

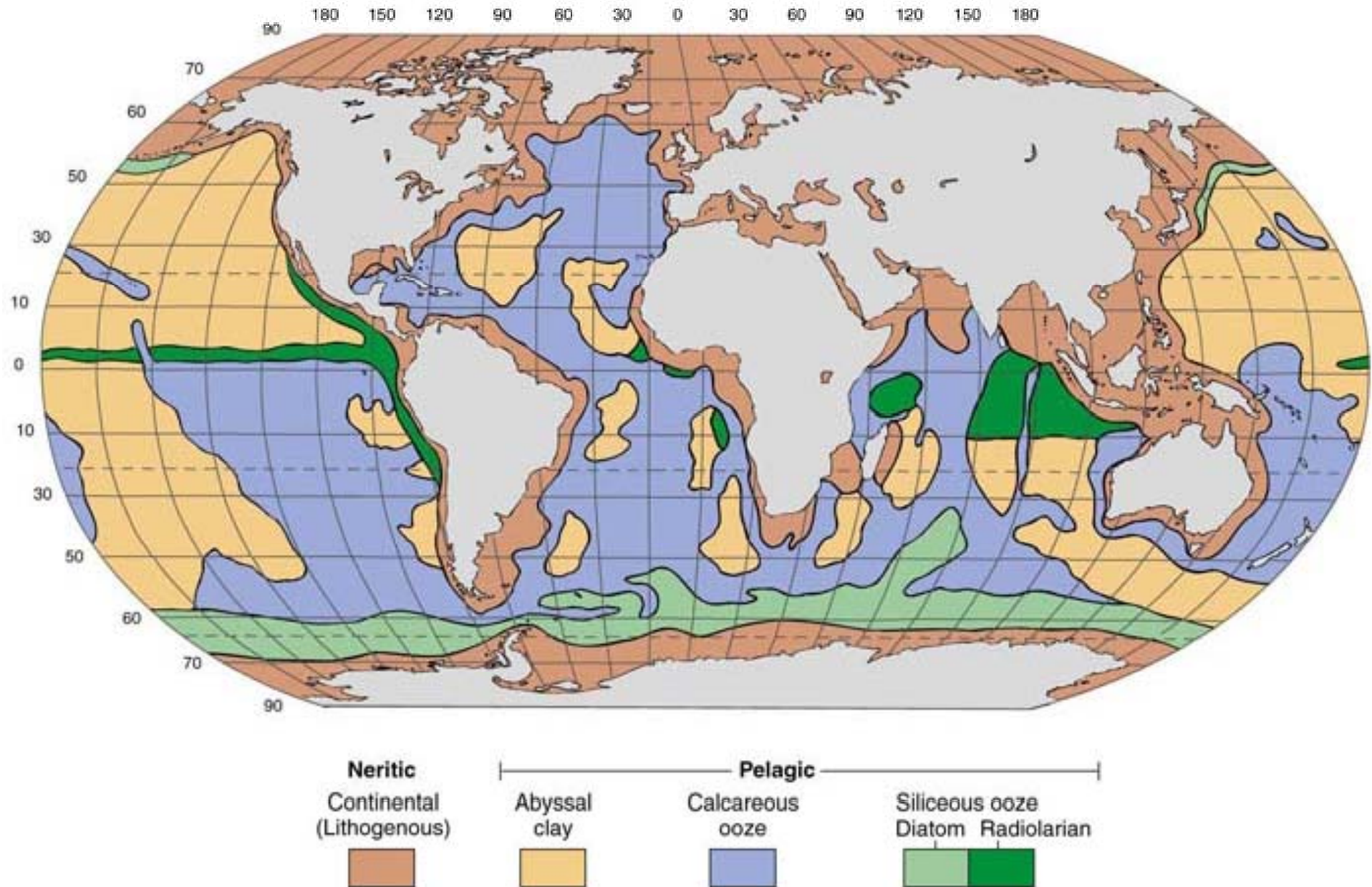
ROCHES CARBONATÉES



Introduction

Les roches carbonatées sont des roches sédimentaires formées pour **50 %** au moins de carbonates (calcite, dolomite, aragonite). Représentant 20 % des roches sédimentaires, elles couvrent de vastes surfaces sur les continents et ont une grande importance pratique. On y distingue deux groupes principaux, les calcaires et les dolomies, présentant des intermédiaires.

Distribution mondiale océanique de la boue calcaireuse



Copyright © 2004 Pearson Prentice Hall, Inc.

Classifications

1. *Classification pratique*

Elle est fondée sur leurs caractères les plus marquants

A- *Classification pratique des calcaires*

B- *Classification pratique des dolomies*

2. *Classifications structurales*

Elles sont fondées surtout sur la structure de ces roches, ce qui nécessite souvent l'emploi du microscope, ou au moins d'une forte loupe.

A- Classification de DUNHAM (R.J. Dunham-1961)

B. Classification de FOLK (R. Folk - 1959)

Les Calcaires

- [Du lat. calcarius, même signification, de calx, calcis, chaux]
- Le calcaire est une roche sédimentaire carbonatée contenant au moins **50%** de **calcite** [CaCO_3], pouvant être accompagnée d'un peu :
 - o de dolomite [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$],
 - o d'aragonite [CaCO_3],
 - o de sidérite [FeCO_3].

Propriétés & Origine

PROPRIÉTÉS:

- Les calcaires ont une faible dureté (rayés au couteau),
- Ils font effervescence (dégagement bouillonnant de CO₂) à froid sous l'action d'un acide dilué (par exemple HCl à 10%), ce qui les distingue des dolomies, qui ne le font pas.
- Ils contiennent souvent des fossiles d'où leur importance en stratigraphie,

ORIGINE :

- Dans la plupart des cas, ils tirent leur origine de l'accumulation de squelettes ou de coquilles calcaires :
 - ✓ soit visible à l'œil nu (débris de Bivalves, Madréporaires "coraux"..
 - ✓ soit seulement au microscope optique (Foraminifères...),
 - ✓ ou au microscope à balayage (cocolithes "algues unicellulaires").
- Une petite part résulte de précipitations chimiques ou biochimiques.

Diversité & Utilité

DIVERSITÉ :

Les calcaires sont très divers et se présentent :

- en bancs d'épaisseur variable (calcaires lités),
- en alternance avec des marnes ou des argiles,
- en masses peu ou pas stratifiées (calcaire massifs).

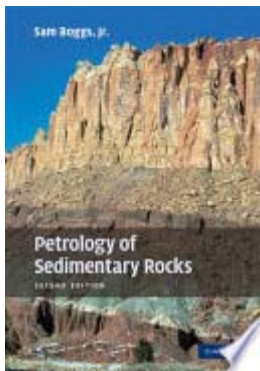
UTILITÉ :

- Pierres de construction,
- Fabrication de chaux et de ciment,
- Réservoir d'eau, d'hydrocarbures et de gaz.

***Classification
pratique des
calcaires***

1. Selon les proportions de calcite et de dolomite

- Calcaire pur : 100% à 95% de calcite, dolomite 5%.
- Calcaire magnésien avec 5 à 10% de dolomite ou avec 5 à 10% de Mg^{2+} , non exprimé sous forme de dolomite.
- Calcaire dolomitique avec 10 à 50 % de dolomite.



Petrology of Sedimentary Rocks

Sam Boggs

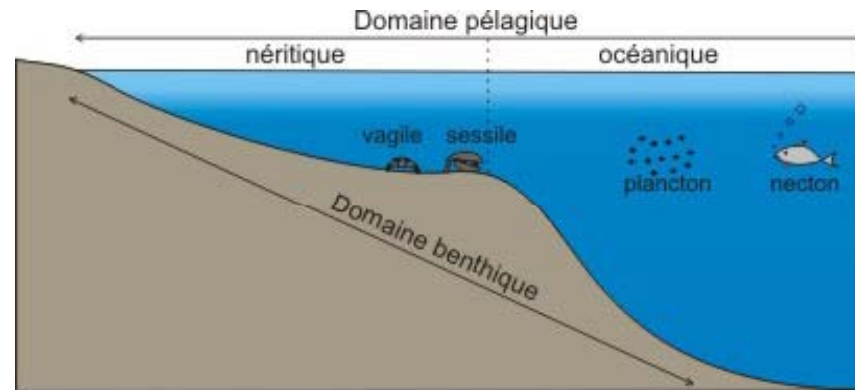
P 318

9.2.2 Ion substitution in carbonate minerals

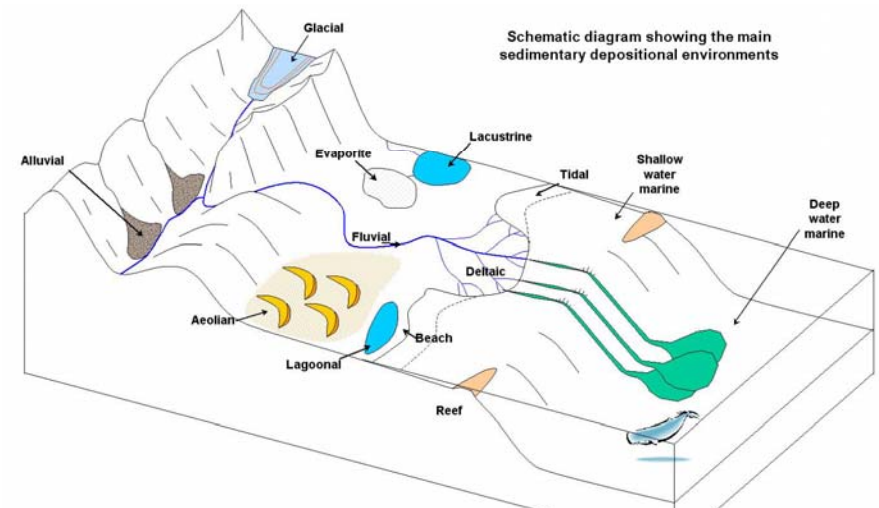
Because the common cations in carbonate minerals have the same charge and similar ionic radii, substitution of cations is common. Solid-solution series exist between many of the end-member series (Table 9.1). Substitution of Mg^{2+} (ionic radius 0.072 nm) for Ca^{2+} (ionic radius 0.100 nm) is particularly common. On the other hand, the larger Ca^{2+} ion does not readily substitute for Mg^{2+} . In the calcite structure, disordered cation substitution of Mg^{2+} for Ca^{2+} can occur, up to several mole percent MgCO_3 . Calcite containing more than about 4 mol% MgCO_3 (5 mol% according to some authors) is commonly called **magnesian calcite** or **high-magnesian calcite** (Mg-calcite). Some magnesian calcites may contain as much as 30 mol% MgCO_3 (Veizer, 1983). Calcite with less than about 4 mol% MgCO_3 is called **low-magnesian calcite** or simply **calcite**. Less commonly, Fe^{2+} can substitute for Ca^{2+} or Mg^{2+} in calcite to form **ferroan calcite**, and minor amounts of Mn^{2+} can also substitute for Ca^{2+} . High-magnesian calcite is metastable with respect to calcite and may lose its Mg in time and alter to calcite. Alternatively, if exposed to magnesium-rich pore waters, high-magnesian calcite can gain additional Mg and be replaced by dolomite.

2. Selon les milieux de dépôt

- Les calcaires marins (pélagiques à néritiques)



- Les calcaires continentaux : calcaires lacustres, fluviatiles, croûtes calcaires de certains sols.



3. Selon le grain

- **Des calcaires à grain fin ou très fin :**
 - Micrite (particules de 1 à 4 μm),
 - Calcaire microcristallin à cristaux de 20 μm environ,
 - Calcaire lithographique (Calcaire à grain extrêmement fin et doué d'une certaine porosité qui fut longtemps utilisé en lithographie.) ou sublithographique.
- **Des calcaires à grain plus grossier :**
 - Calcaires cristallins, à cristaux de 64 à 100 μm .
 - Calcaires microgrenus à cristaux de 100 à 250 μm ;
 - Calcaires saccharoïdes,
 - Calcaires grenus,...

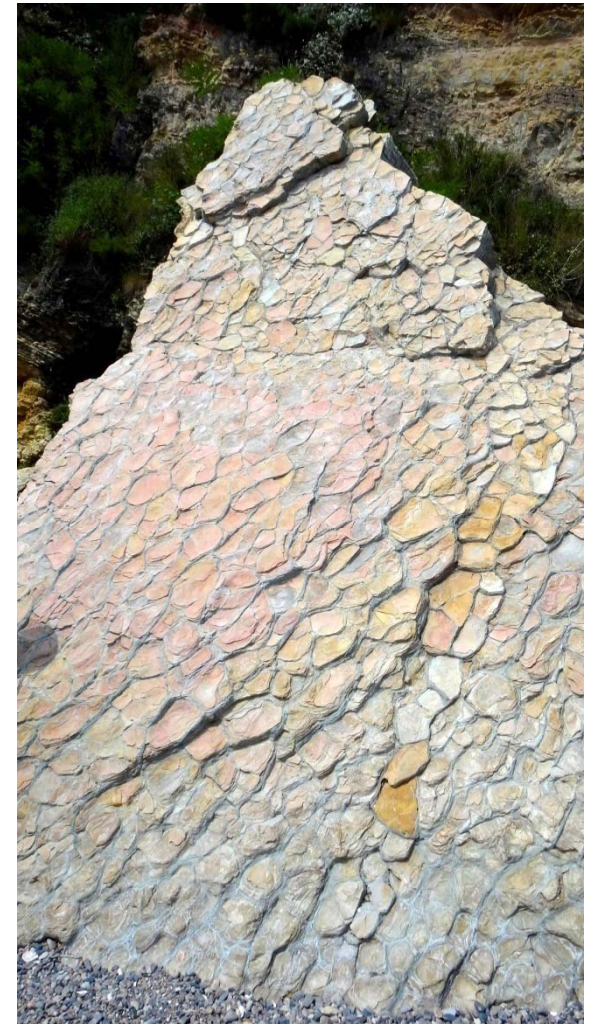
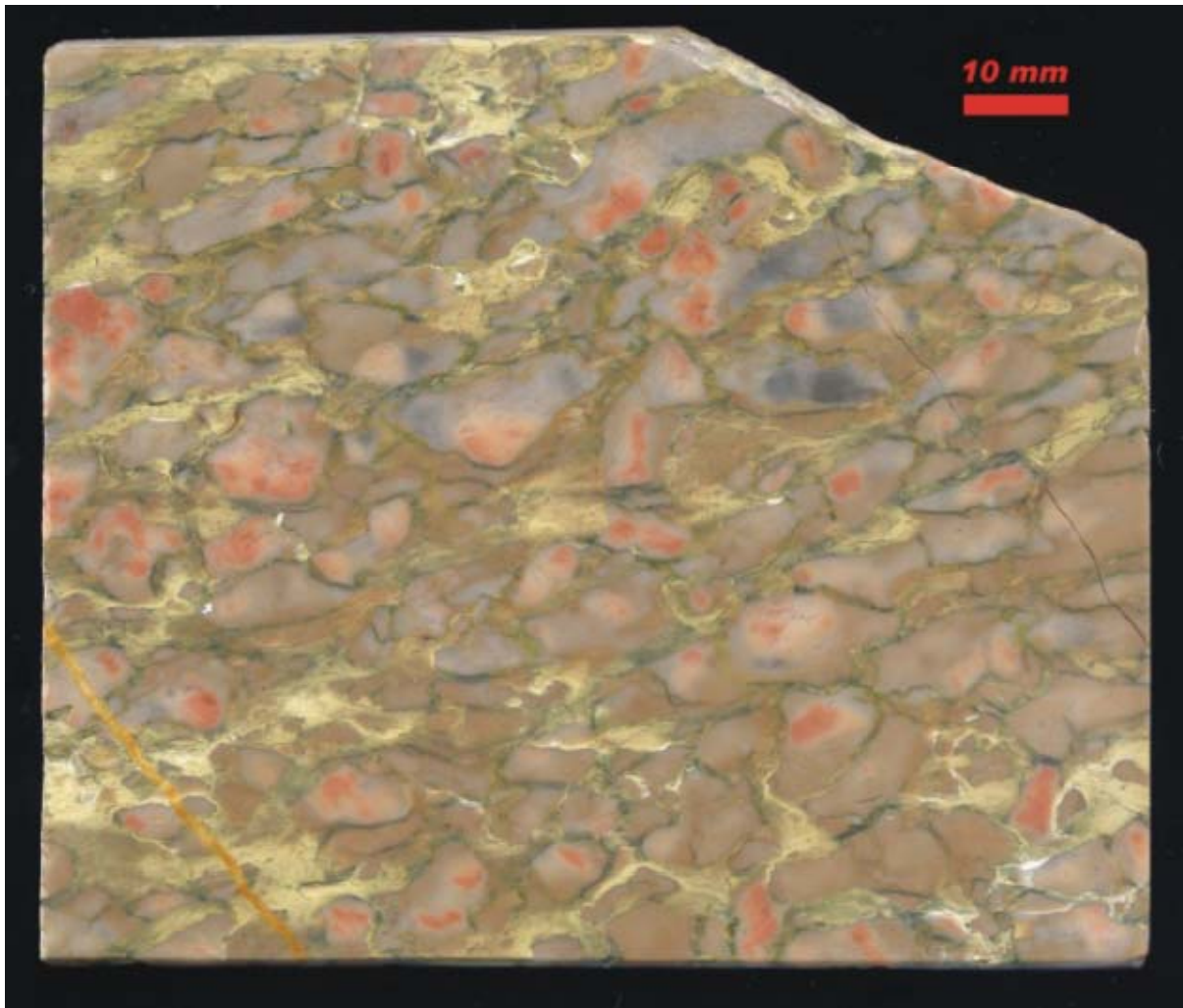
4. Selon les structures et les textures

- Les calcaires massifs,
- Les calcaires lités,
- Toutes les autres variétés de calcaire :
 - Oolithique (formes ovale env. 0,5 à 2 mm),
 - Pisolitique (gros oolithes),
 - Graveleux (formés par l'agglomération de grains calcaires discernables à l'œil nu),
 - siliceux (calcaire à silex),...
 - noduleux,



Calcaire noduleux

Un **nodule** est une concrétion minérale arrondie dont la composition diffère de celle de la roche encaissante



5. En fonction de l'importance des fossiles, ou de leurs débris

- Les calcaires construits ou calcaires récifaux.
- Les calcaires lumachelliques (// à la strat.) et coquilliers (identifiables) (les deux composent le calcaires bioclastiques)
- Les calcaires biodétritiques (calcirudites, calcarénites et calcilutites)
- Les calcaires à entroques, (à Encrines ; Fragments de tiges de Crinoïdes)
- Les calcaires à ammonites,
- Les calcaires à calpionelles,...

Lumachelle: Roche sédimentaire calcaire, souvent peu cimentée, formée essentiellement de coquilles entières ou brisées, accumulées sur place.

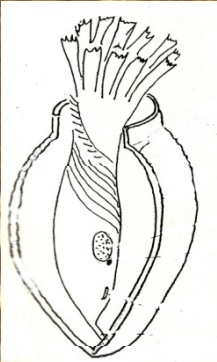
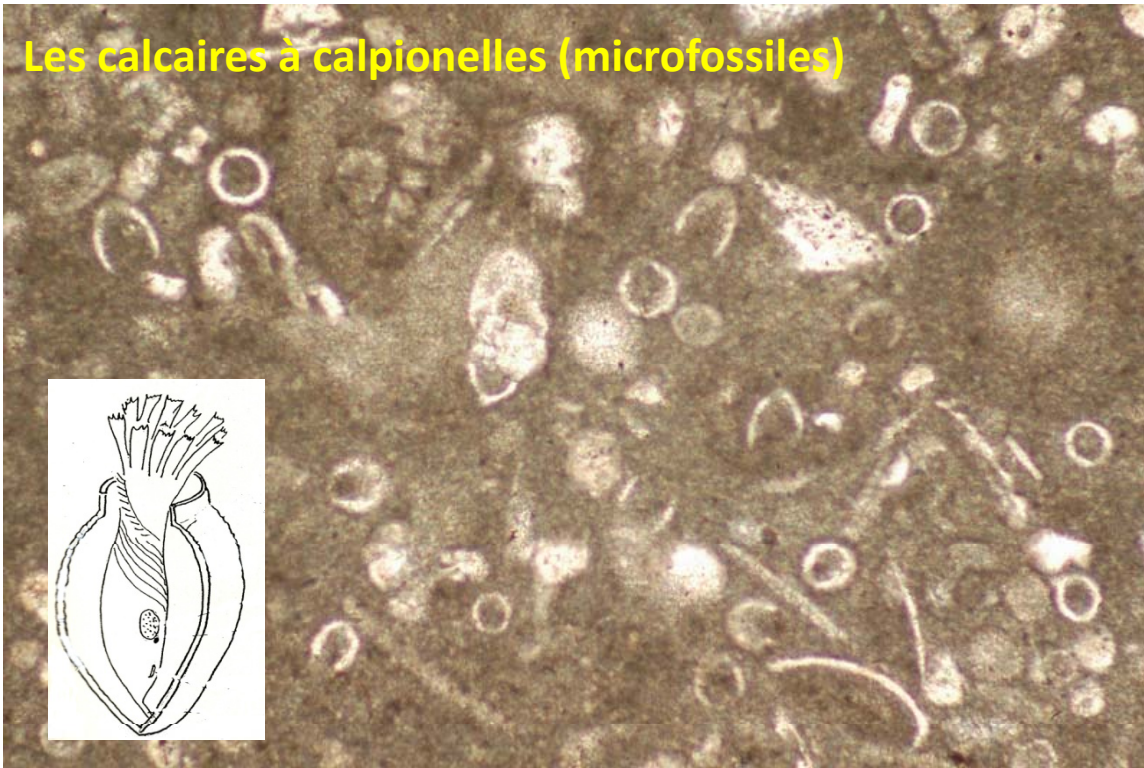


Calcaires lumachellique



Coraux en position de vie (fossiles)

Les calcaires à calpionelles (microfossiles)



Calcaires à ammonites

**Fossiles de crinoïdes
bien préservés**



Calcaires à entroques

6. Selon la présence du matériel terrigène (inférieure à 50 %)

- Des calcaires sableux,
- Des calcaires silteux,
- Des calcaires argileux,



Les dolomies

- La dolomie est une roche sédimentaire carbonatée contenant 50 %, ou plus, de carbonate, dont la moitié au moins sous forme de dolomite $(\text{Ca,Mg})(\text{CO}_3)_2$.
- Le terme englobe en pratique:
 - Les dolomies pures (90 à 100 % de dolomite)
 - Les dolomies calcarifères ou calcareuses (50 à 90% de dolomite).
- Tous les intermédiaires existent entre les dolomies et les calcaires d'une part, et les roches détritiques d'autre part.

Propriétés, diversité & utilité

- Les dolomies ne font pas effervescence à froid avec un acide dilué (HCl à 10%) ce qui les différencie des calcaires.
- Elles se présentent sous forme litée ou massive.
- Les dolomies, souvent fissurées, associées à des argiles et à des évaporites, forment des réservoirs de gaz ou d'hydrocarbures.



Classification pratique des dolomies

Rhombohedral cleavage in Upper Triassic Dolostone of the Choč Nappe (Hronic), Slovakia

https://fr.wikipedia.org/wiki/Dolomie#/media/File:7092_pieskovna_Dolinka_pri_Hradišti_pod_Vratnom_dolomit.JPG

Selon la genèse on distingue:

1. LES DOLOMIES PRIMAIRES:

- Dues à la précipitation directe de dolomite.
- Formées le plus souvent dans des lagunes côtières de pays chauds.
- Sont à grain fin (dolomicrite).
- Contiennent un peu de calcite et d'argile (donnant des teintes rougeâtres ou verdâtres).
- Elles sont en bancs minces, alternant avec des niveaux gypseux ou argileux (à illite et montmorillonite) qui contiennent des rhomboèdres dispersés de dolomite.
- Elles sont souvent de couleur claire (blanchâtres, beige...),
- Leur altération met parfois en évidence de nombreuses microdiaclasses, qui leur confèrent un aspect caractéristique.

Selon la genèse on distingue:

2. LES DOLOMIES SECONDAIRES:

- Elles sont plus abondantes.
- Sont dues au remplacement total ou partiel de la calcite par de la dolomite (dolomitisation).
- On y observe des traces de la structure originelle (par exemple fantômes d'oolites, de fossiles...).
- Elles ont généralement un grain grossier ce qui leur donne, à l'altération, un aspect rugueux qui pourrait les faire prendre pour un grès, si leur dureté, n'était bien moindre (elles ne rayent pas l'acier).
- Les grains se dissocient parfois pour donner un sable dolomitique.
- Le choc du marteau en fait jaillir une poussière (on dit qu'elles fument au marteau) et dans certains cas, elles exhalent une odeur de matière organique.
- Elles se bréchifient aisément.



Coquille de *Coccolithus pelagicus*, une espèce actuelle de coccolithophoridé de l'Atlantique, les plaques dont cette coquille est constituée sont les coccolithes



Chalk (composed of tiny shells of algae named coccolithophores).
Width of sample 6 cm.



Open chalk pit, Seale, Surrey, UK
<https://en.wikipedia.org/wiki/Chalk>

Dolomite in Northern Norway, which was once chalk, but the original material has been replaced with dolomite.

*Conglomerate (quartz gravel)
with a dolomitic cement.
The width of the sample is 6 cm.
Estonia*



***Dolomite from Estonia
with weathering rinds.
Dolomite easily obtains
brown color on outcrop
(it helps to differentiate
dolomite from limestone)
because iron may easily
substitute for magnesium
in the dolomite structure
(dolomite becomes
ankeritic $\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Mn})(\text{CO}_3)_2$
and obtains brown color
because of iron).***



DOLOMIES SECONDAIRES



Composition d'une roche carbonatée

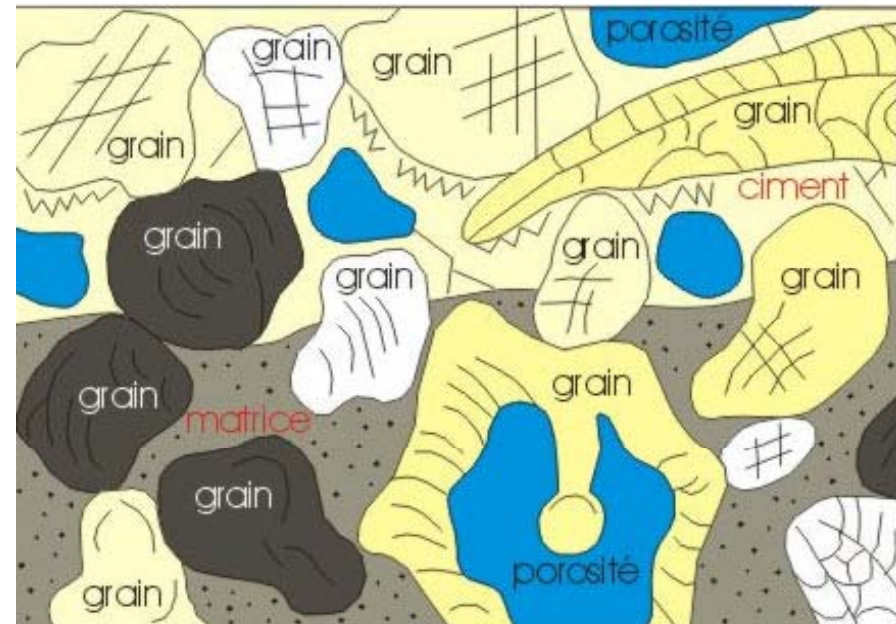
Grain:

- **Intraclastes** (fragments de sédiment peu consolidé)
- **Oolites** (petites structures minérales sphériques régulières de 0,5 à 2 mm. Constituées en lamines concentriques. (les plus gros sont des **pisolithes**).
- **Fossiles** (complet) ou **bioclastes** (Fragment de fossile)
- **Pellets** (boue microcristalline souvent riche en matière organique d'origine fécale)

Matrice: matériau fin déposé au cours de la sédimentation (carbonaté ou argileux)

Ciment: matériau précipité après le dépôt. (processus Chimique).

Porosité: fraction du vide existant dans la roche (=volume du vides/volume des solides + Volume du vides)

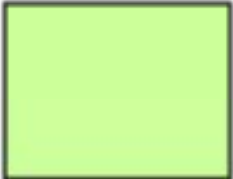


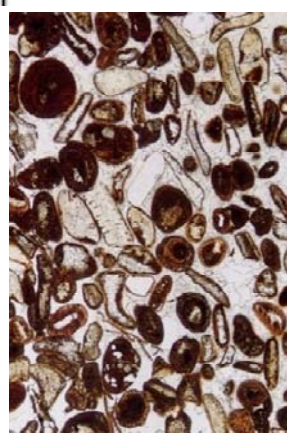
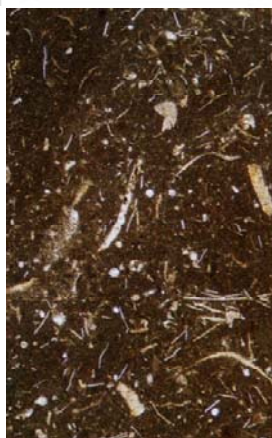
Classifications structurales

Classification de DUNHAM

Texture sédimentaire reconnaissable

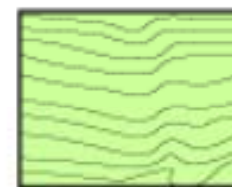
Présence de (grains /boue /ciment)

La roche contient de la boue (carbonatée ou de l'argile)		Absence de boue	
La texture est mud-supported		La texture est grain-supported	
Moins de 10% de grains	Plus de 10% de grains (non jointifs)	Grains jointifs + boue	Grains jointifs + ciment
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone
			



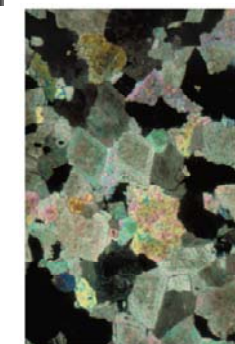
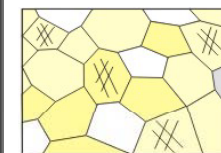
Les éléments sont
liés entre eux
au moment du dépôt.
La roche est formée
par du matériel
bioconstruit
(ex. squelettes coraux,
tapis microbien, etc.)

Boundstone



**Alternance de tapis
microbiens**

**Texture sédimentaire non
reconnaisable**
Ni grains ni boue (Que du ciment)
Ex. Calcaire ou Dolomie cristallin(e)



Dolostone

Classification de FOLK

Allochèmes

(Éléments figurés)

Orthochemes (Liants)

Ciment
(sparite)

Matrice
(micrite)

INTRACLASTS



Intrasparite



Intramicrite

OOLITES



Oosparite



Oomicrite

FOSSILS
(Bioclastes)

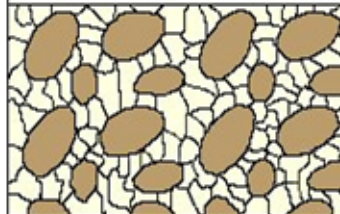


Biosparite

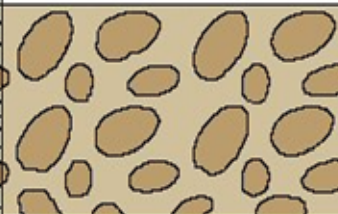


Biomicrite

PELLETS



Pelsparite



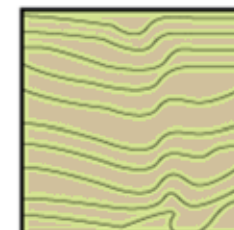
Pelmicrite



MICRITE

▲
Roche formée
par de la boue

▼
Roche
bioconstruite



BIOLITHITE

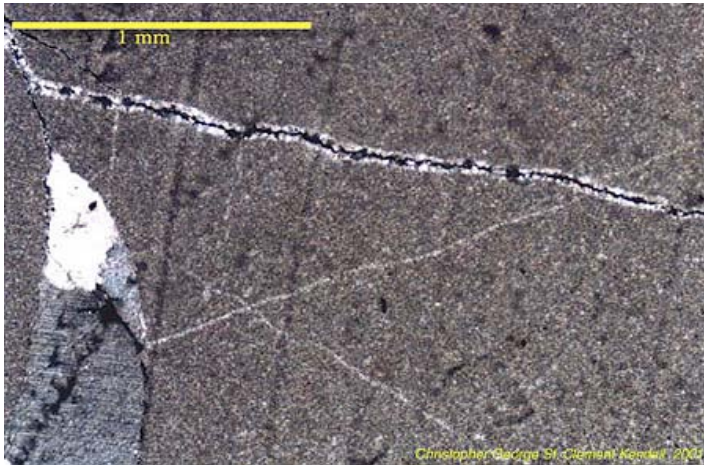
Classification de FOLK

C'est une classification plus complexe mais plus détaillée qui prend en compte la nature du liant (**orthochèmes**) et celle des éléments figurés (**allochèmes**) de la roche:

A. **Les orthochèmes**: ce sont les cristaux liants ayant précipité dans le bassin de sédimentation sous forme de :

1. Micrite (contraction de l'angl. **microcristalline calcite**): boue de calcite dont la taille des particules varie entre 1 à 4 μm , impliquant une formation en eau très calme;

2. Sparite (contraction de l'angl. **spar calcite**): cristaux $> 4 \mu\text{m}$, le plus souvent de 20 à 100 μm , qui remplissent par précipitation directe les pores entre des éléments déjà accumulés, le milieu étant assez agité pour avoir empêché le dépôt de particules plus fines. La présence de cette sparite indique donc, en général, un milieu à haute énergie, peu profond.



Micrite



**Micrite
limestone
or
dolomicrite**



Sparite limestone.



Nummulitic Limestone (biosparite)

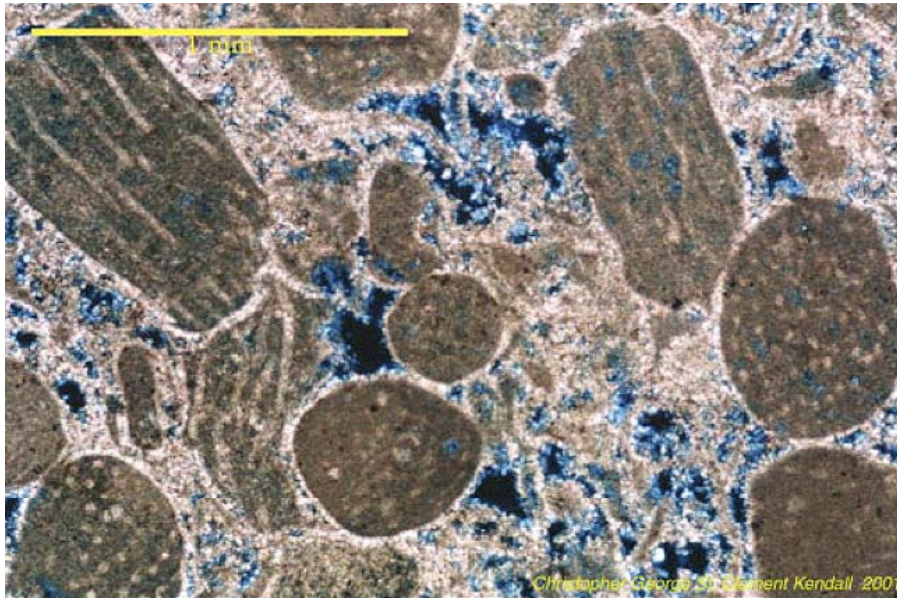
B. Les allochèmes: ce sont les éléments d'origine chimique ou biochimique, formés dans le bassin de sédimentation et ayant subi un certain transport sous forme de fragments distincts. On y distingue quatre types :

1. Les intraclastes: fragments anguleux ou peu arrondis, issus d'un sédiment voisin mal consolidé, et redéposés à faible distance en formant un nouveau sédiment presque contemporain.

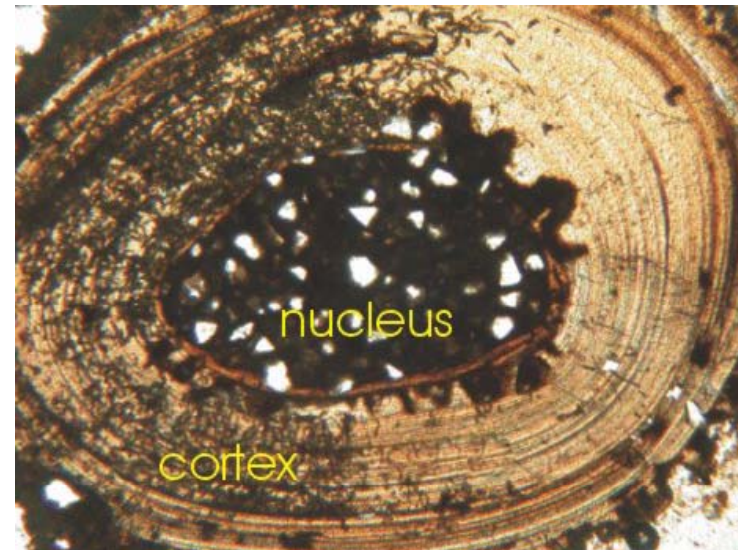
2. Les oolites: petites structures minérales sphériques régulières, de 0,5 à 2 mm. Constituées en lamines concentriques. (les plus gros sont des pisolithes).

3. Les fossiles: soit entiers soit en débris (bioclastes).

4. Les pellets: petites masses ovoïdes de 40 à 80 μm en moyenne, formées de boue microcristalline souvent riche en matière organique, et considérées comme d'origine fécale.



Intraclastes



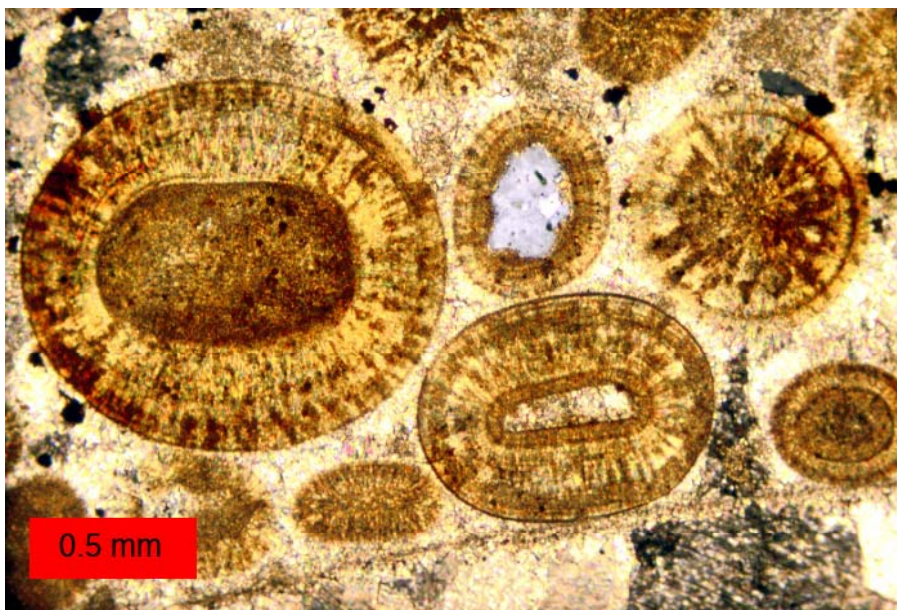
<http://www2.ulg.ac.be/geolsed/TP/TP.htm>

Oolite =

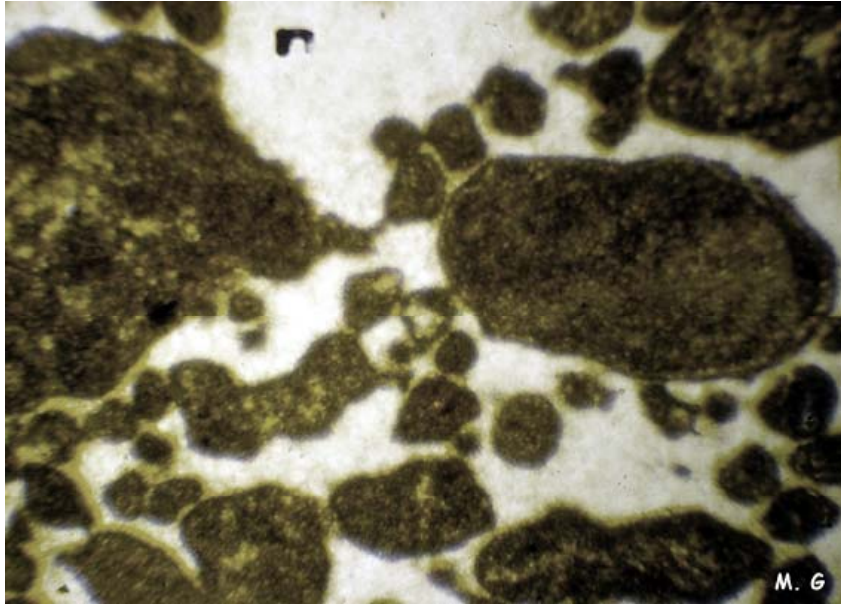
Nucleus: constitué de boue calcaire avec quelques grains de sable. Le nucleus peut être un fragment de test, de roche ou minéral.

+

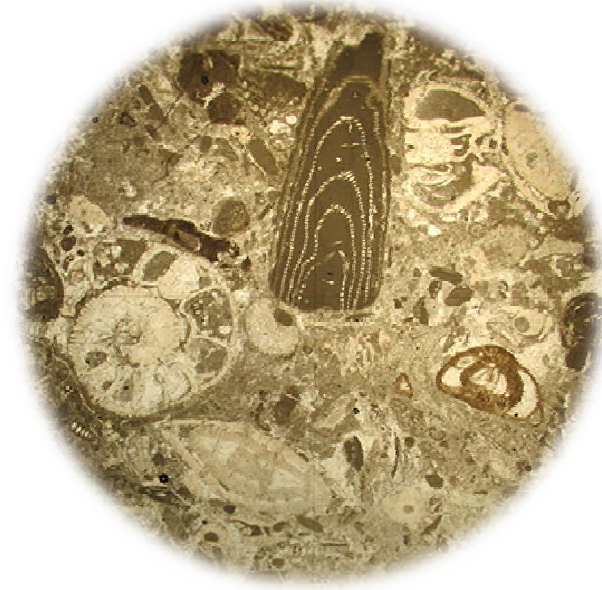
Cortex: minces couches
- généralement calcaires - donnant une structure concentrique. Quand le cortex est composé d'algue, l'élément figuré est appelé: **oncolite**



Oosparite



Pellets



Foraminiferal Limestone (biomicrite)



Pelmicrite

Cas spéciaux

- Les préfixes peuvent se composer.

Exemple une **biointrasparite** = (bioclastes + intraclastes) liés avec de sparite

- Si la roche contient 10% ou plus de dolomite, on le signale. Les cas sont variés :
 - **Dolomicrite**: micrite ou intramicrite à dolomite primaire.
 - **Micrite dolomitique**: si l'origine de la dolomite est incertaine (primaire et/ou secondaire?).
 - **Micrite dolomitisée**: si la dolomite est secondaire.
- S'il y a plusieurs types d'allochèmes, ou du matériel terrigène (de 10 % à 50 %), par exemple oosparite à intraclastes, intrasparite sableuse, micrite silteuse,...