

Chapitre 1

ÉROSION ET SÉDIMENTATION

constat / accroche du réel : les paysages sont modelés par des processus au cours du temps sur un temps globalement long (Ma = Millions d'années) mais plus ou moins vite (années à centaines).

problèmes posés : Par quels processus ? Comment s'exercent-ils de manière différentielle selon les roches constitutives de ces paysages étudiés ? En quoi l'humain gère /utilise t-il les produits de ces processus pour ses besoins et reconstitue t-il les environnements géologiques du passé avec les traces / indices qu'ils contiennent de leur longue histoire ?

I / ÉROSION, PROCESSUS & CONSÉQUENCES (SÉANCES 1 ET 2)

L'étude des paysages actuels permet de comprendre leur histoire à travers les traces laissées qu'ils contiennent (couches ou strates, épaisseur de ces strates, déformations (plis/failles ...) et modelés (formes prises).

L'inexorable phénomène d'érosion affecte tous les reliefs terrestres, l'eau étant le principal agent d'altération (= modifications physico-chimiques des roches à différentes échelles de la vue satellitale à la lame mince de microscope).

autres : soleil, température, vent ...

H₂O modifie ces roches (= agrégats de minéraux à l'état solide) :

- physiquement : le modelé paysager peut se traduire par la fragilisation des roches lors du gel / dégel favorisant les changements de volume favorisant la fragmentation aux zones les plus vulnérables aux creusements, donc les détachements, décrochements en blocs)

- chimiquement : l'eau réagit de manière différentielle sur les minéraux des roches (cristaux d'agencement géométriques d'atomes ou solides cristallins à éléments chimiques) : les atomes hydrosolubles sont extraits en premier et rejoignent sous forme d'ions l'eau avec son courant dépendant de son régime d'alimentation et sa pente.

L'érosion dépend donc de la latitude (donc du climat : températures et luminosité globales, hygrométrie / précipitations : neiges, pluies ...) qui fait varier sa vitesse d'action (qualitativement et quantitativement).

: c'est l'ablation (rupture) /transport/ dissolution de la roche mère modifiée par les agents d'érosion.

L'altération des roches dépend donc de leur nature qui détermine ses propriétés (un calcaire par exemple est plus tendre qu'un granite, qui lui produit la formation lente de grosses boules appelées chaos granitiques et des restes de petites taille aux particules plus ou moins grosses qu'on appelle arènes granitiques (débris) aptes à dévaler les pentes au gré des courants d'eau, formés de feldspaths, micas plus ou moins brillants et quartz SiO₂. Ainsi, la cohérence, composition d'une roche sont des caractéristiques qui comme le climat (latéralisation en horizons divers rougeâtres du granite en milieu tropical et non tempéré) ou la présence de végétation qui limite l'érosion par les surfaces racinaires qui sous-tendent la structure du sol expliquent l'affectation /accommodation des roches du paysage devant l'action érosive plus ou moins lente et le transport différentiel selon la taille (décroissante favorisante), forme (rondeur favorisante) des particules issues de l'érosion. Les produits finaux d'érosion / transport non dissous finissent par exemple au niveau d'une lagune, étang ou plage : ce sont les restes plus ou moins fins de la roche mère initiale.

II / SÉDIMENTATION & MILIEUX DE SÉDIMENTATION (SÉANCES 3 ET 4)

Ces particules résiduelles solubles et/ou solides peuvent se déposer sous l'eau et sous l'action du sel favorisant l'évaporation, qui, avec la chaleur et la pression croissantes sont pro-compactation de ces éléments en roches en présence d'un ciment (liant, voir TP à l'étuve). Ce ciment permet d'accoler les particules plus ou moins grandes : c'est la diagenèse, le processus de formation de néo roches sédimentaires à partir de n'importe quel type de roche érodée qui peut être par exemple magmatique

(granite) ou sédimentaire (grès, comme celui des Vosges vu à la séance 5) et ayant été érodée en particules diverses.

Le nom de la roche sédimentaire formée dépend de la taille des particules (des poudingues /conglomérats à particules grossières jusqu'aux argiles les plus fines de particules inférieures à 63 micromètres de diamètre en passant par les sables (de 63 micromètres à 2mm).

La sédimentation fait partie du cycle des roches si la roche sédimentaire se réérode : une roche magmatique comme le granite peut donner un sable à quartz, micas, feldspaths de plage à des centaines de km en plusieurs milliers d'années et un grès (roche déjà sédimentaire de particules siliceuses issues d'un sable qui a des particules entre 63 micromètres et 2 mm de diamètre) peut se rééroder pour former un sable fin argileux.

III / ÉROSION ET ACTIVITÉS HUMAINES UTILISATRICES & RÉGULATRICES DES PRODUITS FORMÉS

L'être humain utilise beaucoup de produits érosifs /sédimentaires pour ses besoins (exemple : calcaires du bassin parisien pour les façades, cf séance 5 au MNHN (Museum National d'Histoire Naturelle). Cette activité peut elle-même limiter /favoriser l'érosion avec des risques encourus pour les individus des populations plus ou moins grands (la science les simule et estime à partir d'indices évaluant le processus : exemple des effondrements côtiers : des mesures d'aménagement peuvent diminuer ces risques (pose de sables, digues, barrages divers ..)

mots-clé du chapitre : altération, érosion, transports, sédimentation et milieux de sédimentation, roche détritique (à débris)

schémas clés : pages 3 et 4

BILAN

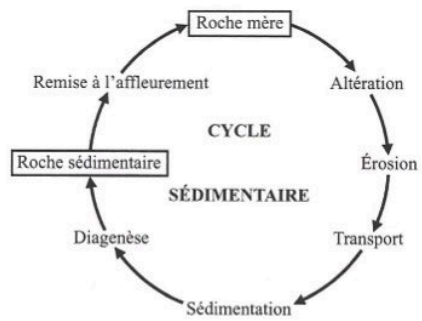
La résistance à l'altération des roches d'un paysage dépend de la nature de la roche et l'intensité d'altération, du volume du relief, du climat et ses composantes (variations de luminosité, température, humidité ..). L'eau transforme les minéraux, extrait les éléments hydrosolubles (hydrolyse) et favorise le transport des particules qui dépend de la gravité, des vitesses de courant en lien avec le relief (pente, obstacles du terrain ...), forme et taille de celles-ci. L'intensité érosive dépend de la vie du sol et son activité, la pluviométrie annuelle, l'abondance végétative limitant l'érosion. La microscope optique (MO) montre la cimentation et la cristallisation autour d'un liant de particules cristallisées s'il y a un ciment. Sinon on observe une pâte et/ou des minéraux en baguette ou complètement jointifs plus gros.

Un paléo-environnement de sédimentation peut être reconstitué par exemple grâce au principe-hypothèse d'actualisme (les espèces passées vivaient dans les mêmes conditions /exigences qu'aujourd'hui, voir formation du bassin parisien, séance 5), par celui de superposition des couches (une couche sur une autre lui est plus récente) et la datation par les fossiles stratigraphiques contenus dans les roches sédimentaires (traces d'êtres vivants, les fossiles stratigraphiques sont les meilleurs fossiles, c'est-à-dire ceux ayant été abondant, à large répartition géographique mondiale et ayant vécu peu de temps donc marquant précisément une période de dépôt courte donc fine de la roche qui les contient et enfin avec une grande diversité de forme, 4^e caractéristique du « bon » fossile).

Ces 4 principes permettent, entre autres, de reconstituer l'histoire d'un paysage et ses dépôts sédimentaires qui reflètent des temps et rythmes de dépôts par l'épaisseur en supposant des temps de dépôts plus ou moins constants etc ... La connaissance de ces processus d'érosion / transport / sédimentation participe aussi à en déduire l'évolution et éventuellement les risques humains ou pour la biodiversité en les estimant et gérant avant leur survenue (voir idée d'aléa /risque /vulnérabilité des enjeux matériels, humains et paysagers vus au collègue en cycle 4) associés au cycle des roches.

L'érosion est l'ensemble des phénomènes se déroulant à la surface du sol ou à faible profondeur qui détruit les roches superficielles et déplace les fragments obtenus modifiant ainsi le relief. C'est donc l'ensemble des processus de mobilisation et de transport des éléments chimiques ou des minéraux d'une roche.

On distingue deux grandes catégories de processus d'érosion dont les phénomènes s'additionnent : l'érosion physique ou mécanique et l'érosion chimique.



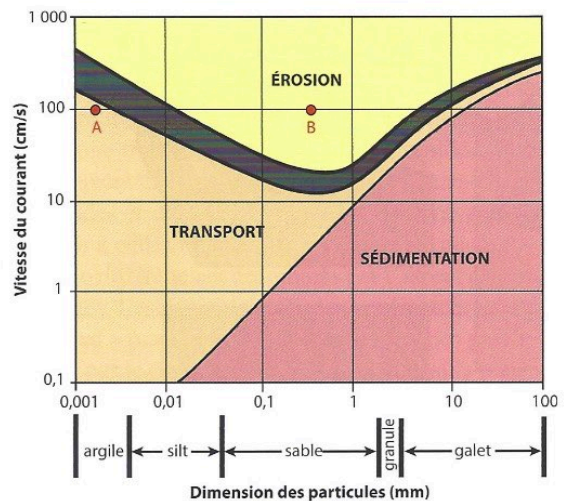
▲ FIGURE 1. Le cycle sédimentaire. D'après EMMANUEL et al. (2007).

Si (et seulement si) la roche sédimentaire subit à son tour l'altération, alors on aboutit à un processus sédimentaire cyclique qu'on peut nommer cycle sédimentaire (figure 2).

- La force exercée par un fluide sur une sphère est directement liée à la vitesse à laquelle il circule (cf. loi de STOKES).
- En 1935, le Suédois Filip HJULSTRÖM (1902-1982) produit, dans sa thèse, un diagramme expérimental où il représente le comportement d'un sédiment détritique en fonction de la vitesse du courant hydraulique (figure 8).

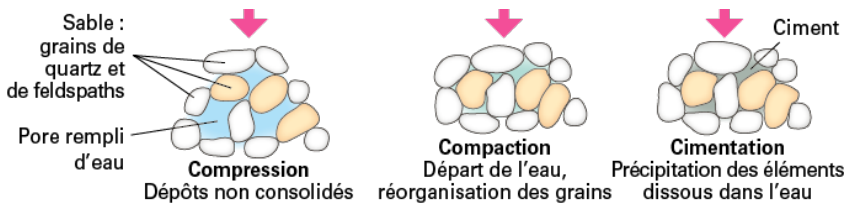
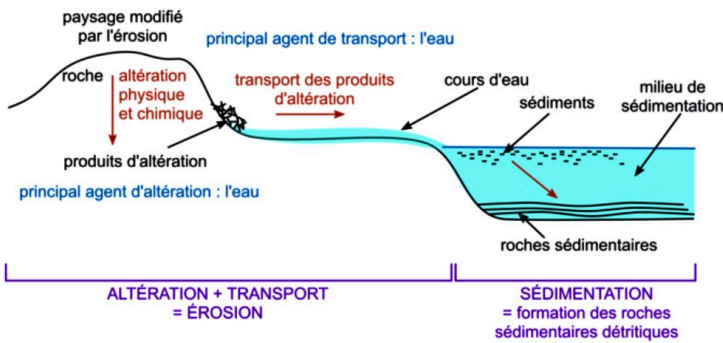
Notons que ce diagramme très simple est intéressant au premier ordre, mais attention :

- Il n'est pas forcément valable pour toutes les particules détritiques (dont la masse, en lien avec la composition, peut varier) ;
 - Il n'inclut pas la forme des grains (qui agit évidemment sur la préhension du fluide...).
- Ainsi, par exemple, les argiles forment des feuillets, puis des agrégats... Cela explique qu'elles s'érodent moins facilement que les sables (ce qui peut surprendre, de prime abord)...
- Il ne tient pas compte de la pression exercée par la colonne d'eau ;
 - Il ne prend pas en compte les phénomènes d'accélération / décélération de l'écoulement, en supposant une vitesse constante du fluide.



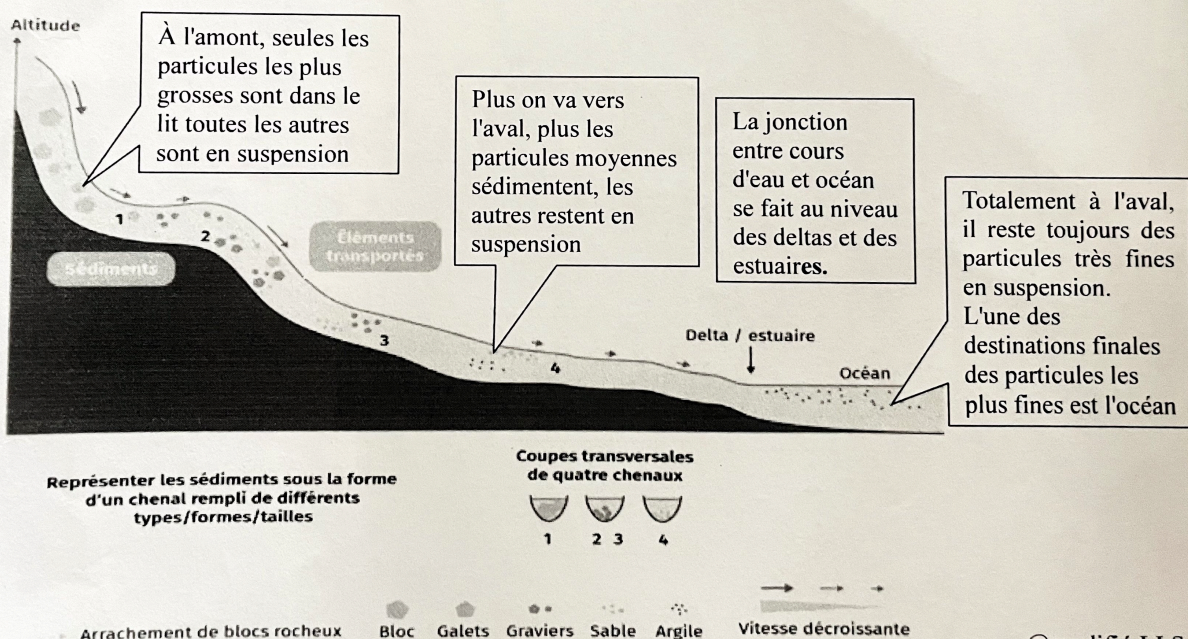
▲ FIGURE 8. Diagramme de HJULSTRÖM (1935). D'après JAUJARD (2015).

[La partie grisée correspond à un comportement variable entre transport et érosion]



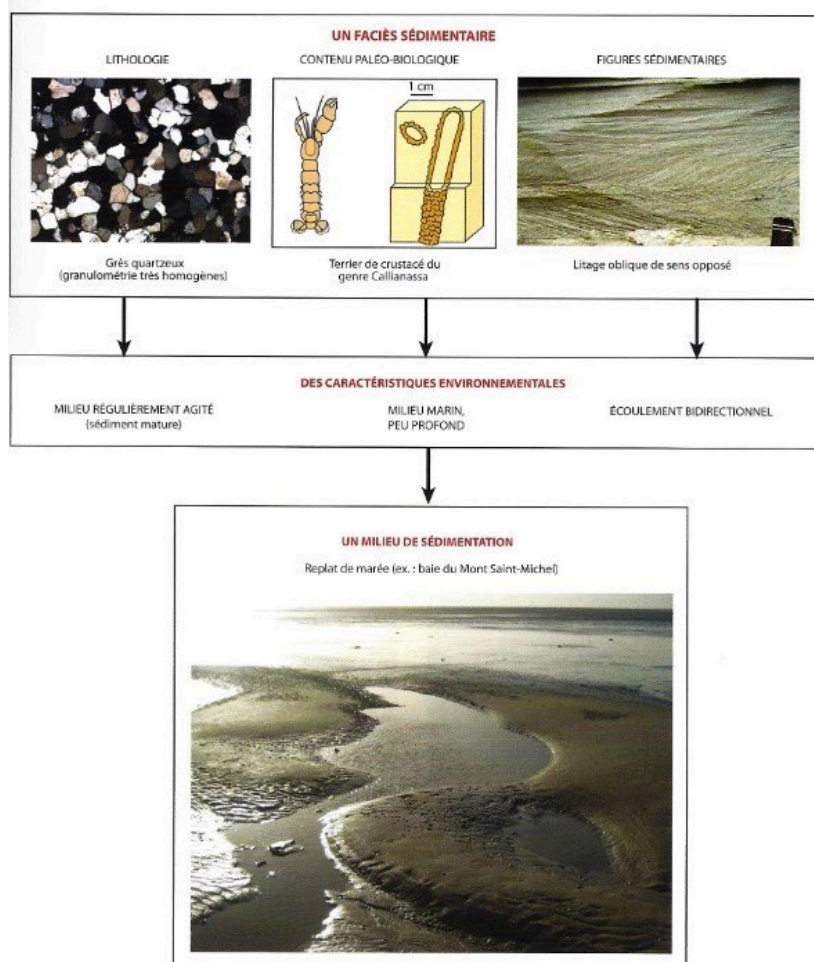
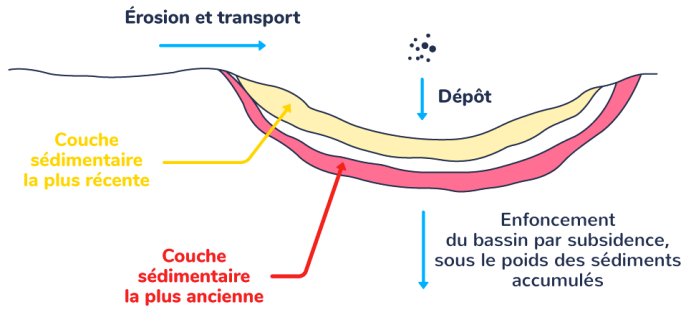
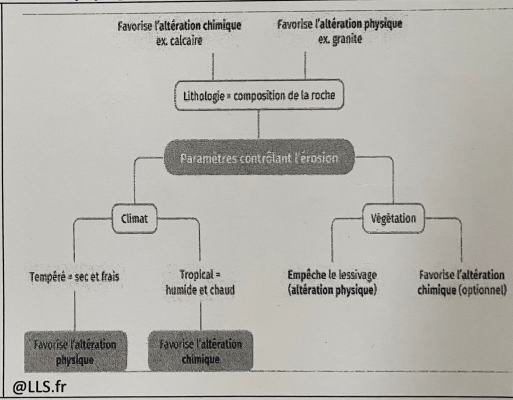
Le transport des produits de l'érosion

Tout au long du cours d'eau, les produits d'érosion anguleux sont transportés et roulés de l'amont vers l'aval : ils s'arrondissent et leur taille diminue par perte de masse.



L'altération des roches d'un paysage dépend :

- De la **nature de la roche** : le granite en s'érodant perd ses grains qui forment alors un sable appelé arène granitique. la roche se désolidarise formant dans le paysage un amas de boules rocheuses ou « chaos granitique ». Dans le cas du **calcaire**, l'eau qui coule sur la roche dissout le ciment : le relief se creuse par endroit avec des rainures allant dans la direction d'écoulement de l'eau.
- Du **climat** : En climat tempéré, les roches sont principalement soumises à l'altération physique. En climat tropical à forte pluviosité et température, l'altération chimique est prépondérante
- De la **couverture végétale** : Les paysages s'érodent plus fortement en l'absence de végétation car les racines ne retiennent plus le sol.



La reconstitution d'un paléoenvironnement : de la description à l'interprétation. L'exemple pris est la formation des sables (et grès) de Fontainebleau du Bassin parisien (Stampien).

▲ **FIGURE 9. Du faciès au paléoenvironnement.** D'après JAUJARD (2015).