Ce que l’on appelle « relief » correspond à l’ensemble des formes créés par des processus.

Ces processus sont regroupés sous le nom de «Morphogenèse».

On peut les séparer en 2 parties :

- Les facteurs endogènes (qui correspondent à la formation du paysage : la tectonique des plaques)

- Les facteurs exogènes (qui correspondent à la destruction du paysage : érosion, climat...)

L’homme est également considéré comme un facteur géomorphologique, mais il est à la fois endogène et exogène.

Quatre étapes principales composent ces processus :

- L’altération

- L’érosion

- Le transport

- La sédimentation

Les débris de roche résultant de phénomènes exogènes sont nommés des altérites.

L’altération correspond à tout ce qui modifie les propriétés des roches, ce qui conduit à une destruction partielle ou totale de celles-ci.

L’érosion correspond au processus de dégradation et de transformation du relief qui est causé par tout agent externe.

Le transport est l’acheminement des altérites par des agents de transport (souvent les mêmes que les agents externes qui réalisent l’érosion).

La sédimentation correspond au dépot des altérites.

Les échelles d'espace ne sont pas les mêmes : l'altération chimique s'étudie a plus petite échelle que l'altération physique ; mais ces deux catégories restent assez ciblées. L'érosion, le transport et la sédimentation se constatent, pour leur part, à l'échelle de paysages.

A/ Altération

1) Altération physique (ou mécanique)

C'est l'ensemble des altérations qui agissent physiquement sur divers matériaux entre eux.

- La cryoclastie : lorsqu'une roche poreuse se remplit d'eau et que cette eau gèle, son volume augmente d’environ 10 %, ce qui provoque des fissures.

On appelle le facteur déterminant la « Gélivité », et elle dépend de la porosité et du taux de fissure de la roche.

- La thermoclastie : processus de fracturation lié aux changements importants et fréquents de variation de température.

- La desquamation : C’est un enlèvement de lames de roche en pelure d’oignon.

- L’hydroclastie : C’est un processus de fracturation lié aux changements de la teneur en eau de la roche. L’eau provoque également un gonflement de l’argile et augmente la pression hydrostatique.

Lorsque l’eau s’évapore, elle provoque une fracturation par dessiccation (qui correspond au phénomène de desquamation, mais avec des formes s’organisant en réseau de fentes).

2) Altération biologique

Ce type d'altération comprend tout les phénomènes imputables aux êtres vivants.

- La respiration cellulaire : qu'elle soit complète ou incomplète, elle entraîne une production de CO2 et d'eau qui influenceront le sol. Par exemple, la combinaison d'eau avec le CO2 forme de l'eau carbonée qui va solubiliser la calcite.

3) Altération chimique

- mise en solution : C'est basiquement la réaction d'une roche avec de l'acide ou de l'eau, qui va désagréger celle-ci. Par exemple, la réaction de l'eau avec la calcite :

H2O + CaCO3 → Ca++ + 2 HCO3-

- hydratation et déshydratation, ce qui signifie souvent : minéral+eau=nouveau minéral hydraté; la déshydratation étant le processus inverse. Les réactions les plus importantes sont:

• la déshydratation du gypse pour produire de l'anhydrite: CaSO4 + 2H2O → CaSO4+ 2 H2O;

• l'hydratation de l'hématite pour produire de la limonite: Fe2O3 + 3H2O -> 2 Fe(OH)3;

• l'hydratation de la kaolinite pour produire de la gibbsite.

- Hydrolyse : C'est un processus au cours duquel un cation (ion positif) d'un minéral va remplacer un cation H+ d'une solution acide. Cette réaction a pour conséquence de détruire le minéral (mise en solution complète) ou de le convertir en une nouvelle espèce (que l’on appellera alors un néo-matériau).

- Oxydation : C'est la combinaison de métaux (comme le fer et le manganèse) avec l'eau qui provoque une modification de la structure cristalline du minéral.

- Dissolution : désagrègement des molécules en anions et cations par un solvant et dispersion dans l’eau.

B/ L’érosion

On caractérise le potentiel d’érosion à partir de deux critères :

L’Erodibilité, qui correspond à la sensibilité du sol à l’érosion.

L’Erosivité, qui correspond à l’intensité potentielle de l’érosion.

1. L’érosion éolienne

Le vent est un agent efficace uniquement dans les régions arides car la présence d’une couverture végétale diminue fortement son effet.

Il ne peut déplacer que des éléments fins (les limons sont entraînés à partir d'une vitesse de 3 m/s, les sables nécessitent, pour leur part, 10 m/s).

1. L’érosion fluviale et le ruissellement
2. Ruissellement

Le ruissellement se déclenche si les précipitations sont supérieures à la capacité d'infiltration du sol. C'est le cas général des terrains imperméables.

Après une forte pluie, les eaux empruntent les fissures du sol (à la surface), les élargissent progressivement en chenaux parallèles qui, par la suite, fusionnent avec l’écoulement des arêtes.

1. Torrents

Les torrents sont situés en amont des montagnes. Ils sont décomposables en 3 parties :

* Un bassin de réception, où l’eau emporte les différentes roches
* Un chenal d’écoulement, qui est souvent étroit, à forte pente et à fort courant
* Un cône de déjection, où s’amoncellent une partie des altérites

1. L’érosion karstique

Toutes les formes d’érosion relatives à la dissolution des roches par de l’eau douce portent le nom de morphologie karstique.

On distingue deux types de morphologie karstique :

* La morphologie souterraine, aussi appelée *endokarst*

Elle est constituée de nombreuses failles et diaclases(pierres fendues mais ne s’écartant pas). On distingue deux parties : la partie active, où s’écoulent les rivières souterraines et la partie fossile, sans eau.

On retrouve de nombreux attributs qui lui sont propres, comme la présence de stalactites (caractérisées par un canal central où s’écoule l’eau), de stalagmites (pleines), de draperies...

Toutes ces concrétions résultent du dégazage du CO2, qui provoque la précipitation de CaCO3.

* La morphologie aérienne, aussi appelée *exokarst*

On peut citer les dollines, de grandes dépressions qui proviennent de l’agrandissement de failles dûes à l’infiltration de l’eau ; les canyons, où encore les rivières sèches (toute l’eau ayant été absorbée par le sol).

1. L’érosion glaciaire

Elle dépend de la température de la base du glacier :

* Si la température est assez élevée, un fin film d’eau se forme et entraîne le glacier vers le bas de la vallée. Au contact de cette grosse masse d’eau, les débris s’incorporent à la glace et sont enportés.
* Si la base du glacier est froide, celui-ci ne se déplace que par déformation plastique et l’érosion est minimale.

A grande échelle, on peut observer des vallées qui peuvent être à faible pente (correspondant à un élargissement du glacier) ou à forte pente (correspondant à un rétrécissement).

Lorsque deux ou plusieurs glaciations se sont succédées, on peut observer des vallées avec plusieurs auges.

On observe souvent en amont des cirques.

A petite échelle, l'érosion glaciaire se manifeste par des surfaces polies et souvent striées à cause du poids conséquent du glacier (des stries glaciaires). Dans beaucoup de cas, ces roches présentent une pente plus faible vers l'amont (usure) que vers l'aval (arrachement de blocs), ce qui permet de reconstituer le sens d'écoulement des glaciers.

5) L’érosion marine

Les principaux agents de l'érosion marine sont les vagues et les courants, auxquels on peut ajouter l'action du sel emportés par le vent (processus d’haloclastie due à la cristallisation de sel dans la porosité et les fractures.

Les vagues ont un pouvoir érosif dû à plusieurs facteurs :

* Un mitraillage de la surface par les débris (gravier et sable) transportés
* Une force de succions lorsqu’elles se retirent
* Des vibrations pas suite de chocs successifs

Les altérites sont ensuite séparés selon leur poids : les plus fins restent en suspension alors que les plus gros se déposent au fond.

Les grains de sable qui subissent l’action des vagues ont un aspect émoussé-luisant, contrairement à ceux transportés par le vent qui ont un aspect ront-mat.

L’érosion des facades littorales par la mer se produit par sapement et éboulement (l’eau creuse le bas de la falaise, ce qui provoque l’effondrement du mur).

On distingue les falaises vives (encore érodées par les vagues) des falaises mortes (séparées par un banc de sable de la mer).

Le transport

Il existe 3 types : le glissement de masse (sans fluides), les écoulements gravitaires (avec fluides) et les écoulements d’eau, d’air ou de glace.

1. Les écoulements gravitaires

Ils se produisent lorsque la pente est raide. Le déplacement est court (de l’ordre du kilomètre) mais la quantité de matière transportée peut être très importante. Le déplacement provient d’une fissure avec la masse rocheuse qui délie la surface rocheuse. Les fluides n’ont aucun impact sur ce type de transport (sauf si l’on considère qu’ils sont la cause de la fissure).

1. Les écoulementsgravitaires

Ils proviennent de la mise en solution d’altérites ; toutefois, on les distingue des écoulements de fluides simples car c’est la gravté qui provoque leur déplacement. Les pentes soumises à ce type de transport sont faibles.

1. L’écoulement d’un fluide

C’est le fluide qui est responsable du déplacement. Sa capacité à tranporter des altérites dépend de nombreux facteurs, dont sa masse volumique, sa vitesse et sa viscosité.

Les différences entre l’air, l’eau liquide et les glaciers provient de cette différence de masse et de viscosité.

La vitesse du fluide permet de distinguer deux types d’écoulement : laminaire et turbulent.

Un écoulement laminaire peut être qualifié de « tranquille » : les filets d’eau restent parallèles entre eux. Un écoulement turbulent, pour sa part, voit ses filets d’eau partir dans tous les sens : le transport est conditionné par les altérites qu’il transporte.

C’est le « Nombre de Reynolds» qui permet de distinguer si un écoulement est laminaire ou turbulent :

Re=2r.V.r/µ

où V est la vitesse du fluide; r sa masse volumique; µ sa viscosité et r la profondeur du chenal dans lequel se fait l'écoulement.

Si Re est compris entre 500 et 2000, l’écoulement est laminaire. Les glaciers, de part leur forte viscosité, réalisent un écoulement laminaire. C’est également le cas des rivières à très faible pente.

Si Re est supérieur à 2000, l’écoulement est turbulent. C’est le cas de la plupart des rivières et du vent.

On distingue également le courant torrentiel, qui est dû à une très forte vitesse du fluide. On peut savoir si un liquide exerce un écoulement torrentiel grâce au « Nombre de Froude »

F=V/(g.r)1/2

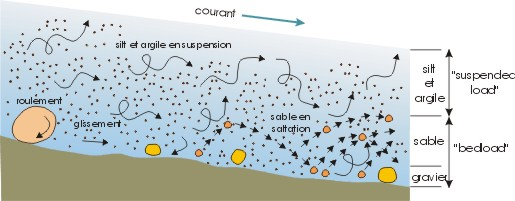
où V est la vitesse du fluide; g l'accélération de la pesanteur et r la profondeur du chenal dans lequel se fait l'écoulement.

Si F est supérieur à 1, l’écoulement est torrentiel. Si F est inférieur à 1, l’écoulement est turbulent

Le transport des sédiments

On distingue 3 types, qui dépendent de la masse des sédiments :

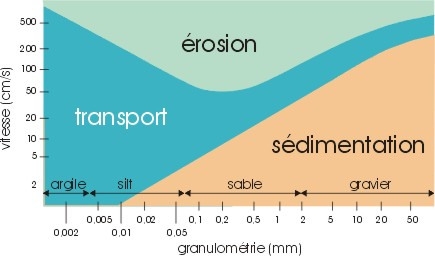
* Le roulement, pour les altérites les plus gros
* La saltation (ou le tranport par rebont) pour les éléments de masse moyenne
* La suspension pour les éléments les plus légers



La charge en suspension des écoulements turbulents est beaucoup plus importante que celle des écoulements laminaires.

Le diagramme de Hjulström

Ce graphe (essentiellement basé sur des expériences en laboratoire) montre la vitesse minimale d'un courant nécessaire pour mobiliser, transporter et déposer des grains de quartz de granulométrie variable.



Le dépot des sédiments

Dès qu'une particule est mise en suspension, elle commence aussitôt à sédimenter. Sa vitesse de sédimentation est donnée par la loi de Stokes :

v=c.d2 où c est une constante égale à: (rp-rf).g/18µ

v représente la vitesse de sédimentation, µ la viscosité du fluide, rf sa masse volumique et rp celle de la particule; d est le diamètre de la particule.