

La disparition des reliefs.

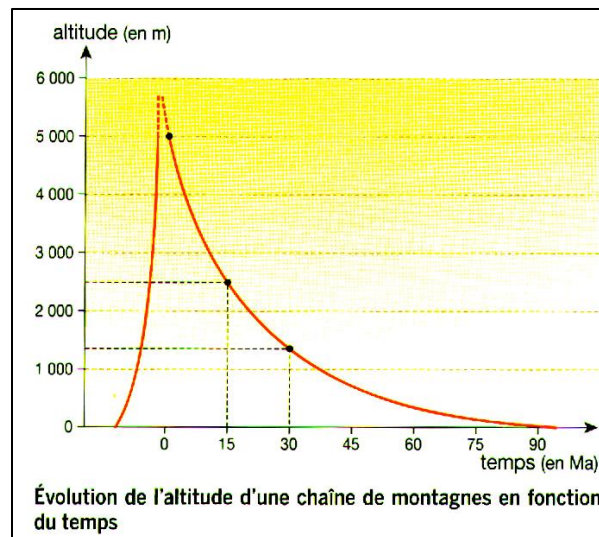
I. L'évolution des chaînes de montagne. P 200-201

En France, toutes les chaînes de montagnes n'ont pas la même altitude maximale.

En effet, les chaînes les plus vieilles, comme le Massif Central (orogénèse hercynienne entre -360 et -250 Ma) par exemple, ont un relief plus faible (rarement plus de 1000 m d'altitude) que des jeunes chaînes de montagnes (orogénèse débutant il y a -30 -40 Ma) comme les Pyrénées ou les Alpes (avec des sommets à plus de 4000m).

De plus, les roches formées en profondeur, comme les migmatites ou transformées en profondeur comme les roches métamorphiques affleurent beaucoup plus dans les chaînes de montagnes anciennes. Les parties superficielles des reliefs tendent à disparaître.

On a pu estimer qu'une chaîne de montagne dont l'altitude voisine les 5000 m, met 90 millions d'années à disparaître. Un cycle orogénique se décompose de la façon suivante : surrection (mise en place) - érosion - pénéplation (disparition totale jusqu'au stade plaine). On peut estimer à 150 millions d'années la durée moyenne d'un cycle orogénique (ensemble des phénomènes qui président à la formation puis à la disparition d'une chaîne de montagne).



II. Les processus d'érosion des reliefs

A. L'altération mécanique : la désagrégation physique des roches

Un massif rocheux n'est jamais homogène, il présente des discontinuités liées à la sédimentation, aux conditions de refroidissement ou à la tectonique : ce sont des **diaclasses** (ruptures sans déplacement) et des **failles** (rupture avec déplacement) qui fragilisent la roche et sont les lieux préférentiels de début de processus d'érosion mécanique.

Le principal agent de l'altération mécanique est représenté par les **variations de température** dont l'amplitude journalière peut atteindre 50°C dans les régions désertiques. La **dilatation et la contraction des minéraux**, sont à l'origine de la **désagrégation des roches**.

Les variations de température agissent aussi indirectement en provoquant en région humide le **gel** de l'eau contenue dans les fissures. Il en résulte des ruptures et la désolidarisation des fragments lors du dégel.

En avançant, les **glaciers**, masses de glace en mouvement, rabotent le fond et les parois de la vallée, entraînant la fragmentation de la roche encaissante.

Enfin, en moindre mesure, les **racines des végétaux** peuvent parfois se développer dans les failles ou les diaclasses agrandissant ces dernières et favorisant la fracturation de la roche.

B. L'altération chimique des roches

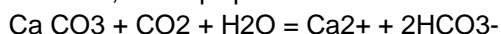
D'une manière générale, il est difficile de faire la part de la désagrégation physique et de l'altération chimique chaque fois que l'eau est impliquée : il en est ainsi dans le débitage en boules de granite.

L'hydrolyse des granites a pour résultat la formation de chaos granitique.

Minéral d'origine + eau = nouveau minéral + solution de lessivage contenant des ions solubles.

Dans un granite, les micas et les feldspaths vont être transformés en argile et particules solubles.

Dans un calcaire, l'eau qui pénètre dans les fissures exerce une action intense si elle est riche en dioxyde de carbone.



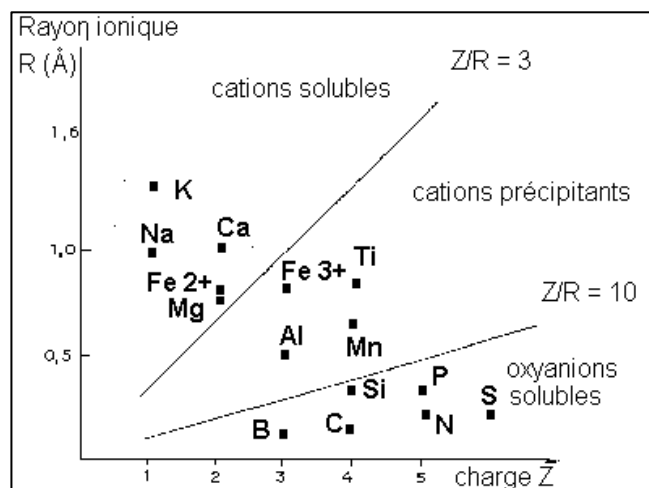
Disparition du calcaire, élargissement des fissures petit à petit (formation des reliefs karstiques)

Les ions constituant les différents cristaux d'une roche ne réagissent pas tous de la même façon au cours de l'hydrolyse

La **solubilité des ions** est illustrée pour les divers éléments chimiques par le **diagramme de Goldschmidt** où l'on distingue trois domaines :

- **Les cations solubles** : ils sont entraînés avec les molécules d'eau et passent en solution. Ils sont évacués vers les océans, comme Na, le principal constituant de l'eau de mer.
- **Les cations insolubles** (ou précipitants) : ces cations sont insolubles et précipitent à l'état d'hydroxydes à l'origine de gîtes métallifères résiduels (bauxites pour l'aluminium par exemple Al_2O_3).
- **Les anions solubles** (ou oxyanions solubles) : Ils sont évacués par les eaux vers l'océan pour former des carbonates CO_3^{2-} , des sulfates SO_4^{2-} , des phosphates PO_4^{3-} .

Ils se pourront se recombinaer avec les cations solubles (Ca^{2+} principalement) pour former des carbonates de calcium ($CaCO_3$) à l'origine des roches calcaires.



III. Le devenir des produits de l'altération

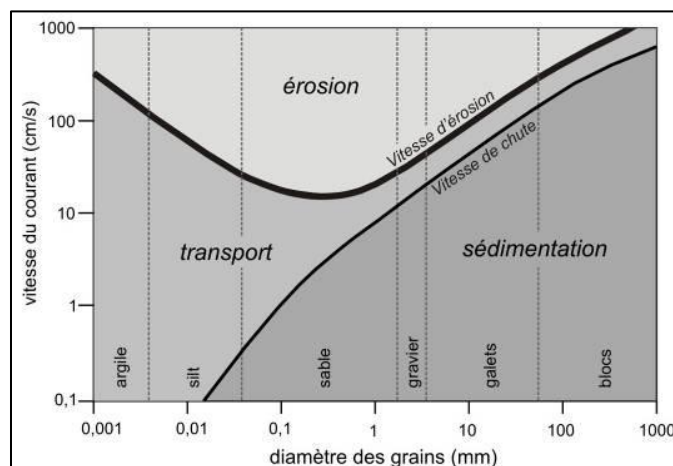
Il existe différents agents de **transport** des particules issues de l'altération mais le plus important est **l'eau**.

Les ions sont transportés en solution et les particules sédimentaires non solubles peuvent être transportées en suspension, par **roulement** ou **glissement**.

La probabilité d'entraînement d'une particule est fonction de sa taille (granulométrie) et de la vitesse du courant.

Grâce à des dispositifs expérimentaux permettant de faire varier la *vitesse du courant et/ou la dimension des particules*, **Hjulström** a établi un diagramme délimitant trois domaines :

- **Sédimentation** : le courant n'a pas l'énergie suffisante pour transporter les particules.
- **Transport** : le courant a l'énergie suffisante pour transporter les particules.
- **Erosion** : le courant est non seulement capable de transporter les particules de la taille concernée mais peut, de plus, les arracher et les remettre en suspension si elles ont déposées précédemment.



La **charge sédimentaire** d'un cours d'eau représente la totalité de la matière transportée (dissoute ou en suspension) par ce dernier. Lorsque la force du courant diminue, les particules vont pouvoir sédimenter dans un environnement calme, dans un bassin océanique par exemple que rejoignent les grands fleuves. Les mécanismes de transports auront deux actions vis-à-vis des sédiments : ils conduiront d'une part à un tri granulométrique des particules et d'autre part, ils induiront l'édification de structures sédimentaires.

Les produits de démantèlement sont transformés sous forme solide ou soluble, le plus souvent par l'eau jusqu'en des lieux plus ou moins éloignés où ils se déposent (sédimentation)

Schéma p 208

IV. Le rôle des phénomènes tectoniques p 204-205

A. Le rebond isostatique

Nous avons vu que les chaînes de montagnes possèdent une racine profonde de roches moins denses que le manteau environnant. L'érosion des chaînes de montagnes jeunes est de l'ordre de 200 m par million d'années et celle de l'ensemble des continents serait en moyenne de 50 m par million d'années. Tout le relief actuel de la Terre devrait donc être arasé en moins de 100 millions d'années. La persistance des chaînes de montagnes sur des échelles de temps plus longues implique que la matière perdue par érosion soit compensée au fur et à mesure par une remontée en profondeur des roches pour conserver l'équilibre isostatique. On assiste donc à une remontée progressive de la racine crustale au fur et à mesure de l'érosion : c'est le **rebond isostatique**. Pour 100m d'érosion, il y a une remontée de la chaîne de 80m.

Ceci explique la fréquence des affleurements des terrains profonds granitiques et gneissiques dans les chaînes anciennes (Massif Armoricaïn, Massif Central) et la rareté des roches de hautes pressions (éclogites) en surface dans les chaînes récentes (Alpes).

B. L'effondrement gravitaire

Les chaînes de montagne se forment par épaissement crustal suite à une compression importante des terrains. Vers la fin de la phase active de la collision, l'épaissement de la croûte et de la lithosphère aboutit à **un équilibre entre les forces de convergence et les forces gravitaires** (poids + poussée d'Archimède) = Montagne dite « mûre ». **L'érosion perturbe cet équilibre en enlevant de la matière et entraîne un soulèvement par rebond isostatique.**

A la fin de la collision, les forces de convergence deviennent inférieure aux forces gravitaires, **la chaîne s'effondre dans sa région centrale** et le contexte géodynamique devient localement extensif (observation de failles normales à l'origine de futurs bassins sédimentaires, **mise en place de plutons granitiques post-orogéniques**, ce sont les granites d'anatexie).

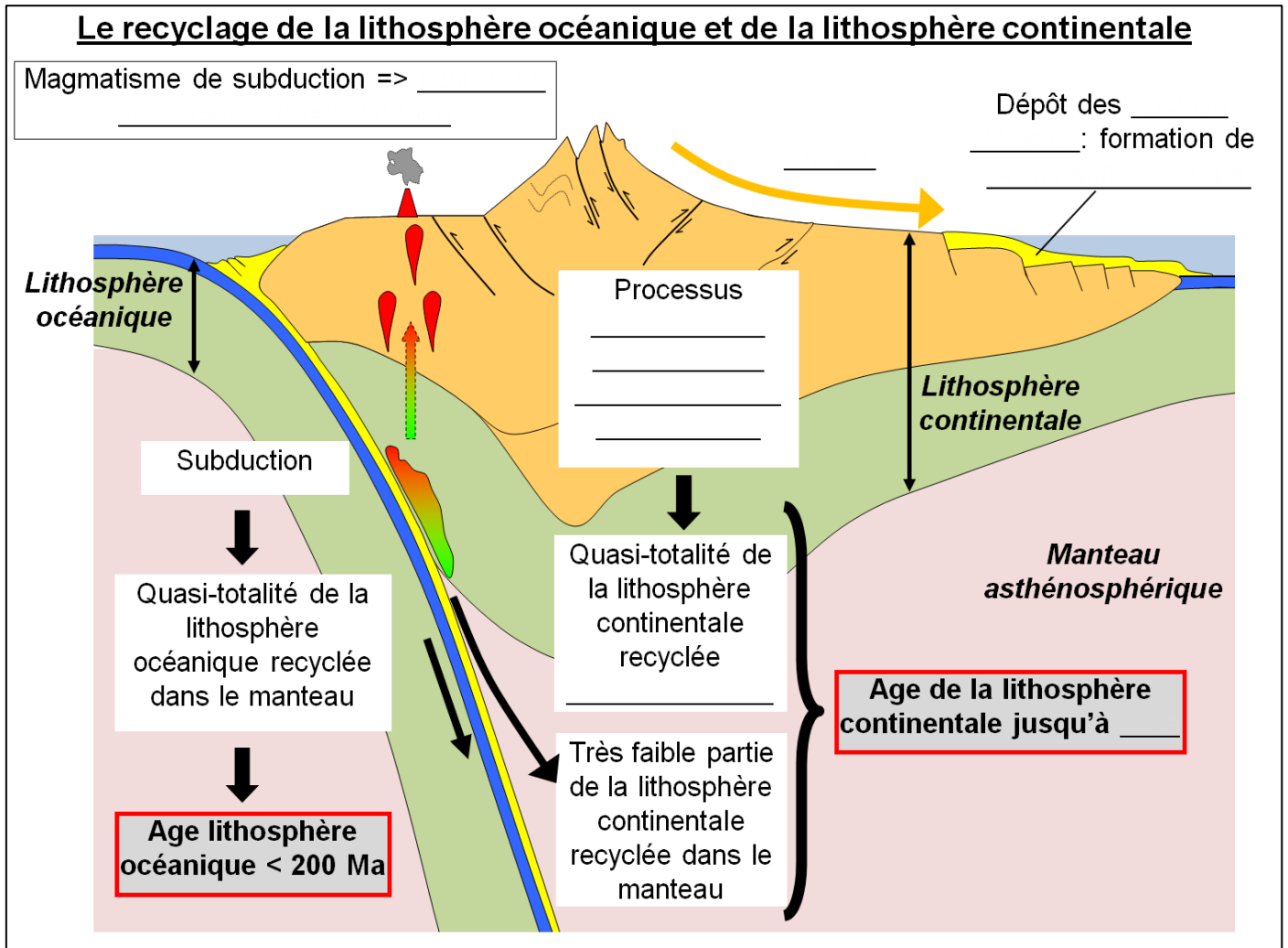
Schéma BILAN : p 211

Le recyclage de la lithosphère se traduit par la transformation des roches qui la constituent ou par leur disparition dans le manteau asthénosphérique. La lithosphère continentale est recyclée dans les zones de subduction et dans les zones de collision lors de la formation des chaînes de montagne.

Au cours des cycles successifs de formation et de disparition des chaînes de montagne, la lith cont est transformée par des processus tectoniques, sédimentaires (érosion des reliefs, dépôts des sédiments, formation des roches sédimentaires), magmatiques (fusion partielle) et métamorphiques.

Dans les zones de subduction, seule une petite fraction de la lithosphère continentale disparaît dans le manteau sous-jacent, tandis que la quasi-totalité de la lithosphère océanique y est recyclée (elle disparaît majoritairement dans l'asthénosphère). Cette différence explique pourquoi seule la lithosphère continentale a pu conserver les roches les plus anciennes de la Terre.

- Compléter le schéma ci-dessous en utilisant les expressions ci-dessous :
Roches sédimentaires, magmatiques, superficiellement, érosion, sédimentaires, 4Ga, produits d'érosion, production de lithosphère continentale, tectoniques, métamorphiques.



- Etablir un schéma bilan simple présentant les relations entre les matériaux de la croûte continentale (écrire les noms des matériaux - roches sédimentaires, roches magmatiques, roches métamorphiques, sédiments, magma – et mettre en évidence les relations entre ces roches à l'aide de flèches annotées) :

