

**TP-ST
A2**
ROCHES SEDIMENTAIRES

COURS : ST-B, ST-E

TP : ST-A3, ST-A4, ST-A5, ST-E1, ST-E2, ST-H



Les roches sédimentaires sont des **roches exogènes**, c'est à dire formées à la surface de la Terre, formées par une sédimentation suivie d'une diagenèse. Elles représentent 5% des roches de la croûte terrestre, mais 75% de sa surface. Ces roches peuvent avoir diverses origines, mais elles se forment toutes suite à un processus de **sédimentation**, c'est-à-dire au dépôt de particules.

Ces particules peuvent être issues d'une précipitation chimique, être des débris d'organismes vivants, ou provenir de roches préexistantes. Dans ce dernier cas de figure, une **roche-mère** (magmatique, métamorphique, ou déjà une roche sédimentaire) est **altérée** chimiquement (par exemple par circulation de l'eau, qui peut entraîner avec elle certains ions) et/ou **désagrégée** mécaniquement, ce qui produit des particules qui peuvent être **emportées** (par l'eau ou le vent) puis qui se **déposent** (= sédimentent).

Le sédiment subit une **diagenèse** suite à son enfouissement, qui permet de rendre l'ensemble cohérent.

Ce TP fait partie des TP associés à la partie ST-E (le phénomène sédimentaire) du programme de BCPST1.

Le but de ce TP est d'observer les principaux types de roches sédimentaires et de comprendre le type d'informations qu'elles apportent.

Programme officiel :

Identifier quelques roches de la lithosphère par une analyse macroscopique raisonnée et par l'étude de lames minces :

Calcaires, grès

Identifier macroscopiquement et de manière raisonnée diverses roches :

Conglomérats, grès, argilites, marnes ; calcaires, marnes, bauxites ; halite, gypse-anhydrite

Analyser les caractères d'une roche carbonatée pour en déduire l'origine et les conditions de formation, en utilisant la classification de Dunham

Compétences :

Collecter des données sur le terrain : nature des roches

Identifier une roche sédimentaire à partir d'un échantillon macroscopique ou d'une lame mince (noms des minéraux fournis pour les préparations microscopiques) : cf. liste ci-dessus

Identifier à l'œil nu des minéraux : cf. liste ci-dessus

Réaliser un dessin d'observation

Présenter de manière pertinente un objet géologique (dessin, schéma, description, identification, présentation comparative, échelle...)

1. Les caractéristiques générales des roches sédimentaires

Voir poly 1 – préparation du TP

⇒ Bilan : données générales sur la reconstitution des conditions de dépôt d'une roche sédimentaire

Energie de courant du milieu: caractères hydrodynamiques		
	Milieu agité: énergie moyenne à forte	Milieu calme: énergie faible
Stratifications	Obliques (rides, dunes, deltas, plateau continental, cours d'eau) Entrecroisées (alternances d'érosions et de sédimentations : méandres, deltas...)	Horizontales = lits plans
Sédiments	Grossiers (graviers, sables)	Fins (argiles, sables fins)
Fossiles	Cassés Granoclassés Eventuellement orientés	Bien conservés (même les fragiles) Position de vie possible
Traces	Mécaniques (rides)	Traces biologiques (= bioturbations) : pistes, terriers....

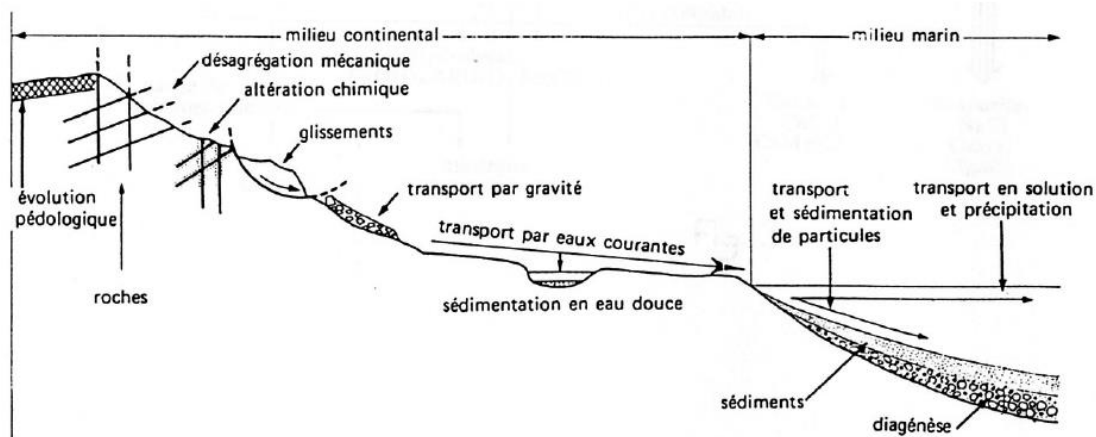
Profondeur	
Fossiles	<i>Actualisme :</i> Stromatolithes et coraux → milieu peu profond.... Foraminifères → benthiques (vivent au fond)
Présence de carbonates	CCD → profondeur < 4000 - 5000 m
Traces de mise à l'air libre	<i>Actualisme :</i> Traces de dessiccation dans les argiles, Traces de locomotion d'animaux terrestres, Restes de systèmes racinaires...

Climat	
Fossiles	Actualisme
Couleur des sédiments	Dépôt rouge, lié à l'oxydation du Fer, souvent en climat tropical
Sédiments particuliers	Evaporites (climat souvent chaud) Moraines (érosion glaciaire) Type d'argiles (illite ou kaolinite) Bauxite, latérites (climat chaud et humide)

★ **CCD** : profondeur de compensation des carbonates (*carbonates compensation depth*). Il s'agit de la profondeur (actuellement 4000 à 5000 m, mais avec des variations par le passé...) à partir de laquelle les conditions de pression et température conduisent à la dissolution des carbonates. Sous cette profondeur (variable selon les conditions locales), on ne trouve essentiellement que des argiles des grands fonds, et plus de roches carbonatées.

Potentiel d'oxydo-réduction		
	Milieu réducteur (anoxique)	Milieu oxydant (oxygéné)
Etres vivants	Faune rare	Faune importante et diversifiée
Conservation de la matière organique	Oui (couleur noire du sédiment)	Non
Fer	II ferreux (vert-noir)	III ferrique (jaune-rouge)
Exemple	Eaux calmes, stratifiées, peu brassées, bassins +/- fermés	Eaux superficielles ou agitées

2. Reconnaissance des roches détritiques terrigènes : classification granulométrique



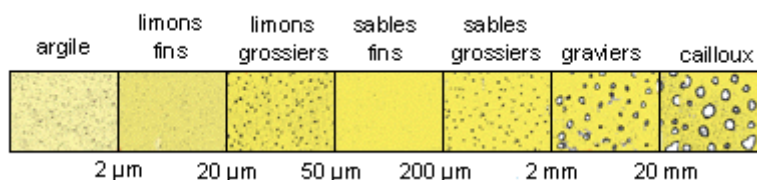
Il s'agit de roches formées suite à l'érosion de roches continentales, magmatiques ou métamorphiques. Une partie des minéraux des roches initiales sont altérés en argiles, et les éléments les plus résistants sont érodés et transportés. Leur sédimentation peut se réaliser directement suite à la fracturation / érosion de la roche mère, en cours de transport par les eaux ou la gravité, ou à l'arrivée dans un bassin océanique.

2.1. Classification granulométrique

Les sédiments détritiques sont constitués de **fragments transportés** provenant de l'altération de roches magmatiques, métamorphiques ou sédimentaires **préexistantes**. Une roche détritique est caractérisée par des grains de nature diverse pris dans un liant (matrice et/ou ciment).

Un premier élément de description est la **granulométrie des grains**, c'est-à-dire leur taille.

taille de grains (mm)	dénomination granulométriques des grains	nom général	roches meubles	roches cohérentes (grains pris dans une matrice ou un ciment)
> 2 mm	blocs galets granules	RUDITES (à grains grossiers)	blocs galets graviers	*** Conglomérats : - <i>brèche</i> * (grains anguleux) - <i>poudingues</i> * (grains arrondis)
$0,0625 < T < 2$ ($1/16 < T < 2$)	sable grossier sable sable fin	ARENITES (à grains moyens)	sables	*** Grès
$T < 0,0625$ mm ($62,5 \mu\text{m}$) ($T < 1/16$)	limon grossier à très fin	LUTITES (à grains fins)	silts, boues, vases	Siltites = Pérites
	argile		argiles, boues et vases argileuses	*** Argilites

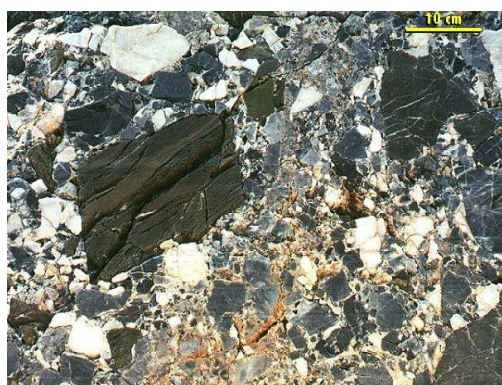


2.2. Les rudites : exemple des conglomérats

Si les grains sont usés, arrondis, on parle de **poudingue**. Les grains ont été usés lors de leur transport. Mais le transport reste limité puisque les grains sont de grande taille (cf. diagramme de Hjulstrom dans le cours en fin d'année). Un poudingue indique un transport et un dépôt en milieu fluviatile voire marin côtier.

Si les grains sont peu usés, anguleux, on parle de **brèche**. Le transport a été limité : les grains ont été déposés en bas de pente ou de falaise. Il existe aussi des brèches volcaniques : des fragments de roches du volcan sont éjectés et tombent en bas de pente.

La nature des grains est très variable : fragments de granite, de gneiss, de roches volcaniques ou calcaires... Le liant est plus souvent siliceux que carbonaté.



Brèche
↙



↘
Poudingue

L'étude d'un conglomérat nécessite de s'intéresser :

- A la nature des grains (et donc des roches d'origine)
- A la forme des grains (et donc au transport de ces particules)
- A la nature du liant (ciment ou matrice) (et donc aux conditions de sédimentation et de diagenèse)

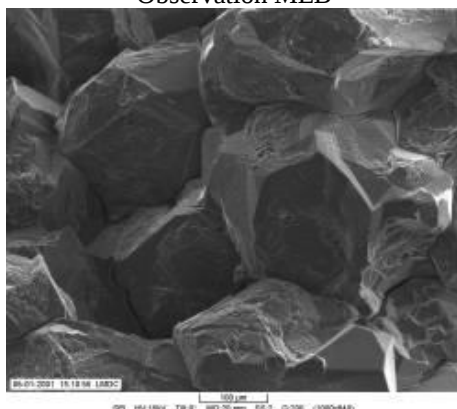
2.3. Les arénites : exemple des grès

Le **grès** apparaît à l'œil comme un **sable dont les éléments figurés sont liés les uns aux autres par un ciment**.

Composition d'un grès	
Grains	Ciment / Matrice
Les grains correspondent aux grains du sable à l'origine de la formation du grès. Plus un minéral est résistant à l'altération, plus on a de chance de le trouver dans une roche détritique (sable ou grès). Le quartz est ainsi le minéral le plus résistant, alors que les pyroxènes et l'olivine sont très altérables.	Peut être carbonaté, siliceux, argileux, ferrugineux (oxydes de fer nombreux)

Sables et grès font partie des arénites, roches sédimentaires détritiques dont les grains ont entre 62,5 µm et 2 mm.

Observation MEB



Observation LPA (microscope polarisant)



Les grès à ciment siliceux correspondent à d'anciens sables fluviatiles, dunaires ou marins qui ont été cimentés par de la silice secondaire. La diagénèse massive du grès est très lente.

Divers facteurs contribuent à cette grésification des sables où prédominent les grains de quartz. Il s'agit essentiellement d'une grésification avec diminution de la porosité : le ciment d'origine secondaire, occupera les interstices et liera les particules entre elles. Pour que la cimentation se produise, il faut tout d'abord que les éléments nécessaires à l'élaboration du ciment soient présents en solution et qu'ils précipitent ensuite dans les interstices en fonction de leur comportement de solubilité vis à vis des solutions. Cette précipitation est en relation avec un changement des conditions physico-chimiques au cours de la diagénèse (oxygénation, acidité...) ou de phénomènes de pression-dissolution.

⇒ En complément (1) : quelques notions sur la **diagénèse**

La diagénèse correspond à l'ensemble des processus conduisant du sédiment à la roche sédimentaire. Ces processus se réalisent sous l'effet de l'enfouissement des sédiments, et de l'augmentation de la température et de la pression. Plus ces augmentations sont importantes, et plus la diagénèse est poussée.

➤ Compaction

Sous l'action des **êtres vivants**, de la **pédogénèse** (évolution des sols), de la **déshydratation**, de la **pression**, les sédiments perdent de l'eau et des sels minéraux par dissolution, leur densité augmente.

Cette compaction est particulièrement observée pour la silice ou le carbonate de calcium.

➤ Déshydratation

Les sédiments, en particulier ceux déposés en milieu aquatique, possèdent une part d'eau liquide. L'augmentation de la pression et de la température suite à l'enfouissement participent à une déshydratation de la roche. Ce processus est souvent corrélé avec la compaction.

➤ Dissolution et recristallisation

Les fluides circulants, les hausses de pression-température, ou les pressions exercées entre grains lors de la compaction, peuvent provoquer la dissolution de certains minéraux.

On obtient alors un fluide contenant le minéral dissous, qui peut être totalement évacué, ou plus généralement recristalliser.

La recristallisation peut prendre place à proximité immédiate du lieu de dissolution, ou bien être réalisée à plus grande distance, à l'occasion d'augmentations locales de la concentration en un minéral dissous.

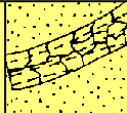
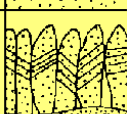
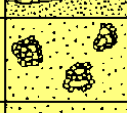
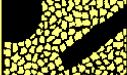
➤ Cimentation

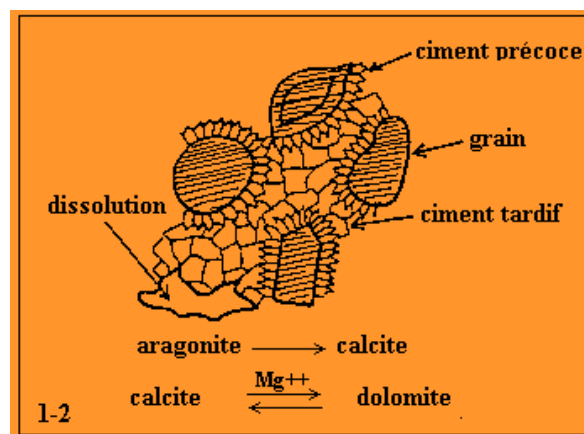
Progressivement, les grains se soudent sous l'action de la cristallisation ou de la précipitation d'éléments contenus dans les fluides circulants.

- les sables donnent des grès
- les boues silicatées donnent des argiles, des pélites ou des marnes
- les débris calcifiés donnent des calcaires, etc.

La cimentation conduit à une roche **cohérente**. En absence de cimentation (ex : sable), on parle de roche **meuble**.

Aspects de la cimentation et de la recristallisation d'un sédiment carbonaté au microscope :

A. CIMENTATIONS		B. RECRISTALLISATIONS	
fibres ou aiguilles isopaques		calcitisation de squelette aragonitique	
sparite drusique		calcite fibreuse développée sur carbonate aciculaire	
ciment syntaxial		microsparitisation de calcilutite	
ciment microgranulaire		néomorphisme de dégradation	



⇒ En complément (2) : quelques notions sur les sables

Les sables (comme les grès) sont caractérisés par :

- la dimension du grain (très fin, moyen, grossier...);
- la forme des grains (arrondis, anguleux, mat...)
- la nature des minéraux accessoires.

On peut rechercher l'histoire d'un sable grâce à différentes études. En particulier, la nature des grains peut se révéler très informative :

- Les grains silicatés fournissent des informations sur la (ou les...) roche dont l'érosion a conduit à la formation du sable. Cette approche est toutefois limitée par le fait que nombre de minéraux s'altèrent au cours de leur transport et ne sont ainsi pas retrouvés dans le sédiment final. Les sables sont ainsi en général riches en minéraux les plus stables : quartz, feldspaths, et dans une moindre mesure micas. Les sables siliceux sont riches en quartz.
- Les bioclastes sont des fragments issus d'organismes animaux (coquilles en général) : très abondants dans un sable coquiller, ils renseignent sur la faune présente à proximité du lieu de dépôt.

Les sables constituent des ressources géologiques exploitables, en tant que matériau (pour la formation de béton en particulier, qui nécessite des sables fins) ou que matière première (pour le verre, à partir de sables siliceux).

2.4. Les lutites : exemple des argilites

Echantillon :

C'est une roche rayable à l'ongle : c'est une **roche tendre**.

Elle présente des propriétés particulières vis à vis de l'eau :

- A l'état sec, elle a une **très grande affinité pour l'eau** (→ argile happe à la langue) : cette propriété est due aux infimes espaces que se trouvent entre les particules argileuses mais aussi surtout aux caractères chargés des feuillets qui retiennent les molécules d'eau.
- A l'état hydraté, l'argile **devient imperméable** (→ elle constitue souvent la base d'une nappe phréatique ou couche toit dans la migration verticale des hydrocarbures ou de tout fluide souterrain) et **plastique** (→ elle se comporte comme un matériel malléable et déformable → elle est à l'origine de "couches savon" entraînant des glissements de terrain.

Composition de la roche :

Les roches argileuses sont constituées de phyllosilicates microscopiques. Ce sont des minéraux tendres, très hygrophiles.

Leur cortège minéral associé aux argiles est très variable. On trouve ainsi une grande diversité de roches argileuses, en fonction des minéraux associés :

- des grains de quartz → capables de rayer le verre
- des cristaux de feldspaths, de micas → l'altération n'a pas été trop importante
- des oxydes de fer → conditions oxydantes correspondant à des milieux continentaux en climat humide et chaud
- souvent de la calcite (CaCO_3) → on obtient des marnes qui font effervescence à l'acide
- des matières organiques

Interprétation :

La plupart des argiles sédimentaires proviennent de **l'altération d'une roche mère** suivie du transport des produits d'altération.

Le transport des minéraux argileux peut s'effectuer par les agents de surface : eau et vent. Suit un dépôt le plus souvent en milieu marin et une diagénèse des sédiments (compaction entraînant des modifications ; diminution très importante de la porosité, déshydratation...).

2.5. La bauxite : altération et ressource géologique

L'altération des roches plutoniques (granites en général) en milieu équatorial conduit à :

- La formation d'argiles ferrugineuses (= riches en fer → coloration rougeâtre)
- La précipitation d'oxydes de fer et d'aluminium :

- $\text{Al}(\text{OH})_3$ = gibbsite
- $\text{Fe}(\text{OH})_3$ et autres

On obtient alors une bauxite, qui nous renseigne sur les conditions de formation (en général : tropical humide – équatorial, en milieu continental, à partir de roches plutoniques).

La bauxite est une roche enrichie en aluminium : il s'agit donc d'un minerai d'aluminium (et d'autres métaux, selon les gisements).

3. Reconnaissance des roches carbonatées : classification de Dunham

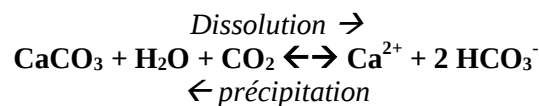
3.1. Généralités sur les roches carbonatées

Voir poly 1 - préparation

Réaction à l'acide chlorhydrique :

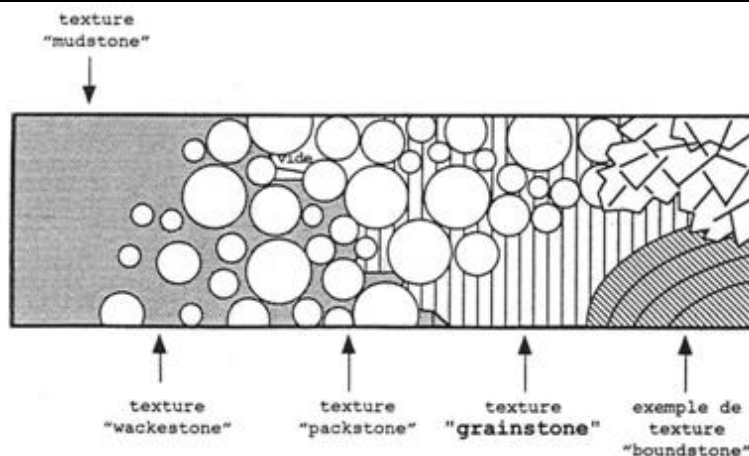
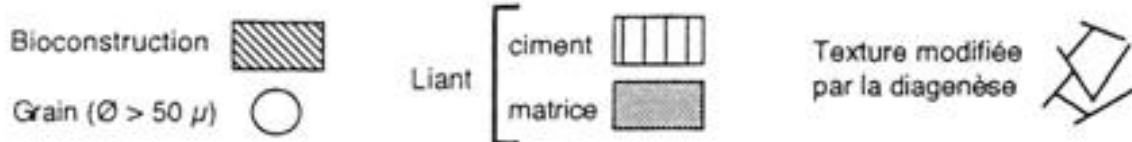


Equilibre des carbonates :



3.2. La classification de Dunham

La **texture** des roches carbonatées peut être décrite selon la **classification de Dunham**. Elle repose sur l'analyse visuelle de la texture, en cherchant à déterminer de manière approximative les proportions de différents composants de la roche.



Constituants originaux non cimentés pendant la sédimentation				Constituants cimentés pendant la sédimentation
Boue carbonatée présente			Pas de boue carbonatée	
Grains non jointifs		Grains jointifs		
< 10 % grains	> 10 % grains			
MUDSTONE	WACKESTONE	PACKSTONE	GRAINSTONE	

L'abondance des grains peut être reliée à **l'énergie du milieu de dépôt** :

- Un mudstone se dépose dans un milieu très calme (ex : lac, milieu océanique franc loin des côtes)
- Un packstone ou un grainstone correspond en général à un milieu de forte énergie, agité (ex : milieu océanique → plateforme continentale, proche du rivage)
- On observe ainsi souvent une gradation mudstone > wackestone > packstone depuis les zones proches du rivage vers les milieux plus éloignés

Les calcaires construits correspondent à des **milieux récifaux**, et donc à un climat tropical ou équatorial

La nature de la roche dans la classification de Dunham peut être estimée en observation macroscopique, mais l'observation la plus rigoureuse est souvent en microscopie.

3.3. Les grandes catégories de calcaires

⇒ Caractères généraux des calcaires

Lithofaciès :

C'est une roche tendre, rayable à l'acier. Elle fait effervescence à l'acide : c'est une roche carbonatée.

Selon le calcaire observé, on peut distinguer des fossiles (nombreux débris de coquilles, fragments d'échinodermes...), parfois des petites sphères (oolithes).

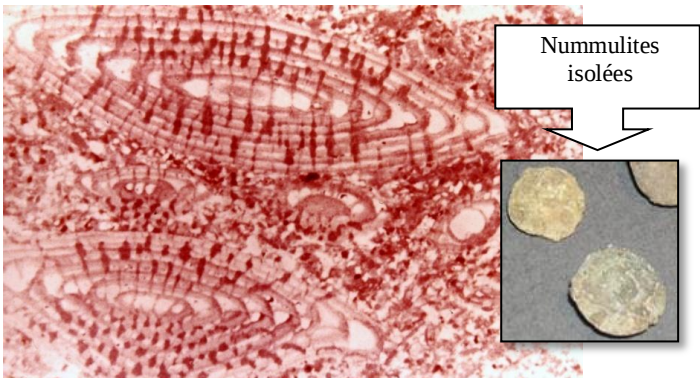
Biofaciès :

Les calcaires présentent souvent de nombreux fossiles, et renseignent donc sur les conditions ayant régné dans le milieu de vie de ces organismes.

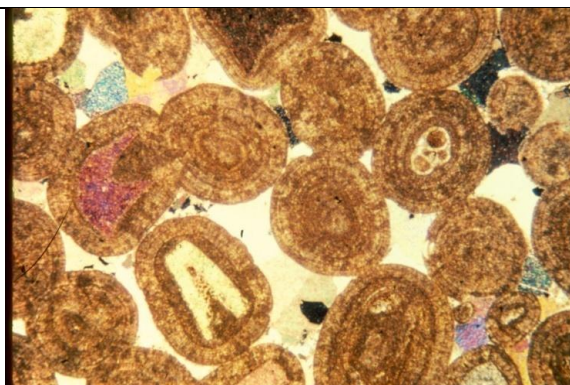
Il s'agit d'une roche sédimentaire qui se dépose sous l'eau : les calcaires sont majoritairement marins, mais peuvent aussi être plus rarement lacustres.

⇒ Diversité des calcaires

⇒ Calcaires formés par l'accumulation de coquilles ou de tests (squelettes) d'animaux morts (= bioclastes)	
Calcaires à entroques	Les grains sont caractérisés par une section circulaire ou une symétrie d'ordre 5. Ce sont des éléments du squelette d'Echinodermes (proches des Oursins), caractéristiques de l'ère secondaire (mésozoïque) dans des eaux plutôt chaudes .
Calcaires coquilliers	Formés par l'accumulation et la cimentation de nombreuses coquilles , en particulier de Mollusques Bivalves et Gastéropodes . La détermination des coquilles permet de dater et de reconstituer le milieu de dépôt. En général, les accumulations de coquilles se font dans un milieu de plate-forme.
Calcaires à foraminifères	Les Foraminifères sont des unicellulaires à squelette calcaire (ou siliceux), de moins d'un millimètre à un centimètre environ pour les plus grands. Ce sont des organismes benthiques (ex : Nummulithes ; vivant sur le fond océanique) ou planctoniques (vivant en milieu pélagique = dans la colonne d'eau).

 Calcaire à nummulites. Les nummulites sont des foraminifères benthiques de grande taille (centimétrique), datés de l'Eocène et de l'Oligocène.	 Calcaire à miliolites. Les miliolites sont des foraminifères marins, surtout d'eaux chaudes et peu profondes, présents depuis le carbonifère.
---	--

⇒ <i>Calcaires issus de dépôts de particules carbonatées</i>	
Calcaires lithographiques	Résultent du dépôt de particules calcaires très fines (d'origine détritique en général) associées à une faible proportion d'argile. Typiquement une texture « mudstone ». En toute rigueur, ce sont aussi des roches détritiques. Le dépôt de particules très fines impose un milieu très calme (faible énergie).
Calcaires oolithiques	Constitués... d' <u>oolithes</u> , des petites sphères (0,5 à 2mm). Elles correspondent à un nucléus (grain de quartz, débris de coquille...) entouré de couches concentriques de calcite, ayant précipité. Ce sont donc des concrétions biochimiques car favorisées par la proximité d'êtres vivants. La précipitation des oolithes se fait en milieu marin, dans des eaux plutôt chaude et limpide à proximité des coraux (fréquent au Jurassique), agitées (ce sont les mouvements des oolithes en formation de haut en bas qui conduisent au dépôt de couches concentriques).
Craie	Calcaire friable, blanchâtre tâchant les doigts constitué de divers éléments. La craie est formée à 90% de Coccolithophoridés, algues unicellulaires planctoniques (2 à 10 µm) aux squelettes calcaire. Ce sont des organismes présents en milieu pélagique, ils forment des boues calcaires caractéristiques de milieu profond.

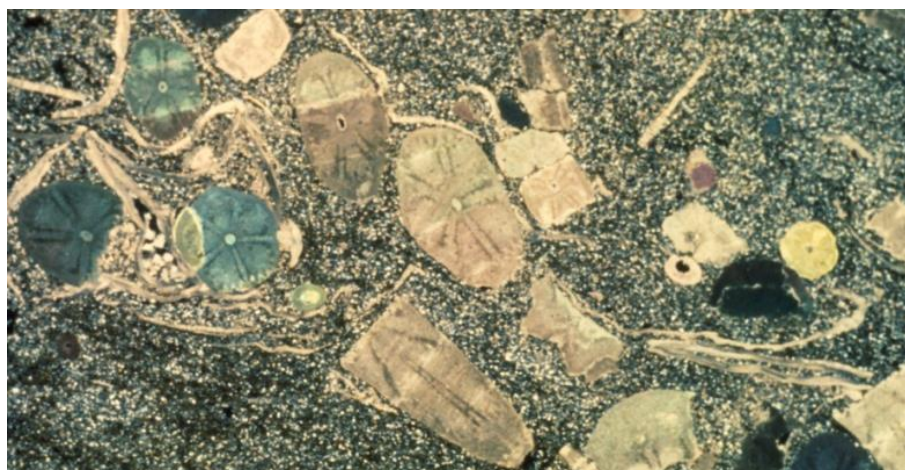


Calcaire oolithique observé au microscope.
On voit bien la nature concentrique des oolithes.



Surface d'un calcaire oolithique observé à la loupe.
On voit bien l'aspect sphérique des oolithes.

⇒ <i>Calcaires construits par des organismes récifaux</i>	
Calcaires coralliens	Les coraux ont un squelette calcaire (polypes) et édifient des récifs. Les coraux ont des exigences très strictes sur leurs conditions de vie: eaux chaudes, limpides, peu profondes...
Calcaires à rudistes	Les rudistes sont des mollusques bivalves, fixés sur le fond par une des valves, vivants au Crétacé en particulier (disparition à la fin du Mésozoïque). Les calcaires construits de récifs coralliens forment souvent des calcaires massifs, résistants à l'érosion : faciès Urgonien, particulièrement visible dans les Alpes franco-italiennes.
⇒ « mélanges »	
Marnes	Les marnes sont en fait un mélange de calcaire et d'argiles, avec des proportions variables. L' <u>effervescence au HCl</u> est d'autant moins marquée que la teneur en argile est élevée. Les marnes sont souvent <u>friables</u> . Dans le paysage, les marnes se repèrent aisément, elles offrent une résistance modérée à l'érosion (en particulier au ruissellement).
Calcaires dolomitiques	Calcaires comportant moins de 50% de dolomite (<i>si dolomite >50%, on parle alors de dolomie</i>).



Marne à entroque vue au microscope polarisant

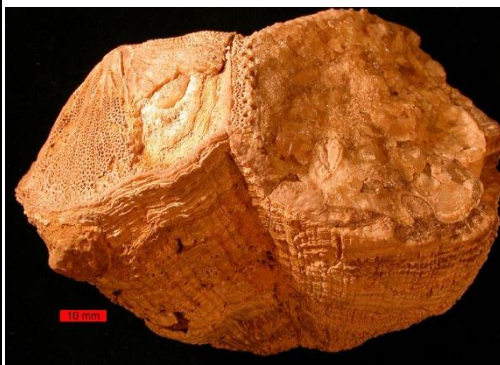


Calcaires Urgoniens massifs formant des falaises (massif des Aravis, Alpes)

Les rudistes : mollusques bivalves fossiles (Jurassique + Crétacé)

2 rudistes vus de dessus

Fossiles montrant les 2 valves asymétriques de la coquille de la Calcaire récifal à rudiste (Oman)



⇒ Une roche calcaire particulière : la craie

Les craies sont un cas particulier de calcaire. On trouve en particulier des formations crayeuses dans le bassin sédimentaire de Paris. Ces formations crayeuses se sont déposées au cours du **Crétacé supérieur pendant près de 25 millions d'années** (entre 95 et 70 millions d'années) dans tout le bassin de Paris.

C'est la roche qui constitue les falaises d'Etretat. Au centre du Bassin Parisien, son épaisseur peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

Les formations de craie font apparaître un **motif séquentiel répété → strates**. Les limites des différentes séquences correspondent à des **surfaces d'omission** (ralentissement de la sédimentation accompagné d'une prolifération d'animaux fouisseurs) ou à **des surfaces d'érosion, durcies et noduleuses**.

On trouve dans la craie du Bassin Parisien des inclusions siliceuses, formant des **silex**.

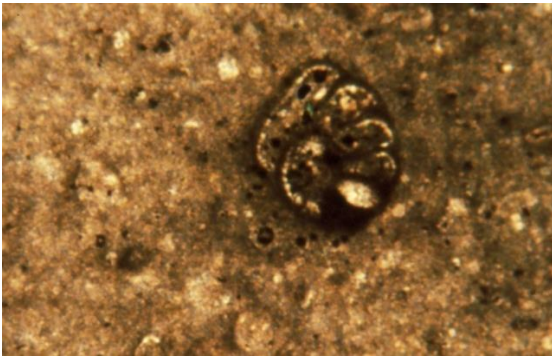
Lithofaciès :

- La craie est une roche blanche poreuse (10 à 40% du volume), légère, faiblement cohérente et constituée de 90 à 95% **de CaCO₃** sous forme de **calcite** → roche **carbonatée**.
- La fraction détritique (= composée de débris) est très faible : moins de 1% ; il s'agit principalement de quartz, micas....
- Certains niveaux sont particulièrement riches en silex sous la forme de bancs plus ou moins continus de rognons de tailles variables. Ces silex montrent parfois des tests entièrement silicifiés d'Oursins ou d'Eponges bien conservées.

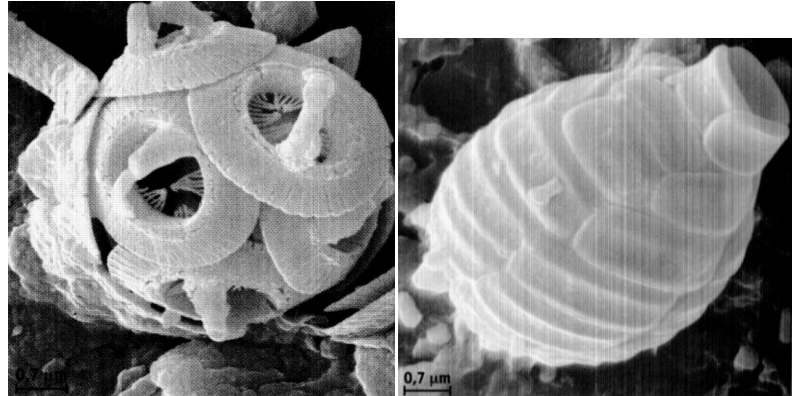
Biofaciès :

On distingue des fossiles de grande taille (macrofossiles) entiers ou en débris, inégalement distribués dans les formations : Eponges siliceuses et leurs spicules, Oursins, Lamellibranches et quelques rares Ammonites.

On observe de nombreux **microfossiles** (comme les Foraminifères dont les tests sont le plus souvent brisés ou corrodés) et surtout des **nanofossiles** : 20 à 50% de la craie est constituée de **coccolithes**, éléments de tests calcaires d'algues planctoniques : les **Coccolithophoridés**.



Craie observée au microscope polarisant (présence d'un foraminifère au centre)



Observation de coccosphères (test intracytoplasmique des Coccolithophoridés, constitué de la juxtaposition de coccolithes) de la craie, au MEB. (noter l'échelle !)

Interprétation :

- La craie est une roche **d'origine marine** : tous les **fossiles** rencontrés le montrent.
- Elle contient **très peu d'éléments détritiques** : les **zones émergées étaient relativement éloignées** et affectées d'une altération assez faible.
- L'épaisseur de la tranche d'eau : Les **Oursins de la craie** sont surtout des "mangeurs de vase", les Oursins actuels qui leur sont apparentés vivent à **quelques centaines de mètres au maximum**. Les éponges siliceuses rencontrées aujourd'hui vivent à une profondeur maximale de 300m → on peut donc estimer à quelques centaines de mètres (100 à 200m) la mer de la Craie : il s'agissait d'un **milieu épicontinental** (= sur un substratum continental, celui du bassin parisien) communiquant largement avec l'océan Atlantique.
- La craie est issue d'une sédimentation liée à une **accumulation des tests d'organismes planctoniques** (micro et nanofossiles) tombant sur le fond après leur mort et ayant formé une vase carbonatée dans laquelle ont précipité quelques cristaux calcitiques.
- *L'origine de la silice constituant les silex est plus hypothétique : elle semble, pour une part issue d'organisme à squelette siliceux : après leur mort, les éponges ont contribué à la saturation en silice des eaux interstitielles du sédiment carbonaté. Lentement, au cours de la diagénèse du sédiment, cette silice a recristallisé autour de germes dans les zones les plus saturées en silice engendrant la formation progressive des silex constitués de calcédoine, variété microfibreuse et hydratée de silice. Pour certains auteurs, une partie de cette silice proviendrait de l'altération continentale.*

4. Reconnaissance des évaporites

Les évaporites sont des roches se formant suite à l'évaporation d'eau de mer : l'évaporation de l'eau conduit à une augmentation de la concentration en sels dissous, qui précipitent une fois arrivés à saturation.

Ces minéraux sont donc caractéristiques de conditions évaporitiques : milieux en général chauds, souvent lagunaires ; la présence d'évaporites importantes peut traduire un changement de conditions locales (par exemple : assèchement partiel de la Méditerranée au Messinien [fin du Miocène ; 5-7 Ma], du fait de la fermeture du détroit de Gibraltar).

	eau de mer moyenne (% du résidu solide)
Ca ⁺⁺	1,2
SO ₄ ²⁻	7,7
Cl ⁻	55
Na ⁺	30,6
salinité	35.000 ppm

minéraux des évaporites marines	formule
halite	NaCl
sylvite	KCl
carnallite	KMgCl ₃ .6H ₂ O
kainite	KMgClSO ₄ .3H ₂ O
anhydrite	CaSO ₄
gypse	CaSO ₄ .2H ₂ O

4.1. Halite

La halite, de formule NaCl, est aussi appelé sel gemme. Il s'agit d'un minéral de faible dureté (2 à 2,5), à l'éclat vitreux et au goût salé.

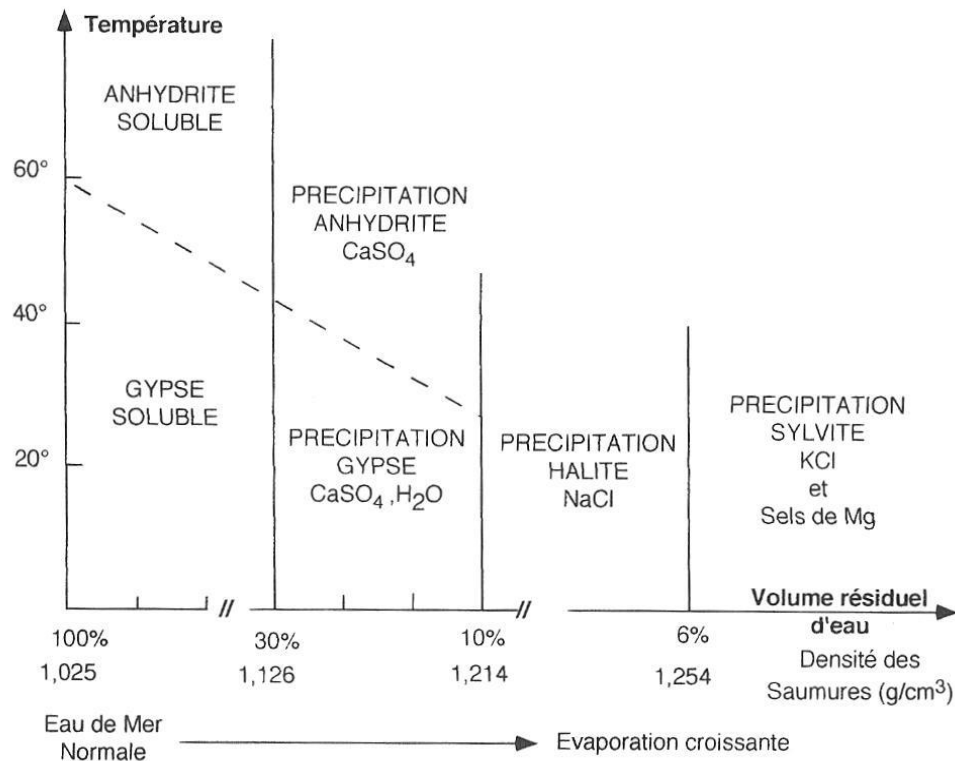
La Sylvite (KCl) ressemble à la halite, et présente un goût souvent salé, avec une coloration souvent rosâtre.

4.2. Gypse et anhydrite

Le gypse et l'anhydrite sont des sulfates de calcium, hydraté dans le cas du gypse. Ils précipitent dans des eaux moins saturées que pour la précipitation de la halite.

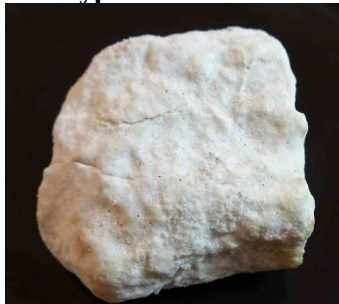
Le gypse est une roche tendre (dureté de 1,5 à 2). L'anhydrite est plus dure, avec une dureté d'environ 3 (ce qui permet de les distinguer).

Ces roches sont exploitées, et constituent donc une ressource géologique, car utilisé pour la fabrication du plâtre.



Le gypse peut cristalliser sous différentes formes :

Gypse saccharoïde



Masses granulaires ; forme trouvée dans le Bassin Parisien

Gypse fibreux



Fibres parallèles à éclat satiné ; souvent trouvé au contact d'anhydrite, dont il peut dériver

Gypse « fer de lance »



Macle de deux grands cristaux

Rose des sables



Formation en général en milieux désertiques

5. Bilan : méthodologie d'étude d'une roche sédimentaire

		(1) Description de l'aspect de la roche
1. Détermination du type de roche → sédimentaire		
2. couleur		
3. trace de fossiles		
		(2) Description des propriétés de la roche
4. - la roche s'effrite-t-elle dans la main ?	Oui : roche friable Non : roche cohérente	
5. fait-elle effervescence à l'acide ?	Si oui, présence de carbonate de calcium	
6. est-elle homogène ou hétérogène ?	Si l'aspect de la roche est toujours le même, elle est homogène ; si au contraire on observe des aspects, des couleurs variés dus à l'existence de constituants différents (minéraux ou fossiles) elle est alors hétérogène	
7. est-elle cristallisée ?	L'aspect brillant des cassures renseigne sur le degré de cristallisation. La roche peut être entièrement, partiellement, ou pas du tout cristallisée	
8. quelle est sa dureté ?	à étudier par rapport à l'ongle (2,5), au verre (6,5) et si possible à l'acier (5,5)	
9. quelles sont ses propriétés vis-à-vis de l'eau ?	ajouter de l'eau goutte à goutte et observer si elle pénètre ou pas ; si l'eau pénètre dans la roche, elle est alors poreuse . On peut aussi observer si elle colle, si elle « happe à la langue » (on peut verser plus d'eau, et observer si on obtient une pâte malléable) ; ces critères indiquent la présence d' argile	
		(3) Analyse des particules
10. décrire la taille des grains		
11. déterminer la composition des grains		
		(4) Détermination
12. détermination du nom de la roche	(cf. clé simplifiée de détermination)	
13. détermination des conditions de dépôt de la roche	(cf. ci-dessous)	

6. Observations

- ➡ Pour chaque roche au programme :
 - Observation et détermination à partir de l'échantillon macroscopique et de la lame mince
 - Hypothèses sur les conditions de formation
- ➡ Comparaison : croquis comparés :
 - Conglomérat + grès (échantillons macroscopiques)
 - Calcaire oolithique + craie (lames minces)

CLE DE DETERMINATION SIMPLIFIEE D'UNE ROCHE SEDIMENTAIRE

Afin de déterminer une roche sédimentaire, suivre méthodiquement les indications suivantes :

Recherche du calcaire par action de l'acide (à effectuer en plusieurs points de la roche) :

- Effervescence → la roche contient du calcaire (↗A)
- Pas d'effervescence → la roche ne contient pas de calcaire (↗H)

A. Roche contenant du calcaire. Recherche de la dureté :

- ⇒ Roche rayant le verre (elle contient de la silice) (↗B)
- ⇒ Roche ne rayant pas le verre (↗C)

B. Roche calcaire contenant de la silice. Observation de la structure :

- ⇒ Grains de sable (durs) agglomérés par un ciment → **gres calcaire**
- ⇒ Roche d'aspect homogène : effervescence inégale suivant les points → **meulière**

C. Roche calcaire moins dure que le verre. Recherche de l'argile :

- ⇒ Odeur quand on souffle dessus. Happement à la langue : roche contenant de l'argile (↗D)
- ⇒ Pas d'odeur quand on souffle dessus. Pas de happement à la langue = roche calcaire proprement dite (↗E)

D. Roche calcaire contenant de l'argile. Recherche de la consistance et de la dureté :

- ⇒ Roche friable
- très fine → **loess**
- poussières et grains plus gros → **limon**
- ⇒ Roche non friable
- Difficile à rayer à l'ongle → **calcaire marneux**
- Facile à rayer à l'ongle → **marne**

E. Roche calcaire. Recherche des fossiles :

- ⇒ Empreinte de feuilles → travertin
- ⇒ Fossiles abondants et bien reconnaissables (↗F)
- ⇒ Fossiles peu abondants ou brisés (↗G)

F. Roche calcaire à fossiles abondants et bien reconnaissables. Détermination des fossiles :

- ⇒ Fossiles comme des pièces de monnaie → **calcaire a nummulites**

- ⇒ Valves de mollusques → **calcaire coquillier**

G. Roche calcaire à fossiles peu abondants ou brisés.

- ⇒ Roche tendre, rayable à l'ongle → **craie**

- ⇒ Roche non rayable à l'ongle :

- Fragments à facettes brillantes → **calcaire à entroque**

- Fragments divers → **calcaire grossier**

- Grains arrondis très nombreux → **calcaire oolithique**

Grains très fins à cassure conchoïdale → **calcaire lithographique**

H. Roche sans calcaire. Evaluation de la dureté :

- ⇒ Roche rayant le verre : roche siliceuse (↗I)
- ⇒ Roche ne rayant pas le verre : roche non siliceuse (↗K)

I. Roche sédimentaire siliceuse. Observation de la structure

- ⇒ Roche meuble → **cailloux, galets, graviers ou sable**

- ⇒ Roche solide :

- Vacuolaire, cavité tachées de rouille → **meulière**

- Compacte : homogène, cassure conchoïdale → **silex**

- Fragments agglomérés (↗J)

J. Roche siliceuse formée de fragments agglomérés

- ⇒ Grains de sable cimentés entre eux → **gres**

- ⇒ Sable et cailloux arrondis cimentés → **poudingue**

- ⇒ Sable et cailloux anguleux cimentés → **brèche siliceuse**

K. Roche ni calcaire, ni siliceuse. Action sur la langue :

- ⇒ Happement à la langue : roche argileuse (↗L)

- ⇒ Saveur salée : roche saline (↗M)

- ⇒ Ni happement, ni saveur salée (↗N)

L. Roche argileuse. Couleur :

- ⇒ Roche, blanche, toucher onctueux → **kaolin**

- ⇒ Roche grise, verte ou rougeâtre, toucher onctueux → **argilite**

- ⇒ Roche saline. Solubilité dans l'eau → **Halite** ou **sylvite**

M. Roche saline. Solubilité dans l'eau → Halite ou sylvite

- ⇒ Roche d'aspect varié rayé par l'ongle → **gypse**

- ⇒ Roche riche en matière organique (peut brûler) : roche carbonneuse (↗O)

O. Roche carbonneuse

- ⇒ Légère, poreuse, fibreuse, retient l'eau → **tourbe**

- ⇒ Légère, non poreuse, aspect de bois brun ou noir → **lignite**

- ⇒ Densité moyenne, noire sale, tache les doigts → **houille**

- ⇒ Densité moyenne, cassure brillante → **anthracite**