partir d'une profondeur de 700 m suivant certains auteurs)

L'évaporation de l'eau de mer (salinité 3,5%) donne la séquence minéralogique suivante :

- dans certaines circonstances, de la **calcite ou de l'aragonite** précipitent lorsque le volume de l'eau est réduit de 50%;
- le **gypse et l'anhydrite** commencent à précipiter lorsque le volume de l'eau de mer n'est plus que 35% du volume initial;
- lorsque le volume de l'eau n'atteint plus que 10% du volume de départ, des minéraux plus solubles comme la **halite et la sylvite** cristallisent;
- enfin, lorsque l'évaporation est presque totale, des **borates et nitrates** précipitent.



Dans les dépôts évaporitiques naturels : séquence idéale rarement réalisée (répétitions, cycles tronqués)

évolution plus mouvementée du bassin évaporitique, (remplissage, périodes d'évaporation, nouveau remplissage avec dissolution d'une partie des espèces précédemment précipitées, etc.)



Evaporite mer morte
(halite)

Gypse : rose des sables



Les roches carbonatées

En domaine sédimentaire les carbonates (**aragonite, calcite, dolomite**) sont synthétisés par :

- Les organismes vivants
- Des processus physico-chimiques

Les **roches carbonatées** peuvent être classées en fonction :

- de leur composition chimique ou minéralogique,
 - de propriétés physiques (porosité....)
- de leur texture, proportion de matrice - ciment - grains.



accessibles sur échantillon ou en lame mince

Classification de Folk

Classification de Folk

Les constituants majeurs des calcaires sont:

- les grains ou éléments figurés :

les intraclastes : sédiments remaniés;

les peloides : grains ovoïdes de micrite de taille inframillimétrique;

les oolithes;

les fossiles, bioclastes;

-la matrice (micrite) : boue infiltrée entre les grains pendant le dépôt;

-le ciment : calcite, dolomite... qui précipite après le dépôt
(**sparite** : grands cristaux > 80µm).

Les appellations sont obtenues par **combinaison d'un préfixe (intra-, pel-, oo-, bio-) et d'un suffixe (-micrite ou -sparite)**

peuvent être complétées par l'adjonction du terme "rudite" pour les grains dont la taille est supérieure à 4 mm

Roches allochimiques allochems >10%

ciment sparitique
>
matrice micritique

intraclastes



intrasparite

matrice micritique
>
ciment sparitique

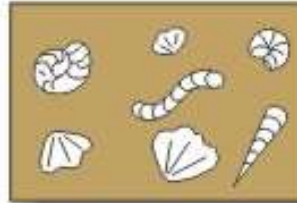


intramicrite

fossiles

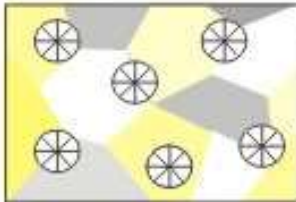


biosparite

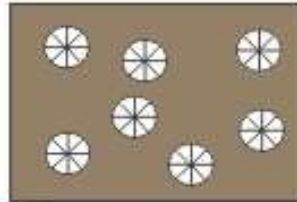


biomicrite

Oolithes



oosparite

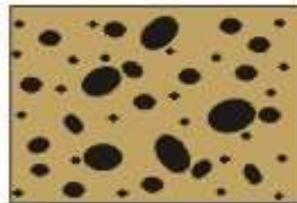


oomicrite

péloïdes



pelsparite



pelmicrite

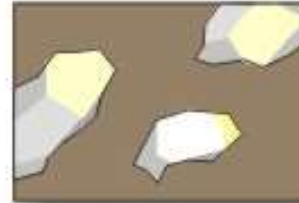
Roches orthochimiques

matrice
micritique >90%



micrite

micrite avec
calcite sparitique



dismicrite

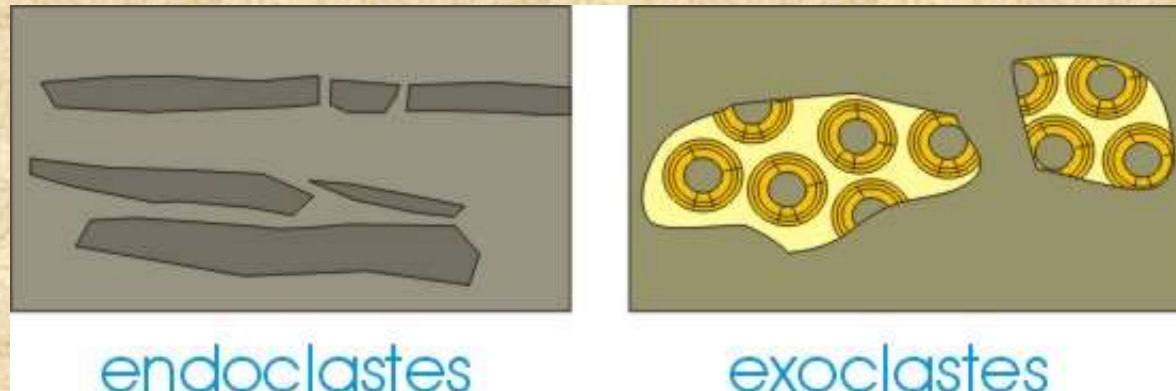
Roches récifales autochtones



biolithite

LITHOCLASTES :

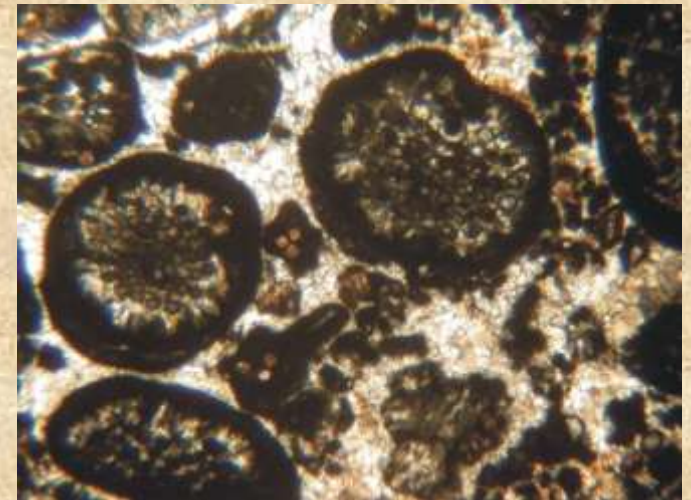
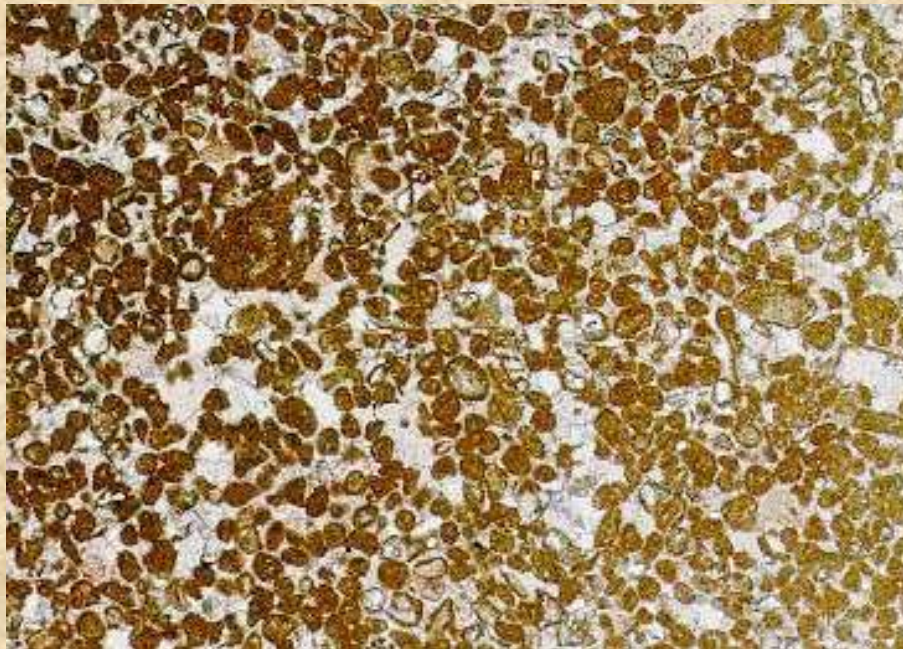
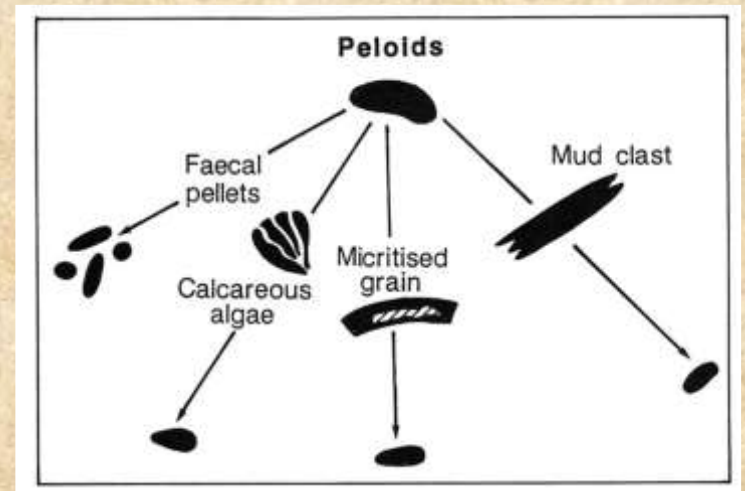
On distingue les endoclastes (remaniement local de sédiment déjà déposé) des exoclastes (apport de matériel "exotique" par rapport au milieu de sédimentation).



PELOIDES :

Particules dont la taille va de 100µm à 2mm = boules de micrite à morphologie plus ou moins régulière, pas de structure interne.

Milieus peu profonds, souvent protégés.



Atlas des Roches
Sédimentaires (1994),
grossissement x33



OOLITHES : grains constitués d'un "nucleus" (fragment de coquille, grain de sable) autour duquel précipite de la calcite ou de l'aragonite, formant un « cortex » (< 2mm).

Le cortex montre une lamination concentrique (il s'agit de précipitation (bio)chimique dans des milieux proches de la saturation, à très faible profondeur)

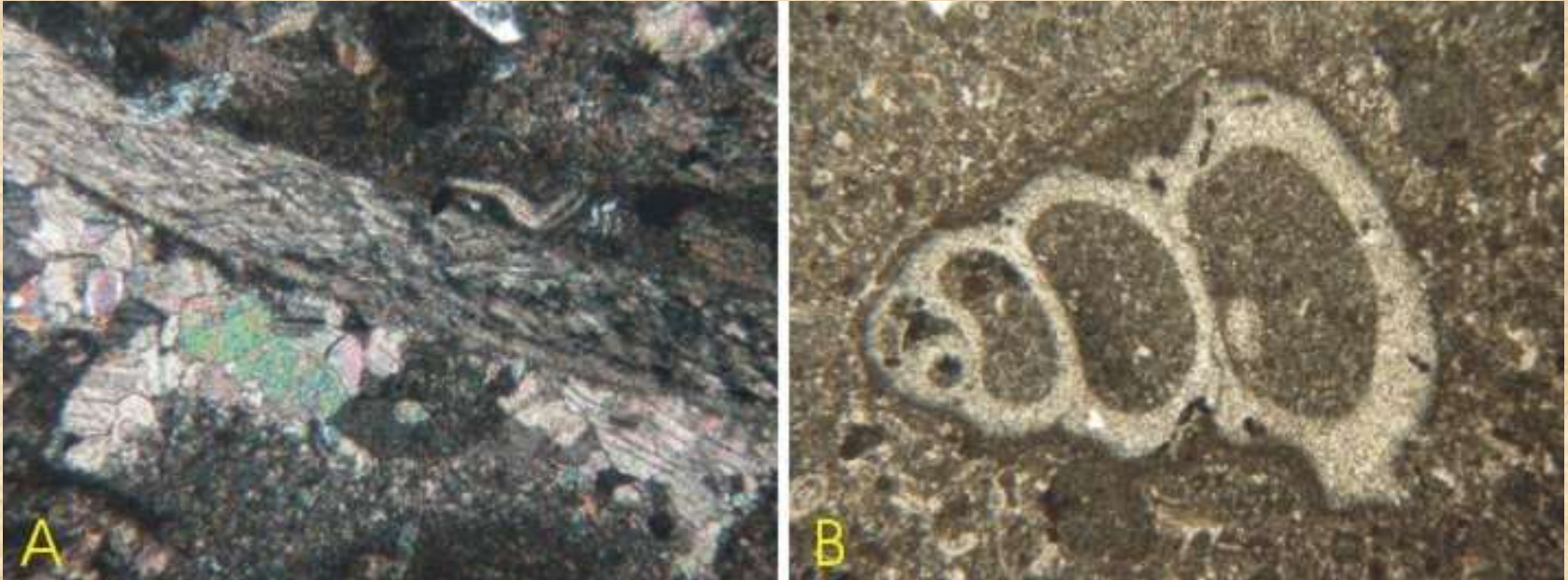
PISOLITHES : > 2mm

ONCOIDES : Taille cm à dc

LES FOSSILES

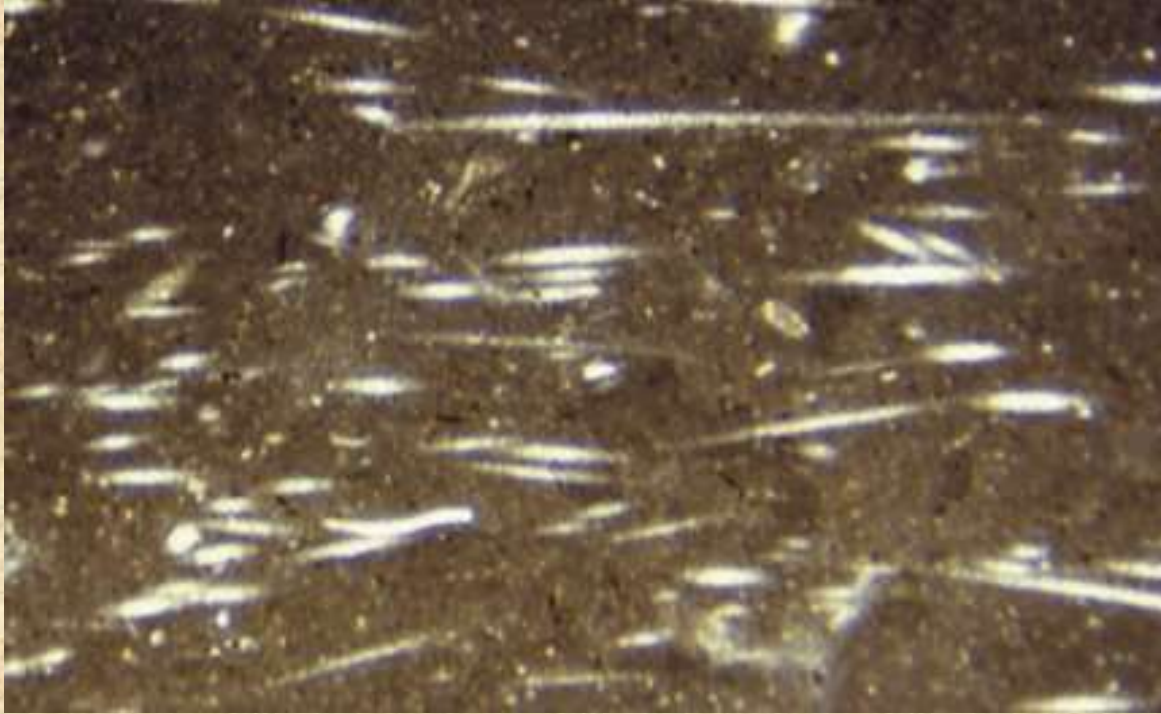
Grande variété

LAMELLIBRANCHES, GASTEROPODES...

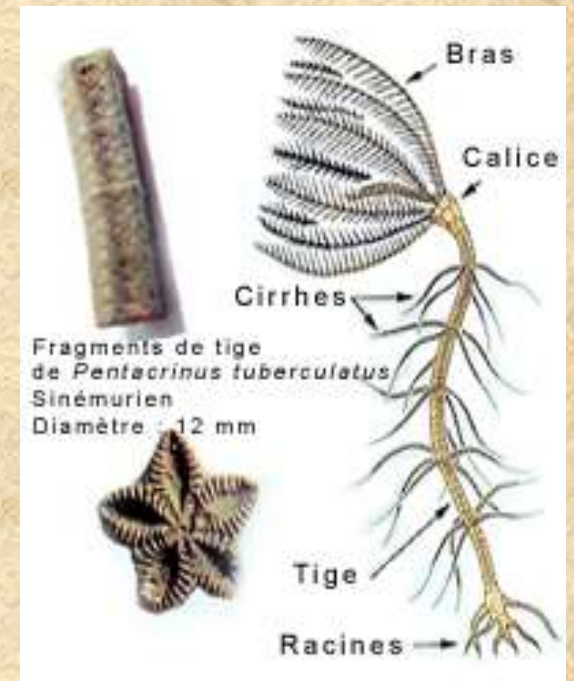
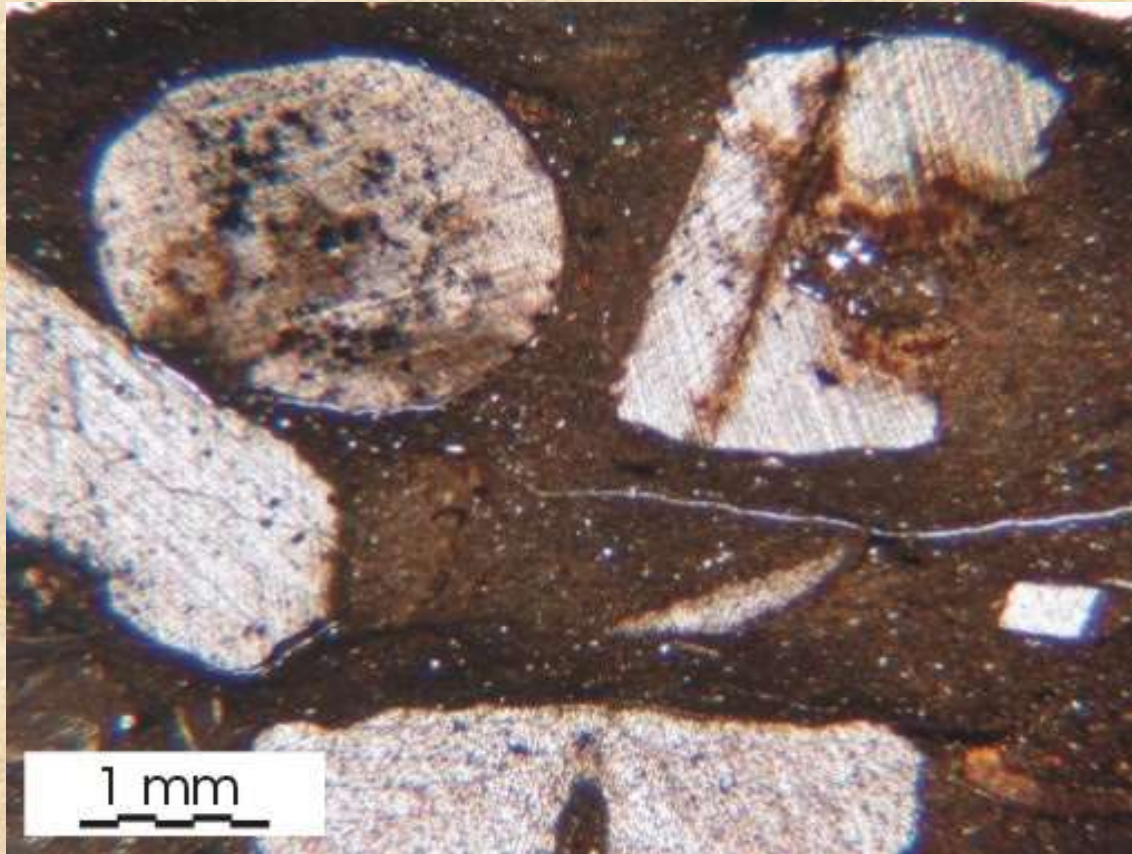


A: coquille de lamellibranche; nicols croisés. B: gastéropode à coquille recristallisée (lumière naturelle) (petit côté des photos~2,5 mm).

EPONGES...



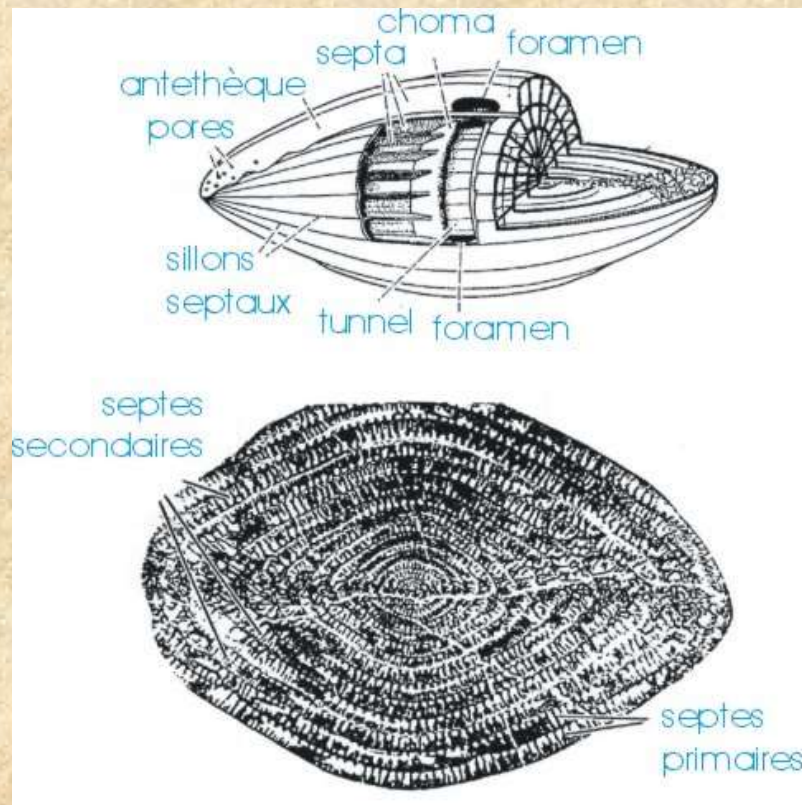
Mudstone à spicules d'éponge. Lumière naturelle (petit côté de la photo~2,5 mm).



Crinoïdes : ECHINODERMES fixés
entroques

FORAMINIFERES

Protozoaires protégés par une thèque. Vivent dans la dernière chambre. La taille de chacune des chambres est assez homogène. Grande variété de formes, de tailles et de types de murailles.



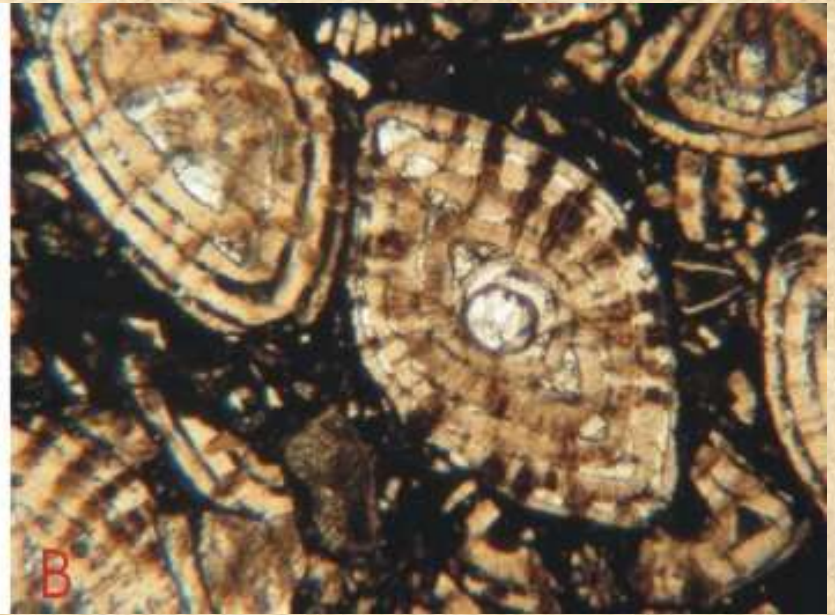
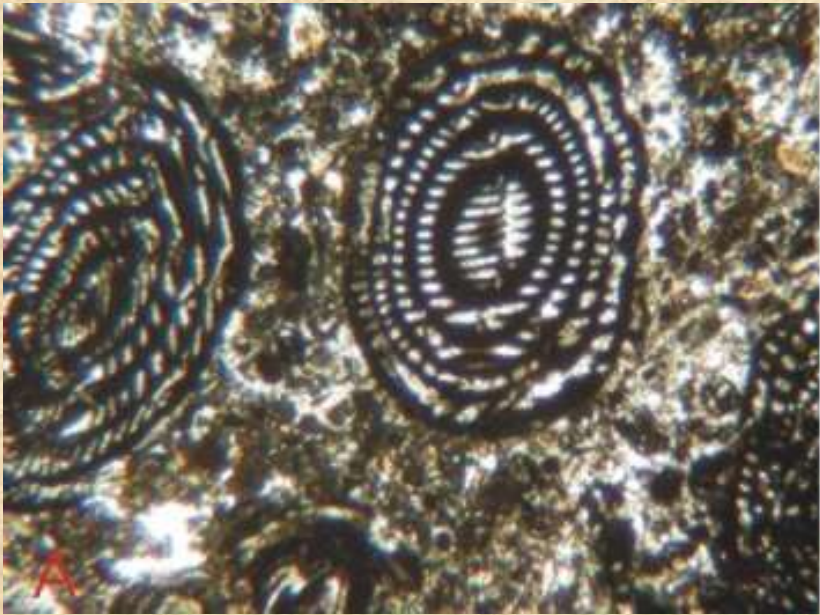
Fusuline gd foraminifère (qqes mm- cm)

benthique, peu prof

carbonifère my - permien

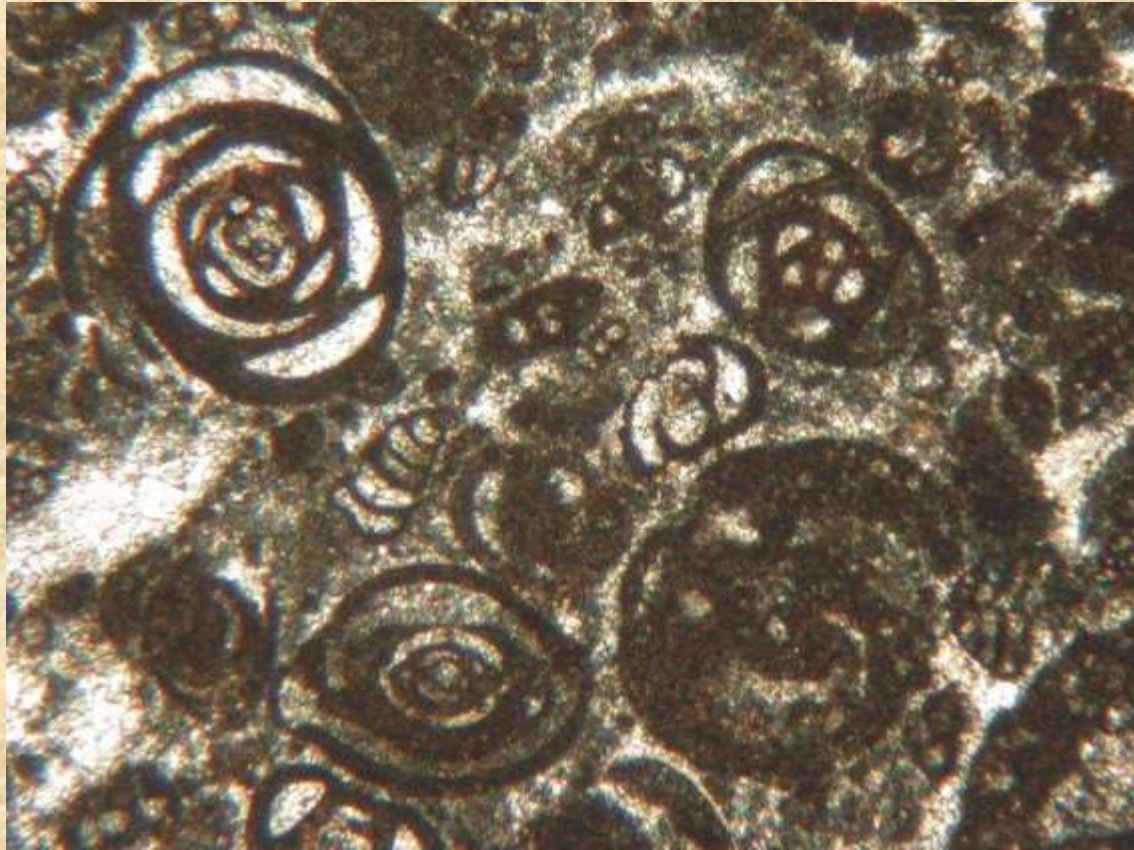
Nummulites

"Grands" foraminifères. (qqes mm à qqes cm)
Sommet Crétacé à Actuel, très caractéristiques
du Paléocène supérieur à l'Oligocène.
Plates-formes carbonatées, en général, milieu
peu profond.



Alvéolines

"Grands" foraminifères (qqes mm à qqes cm).
Crétacé à Actuel.
Plate-forme carbonatée



Miliolites. Lumière naturelle (petit côté de la microphoto~2,5 mm).
Jurassique à Actuel.
Formes marines surtout d'eaux peu profondes et chaudes.

Les Coccolithophoridés : algues unicellulaires.

Chaque cellule vivante (coccosphère) est entourée d'un test de forme sphérique (5 à 35 μm de diamètre environ) constitué d'un assemblage de plaquettes calcaires (et - ou aragonitiques) appelées " coccolithes ".

A la mort de l'algue, le squelette tombe vers le fond ; les coccolithes se dissocient et s'accumulent

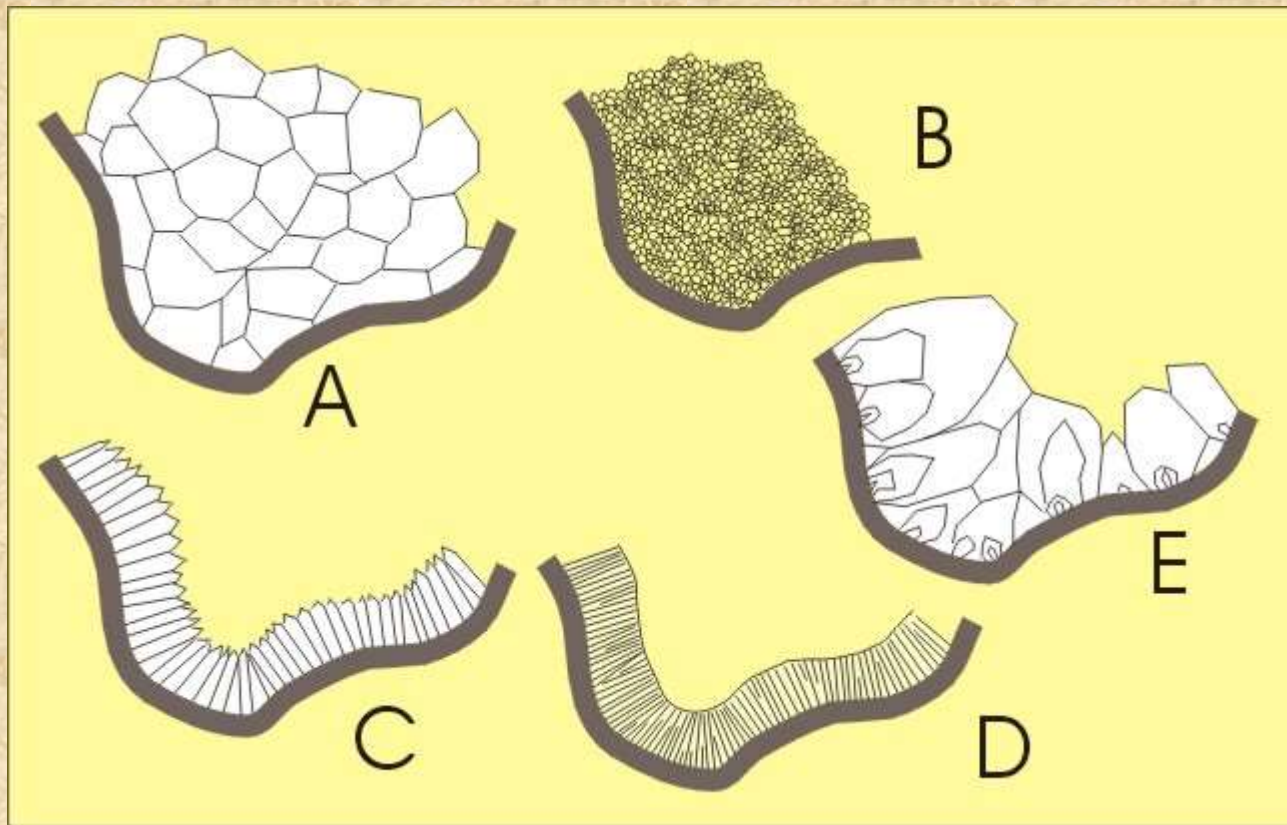


La craie

(20-50%)

+ foraminifères et
autre organismes



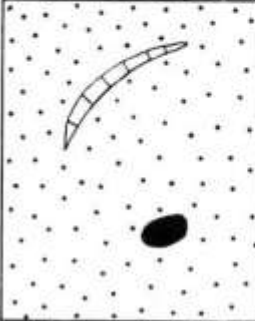
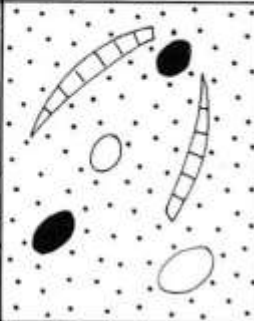
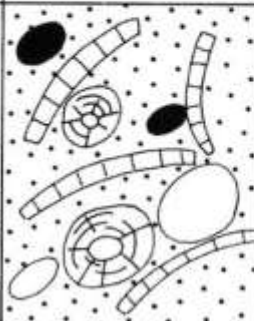
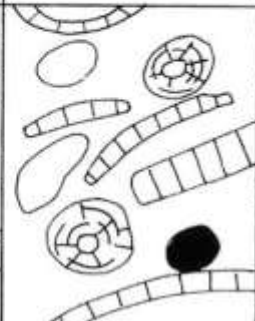
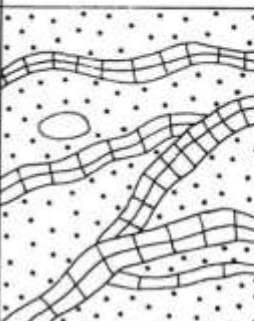
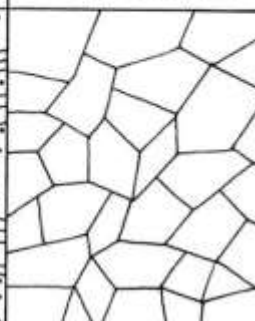


Il existe plusieurs types de **CIMENTS SPARITIQUES**:
équigranulaire, en lames, fibreux, drusique,...

en fonction de la taille : sparite ($>80 \mu\text{m}$),
microsparite ($10-80 \mu\text{m}$)

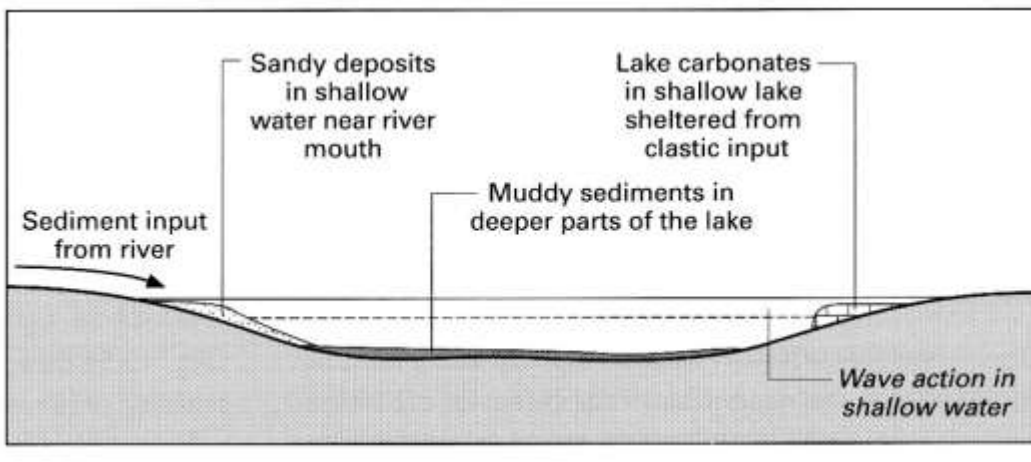
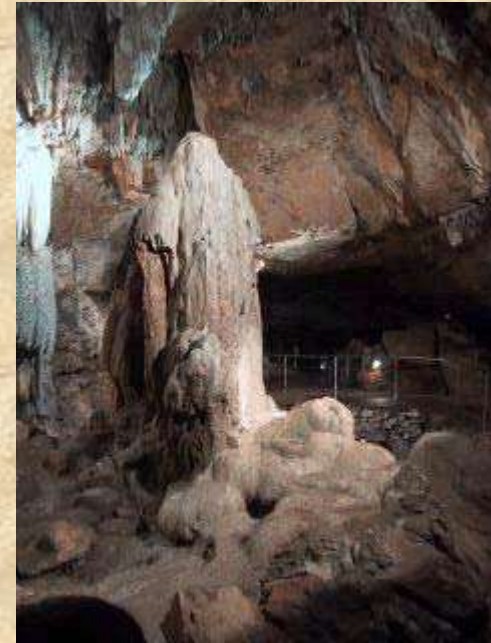
en lame, **le CIMENT SPARITIQUE est clair**, la MATRICE ou
« CIMENT » MICRITIQUE (micrite $< 10 \mu\text{m}$) est sombre...

Classification de Dunham

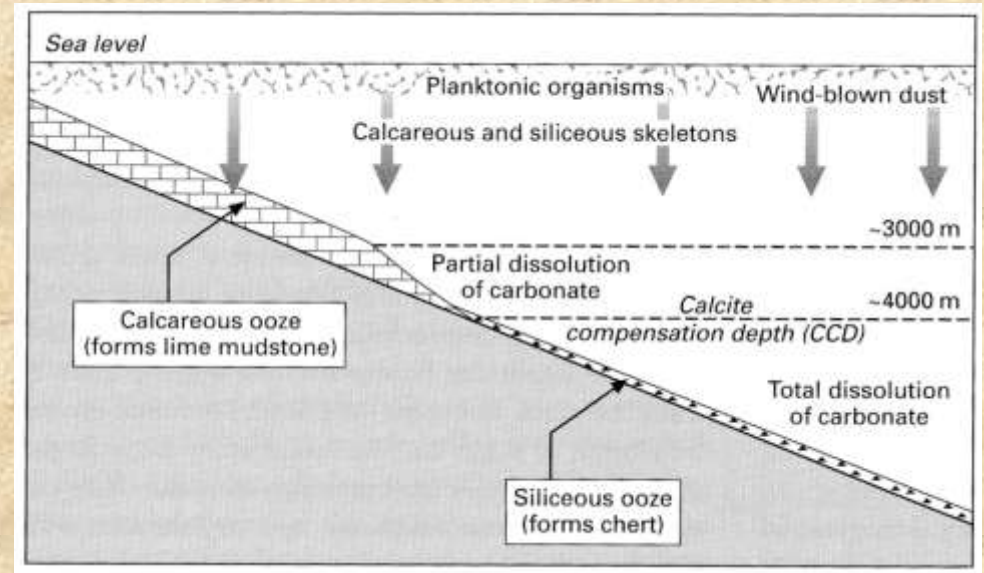
Depositional texture recognizable				Depositional texture not recognizable	
Original components not bound together during deposition			Original components were bound together		
Contains mud (clay and fine silt-size carbonate)			Lacks mud and is grain supported		
Mud-supported		Grain-supported			
Less than 10% grains	More than 10% grains				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Crystalline
					

Domaine lacustre

Grottes



Sources



Domaine marin...