

Les roches sédimentaires : origine, définition et caractéristiques

La géosphère et les systèmes de la Terre

Cours

Idées importantes : Les **roches sédimentaires** se forment par **sédimentation** de particules, les **sédiments**, sous l'effet de la gravité. Les sédiments meubles sont ensuite progressivement transformés en roche sédimentaire solide au cours des processus de la **diagenèse**. Ce sont des **roches exogènes** (= formées à la surface de la Terre).

Capacité IESO : « *capacité d'identifier des roches sédimentaires* »

Les roches sédimentaires se forment à partir de sédiments. Quelle est leur nature ? D'où viennent-ils ? Comment forment-ils des roches ? Dans quel contexte ? Répondre à ces questions doit nous permettre de mieux cerner la définition des roches sédimentaires, et d'apprendre à les reconnaître.

I- Les sédiments, des particules qui proviennent de l'altération de roches préexistantes (voir fiche « Altération »)

A- Les roches de surface sont soumises à l'altération

En surface, toutes les roches magmatiques, métamorphiques ou sédimentaires sont soumises à des facteurs (eau, vent, température...) qui les rendent instables : **la géosphère superficielle est donc soumise aux agents de l'atmosphère et de l'hydrosphère**. Ces roches sont alors altérées (= elles deviennent « autres »).

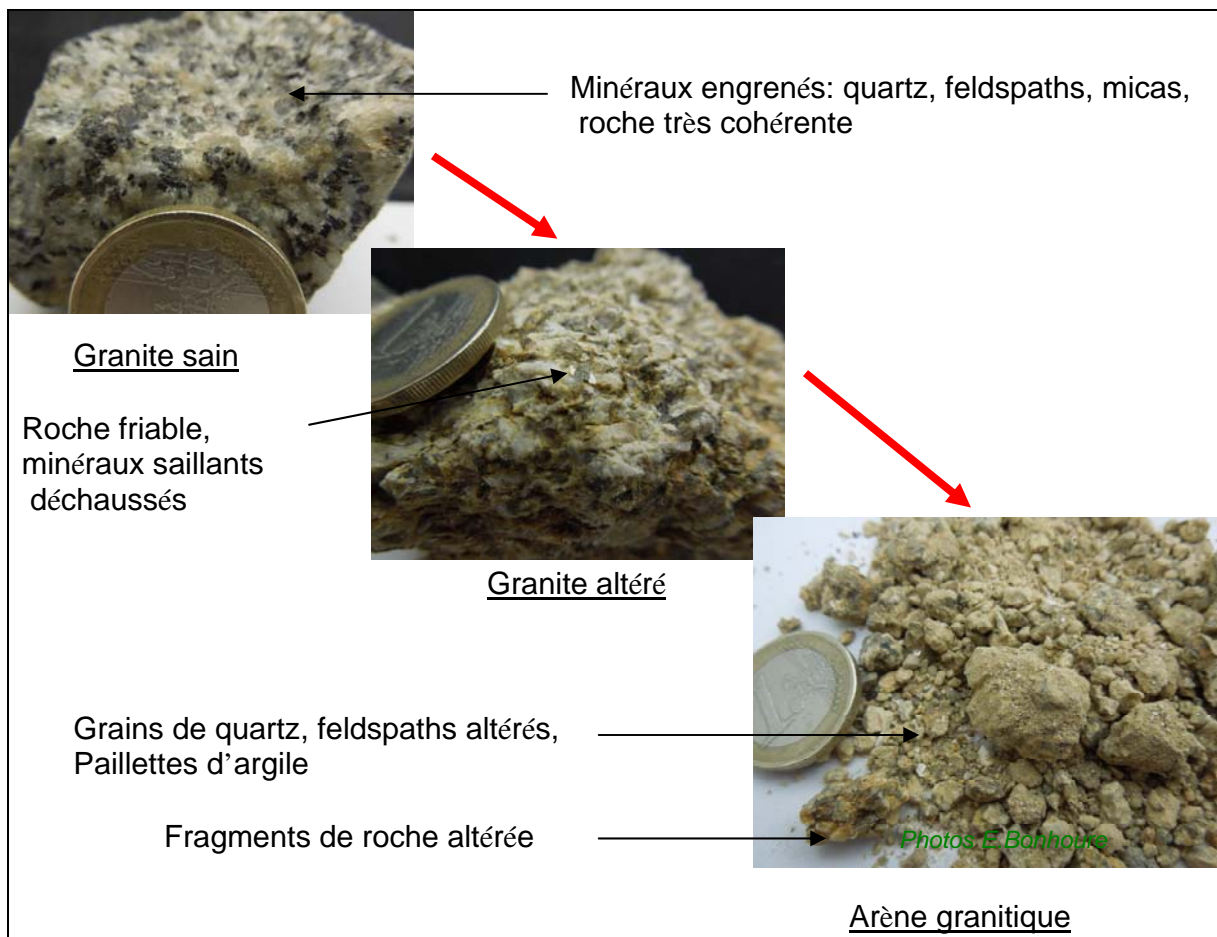


Fig 1- L'altération du granite à l'origine de particules sédimentaires

B- L'altération libère des particules

Les roches solides sont constituées de minéraux engrenés ou cimentés entre eux. La transformation physico-chimique (= altération) des minéraux les plus sensibles (les plus éloignés de leurs conditions de formation = conditions de stabilité) conduit à une libération de particules :

1- Des particules solides

Ce sont des fragments de roche, ou bien les minéraux les plus résistants de la roche (ex. grains de quartz du granite), ou encore des minéraux nouveaux (argiles) apparus par recombinaison d'éléments libérés : l'ensemble constitue des **particules détritiques**.

2- Des solutés

Les éléments solubles des minéraux, entraînés par l'eau, participent à la **lignée des solutions**, à l'origine de sédiments biochimiques (*voir II*) ou chimiques par évaporation.

L'altération, qui se produit à la surface de la Terre, est donc à l'origine de roches **exogènes**, par opposition aux **roches endogènes** formées en profondeur (roches magmatiques et métamorphiques). Les roches altérées, appauvries des éléments entraînés, sont des **roches résiduelles**. Les éléments entraînés qui s'accumulent donnent les **roches sédimentaires**. **Les différents types de roche sont liés dans le cycle des roches.** (*voir la fiche « Roches sédimentaires dans le cycle des roches »*)

II- Les êtres vivants peuvent participer à la formation des roches sédimentaires : des sédiments biochimiques (voir fiches fossiles)

A - En édifiant des squelettes : une participation directe

Les êtres vivants prélèvent dans leur milieu de vie (solutés en milieu aquatique) ou dans les aliments des éléments chimiques qui leur permettent de construire des squelettes internes ou externes (coquilles) de nature variée (calcaire CaCO_3 , silice SiO_2). Ces structures solides sont alors d'origine biochimique. A la mort de l'être vivant, elles résistent mieux que les chairs décomposées et recyclées, elles peuvent :

- rester en place, comme les calcaires récifaux construits par les coraux ;
- sédimenter après transport, ce qui conduit par exemple à des calcaires biodétritiques comme les lumachelles à mollusques, ou à des roches siliceuses comme les radiolarites.

Elles s'accumulent en plus ou moins grande proportion par rapport à d'autres sédiments, ce sont alors des **fossiles**.

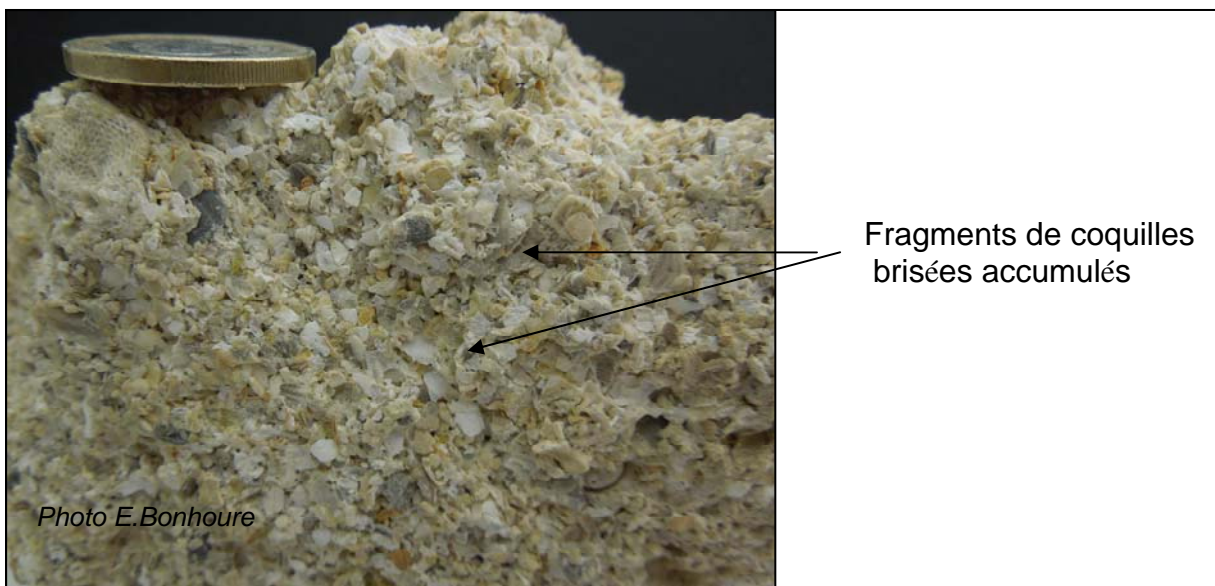


Fig 2- Un calcaire biodétritique peu consolidé (faluns de Doué-La-Fontaine)

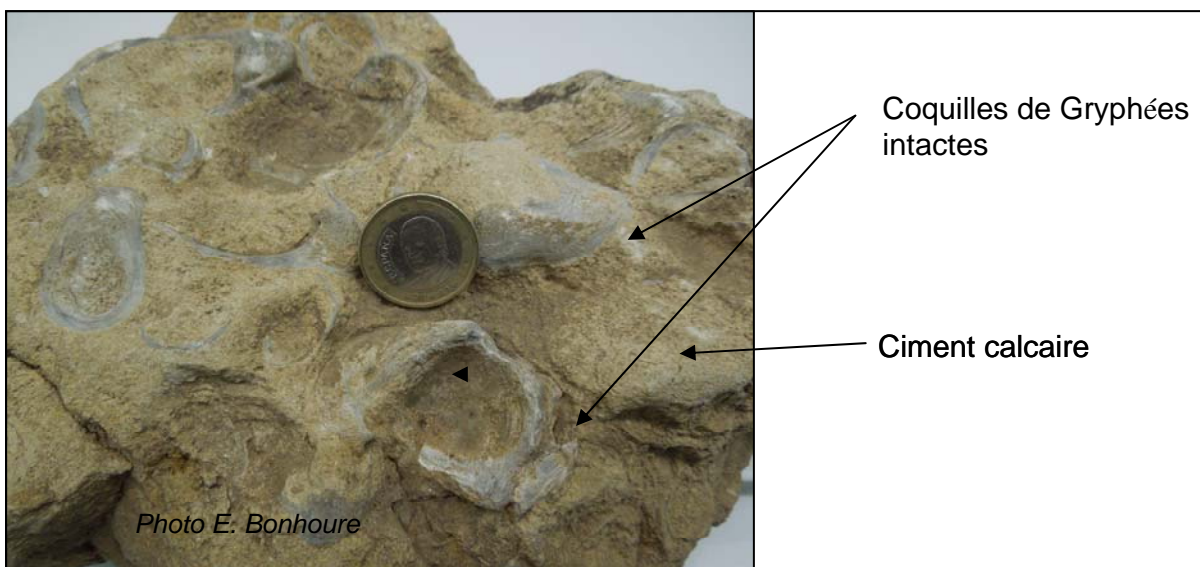


Fig 3- Calcaire à Gryphées (mollusque bivalve ou lamellibranche, voir fiche « Mollusques »)

B - En provoquant une précipitation de solutés : une participation indirecte

L'activité des êtres vivants peut avoir des conséquences sur les caractéristiques du milieu et provoquer une précipitation des éléments dissous. Par exemple, les organismes qui pratiquent la photosynthèse (algues, végétaux Angiospermes, Cyanobactéries) utilisent le CO₂ et déplacent l'équilibre suivant vers la droite, ce qui favorise la précipitation de calcaire :

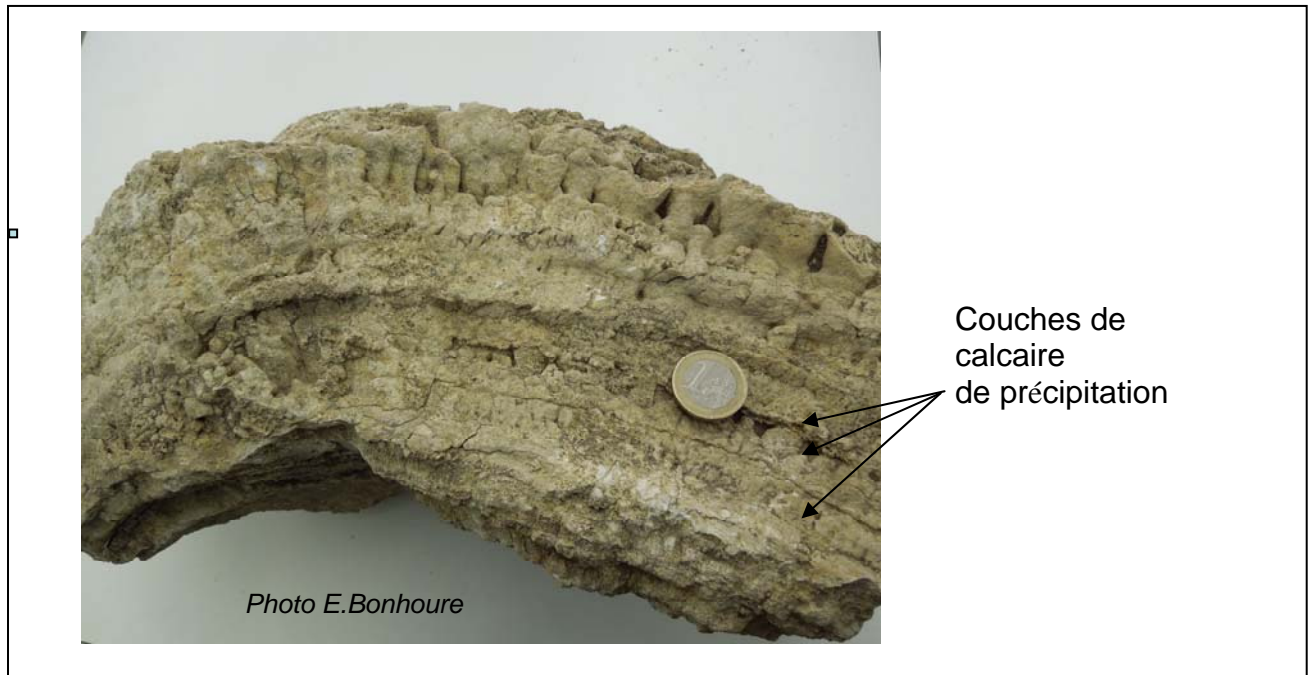
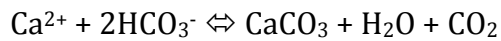


Fig 4- Stromatolithes : une précipitation chimique provoquée par la photosynthèse de cyanobactéries (voir la fiche « Stromatolithes »)

C - Les fossiles donnent des indications sur la formation des roches sédimentaires

Les êtres vivants sont caractérisés par des conditions (type de milieu, de climat) dans lesquelles ils peuvent vivre. Dans l'histoire de la Terre, on peut mettre en évidence une évolution des êtres vivants, les espèces perdurent des temps très variables. Les fossiles, pour peu qu'ils soient en place, peuvent donc donner des indications :

- sur le milieu d'accumulation des sédiments de la roche sédimentaire (fossiles aux exigences de milieu connues → **fossiles de faciès**) (voir la fiche « Reconstitution de paléoenvironnements »)
- sur le moment d'accumulation des sédiments (espèces à faible extension dans le temps → **fossiles stratigraphiques**) (voir la fiche « Biostratigraphie »)

Les êtres vivants montrent donc une relation entre géosphère et biosphère. Outre les restes d'organismes, les fossiles peuvent être des traces d'être vivants (empreintes, traces de pistes, de terriers...). **Les fossiles sont un élément d'identification des roches sédimentaires.**

III- Du lieu d'altération au lieu de sédimentation : un transport

A-Des agents de transport liés à la géodynamique externe

Les particules sont entraînées par les agents de transport - l'eau (de ruissellement, d'infiltration, des rivières, de la mer), le vent ou la glace (inlandsis, glaciers de montagne) - qui circulent à la surface de la Terre.

1-Granulométrie et tri, témoins de la force de l'agent de transport

Par étude de la **granulométrie**, répartition des éléments selon leur taille, il apparaît que les agents de transport peuvent réaliser un tri variable des particules :

- **le vent**, peu porteur, trie des sédiments éoliens, fins et assez homogènes, mais d'autant plus gros que le vent est fort.

- **pour l'eau**, la taille des particules transportées dépend de la vitesse du courant, et de la nature des particules. (*courbes expérimentales d'Hjulström*).

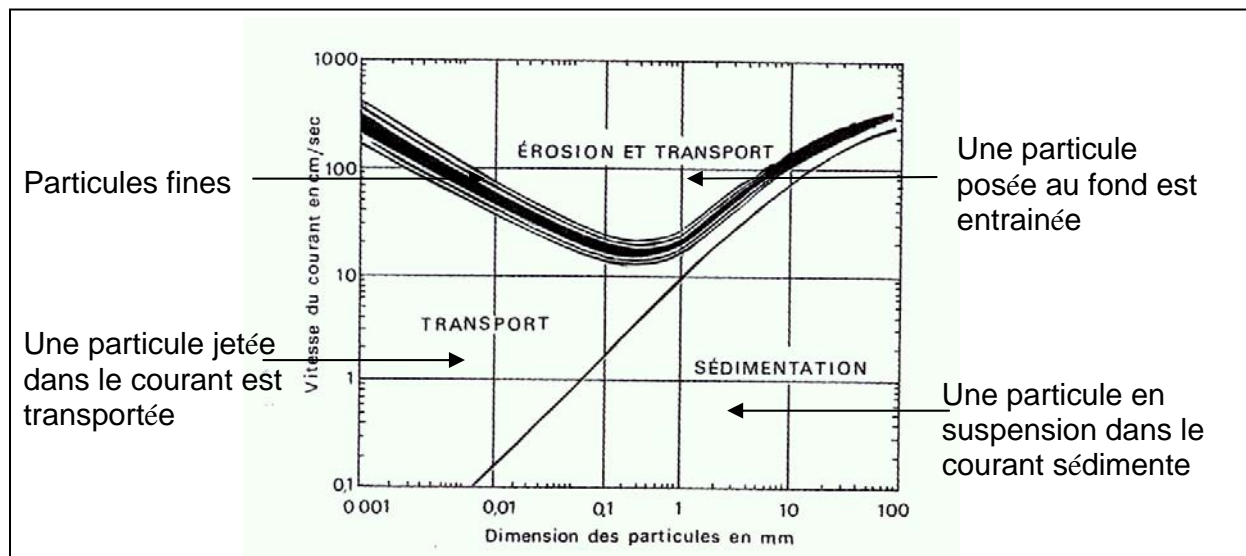


Fig 5 - Courbes expérimentales d'Hjulström. Les échelles sont logarithmiques. Plus les particules sont grosses, plus il faut un courant rapide pour les transporter. Mais la taille des particules est en relation avec leur nature. Les particules les plus fines (argiles) se comportent comme des particules de plus grande taille, car elles ont tendance à s'agréger en particules plus grosses.

Un courant rapide (torrent) entraîne de plus grosses particules qu'une rivière lente en plaine. Le long du trajet d'un cours d'eau, la vitesse, et donc la charge transportée, varie en fonction du profil du cours d'eau (tendance au ralentissement) et selon la période de l'année (sous nos latitudes, période de crue en hiver ou au printemps, période d'étiage en été). Les particules d'argile, qui sont des paillettes très fines, peuvent s'agglomérer (floculation), elles se comportent alors au transport comme des particules de plus gros diamètre (à gauche de la courbe d'Hjulström).

- **les glaciers** n'opèrent aucun tri, ils transportent des particules de toutes tailles : aussi bien des poussières, la **farine glaciaire**, que des blocs de plusieurs tonnes, abandonnés au hasard lors du recul des glaciers, et qualifiés de ce fait d'erratiques. L'accumulation de ces particules transportées par les glaciers est nommée **moraine**.

2- Forme des éléments, agent de transport et durée du transport

L'étude de la forme des grains des éléments détritiques donne des indices sur le transport :

- **les grains non usés**, avec des angles des pointes, indiquent un transport nul ou faible.
- **Les grains émoussés et luisants** indiquent un transport dans l'eau où les grains se polissent en frottant les uns sur les autres.
- **Les grains ronds et mats** indiquent un transport par le vent, où les grains sont projetés les uns sur les autres, piquetant leur surface.

Bien sûr, plus le transport est long et plus ses effets sont visibles.

Les agents de transport, eau et glace, comme les particules, sont soumis à la gravité qui les entraîne ensemble vers des points bas. Ce qui explique que souvent la sédimentation se produit dans l'eau, mais pas toujours ! (*des exemples de l'utilisation de l'étude de la forme (morphoscopie) et de la granulométrie sur svt.ac-montpellier*)

B - La sédimentation, un arrêt du transport

Des particules en équilibre dans l'agent de transport vont chuter et se déposer (sédimer) si l'agent de transport ralentit (concavité d'un méandre, arrivée en plaine d'une rivière) ou disparaît (fonte du front du glacier et dépôt des moraines frontales).

On voit donc ici dans la formation des roches sédimentaires une relation entre géosphère et hydrosphère, atmosphère qui fournissent des agents de transport.

IV-La sédimentation conduit à la formation de strates (voir fiches « Stratigraphie » et « Structures dans les roches sédimentaires »)

A - Des sédiments en couches superposées

Les sédiments se déposent sur la surface de roches ou de sédiments sous-jacents et préexistants, donc plus anciens (*cf. principe de « superposition » en datation relative*). Comme la sédimentation est variable au cours du temps (changements de nature des sédiments, discontinuités physiques, modifications de granulométrie), il se forme des couches distinguables, ou **strates**, d'épaisseurs et de dénominations* variables).

* *banc (= couche, surtout si elle est dure), lit/niveau/assise/horizon (mince), lamine (très mince, de l'ordre du mm)*

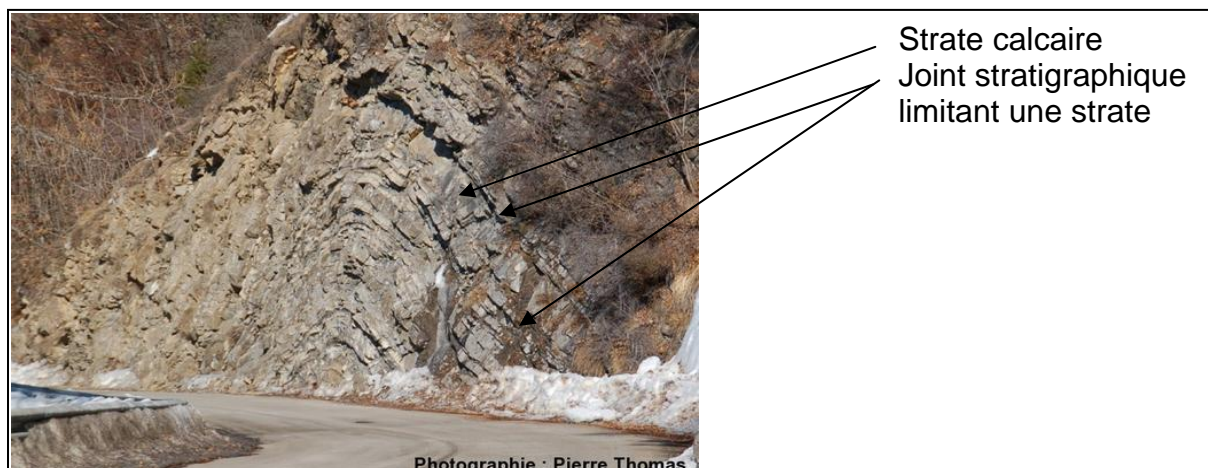


Fig 6 - Strates sédimentaires visibles sur une coupe perpendiculaire à l'axe d'un pli (Alpes) : stratification au niveau de l'affleurement (Photo issue de site Planet-Terre)



Cette stratification, parfois visible à l'échelle de l'échantillon, est surtout observée sur les affleurements. Elle est un **critère d'identification des roches sédimentaires** à utiliser avec précaution : elle n'est pas toujours visible, et il peut exister un litage dans des roches magmatiques ou métamorphiques. Il faut donc utiliser plusieurs critères. (voir fiche méthode « Reconnaître une roche sédimentaire »)

Fig 7 - Lamines dans des varves (Isère), une stratification au niveau de l'échantillon

(Photo issue de site Planet-Terre)

Les limites des strates ne sont horizontales que si le fond est plat, lui-même horizontal, et dans un milieu calme. Si le fond est courbe (lit de rivière, bord du plateau continental), les strates le seront aussi. De plus :

B - Des perturbations des dépôts

Les courants (chenaux de delta, courants de marée) sont responsables de perturbations de la surface des bancs au moment du dépôt (voir *ripple marks*), et ces figures sédimentaires peuvent être fossilisées par les dépôts suivants.

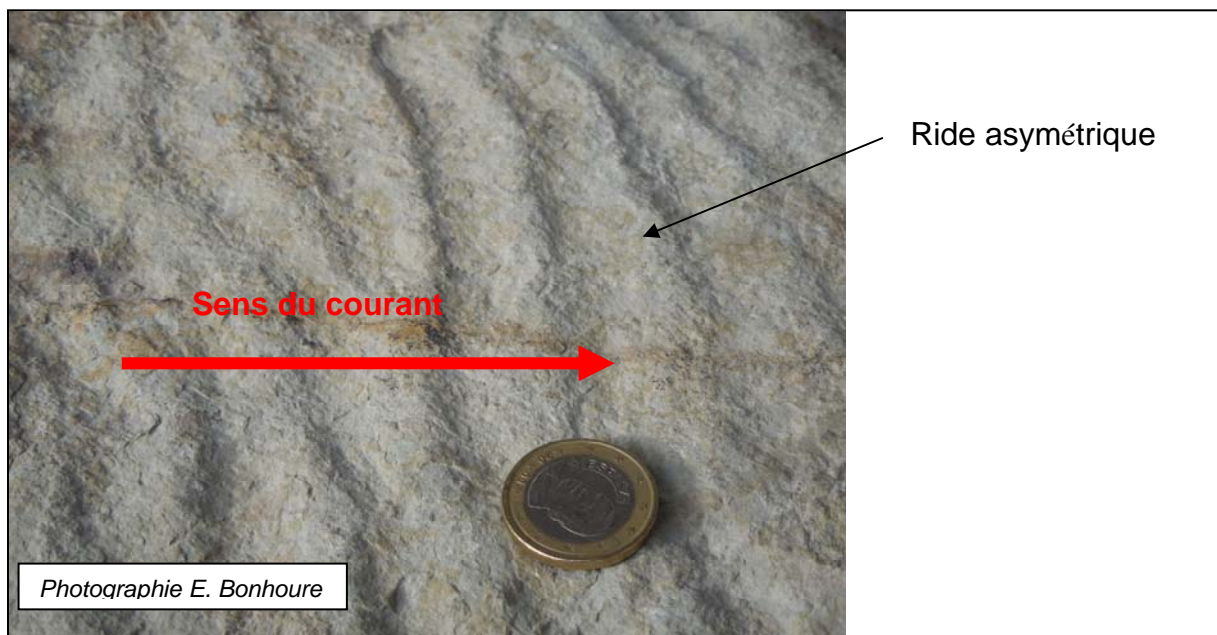


Fig 8 - La surface de la strate a conservé la trace de rides de courant (grès des Alpes)

La répartition des sédiments peut être perturbée après le dépôt : par les êtres vivants qui créent des terriers, des pistes (= bioturbations) ou par les conditions climatiques (mouvements de matière dans les sols subissant alternativement gel et dégel = cryoturbations / fentes de dessiccation polygonales dans les sols desséchés).

V- La diagenèse transforme les sédiments en roches

Ces transformations progressives commencent dès le dépôt et peuvent être étudiées par carottage. Elles augmentent avec le temps et la profondeur.

A - Une compaction

Sous la pression de l'eau et/ou des sédiments, les particules sédimentaires se rapprochent, se réarrangent dans l'espace. Le volume diminue avec la **baisse de porosité, donc la densité augmente** ; si les pores contiennent de l'eau, elle est chassée. Des constituants plats peuvent se paralléliser (coquilles, paillettes d'argile). La pression des grains les uns contre les autres peut favoriser leur dissolution au point de pression : ils tendent à s'imbriquer (« s'engrener »). A l'échelle des bancs, des gros éléments pressés (coquilles, galets) peuvent imprimer le banc inférieur (figures de charge), ils sont moulés par le sédiment, pouvant y laisser une empreinte. Si le sédiment est hétérogène, la fraction plus fine forme la **matrice** autour des éléments plus gros.

B - Une cimentation

L'eau des interstices est riche en éléments dissous. Si elle atteint la saturation, ces éléments précipitent et cristallisent, formant un **ciment** qui lie les grains et transforme le sédiment meuble en roche **cohérente** (ex. le sable devient grès). Le ciment, souvent siliceux ou calcaire, n'a pas forcément la même nature que les grains (ex. il existe des grès à grains de quartz et à ciment siliceux, et d'autres à ciment calcaire).

C - Une modification de la minéralogie

Dans la diagenèse, en fonction de la pression, la température, et la composition des liquides interstitiels, des réactions chimiques ont lieu :

- des recristallisations d'espèces chimiques existantes, par exemple en plus gros cristaux
- des modifications de la nature minérale et chimique (modification de la composition chimique avec souvent remplacement d'un minéral par un autre, molécule par molécule, en conservant la forme de l'élément originel). Par exemple, lors de leur fossilisation, des tests d'oursin calcaires (CaCO_3) peuvent être silicifiés (SiO_2), et des coquilles d'ammonite calcaires peuvent être pyritisées (FeS_2).



Fig 9 - Oursins silicifiés trouvés dans la craie (calcaire). Leur test était initialement calcaire. La silice qui l'a remplacé provient des spicules d'éponges siliceuses sédimentés en même temps que le test des oursins et présents dans la craie.

Les roches sédimentaires sont donc des roches composées d'éléments stratifiés, où peuvent figurer des fossiles. Si elles sont consolidées, ces éléments sont liés par un ciment. Les processus qui participent à leur formation sont à l'œuvre à la surface de la Terre, et mettent en jeu l'hydrosphère et l'atmosphère.