

UNIVERSITÉ CADI AYYAD  
FACULTÉ POLY-DISCIPLINAIRE DE SAFI  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE



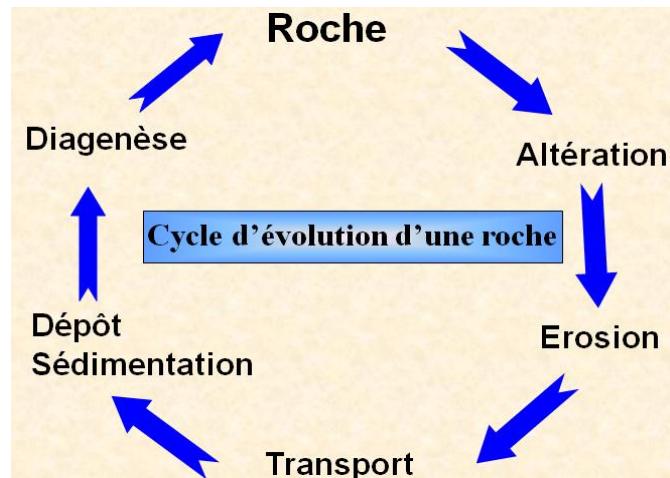
Filière  
Sciences de la vie (SVI)  
Semestre 2

***Module M10 : Géodynamique externe***

**POLYCOPIE DE COURS DE GEODYNAMIQUE EXTERNE**

***Chapitre 3 : Cycle des roches sédimentaires***

***Partie 1 et 2***



# Chapitre 3 : Cycle des roches sédimentaires

## I. Introduction

Les roches sédimentaires font partie du cycle géologique, leurs constituants (grains ou ions solubles) résultent de l'altération des roches ou des sédiments préexistants, en effet:

Les agents atmosphériques (eau, air, vent, glace, température.....) transforment les roches à la surface de la terre.

Les roches qui peuvent subir ce cycle de transformation sont :

- \* Les roches magmatiques (endogènes);

- \* Les roches sédimentaires;

- \* Les roches métamorphiques.

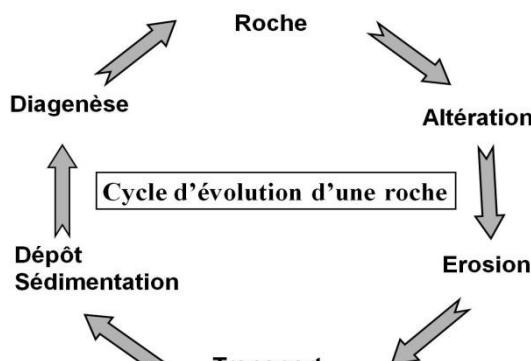


Fig. 68

Les roches subissent donc :

L'altération qui est l'ensemble des actions d'ordres mécaniques ou chimiques qui fractionnent la roche mère.

Le résidu d'altération : C'est ce qui reste après les processus de l'érosion) donnera un sol pédologique.

La Pédogenèse est le processus de la formation et de l'évolution des sols à partir de l'altération des roches.

Le sol est la formation naturelle de la surface à structure meuble résultant de la transformation et du déplacement de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus chimique, physique et biologique.

### Transport et dépôt

Il y a deux éléments à transporter et à déposer : des ions libérés (partie solubles dans l'eau, elle se précipite dès que le seuil de saturation est atteint) et des particules (minéral hérité ou néoformé, fragment de roche).

La fraction chimique : **Fig. 69**

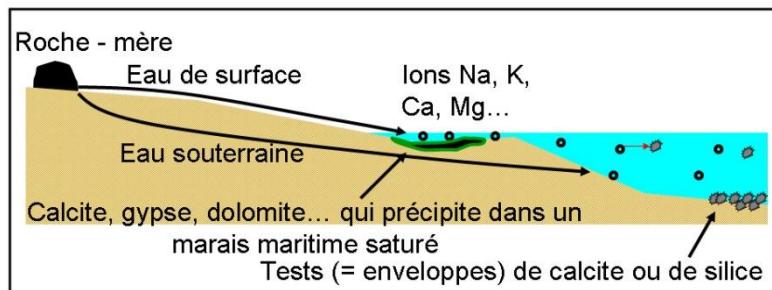


Fig. 69

#### La fraction détritique (des débris) (Fig. 70)

Les débris résultant de l'altération peut être déplacé par différents moyens ; L'eau courante, Le vent, La gravité et La glace

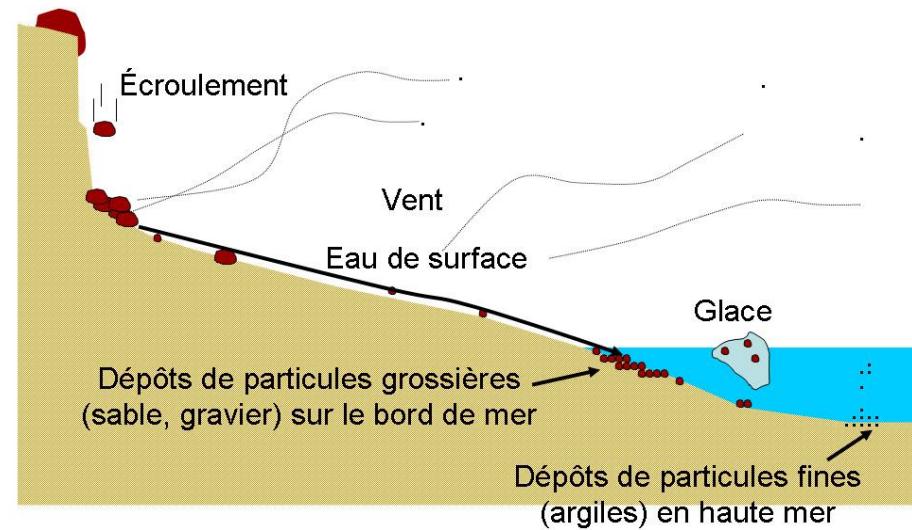


Fig. 70

**Sédimentation ou dépôts** : les débris et les ions transportés se déposent ou se précipitent dans un bassin de sédimentation.

#### **La diagenèse**

L'évolution post-dépôt de ces sédiments (diagenèse) les transforme en roches sédimentaires. Ces roches peuvent subir un métamorphisme et être à leur tour soumises à l'altération lors de leur passage à la surface des continents.

Les étapes du cycle d'évolution d'une roche

↔ Milieu continental → → Milieu Marin →

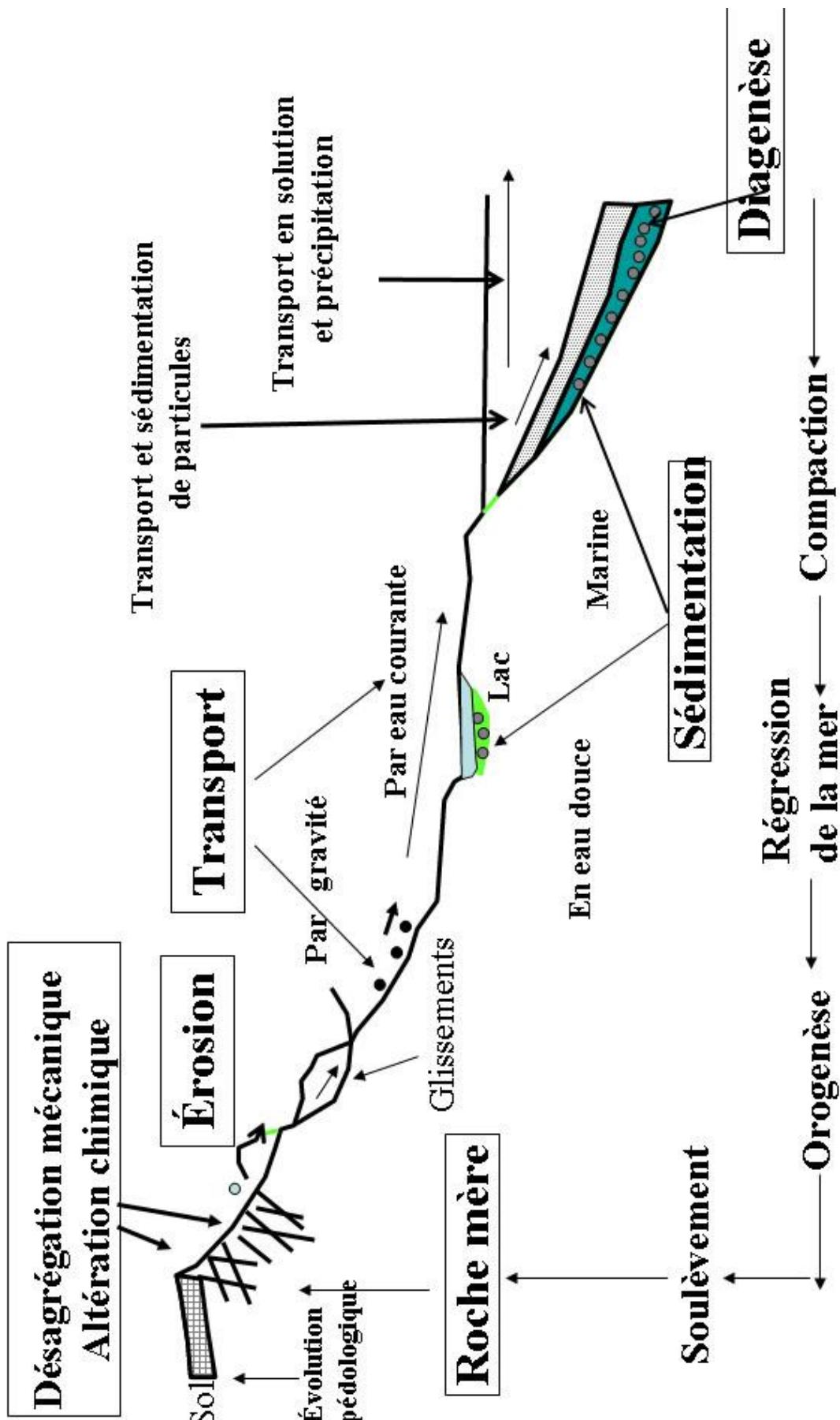


Fig. 71

## II. les étapes du cycle d'évolution d'une roche sédimentaire

### 1. Altération

#### 1.1. Définition

L'altération constitue l'ensemble des mécanismes qui libèrent les particules des roches. C'est la modification des propriétés physico-chimiques des minéraux et donc des roches par les agents atmosphériques (vent, eau, glace, température ...) qui aboutit à leur désagrégation. Les facteurs d'altération sont d'ordre physique (mécaniques) et chimique ou biochimique. L'altération a généralement pour effet de rendre les roches moins cohérentes, ce qui facilite leur désintégration par l'érosion.

#### 1.2. Altération physique ou mécanique

On appelle **altération physique ou mécanique** le fait de détacher un grain minéral d'une roche sans l'attaquer chimiquement. La gélification ou alternance de gel et dégel est une altération physique produite essentiellement dans les régions marquées par un climat suffisamment humide, en effet l'eau en gelant augmente son volume de 9-10% et élargit progressivement les fractures. Ce qui conduit à la destruction des roches.

Les **variations de température entre le jour et la nuit** sont suffisantes pour faire dilater et contracter la roche, ce qui la fissure et la casse. A basse température la roche subit une contraction, à haute température elle subit une dilatation.

**Action du vent** : En poussant de la poussière et d'autres débris, le vent arrache des morceaux de roche.

**Action des plantes**: Les racines qui s'insinuent dans les fissures avancent et grossissent au fur et à mesure que la plante croît. Cela élargit les fentes et casse la roche.

**Les éboulements**: les fragments de roches qui se déplacent par éboulement peuvent casser et détruire d'autres roches.

**Action de la tectonique** (microfractures) : L'altération progresse le long de plans de fracture (dioclases) d'origine tectonique, géométriquement ordonnés, plus ou moins horizontaux et verticaux. Cela donne un débit en boules avec une disposition plus "géométrique".

#### 1.3. Altération chimique

L'altération chimique résulte des réactions chimiques entre les matériaux des roches à l'affleurement et les agents chimiques environnents. Les réactions sont des hydrolyses, des dissolutions, des oxydations, des hydratations.

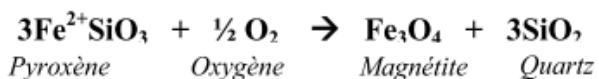
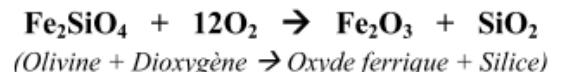
Les éléments solubles sont lessivés. Les parties insolubles restent sur place, se recombinent et forment des minéraux de néoformation, principalement des argiles.

- **L'eau** : c'est le principal agent d'altération, il participe activement à l'altération chimique par la dissolution, et le transport des roches. L'eau pure agit comme un acide faible.
- **Les composants chimiques de l'air** : au repos, l'air agit sur les roches par les gaz qu'il contient (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, ....) et par sa vapeur d'eau.

##### 1.3.1. Les principales réactions chimiques de l'altération

**a. L'oxydation:** Les roches qui contiennent du fer, se mouillent en surface. Il y a formation d'oxydes de fer, substance qui s'effrite facilement. Il y a donc usure de la roche. Le fer qui passe de l'état ferreux ( $Fe^{2+}$ ) à l'état ferrique ( $Fe^{3+}$ ).

Le manganèse se comporte de la même manière que le fer, avec la pyrolusite ( $\text{MnO}_2$ ) et la manganite ( $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) comme principaux produits d'oxydation :



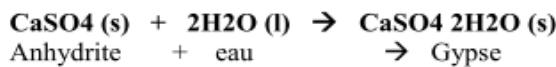
## b. L'hydratation:

Se sont des transformations par absorption de l'eau. C'est une incorporation de molécules d'eau à certains minéraux peu hydratés contenus dans la roche; elle produit un gonflement du minéral et donc favorise la destruction de la roche.

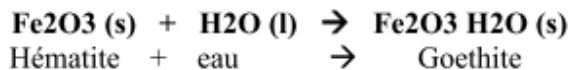
Minérale + eau = nouveau minéral hydraté,

Les réactions les plus importantes sont :

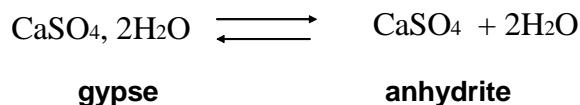
- L'hydratation de l'anhydrite en gypse



- l'hématite qui s'hydrate en goethite

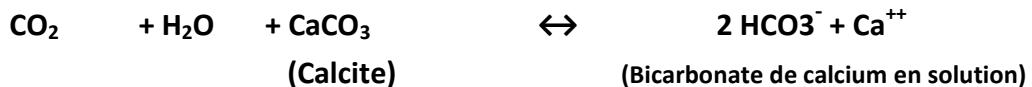


La déshydratation étant le processus inverse, exemple : La déshydratation du gypse pour produire l'anhydrite



**c. La dissolution:** Le gaz carbonique en présence d'eau attaque les roches calcaires. Il y a formation de bicarbonate de calcium soluble, entraîné par les eaux.

La dissolution des carbonates par les eaux chargée de CO<sub>2</sub> peut s'écrire :



L'eau chargée en  $\text{CO}_2$  a un pouvoir de dissolution du calcaire bien plus important que l'eau pure.

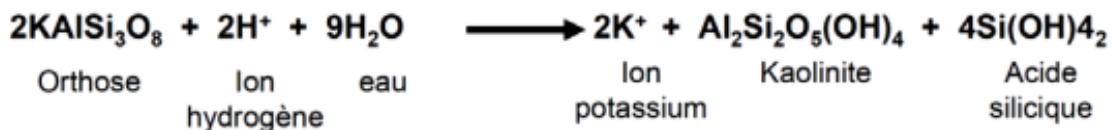
Le CO<sub>2</sub> étant, comme tous les gaz, d'autant plus soluble que la température est faible, les eaux les plus froides sont celles qui peuvent contenir le plus de CO<sub>2</sub>. Ce fait intéressant permet de prévoir que l'altération des roches calcaires risque d'être maximale dans les régions humides et froides, soient les régions tempérées.

#### d. L'hydrolyse (Silicates):

L'hydrolyse désigne la réaction d'un minéral avec de l'eau pure. Il s'agit essentiellement d'un échange d'ions entre l'eau et le minéral. Un minéral contenant des ions  $\text{Na}^+$  ou  $\text{K}^+$  peut les échanger contre les ions  $\text{H}^+$  de l'eau, par exemple. Le résultat de la réaction est détruire la

minérale ou la formation d'un nouveau minéral, en général une argile, et la libération des ions échangés :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{S}^{6+}$ , etc

Certains minéraux des roches magmatiques et métamorphiques subissent de l'hydrolyse, il y a souvent production d'argile. exp kaolinisation



## 1.4. L'Altération biochimique

L'altération biochimique des roches est due aux activités des êtres vivants (animaux et végétaux) dites activités biologiques. Ces êtres vivants établissent des échanges chimiques avec l'extérieur (sol, atmosphère) et participent à l'altération des roches.

## Exemple.

Certains organismes ont la possibilité d'attaquer biochimiquement les minéraux. Certains lichens vont chercher dans les minéraux les éléments chimiques dont ils ont besoin.

## 2. Agents et mécanismes de transport

Les débris résultants de l'attaque mécanique et chimique des roches sont entraînés loin du lieu de destruction vers le lieu de sédimentation. L'eau courante des torrents, des rivières et des fleuves représente le principal agent de transport, à laquelle s'ajoutent le vent et la glace. En milieu marin, les vagues et les courants côtiers contribuent à l'érosion et au transport.

## 2.1. Transport par l'eau courante

Les eaux de pluies se concentrent en drains de ruissellement, arrachent les particules (érosion) les déplacent et les sédimentent plus loin. Deux facteurs essentiels conditionnent ces trois processus:

1. la vitesse du courant
  2. la taille des particules

En fonction de ces deux paramètres lorsque le seuil de mobilité est atteint les particules peuvent être transportées.

### 2.1.1. Diagramme de *Hjulstrom*

Des travaux expérimentaux ont permis de montrer l'équilibre des particules en fonction de leur taille et de la vitesse du courant comme le montre le diagramme de *Hjulström*

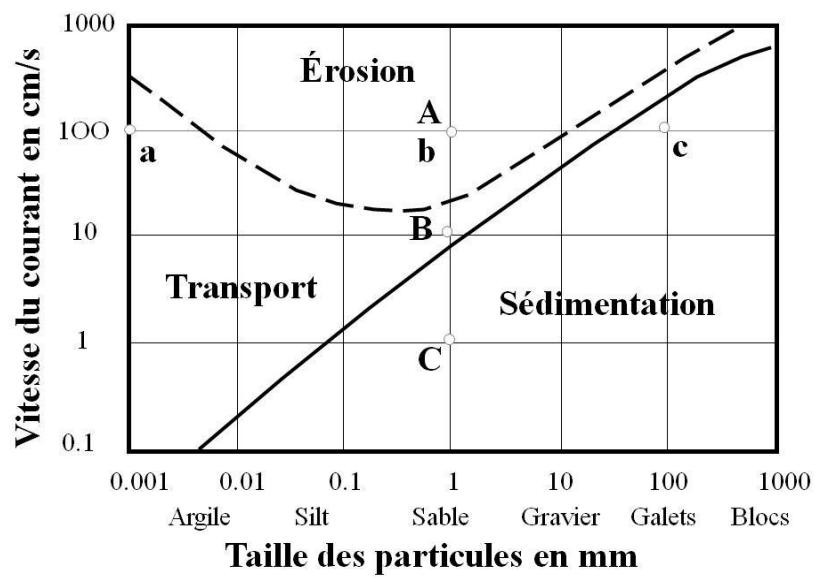


Fig. 72. Diagramme de Hjulström

L'expérience consiste à faire varier la vitesse de l'écoulement pour une taille donnée de grain. Ou à fixer une vitesse et faire varier la granulométrie.

#### Examen des particules de taille constante

En A. l'eau circule à la vitesse de 100 cm/s et arrache les particules (érosion).

En B. l'eau est capable de déplacer les particules (transport), mais elles ne peuvent pas se déposer.

En C. l'eau circule sans arracher aucun particules ni les transporter la vitesse est donc faible /a la taille. Il y a donc sédimentation

Pour des vitesses fortes, les particules sont arrachées du fond (érosion) et transportées. Pour des vitesses plus faibles, les petites particules déjà arrachées sont transportées, les plus grosses restent sur le fond. On remarque que les particules argileuses demandent une plus forte énergie d'arrachement que les sables car elles sont plus cohérentes entre elles et offrent à l'eau une surface plus lisse que les sables.

#### 2.1.2. Mode de transport

Les particules peuvent présenter quatre modes principaux de transport:

- \*Le charriage ou roulement
- \*La saltation
- \*La suspension
- \*La flottaison

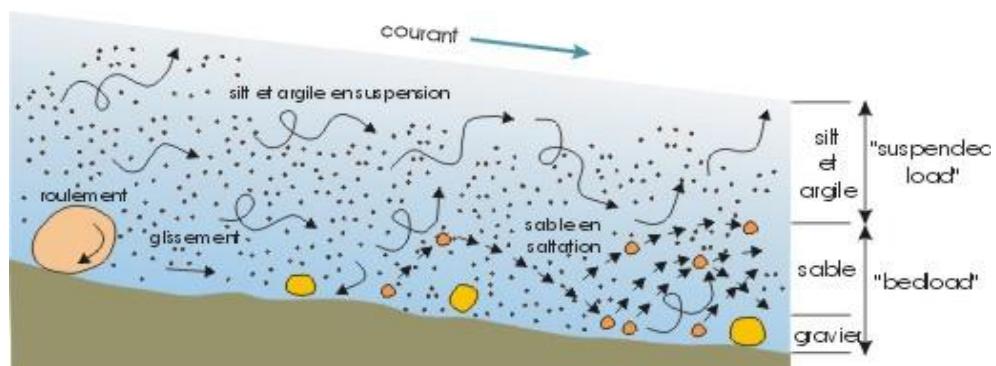


Fig. 73

**Le charriage** ou **roulement** : les débris d'assez grande taille sont poussés sur le fond, traînés en roulement sur eux même.

**La saltation** : Les débris de taille moyenne sont transportés en partie à l'intérieur de la masse d'eau, en effectuant des sauts.

**La suspension**: les débris solides de petite taille sont transportés à l'intérieur de la masse d'eau

**La flottaison** : les particules sont de très petite taille ou d'une densité inférieure à celle de l'eau, sont transportés à la surface ou près de la surface de l'eau.

### 2.1.3. Action du transport sur les particules

Pendant le transport, les actions destructives d'altération effectuent à la fois un tri minéralogique et mécanique des éléments:

**Tri minéralogique**: la conservation des éléments est fonction d'une part à leur résistance à l'altération d'autre part à la résistance à l'usure.

Exemple: le quartz inaltérable et très dur constitue la quasi-totalité des roches détritiques contrairement aux feldspaths facilement altérables.

#### Usure des particules

Les particules subissent des chocs de la part des autres éléments. Le résultat est d'arrondir le caillou qui tend vers une forme d'équilibre proche de la sphère. L'analyse macroscopique permet d'évaluer l'importance de l'usure, en plus l'examen microscopique de la surface de ces éléments donne une idée sur l'agent de transport:

Durée du transport  
Longueur du transport  
Forme de la surface

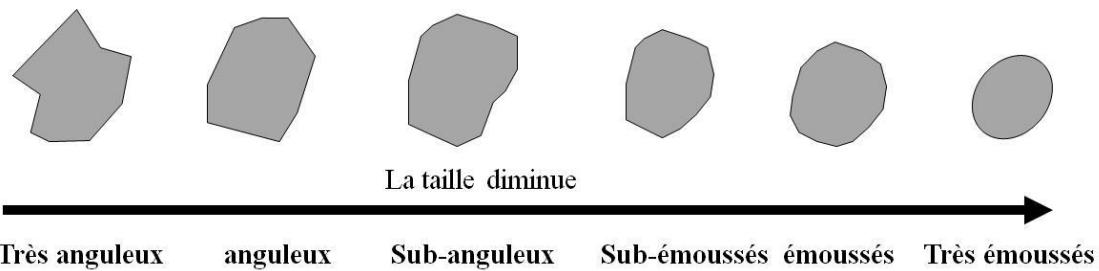


Fig. 74

### 2.2. Transport par la gravité

La force de la gravité provoque le déplacement des matériaux rocheux qui se manifeste sous forme des mouvements de terrain. Sans l'intervention de l'eau, en fonction uniquement d'un gradient topographique (= pente) les mouvements de terrain provoque la chute des blocs, des éboulements, des glissements, des avalanches; etc. ....). Avec l'intervention de l'eau, le transport par gravité entraîne des coulées boueuses. En milieu marin, ces déplacements par gravité sont très fréquents dans le talus continental.

## 2.2.1. Les mouvements de terrain

### Définition

Les mouvements de terrain sont les manifestations du déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles (fonte des neiges, pluviométrie anormalement forte, séisme, etc.) ou anthropiques (terrassement, vibration, déboisement, exploitation de matériaux ou de nappes aquifères, etc.).

Selon la vitesse de déplacement, deux ensembles peuvent être distingués:

- a. **les mouvements lents**, pour lesquels la déformation est progressive et peut être accompagnée de rupture mais en principe d'aucune accélération brutale :
- b. **Les mouvements rapides**, la déformation est brutale. Exemple, les effondrements, les chutes de pierres ou de blocs provenant de l'évolution mécanique de falaises ou d'escarpements rocheux très fracturés ; les éboulements ou écroulements de falaises ou d'escarpements rocheux

### *Les types des mouvements de terrain*

#### a- Les effondrements et affaissements

Les effondrements sont des mouvements gravitaires à composante essentiellement verticale, qui se produisent de façon plus ou moins brutale et spontanée. La présence de cavités souterraines est la cause essentielle d'apparition des désordres de surface. Ces vides souterrains peuvent être : consécutifs aux travaux de l'homme (carrières abandonnées....) ou bien liés uniquement à des causes naturelles : il s'agit essentiellement de la dissolution de matériaux solubles (calcaire, gypse, sel) conduisant au phénomène de Karstification.

#### b - Les éboulements, les chutes de blocs et de pierres, les écroulements

Les chutes de masses rocheuses sont des mouvements rapides, discontinus et brutaux résultant de l'action de la pesanteur et affectant des matériaux rigides et fracturés tels que calcaires, grès, roches cristallines. Ces chutes se produisent par basculement, à partir des falaises et des escarpements rocheux.

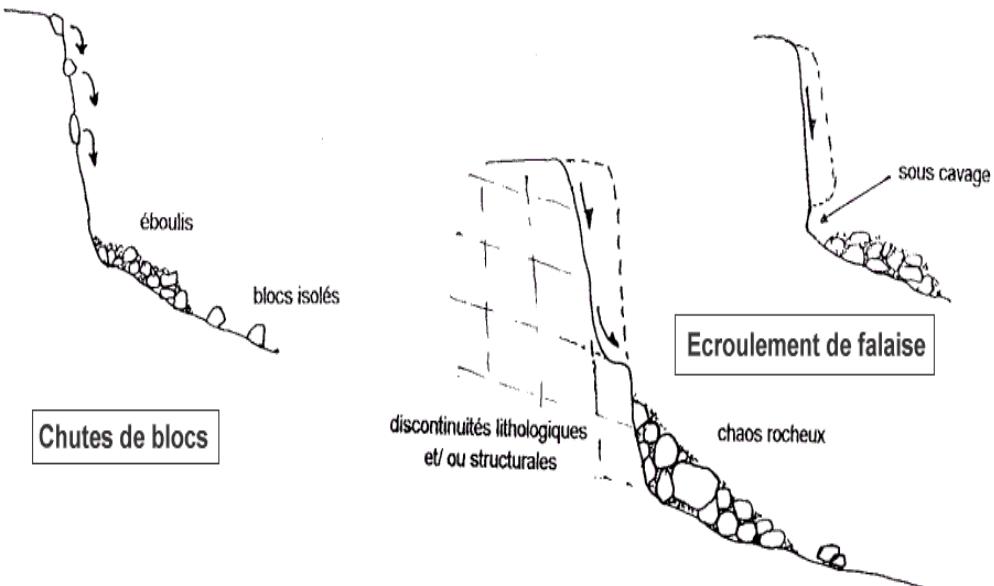


Fig. 75

### c - Les glissements, coulées de boue

Un glissement est le déplacement lent d'une masse de terrain le long d'une surface (généralement courbe). Il dépend de la pente, la nature des matériaux, la teneur en eau.... Mais le facteur essentiel est la teneur en eau. Son augmentation dans les terrains argileux entraîne une décohésion de la roche. Un massif rocheux perméable, sur un substratum imperméable peut glisser par gravité lorsque la topographie le permet.

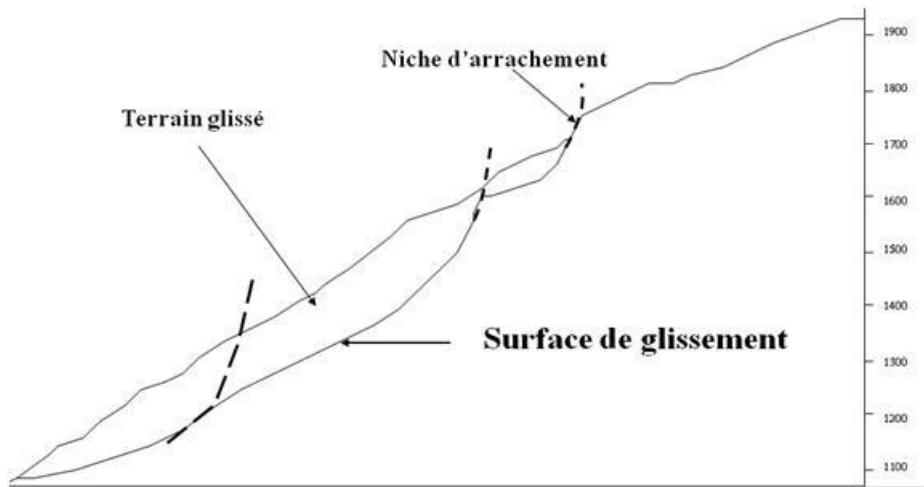


Fig. 76

### 2.3. Transport par le vent

Le vent constitue un facteur important d'érosion et de transport des sédiments à la surface de la planète. Il est particulièrement actif dans les régions sèches où la végétation est quasi-absente, comme les déserts. Le vent agit de deux façons:

**Déflation:** déplacement des particules par le vent. La taille des éléments transportés dépend de la vitesse du vent. Le transport sera sélectif, les particules fines seront balayées laissant en place les matériaux trop lourds

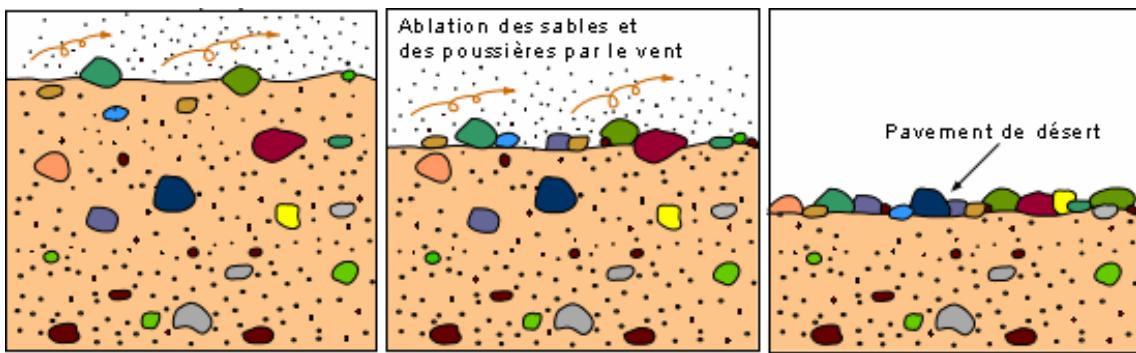
**Corrasion:** érosion due aux chocs des grains de sable contre les roches. Les éléments transportés par le vent (grains de sable, de quartz) se reconnaissent au microscope par leur aspects, on peut distinguer:

Mat (non brillant)

Rond (sphérique)

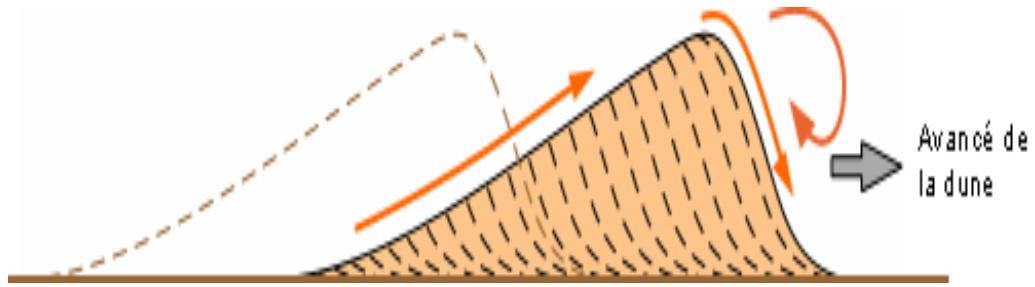
À surface piquetées de forme en v (traces de chocs)

Deux structures importantes résultent de l'action du vent : **les pavements de désert** et les champs de **dunes**. Le vent entraîne les particules de la taille des sables, mais n'a pas l'énergie nécessaire pour soulever ou rouler les plus grosses particules. Ainsi, ces plus grosses particules se concentrent progressivement à mesure de l'ablation des sables pour former finalement une sorte de pavé qui recouvre les sables et les stabilise, ce qui, par exemple, permet aux véhicules robustes de rouler aisément.



*Fig. 77*

Les sables transportés par le vent s'accumulent sous forme de dunes. Ces dernières se déplacent, sous l'action du vent, par saltation des particules sur le dos de la dune.



*Fig. 78*

#### 2.4. Transport par les glaciers

Les glaciers sont toutes masses de glace formée par accumulation de la neige. Quand les glaciers des vallées se détachent des sommets, il y a rupture et glissement. La neige se déplace beaucoup plus vite en surface. Les débris de roches arrachés aux parois des vallées forment les moraines (dépôts glaciaires).