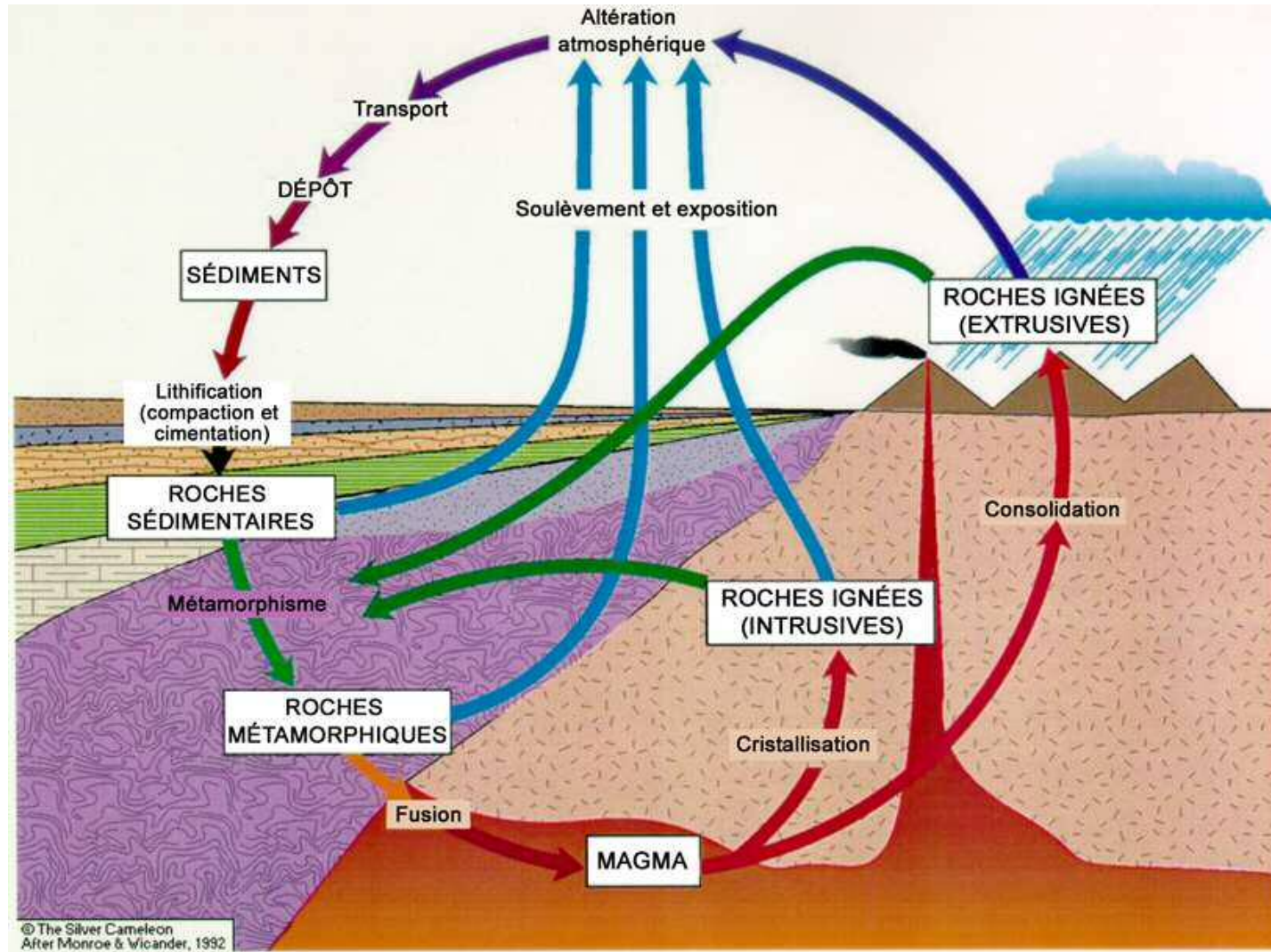
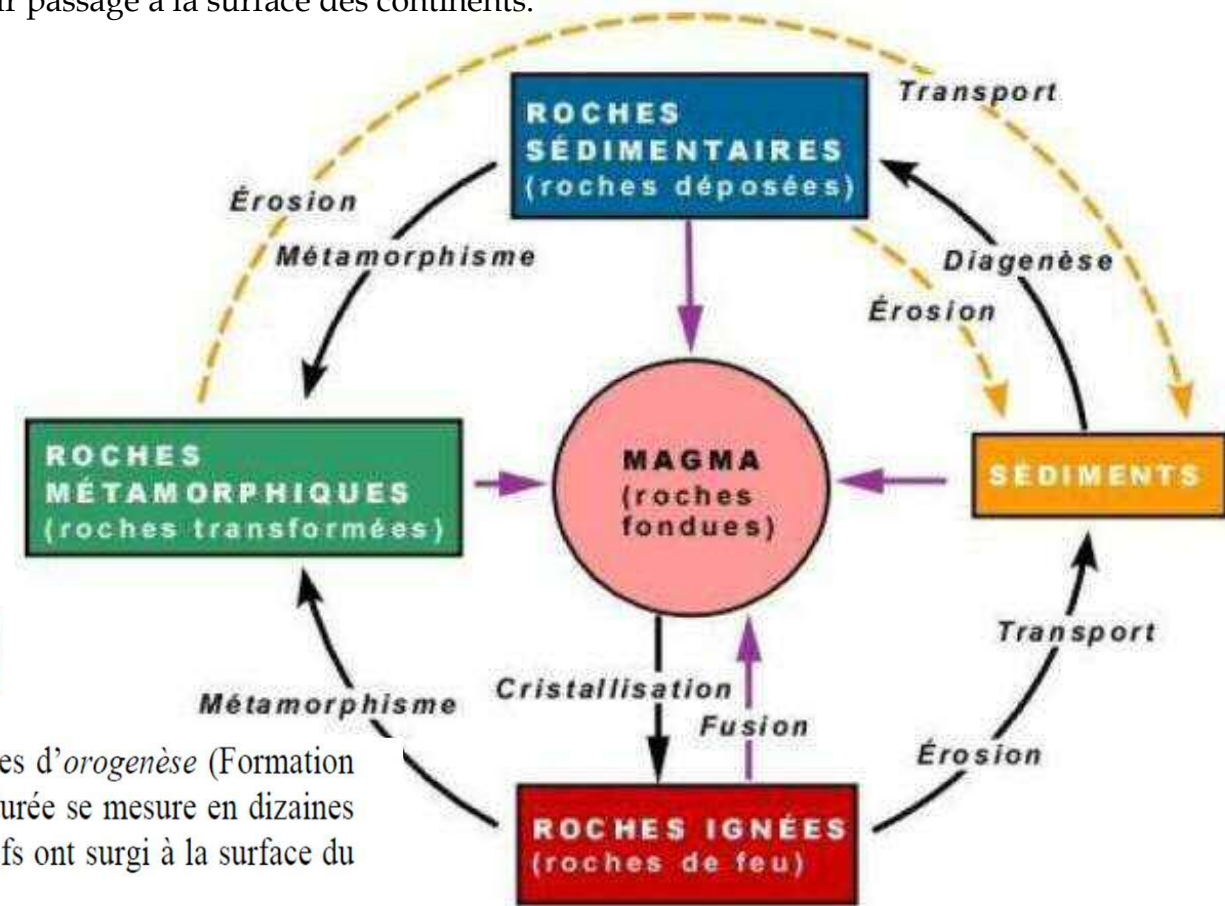


Cycle des roches sédimentaires



 جامعة ابن زهر
 ተ.ዐ.ሰ.ሀ.ፓ.ደ.ት ፄ፬ ጼ፮፬፱
 UNIVERSITÉ IBN ZOHR

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.



Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

Année universitaire 2017-2018

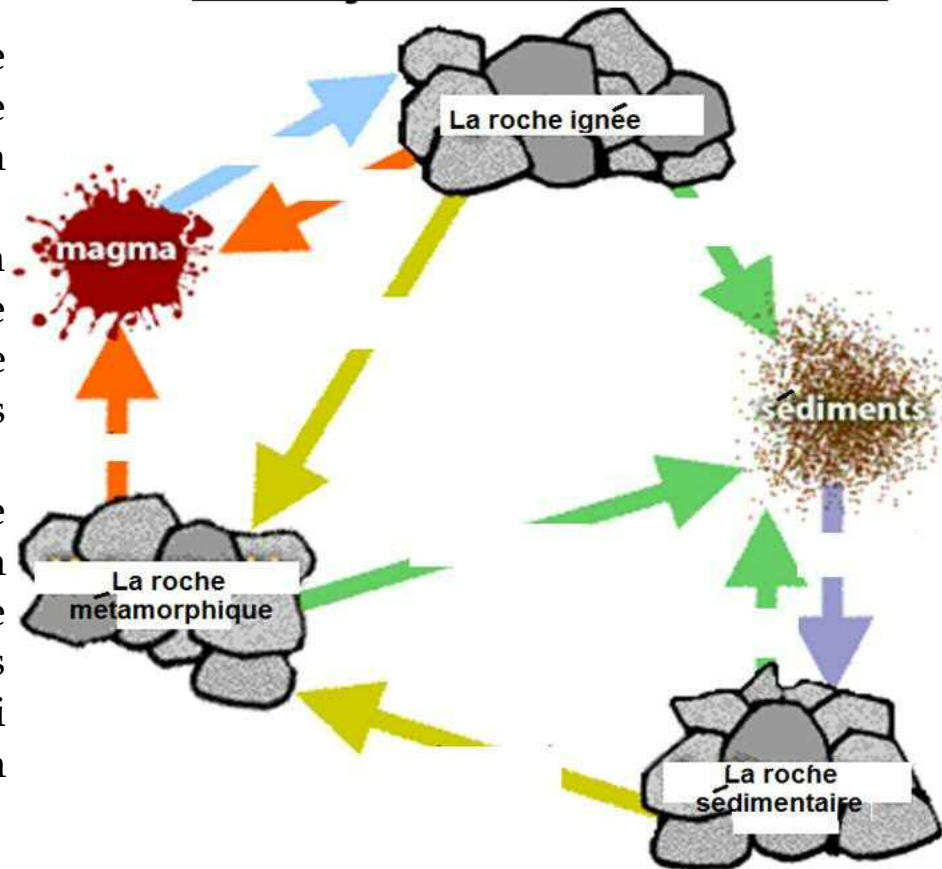
Cycle des roches sédimentaires

Les roches sédimentaires sont des roches exogènes, c'est-à-dire qui se forment à la surface de la terre. Elles résultent de l'accumulation de débris d'origine minérale (dégradation d'autres roches), organique (restes de végétaux ou d'animaux), ou de précipitation chimique.

Les roches sédimentaires affleurent sur 75 % de la surface des continents, mais en considérant l'ensemble de la croûte terrestre (depuis la surface jusqu'à 35km de profondeur sous un relief plat), elles ne constituent plus que 5 % de son volume total.

Les roches sédimentaires forment ainsi un ensemble complexe dont chaque élément est le témoin d'événements multiples. Elles représentent une somme d'informations précieuse et inépuisable, puisqu'elles constituent l'enregistrement de la plupart des faits qui ont marqué l'évolution du globe depuis plus d'un milliard d'années.

Le cycle des roches

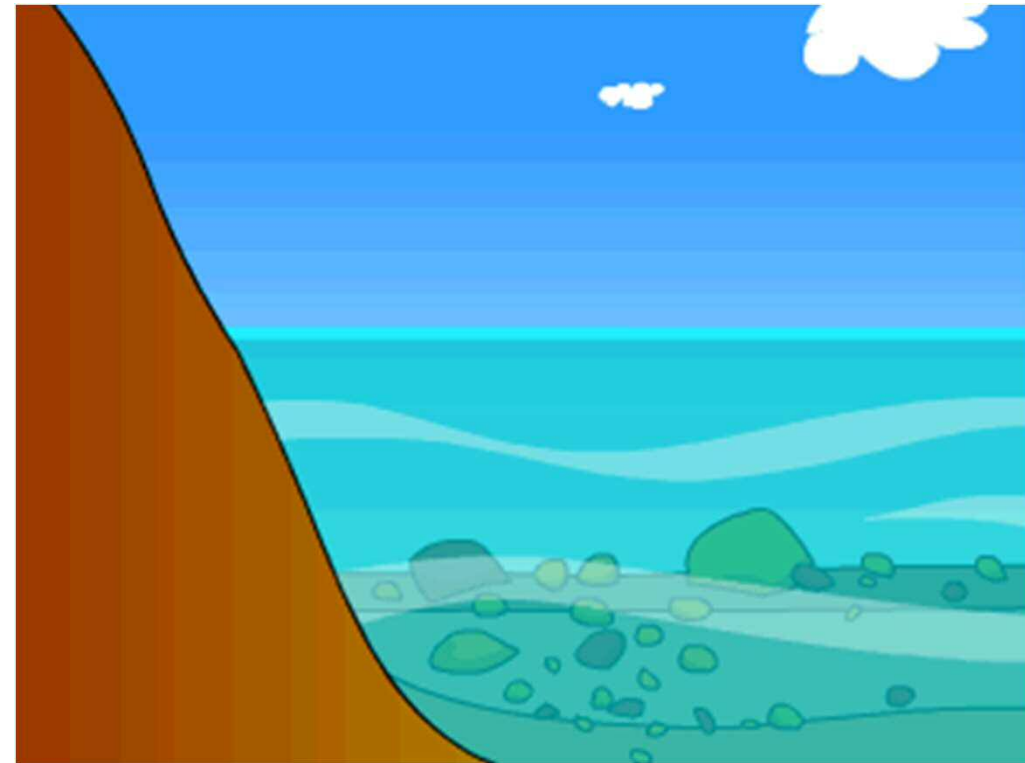


Cycle des roches sédimentaires

- Les particules composant les roches sédimentaires sont d'origines diverses. Elles peuvent provenir d'éléments arrachés aux roches par l'érosion, de restes d'êtres vivants ou alors de minéraux présents en solution (carbonate et calcium) et se transformant en un corps solide (précipité) dans des conditions particulières.
- Les particules sont transportées par les agents de transports (eau, air, glace..) puis accumulées dans les creux du relief ou au fond de l'eau formant des « dépôts sédimentaires ». Les dépôts sédimentaires se présentent donc sous forme de couches successives, les plus basses couches correspondant aux dépôts les plus anciens.
- Ces dépôts exercent par leur propre poids, une pression dite lithostatique (PL) sur les particules. Les couches se compactent et se stabilisent, l'eau est chassée (déshydratation) donnant aux matériaux un aspect stratifié, en couches compactes = Diagenèse. Après cette transformation le dépôt sédimentaire devient une « roche sédimentaire ».
- Parfois, la roche reste meuble, c'est le cas du sable. Mais, le plus souvent, elle se cimente sous l'effet de la diagenèse, c'est le cas des calcaires, des grès et des calcarénites

Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

Année universitaire 2017-2018



Cycle des roches sédimentaires

De la roche mère (métamorphique, magmatique, ou sédimentaire préexistante) à la roche sédimentaire nouvellement formées se succèdent plusieurs étapes :

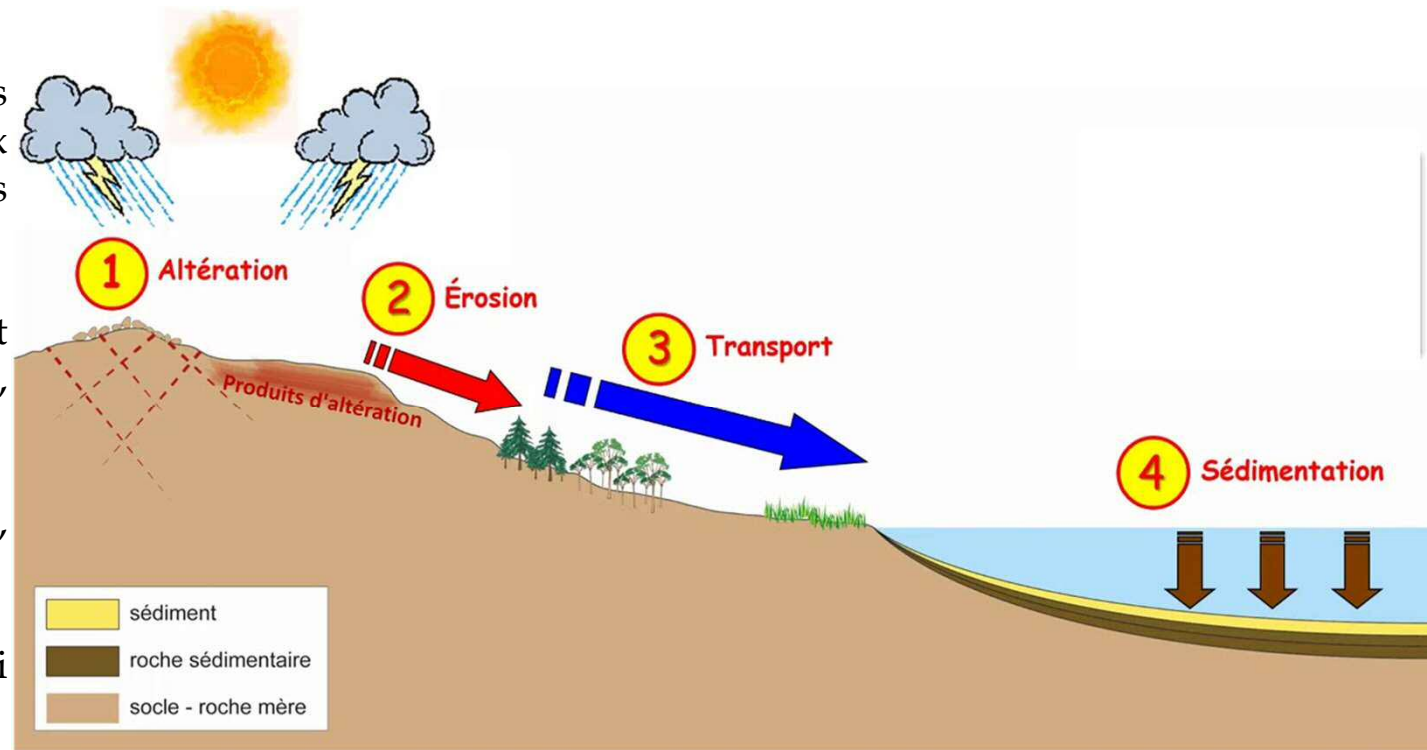
1- l'altération / dissolution : modification des propriétés physico-chimiques des minéraux et des roches par les agents atmosphériques et par des processus chimiques;

2- l'érosion : désagrégation des roches et enlèvement des débris (au sens large, l'érosion inclut l'altération) ;

3- le transport : par des fluides (eau, air, glace) ;

4- la sédimentation : arrêt du transport qui conduit au dépôt de sédiments ;

5- la diagenèse: transformation des sédiments en roche sédimentaire consolidée.



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

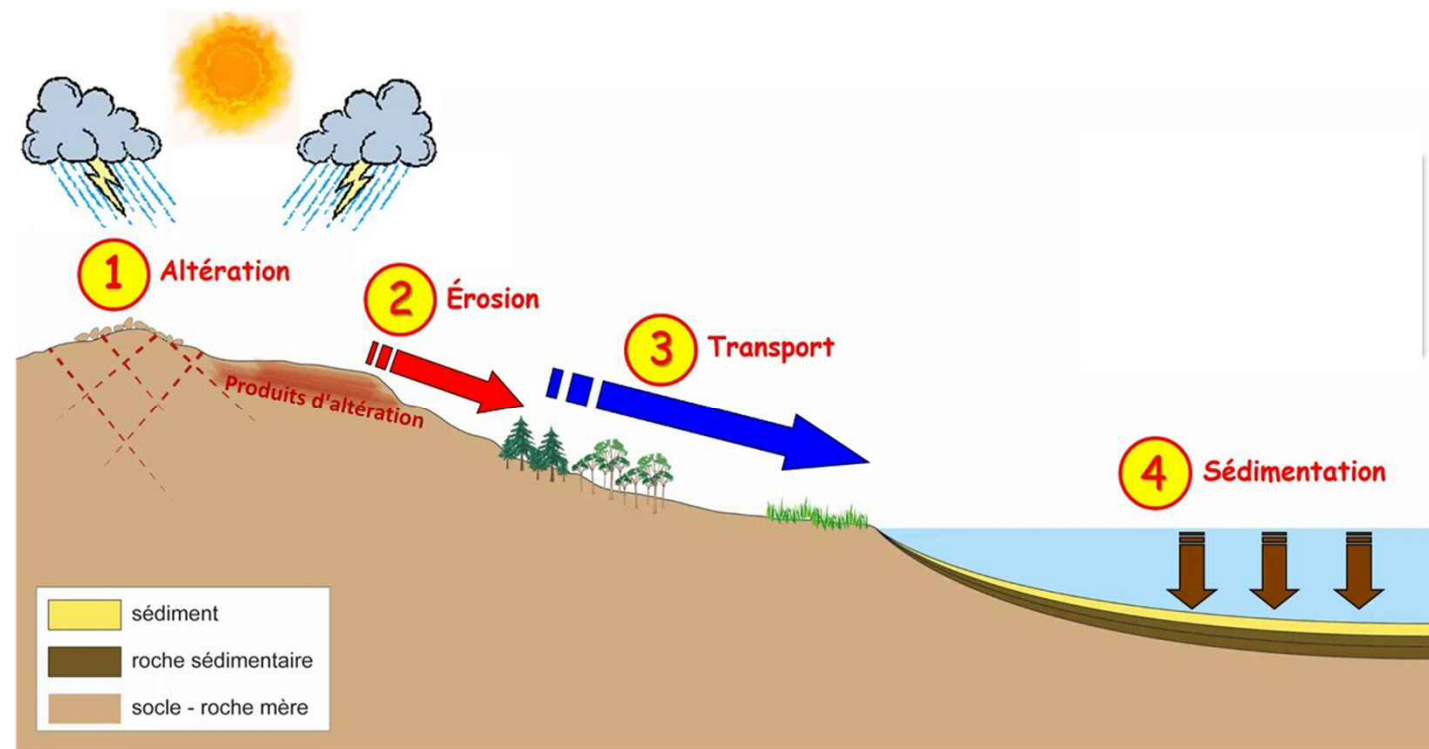
I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

L'altération est l'ensemble des modifications chimiques et physiques qui affectent les sédiments et les roches exposés à l'atmosphère, à l'hydrosphère et à la biosphère. Elle est une des composantes de l'érosion, qui comprend également la destruction mécanique des roches.

On distingue plusieurs mécanismes de mobilisation qui fonctionnent simultanément ou successivement dans la plupart des cas. Mais en un point donné et sous des conditions déterminées, l'un de ces mécanismes l'emporte sur l'autre:

- La désagrégation mécanique
- L'altération chimique
- L'altération biologique

L'altération a généralement pour effet de rendre les roches moins cohérentes, ce qui facilite leur désintégration par l'érosion.



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

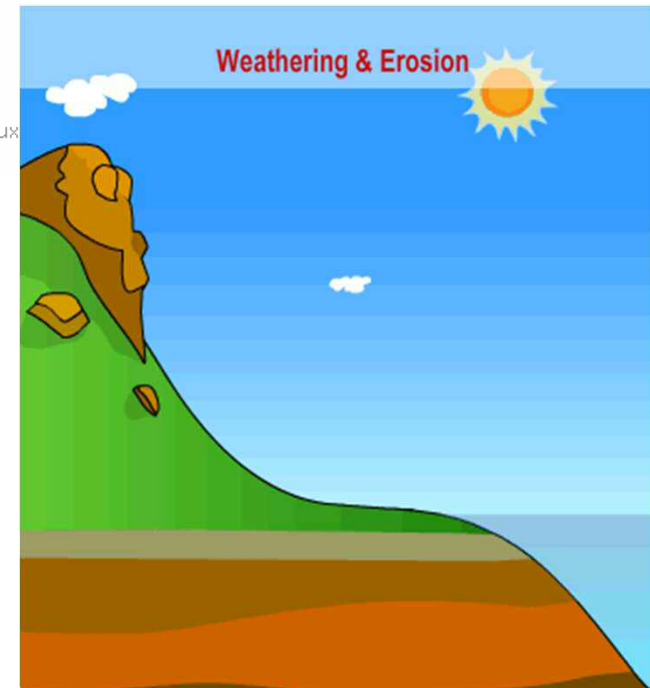
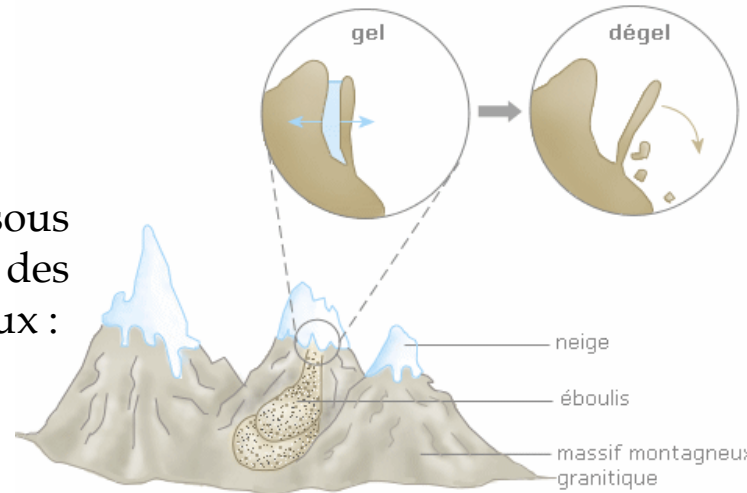
I. 1 La désagrégation mécanique

La désagrégation mécanique se produit sous l'action d'une force physique qui arrache des morceaux de roche plus ou moins volumineux :

éclatement dû au gel ou à la chaleur ;

usure par frottement : glacier, écoulement d'eau ou vent ; ce sont les débris charriés par ces facteurs (rochers, graviers, quartz ou sable) qui sont efficaces dans le processus d'érosion.

L'érosion mécanique est particulièrement active dans les milieux froids (gels et dégels) et/ou arides.

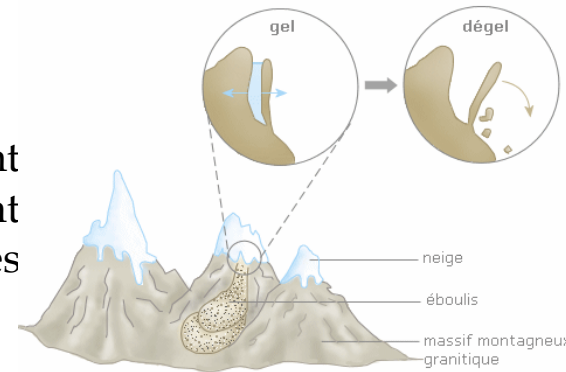


Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

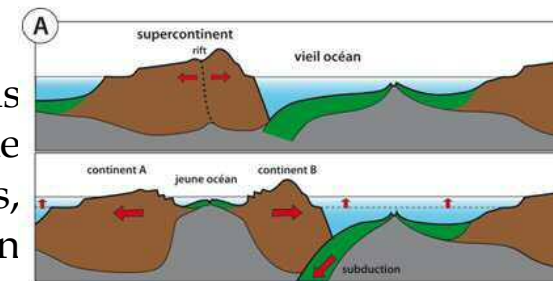
I. 1 La désagrégation mécanique

a. Gel : Les alternances de gel-dégel, en climat suffisamment humide, fragmentent les roches (cryoclastie). L'eau en gelant augmente son volume de 9-10% et élargit progressivement les fractures.



b. Végétaux : Éclatement de la roche par les racines

c. Tectonique (microfractures) : L'altération dans ce cas progresse le long de plans de fracture (diaclasses) d'origine vraisemblablement tectonique, géométriquement ordonnés, plus ou moins horizontaux et verticaux. Cela donne un débit en boules avec une disposition plus "géométrique".



d. Dilatation thermique dans les régions désertiques

e. Abrasion (vent, sable, rivière turbulente...)



Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

Année universitaire 2017-2018

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

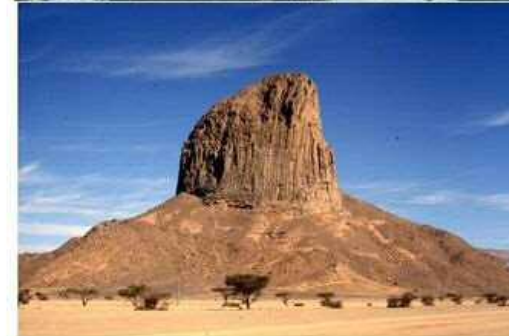
Altération PHYSIQUE

* **Le gel** : l'eau s'infiltre dans les fissures et produit un éclatement de la roche lorsqu'elle gèle (cryoclastie.)

« Geler à pierre fendre »



* **Les variations de températures**
(fortes différences entre jour / nuit)
ex : désert du Hoggar- sahara (thermoclastie)



* **les végétaux**: pénétration des racines dans les fissures qui disloquent la roches.

Angkor



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1 La désagrégation mécanique

La désagrégation mécanique conduit à la désagrégation des roches soit en débris mono-minéraux (ex : Quartz, Feldspaths,...) ou en débris poly-minéraux (fragment de roches) dont la taille est variable.

Cette désagrégation dépend d'une part des caractères liés aux roches elles-mêmes (nature pétrographique de la roche: grès, argiles, calcaires, marnes, granites..) et d'autre part de facteurs liés à l'environnement :

Climat (Température, Précipitations..)

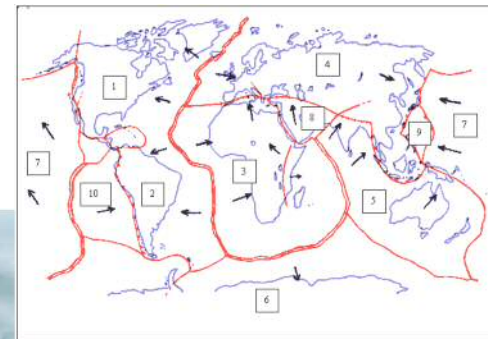


Végétation



Tectonique

La présence d'eau

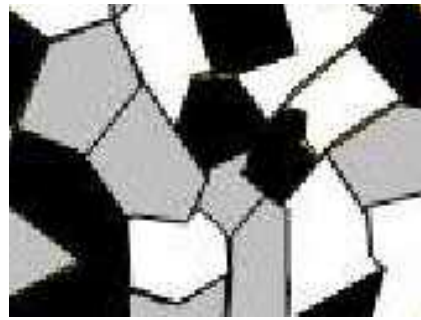


Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

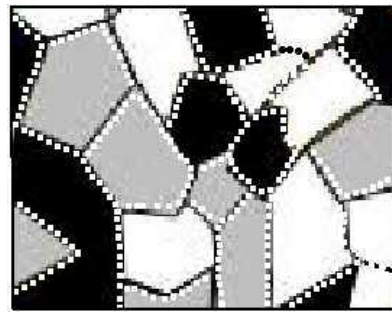
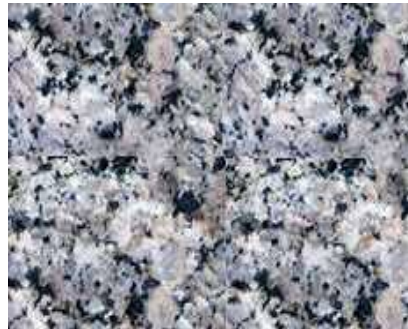
I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 1 La désagrégation mécanique: THERMOCLASTIE (effets des variations de la température)

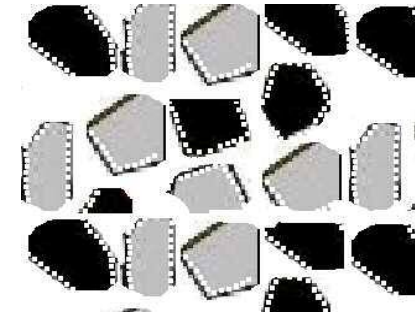
La THERMOCLASTIE (Thermo: Température, Klasis: rompre, briser) est l'action de la température (l'action du froid : gélifraction ou cryoclastie). les variations de température sont la cause de dilatation et contraction différentielle des minéraux. Il en résulte une désagrégation granulaire se manifestant par le détachement des croutes (desquamation ou exfoliation). Dans le désert, l'amplitude des variations de température journalière peut atteindre 50°C.



Granite sain



Granite altéré



Arène granitique



désagrégation
granulaire des
Granites

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 1 La désagrégation mécanique: THERMOCLASTIE (effets des variations de la température)

Desquamation ou exfoliation: Désagrégation en écailles d'une roche de structure fine.
Les variations importantes de la température conduisent à la dilatation et la contraction des parties superficielles de la roche qui se détachent en minces lames ou écailles comme une pelure d'oignon ;



Remarque : les parties superficielles de la roches subissent des grandes variations de température et donc de volume parce que les roches sont de mauvais conducteurs de chaleur



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 1 La désagrégation mécanique: effets de gel/dégel

Ce type de désagrégation caractérise les milieux où la température varie autour de 0°C (gel et dégel de l'eau) notamment les zones périglaciaires.

Quand la $T^{\circ} > 0^{\circ}\text{C}$  **Dégel**
eau liquide remplit les fissures de la roche

Quand la $T^{\circ} < 0^{\circ}\text{C}$  **Gel**

L'eau se transforme en glace en augmentant de volume et élargit les fissures de la roche

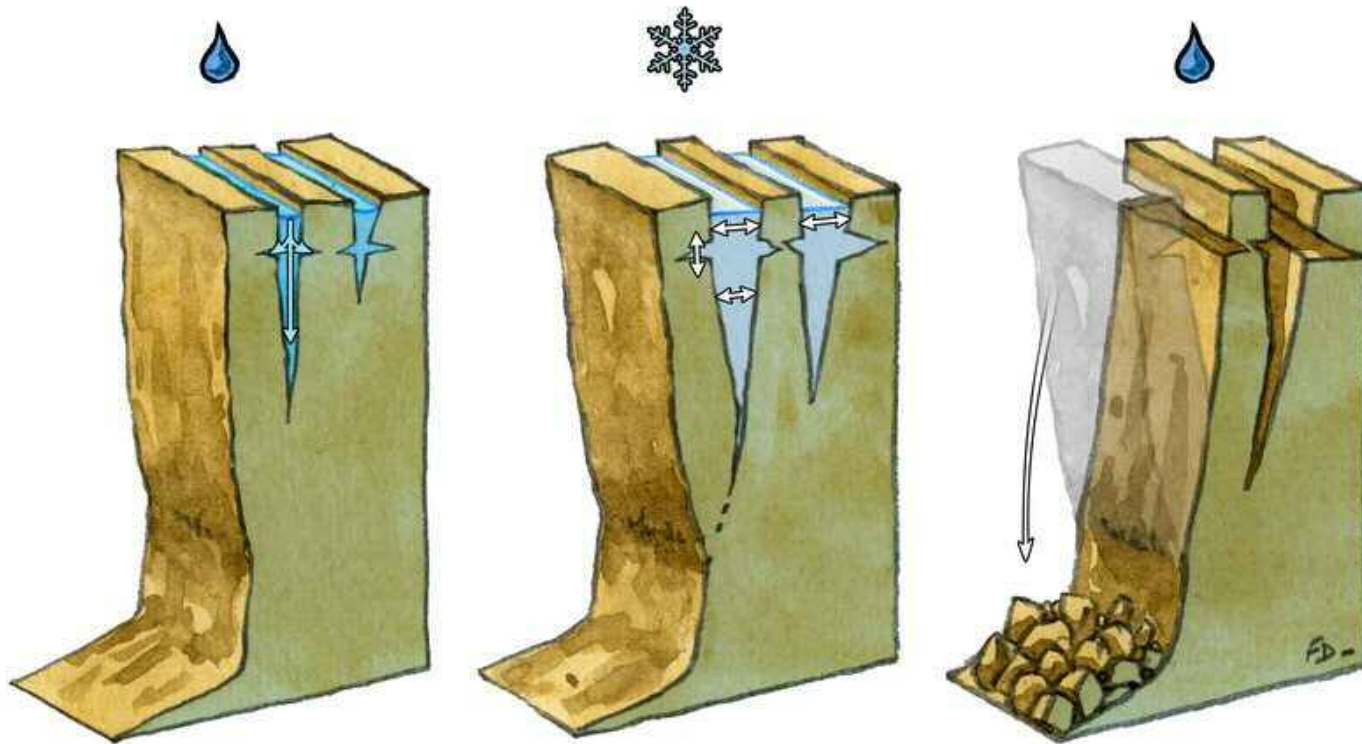
L'action répétée de **gel- dégel** entraîne la désagrégation de la roche c'est la Cryoclastie (Cryo: Glace, Klastis: briser)



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 1 La désagrégation mécanique: effets de gel/degel



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution



I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 2 La désagrégation mécanique: HYDROCLASTIE (effets de variations de la teneur en eau)

Ce type de désagrégation est un processus de météorisation mécanique conduisant à la fragmentation des roches ou minéraux par des variations cycliques de teneur en eau lors de phases de dessiccation et de l'humectation.

L'eau qui s'infiltre dans les fissures de la roche fait gonfler certains minéraux capables de l'absorber, tels les argiles.

Le volume de ces minéraux va varier en fonction de l'hygrométrie (l'humidité de l'air) entre les phases de forte absorption en saison des pluies (gonflement de 60 % pour la montmorillonite, par exemple) et de dessèchement en saison sèche.

Les tensions internes liées à ces variations de volume vont entraîner la fragmentation en squames ou pellicules

Formation de fentes de dessiccation (mud-cracks) sur les surfaces argileuses desséchées par l'évaporation de l'eau



Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

Année universitaire 2017-2018

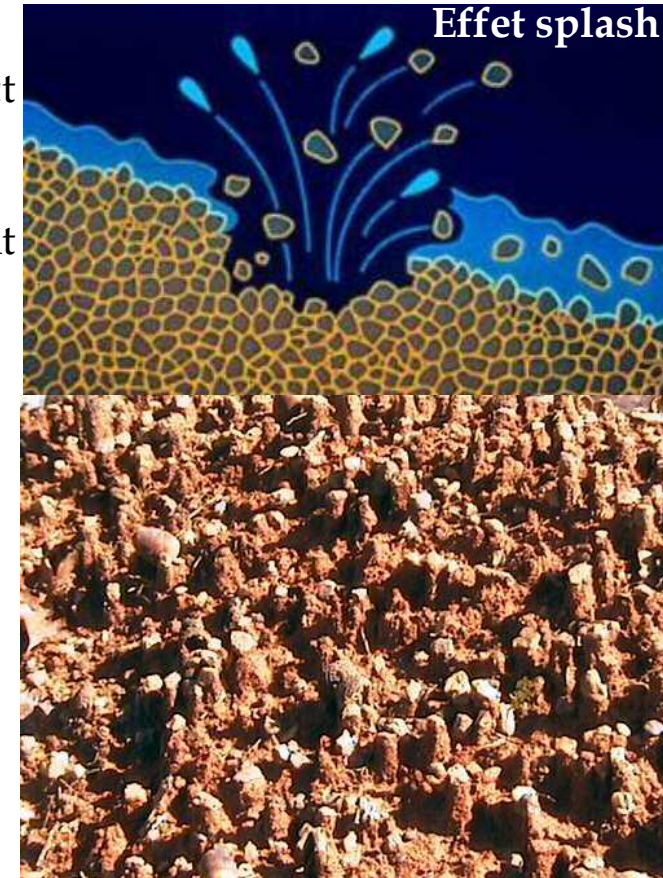
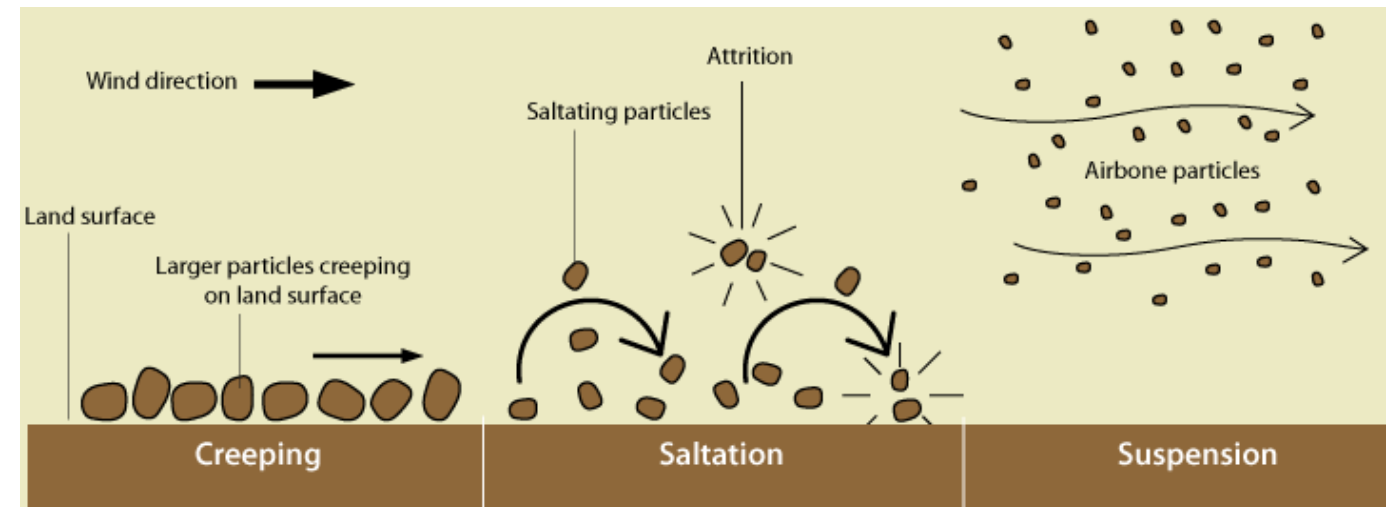
Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 2 La désagrégation mécanique: HYDROCLASTIE (effets de variations de la teneur en eau)

l'effet splash est un terme désignant l'érosion d'un sol nu provoquée par l'impact des gouttes d'eau.

la reptation (action de ramper ou creeping en anglais) désigne un lent mouvement des particules superficielles du sol vers le bas des versants ;



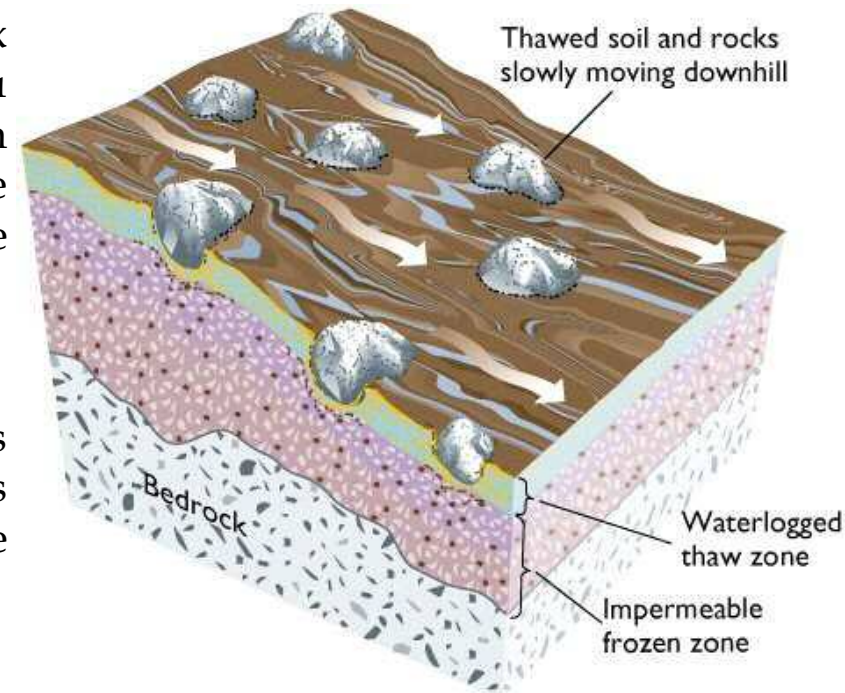
Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 2 La désagrégation mécanique: HYDROCLASTIE (effets de variations de la teneur en eau)

La solifluxion est la descente, sur un versant, de matériaux boueux ramollis par l'augmentation de leur teneur en eau liquide. Quand l'eau liquide provient du dégel on parle de gélifluxion. Pendant la saison chaude la couche en surface (ou couche active) se met à fondre et glisse littéralement sur la couche inférieure solidifiée par le gel à une vitesse de 0,5 à 1,5 cm par an.

Les dépôts en bas des pentes qui résultent de la solifluxion sont appelés colluvions. Contrairement à d'autres types de glissements de terrain tels que les coulées de boues après des pluies torrentielles ou les coulées de débris, le processus de solifluxion est graduel, voire imperceptible.



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 2 La désagrégation mécanique: HYDROCLASTIE (effets de variations de la teneur en eau)

Une partie de l'eau de pluie s'infiltré. Elle pénètre dans le sol puis dans les interstices des roches. Des processus biologiques et physico-chimiques se mettent en place. L'eau météorique n'étant pas neutre, elle développe des réactions et tensions au sein des roches, libérant des débris meubles par fragmentation ou décomposition. Le volume d'eau qui peut s'infiltrer est fonction de la perméabilité des substrats.



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 2 La désagrégation mécanique: HYDROCLASTIE (effets de variations de la teneur en eau)

Lapiés en terrains calcaires

surfaces calcaires creusées de cavités de dissolution par les eaux de ruissellement ou par les eaux de mer



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 2 La désagrégation mécanique: HYDROCLASTIE (effets de variations de la teneur en eau)

les Ravinements en terrain tendre(Bad Lands)



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution



I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 3 La désagrégation mécanique: effets du vent

L'érosion éolienne attaque les roches en enlevant des particules (déflation, abrasion) ou en polissant la surface. Elle est d'autant plus efficace que les obstacles sont inexistants et que le vent est puissant, régulier et chargé de poussières.

Les particules transportées par le vent ont tendance à se déposer au contact d'un obstacle (relief ou végétation) ou bien si la vitesse du vent diminue.

La différence de vitesse entre la base et le sommet des particules provoque leur aspiration vers le haut. Les particules les plus légères s'élèvent à la verticale jusqu'à ce que le gradient de vitesse ne les porte plus. Elles retombent alors, poussées par le vent, suivant une trajectoire subhorizontale. En retombant, ces grains de sable transmettent leur énergie à d'autres grains de sable (comme dans un jeu de boules) ou dégradent les agrégats limono-argileux en dégageant de la poussière.



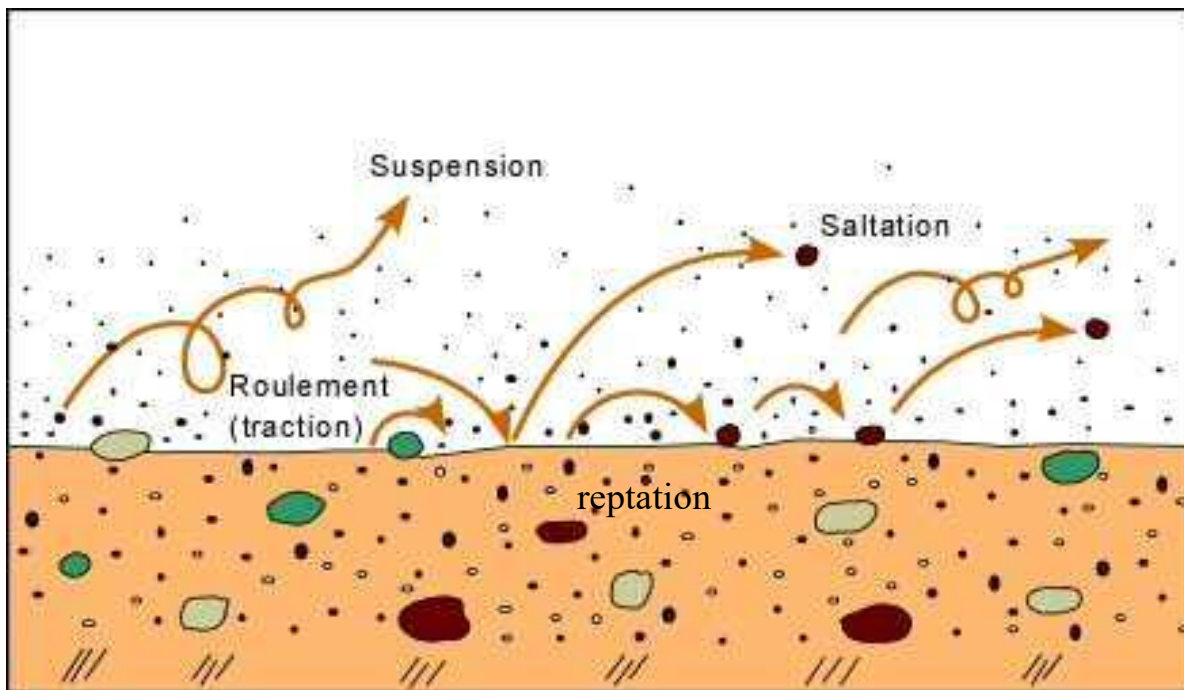
Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

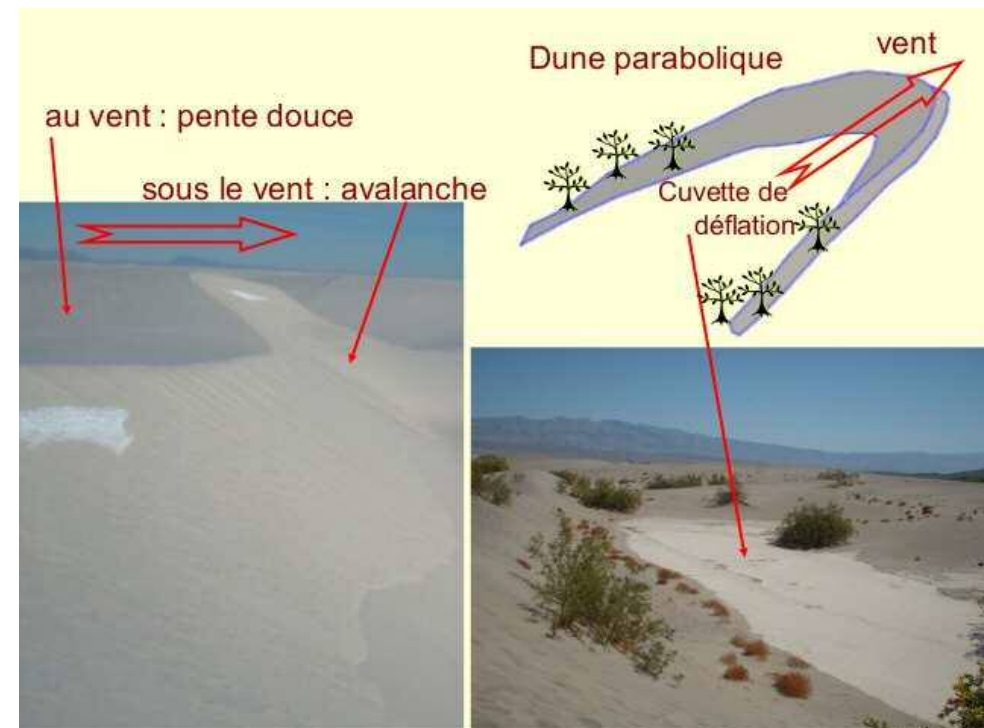
I. 1. 3 La désagrégation mécanique: effets du vent

L'érosion éolienne attaque les roches en enlevant des particules (déflation, abrasion) ou en polissant la surface. Elle est d'autant plus efficace que les obstacles sont inexistantes et que le vent est puissant, régulier et chargé de poussières.

Sur le terrain, on peut observer trois processus essentiels, lorsque la vitesse du vent dépasse 15 à 25 km/heure (ou 4 à 7 m/sec.) selon la turbulence de l'air: Saltation, déflation, reptation



Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan



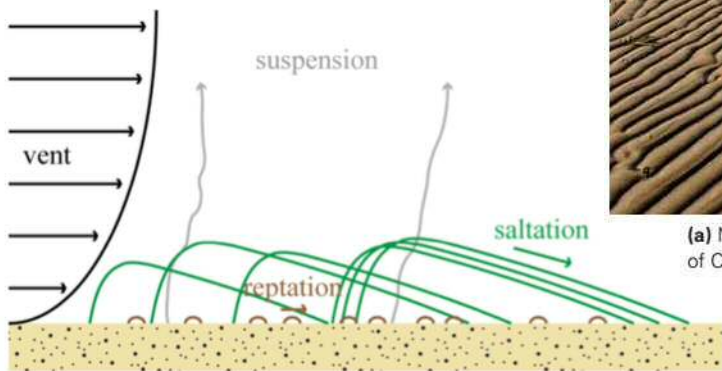
Année universitaire 2017-2018

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 3 La désagrégation mécanique: effets du vent; saltation

La saltation de sables fins (0,1 à 0,5 mm): ce sont les nappes de sable soulevées par vent violent qui circulent sur plusieurs dizaines de mètres sur des surfaces lisses et laissent au sol des nappes de sables ridées (ripple-marks) ou des petites buttes de sable piégées dans les touffes de végétation.



(a) Modern ripples exposed at low tide along a sandy beach on the shore of Cape Cod, Massachusetts.



(b) These 145-million-year-old ripples are preserved on a tilted bed of solid sandstone at Dinosaur Ridge, Colorado.

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

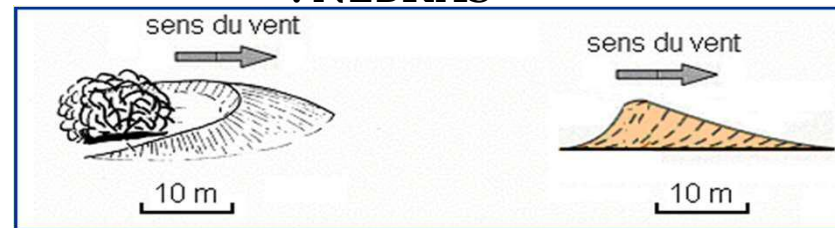
I. 1. 3 La désagrégation mécanique: effets du vent; saltation

Dunes = accumulation de sable de quelques dizaines à quelques centaines de mètres ; on en distingue plusieurs types

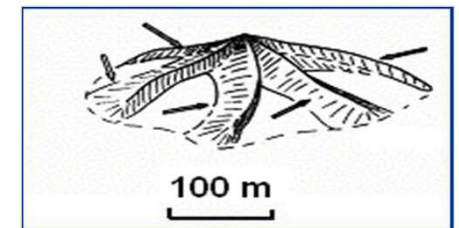
Dunes simples: BARKHANES



Dunes formées derrière un obstacle : NEBKAS



Dunes en étoile

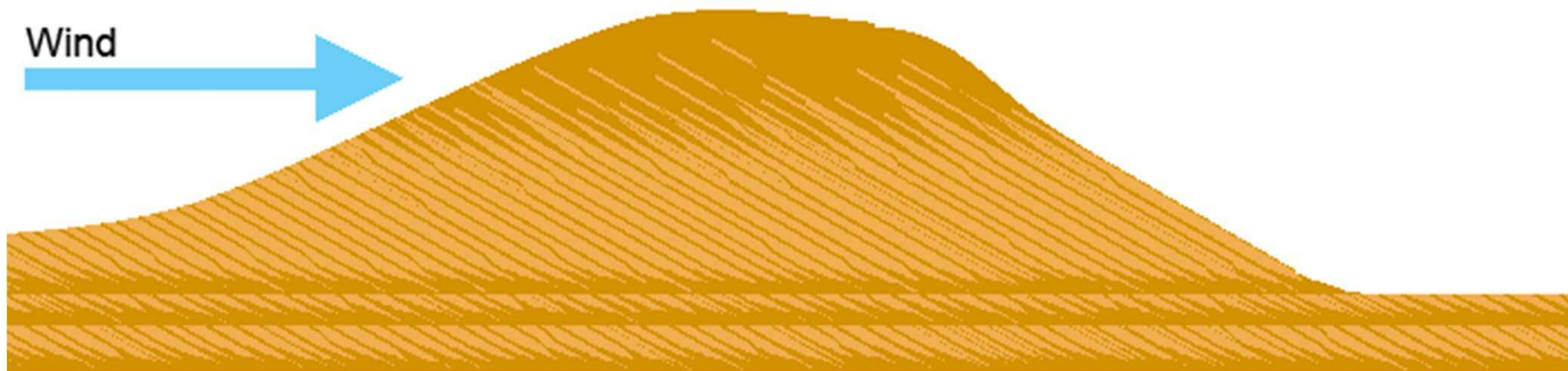


Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 3 La désagrégation mécanique: effets du vent; saltation

Dunes = accumulation de sable de quelques dizaines à quelques centaines de mètres ; on en distingue plusieurs types

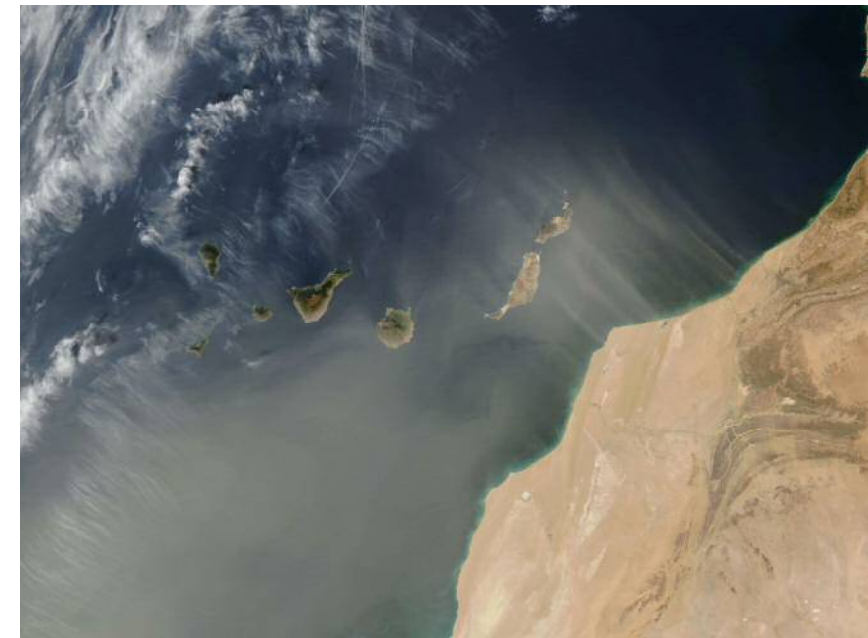
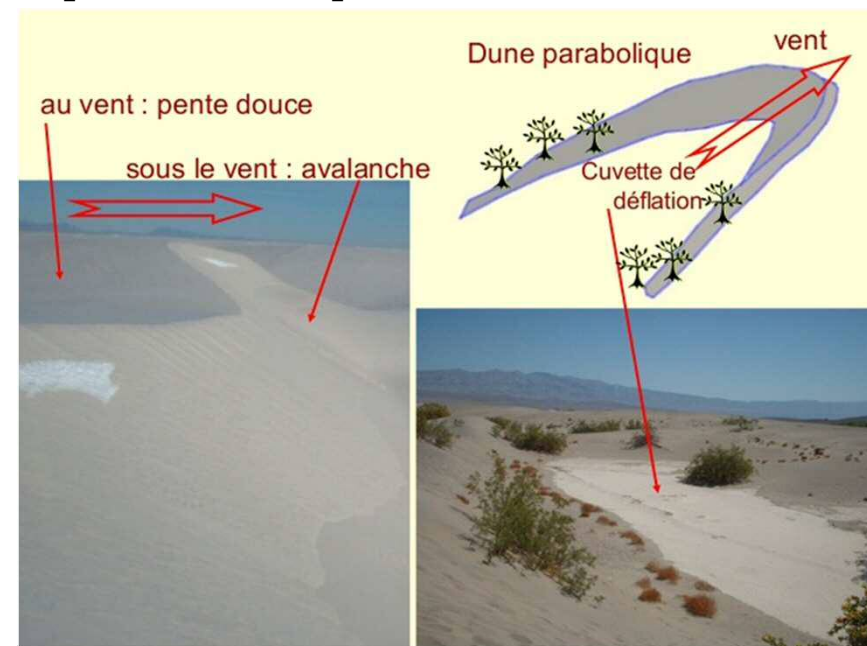


Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 3 La désagrégation mécanique: effets du vent; déflation

La déflation entraîne le départ en suspension des particules légères du sol (argiles, limons et matières organiques). Ces poussières sont aspirées par les tourbillons jusqu'à plusieurs milliers de mètres d'altitude pour être ensuite dispersées sous forme de brume sèche ou pour circuler sous forme de nuage sur plusieurs milliers de kilomètres. Ce sont les limons éolisés, arrachés aux steppes périglaciaires qui ont formé les loess; ce sont les poussières du Sahara qui se déposent à Montpellier trois fois l'an et à Paris une à deux fois par an et même en Amérique de sud.



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 3 La désagrégation mécanique: effets du vent; reptation

Les grains de sable (0,5 à 2 mm), trop lourds pour être aspirés en altitude, sont déséquilibrés par le vent, roulés et traînés à la surface du sol jusqu'en haut des dunes qui progressent ainsi de quelques mètres par heure de vent violent.

Les facteurs modifiant l'importance de l'érosion éolienne sont: l'aridité du climat;

la texture des sols (limono-sableux, argileux, à sable grossier et à gravier) ;

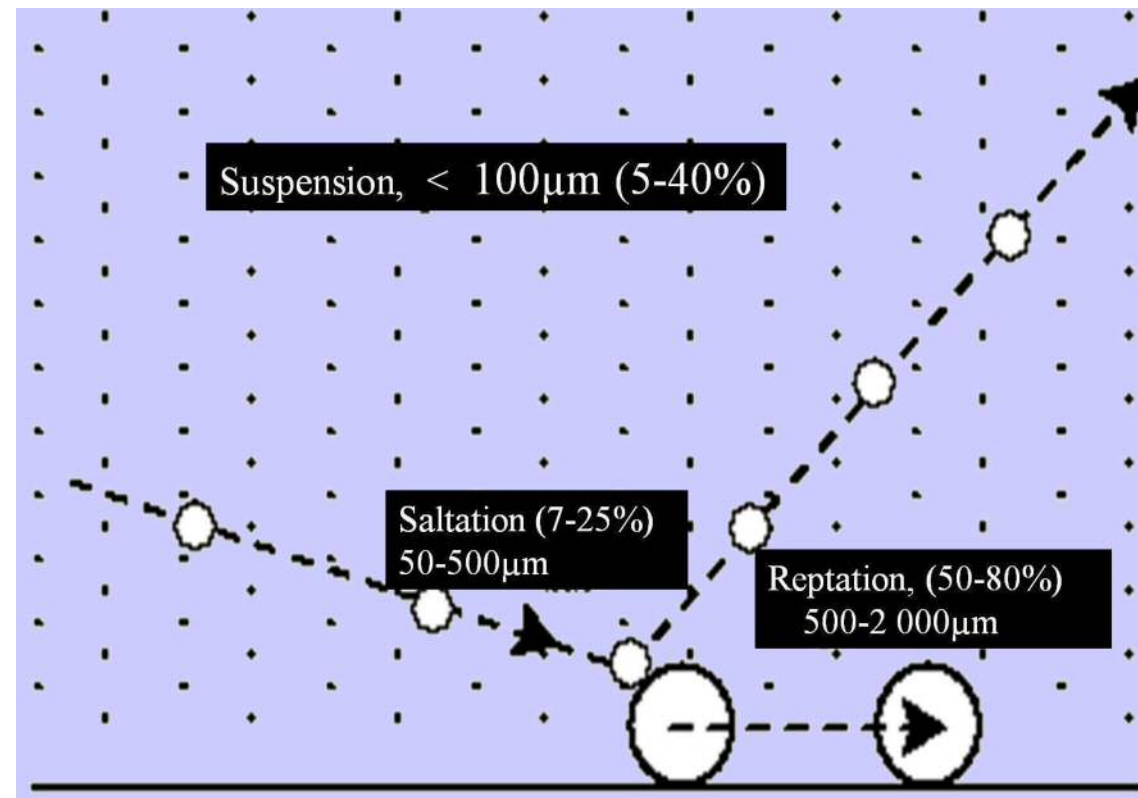
la structure des sols (les matières organiques, le fer, l'alumine libre, et le calcaire fragilisent les sols) ;

l'état de la surface des sols (sols caillouteux réduisent les risques d'érosion éolienne) ;

la végétation (les chaumes et les résidus de culture réduisent la vitesse du vent au ras du sol) ;

enfin, l'humidité du sol (augmente la cohésion des sables et des limons).

Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan



Année universitaire 2017-2018

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 4 La désagrégation mécanique: CRYOCLASTIE (effets de la glace)

Un glacier est une accumulation de glace issue de la transformation de la neige par tassement et recristallisation . Lorsque les températures moyennes d'une région se situent sous 0°C , les précipitations se font le plus souvent sous forme de neige et surtout les fontes ne sont pas suffisantes pour empêcher qu'il n'y ait accumulation de neige et de glace. Les glaciers ne se rencontrent donc que dans les régions à neige persistante et où le bilan global précipitations/fonte est positif



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

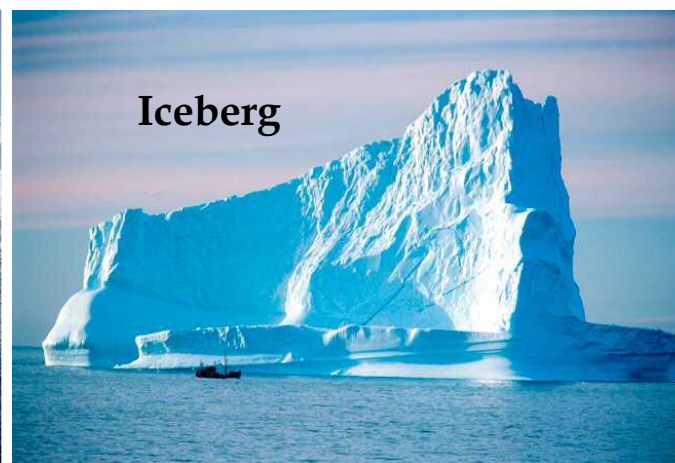
I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 4 La désagrégation mécanique: CRYOCLASTIE (effets de la glace)

On reconnaît deux grandes zones d'accumulation des glaces : les régions polaires et les régions de hautes altitudes.
On aura conséquemment deux grands groupes de glaciers :

- les calottes polaires ou INLANDSIS
- les glaciers alpins ou de montagnes.

On estime que ces glaciers couvrent actuellement environs 10 % de la surface continentale ; la calotte polaire de l'Antarctique est la plus grande et la plus épaisse : à son centre, la glace atteint une épaisseur de 4000 m ; l'autre calotte polaire est celle du Groenland.



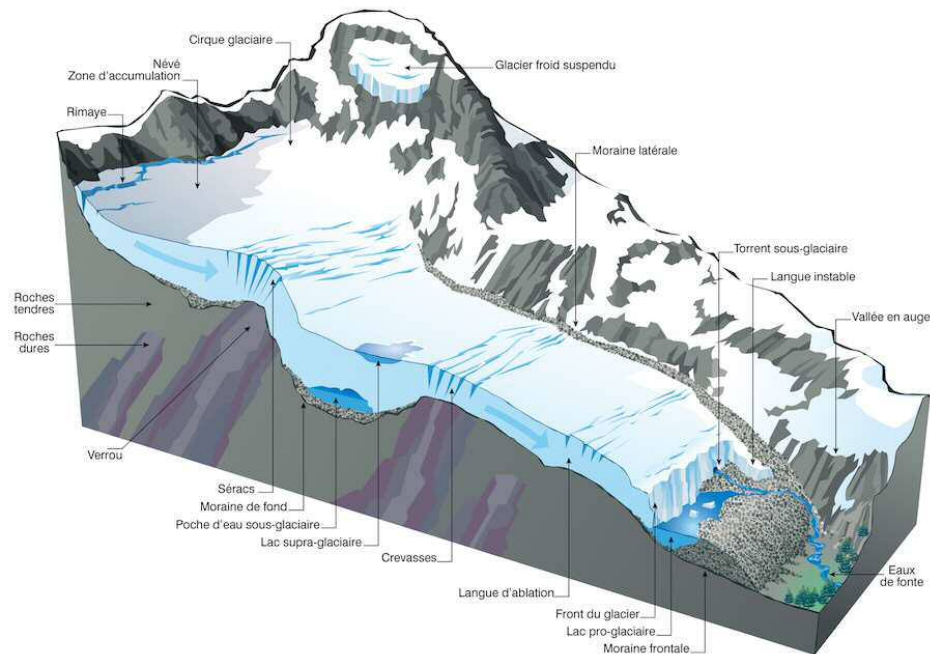
Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 4 La désagrégation mécanique: CRYOCLASTIE (effets de la glace)

On reconnaît deux grandes zones d'accumulation des glaces : les régions polaires et les régions de hautes altitudes.
On aura conséquemment deux grands groupes de glaciers :

- les calottes polaires ou INLANDSIS
- les glaciers alpins ou de montagnes.



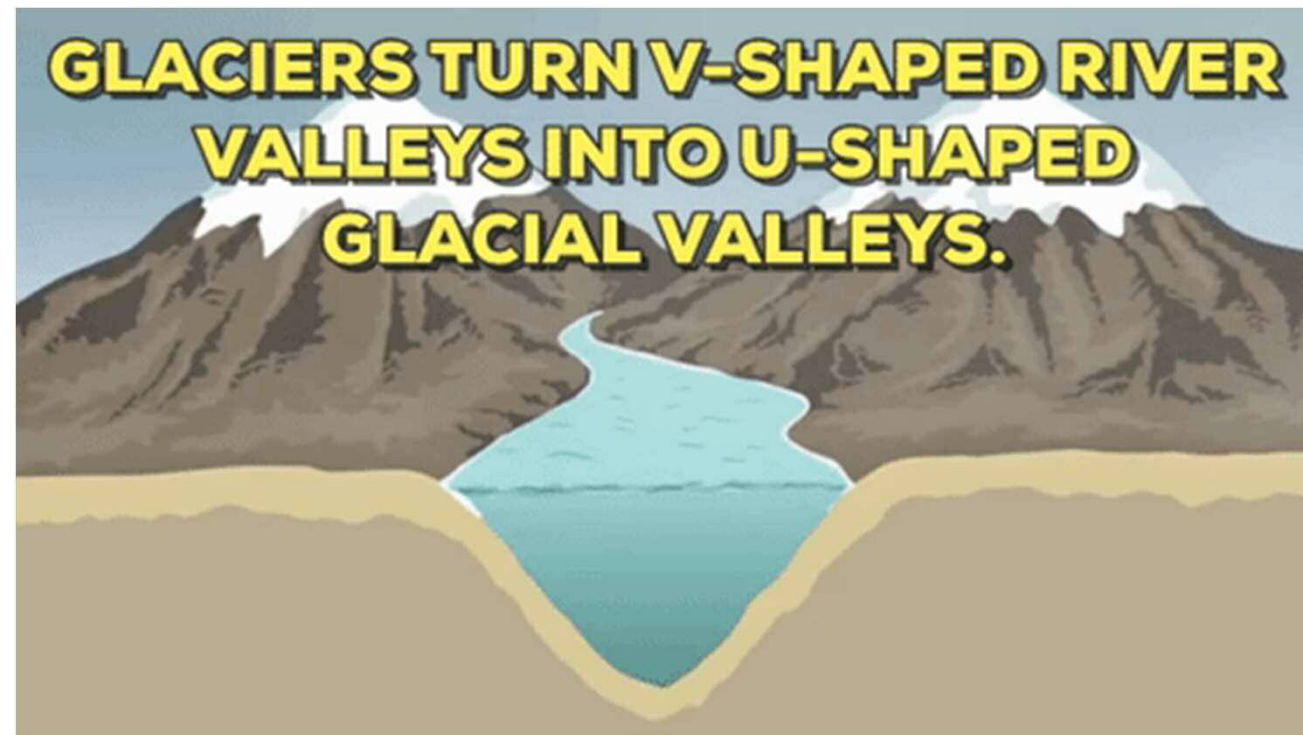
Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

Année universitaire 2017-2018

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 1. 4 La désagrégation mécanique: CRYOCLASTIE (effets de la glace)



Le glacier forme une importante masse qui se déplace d'environ 150 à 180 mètres par an agit sur la roche comme un bulldozer et progressivement vont se creuser des vallées de forme caractéristiques en U (ou en auge).

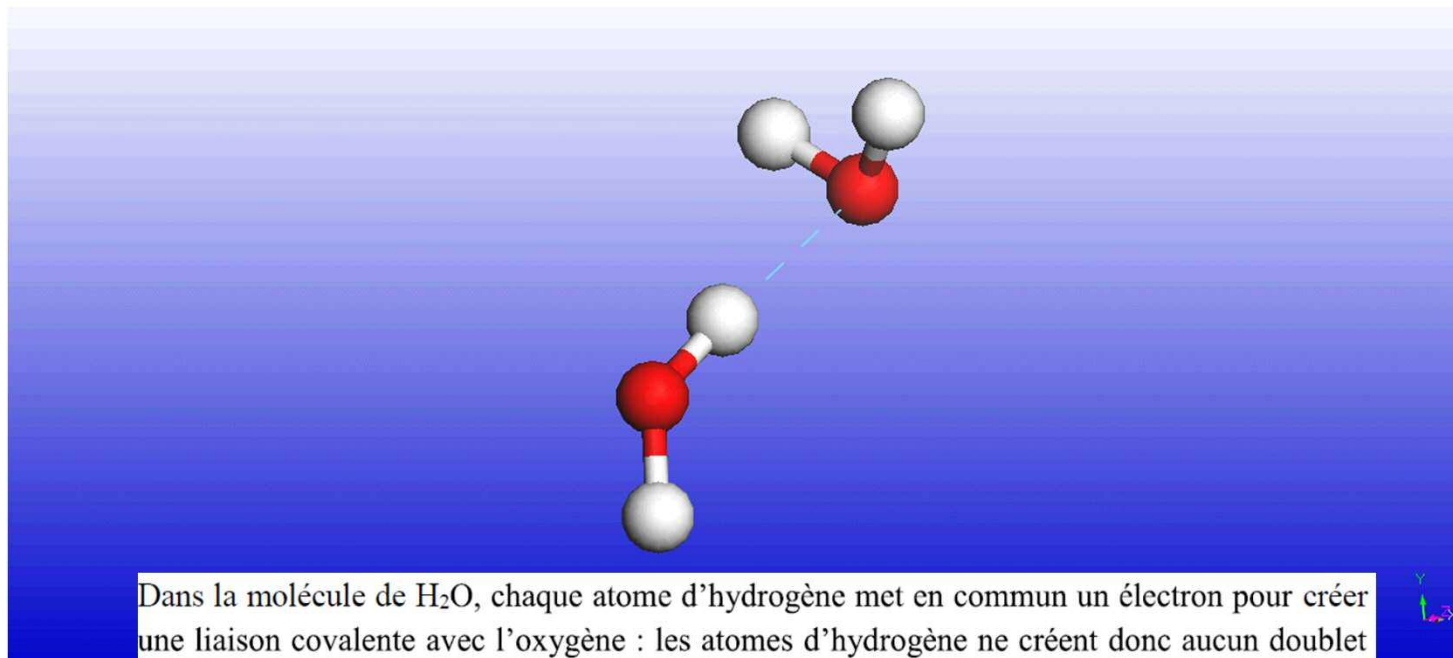
Après la fonte des glaces, on aura un paysage de ces vallées en U, de pics et d'arêtes délimitant des vallées suspendues

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2 L'altération chimique

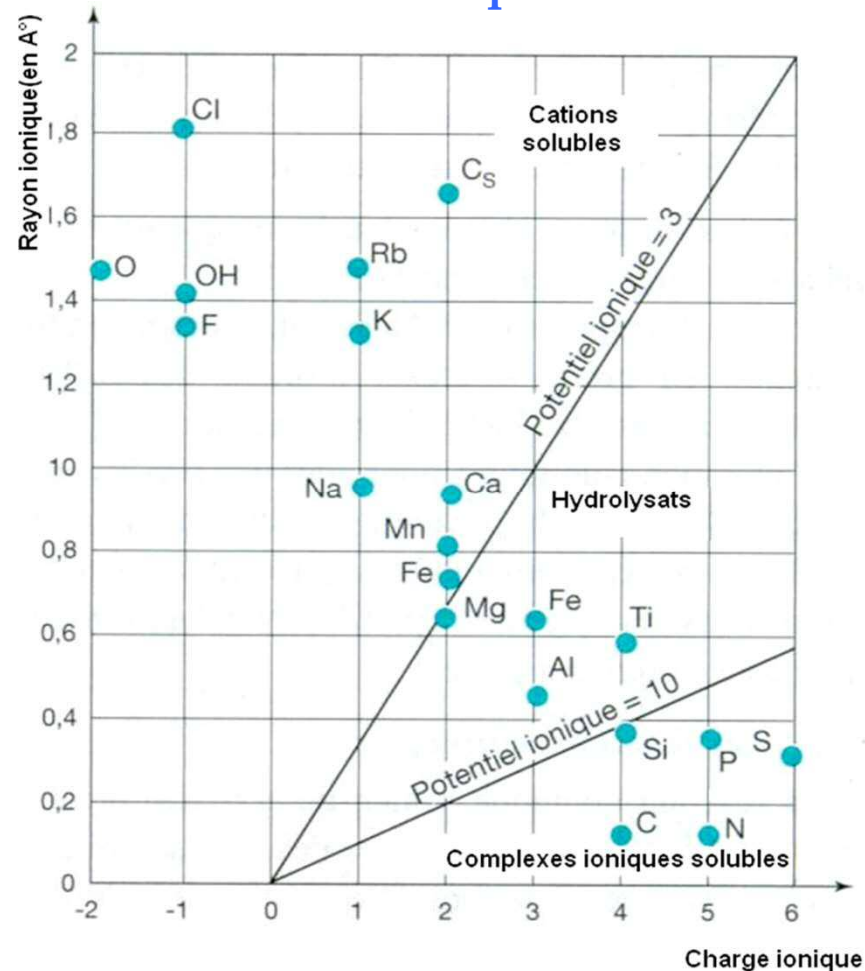
L'agent principal d'altération est l'eau qui se comporte, à l'état pur, comme un dipôle dont la force d'attraction vis à vis d'un ion détermine sa solubilité; cette force d'attraction dépend du Potentiel Ionique de l'ion $PI = Z/R$ où Z = charge ionique ; R = rayon ionique



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2 L'altération chimique



En fait, et ceci est fondamental, les liaisons covalentes O-H ne sont pas symétriques car l'oxygène attire beaucoup plus à lui les électrons que l'hydrogène.

La classification établie par GOLDSCHMIDT distingue 3 groupes d'ions d'après la valeur du potentiel ionique (PI)

- oxyanions solubles, anions complexes avec oxygène ($Z/r > 10$)
- Hydrolysats, hydroxydes insolubles ($3 < Z/r < 10$)
- cations solubles ou cations basiques ($Z/r < 3$)

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

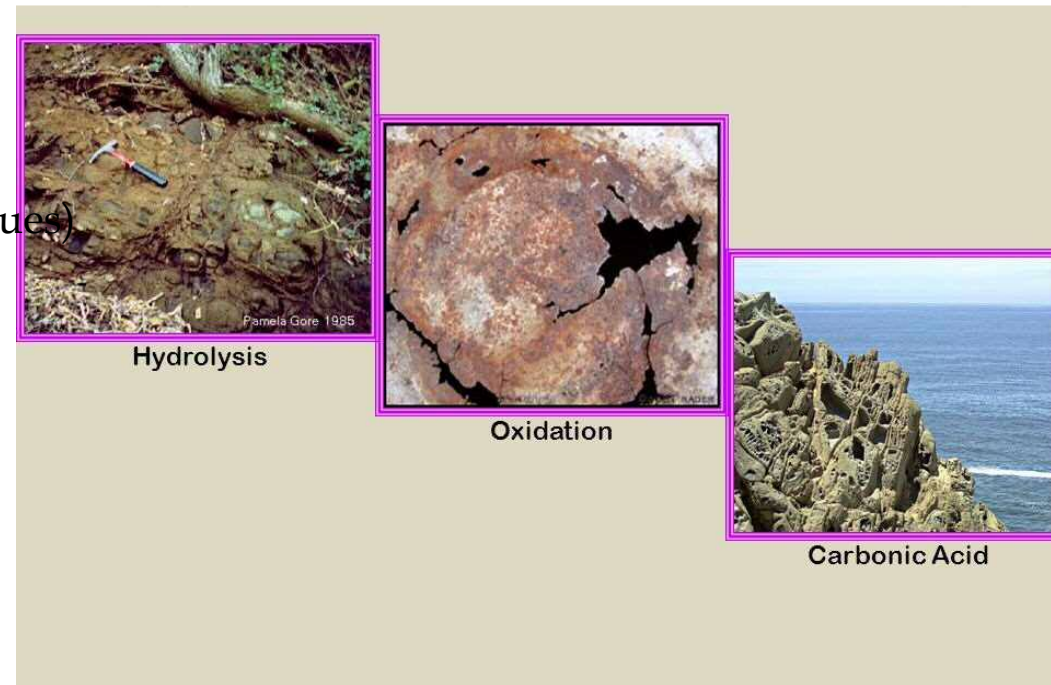
I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2 L'altération chimique

Les différents types d'altération chimique

Les processus d'altération chimique sont essentiellement dus aux eaux, et ils peuvent se résumer principalement aux réactions ci-dessous:

- L'hydrolyse (silicates)
- L'oxydation et la réduction (minéraux avec cations métalliques)
- L'hydratation et la déshydratation (diverses)
- La dissolution (carbonates, sels)



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 1 L'altération chimique: Hydrolyse

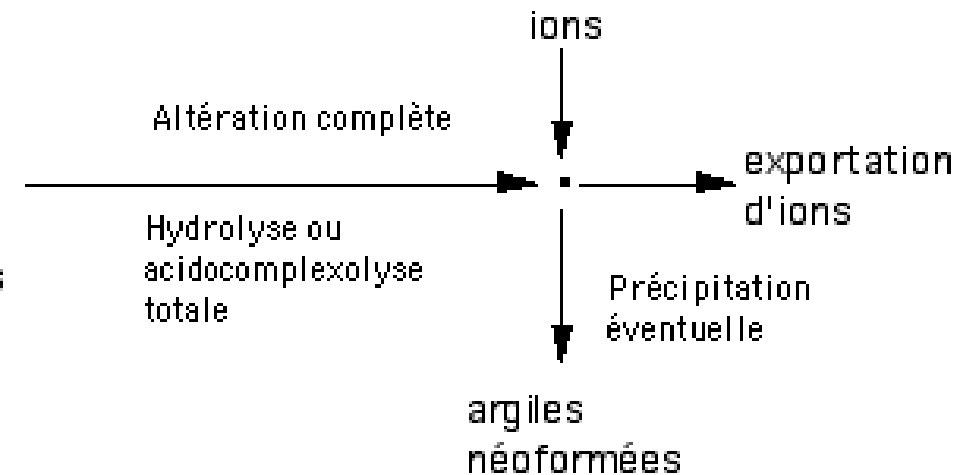
C'est la réaction d'un ion de minéral avec un ion d'eau qui cause la décomposition de la surface de la roche. Lors de l'hydrolyse un H^+ ou OH^- remplace un ion dans la minérale et ils forment

- une argile 2:1 : phyllite 2/1 ou T.O.T. (1 couche d'octaèdres, insérée entre deux couches de tétraèdres) avec $Si/Al = 2$, cette réaction est soldée ions potassium dans la solution: biSiAltitisation ;
- une argile 1 :1: phyllites 1/1 ou T.O. (1 couche d'octaèdres et 1 couche de tétraèdres) avec $Si/Al = 2$, cette réaction est soldée en plus par le lessivage d'ions et d'acide silicique: monoSiAltitisation



Ici l'eau (Hydro)
a réagi aux
minéraux
comme le
feldspath pour
former de l'argile

argiles
ou
autres
silicates



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 1 L'altération chimique: Hydrolyse



+



Feldspath + H₂O = falaise d'argile

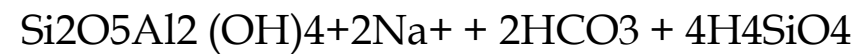
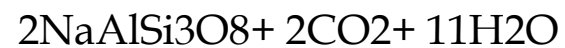
Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 1 L'altération chimique: Hydrolyse

L'hydrolyse consiste en la destruction par les ions H^+ libres de l'eau agissant comme un acide faible et la transformant des roches cristallines en silicates hydratés (argiles).

L'hydrolyse incomplète réalisée dans les milieux tempérés donne naissance à des argiles dites héritées (Illites, montmorillonites, chlorites et vermiculites). Elle est provoquée par la réaction de l'acide carbonique sur les minéraux riches en cations:



Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

Année universitaire 2017-2018

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 1 L'altération chimique: Hydrolyse

Caractérisation géochimique et cristalochimie des mécanismes d'altération de nature hydrolytique

Degré d'hydrolyse	Hydrolyse Totale	Hydrolyse partielle	
Bilan global	Désilification et désalcalinisation totales	Désilification et désalcalinisation incomplètes	
Processus général	<i>Allitisation</i>	<i>Siallisation</i>	
Constituants néoformés : Si/Al	<i>Hydroxydes d'aluminium</i>	<i>Phyllites 1/1</i>	<i>Phyllites 2/1</i>
Exemple	Gibbsite	Kaolonite	Montmorillonite
Formule structurale	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Si}_2 \text{O}_5 \text{Al}_2 (\text{OH})_4$	$(\text{Na}, \text{Ca})_{0,3}(\text{Al})_2 \text{Si}_4 \text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Processus cristalochimique	<i>Allitisation</i>	<i>Monosiallisation</i>	<i>Bisiallisations</i>

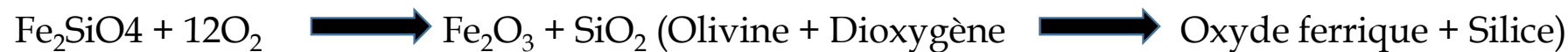
Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution



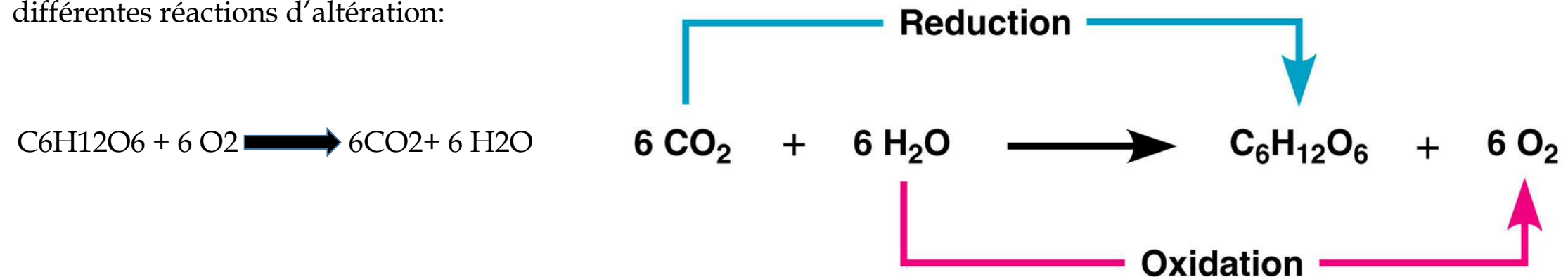
I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 2 L'altération chimique: Oxydation

Les oxydations intéressent surtout 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 (MnO_2) et la manganite ($\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) comme principaux produits d'oxydation :



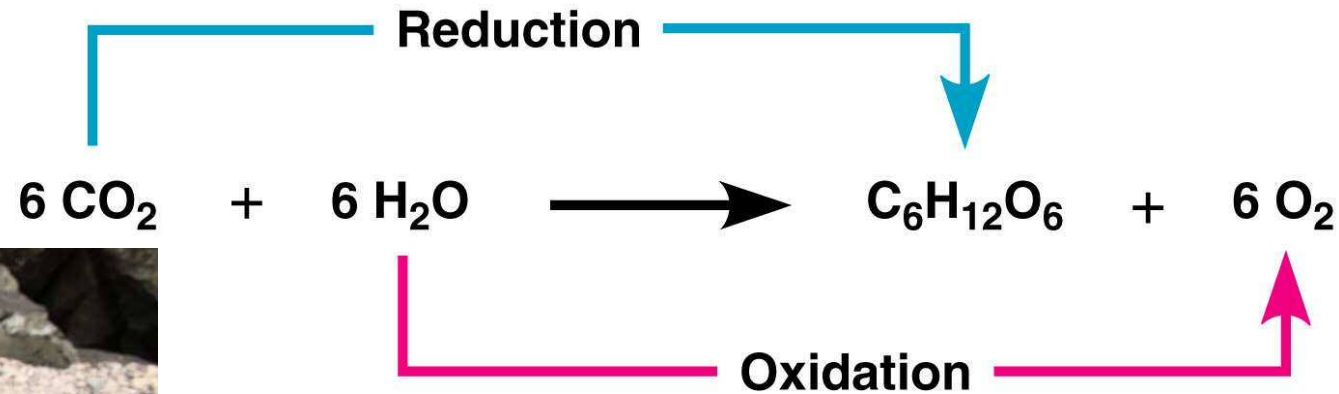
Les réactions d'oxydation impliquant la matière organique produisent de l'eau et du CO_2 , lui-même impliqué dans différentes réactions d'altération:



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 2 L'altération chimique: Oxydation



Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 2 L'altération chimique: Oxydation



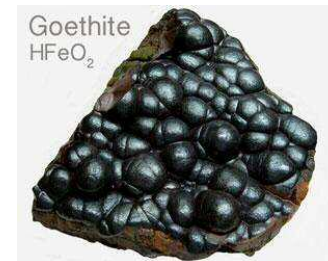
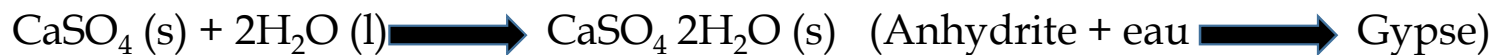
Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

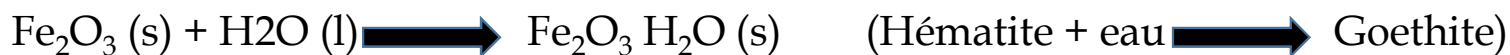
I. 2. 3 L'altération chimique: hydratation et déshydratation

Hydratation est un processus concernant les roches composées d'éléments susceptibles de fixer la molécule d'eau comme

- Les schistes qui donnent des argiles, anhydrite du gypse:



- l'hématite qui s'hydrate en goethites:



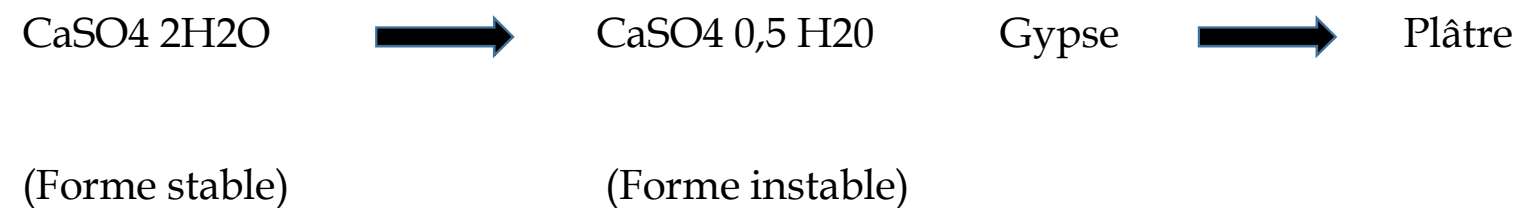
Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 3 L'altération chimique: hydratation et déshydratation

Déshydratation se produit lorsqu'un sédiment est asséché: il y a durcissement et modification de ses propriétés physiques

Comme par exemple le cas de plâtre:



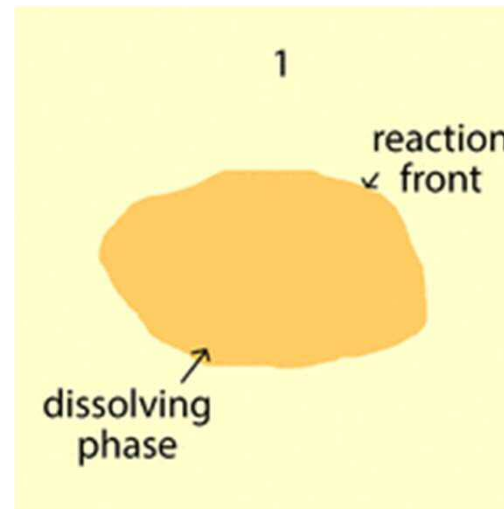
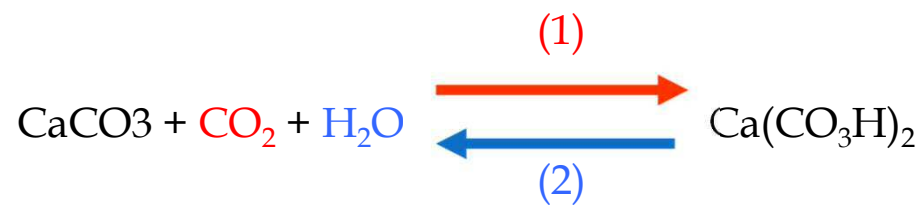
Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 4 L'altération chimique: la dissolution/précipitation

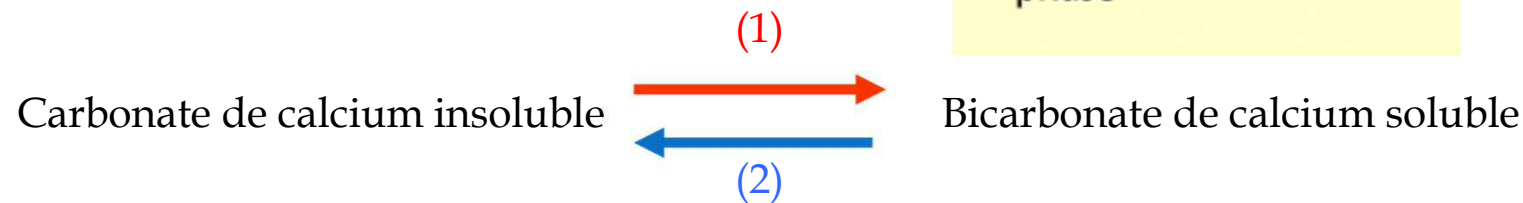
La dissolution est un processus qui se fait par l'action des substances chimiques contenues dans les eaux naturelles.

Dissolution des roches Carbonatées par H₂O et le CO₂



(1) Dissolution des Carbonates

(2) Précipitation des carbonates



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

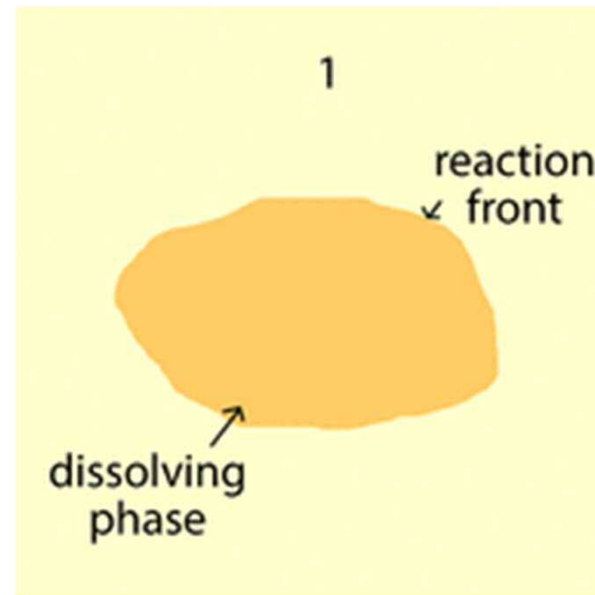


I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 4 L'altération chimique: la dissolution/précipitation

La dissolution des carbonates (décarbonatation) est le produit des calcaires et dolomies sous l'action du CO_2 dissous dans l'eau. La dissolution des carbonates est d'autant plus forte que l'eau est riche en CO_2 , cette teneur en CO_2 est fonction de la température et de la pression.

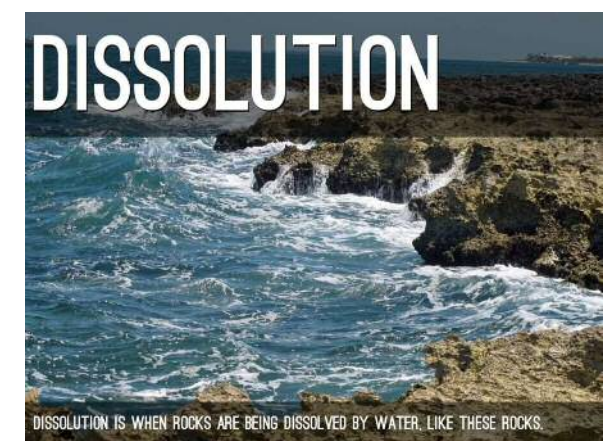
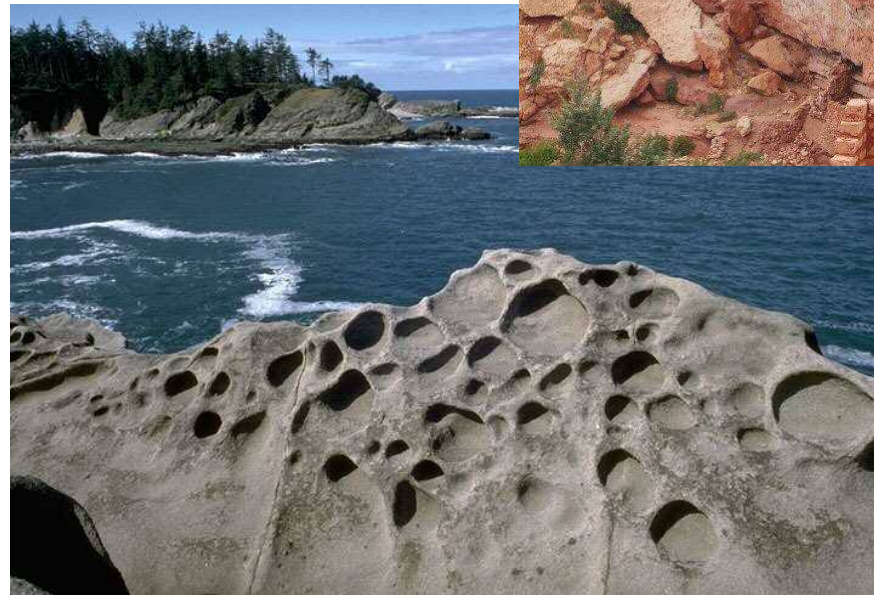
La précipitation des carbonates intervient quand la Pression diminue brutalement, ce phénomène est connu, à l'état naturel, dans les grottes, les cascades et à la sortie des sources



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 4 L'altération chimique: la dissolution/précipitation



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 4 L'altération chimique: la dissolution/précipitation



Stalactites, stalagmites et colonnes au niveau des grottes où précipitent les carbonates

Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

Cascades ou chutes d'eau où précipitent les travertins



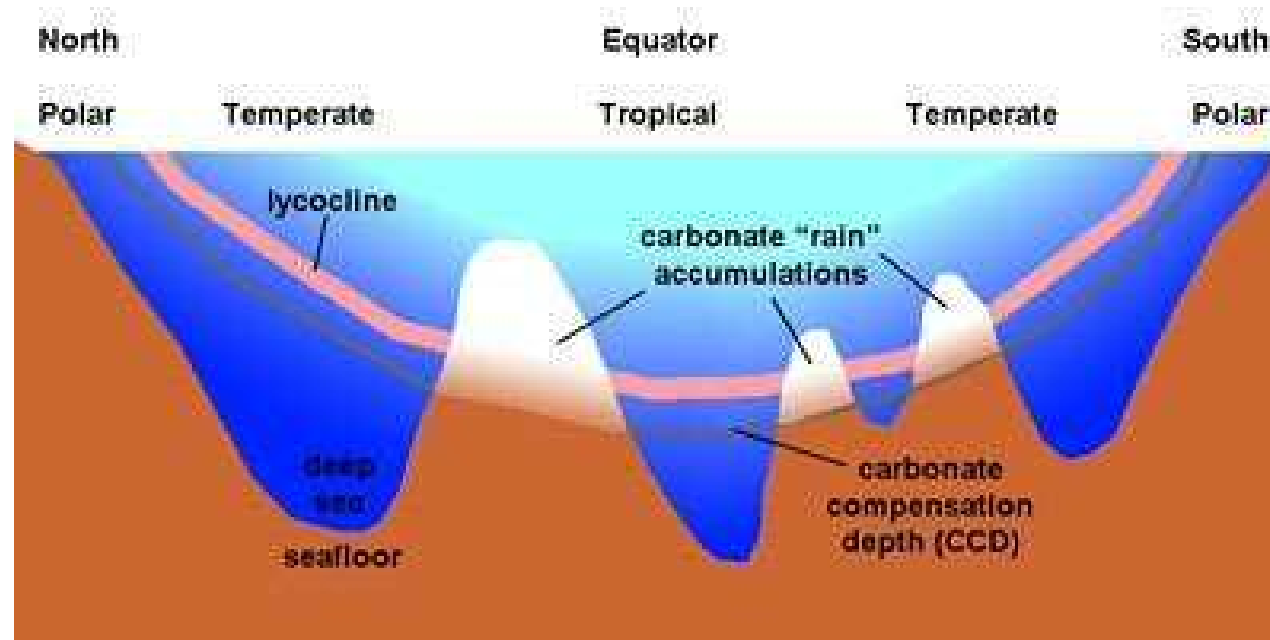
Année universitaire 2017-2018

Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 2. 4 L'altération chimique: la dissolution/précipitation

En dessous d'une certaine profondeur sous l'eau (4500m), la pression hydro-statique est tellement très importante pour empêcher la précipitation des carbonates; cette profondeur correspond à la CCD (Carbonate Compensation Depth); niveau(ou profondeur) de compensation des carbonates.



Cycle des roches sédimentaires: Altération/Dissolution

I- Phase de Mobilisation: Altération, dissolution et transformation de la roche mère en éléments transportables.

I. 3 L'altération biologique

L'altération biologique consiste en l'action des organismes sur les roches sédimentaire en les détruisant et transformant.

Creusement de terriers par les taupes



Destruction des roches par les racines



Creusement de galeries souterraines par les fourmis



Labour de la roche meuble par les lombrics



forage des roches consolidées par des organismes lithophages ; ex. certains mollusques

Cycle des roches sédimentaires

L'altération mécanique

la désagrégation mécanique domine :

Sous climat à fortes variations de la température

Quand la végétation est rare ou absente.

Quand La pente est forte



Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

L'altération chimique

la désagrégation chimique domine :

Sous climat chaud et humide.

Quand la végétation est abondante.

Quand la pente est faible pour permettre une grande durée d'action de l'eau



Année universitaire 2017-2018

Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

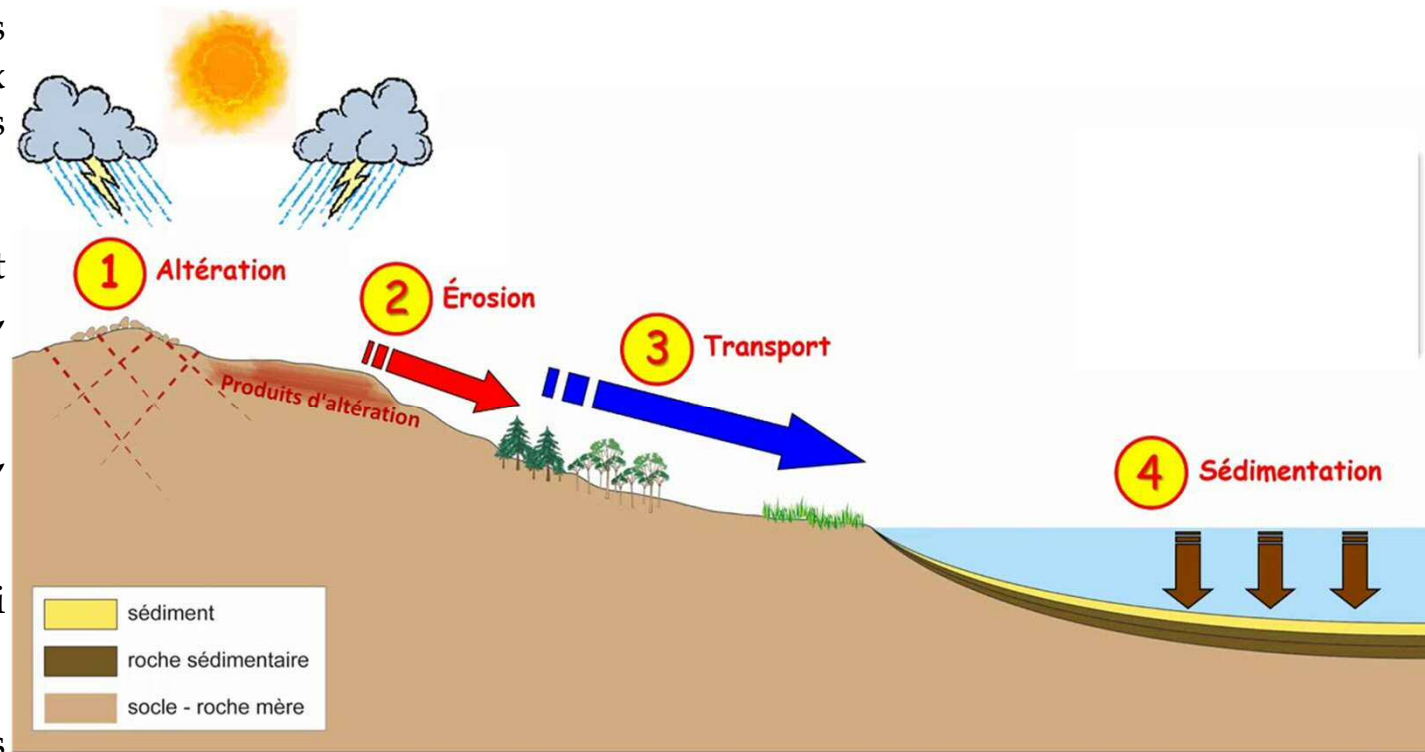
1- l'altération / dissolution : modification des propriétés physico-chimiques des minéraux et des roches par les agents atmosphériques et par des processus chimiques;

2- l'érosion : désagrégation des roches et enlèvement des débris (au sens large, l'érosion inclut l'altération) ;

3- le transport : par des fluides (eau, air, glace) ;

4- la sédimentation : arrêt du transport qui conduit au dépôt de sédiments ;

5- la diagenèse: transformation des sédiments en roche sédimentaire consolidée.

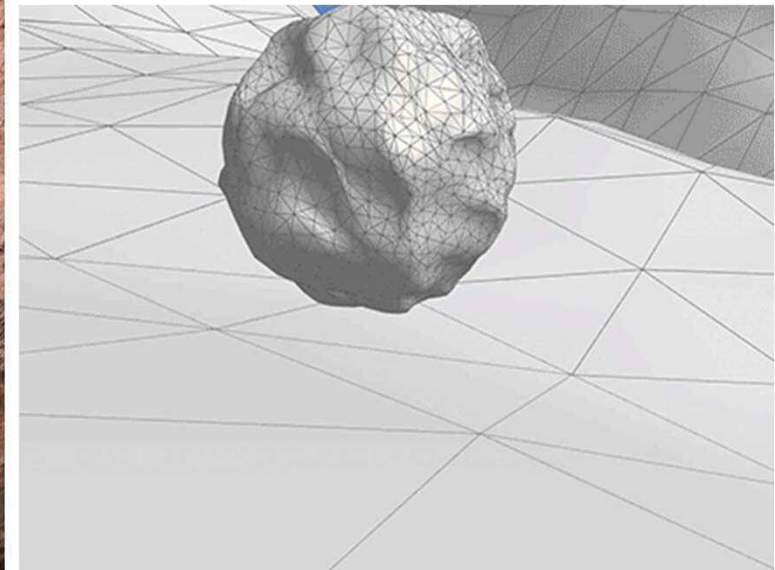
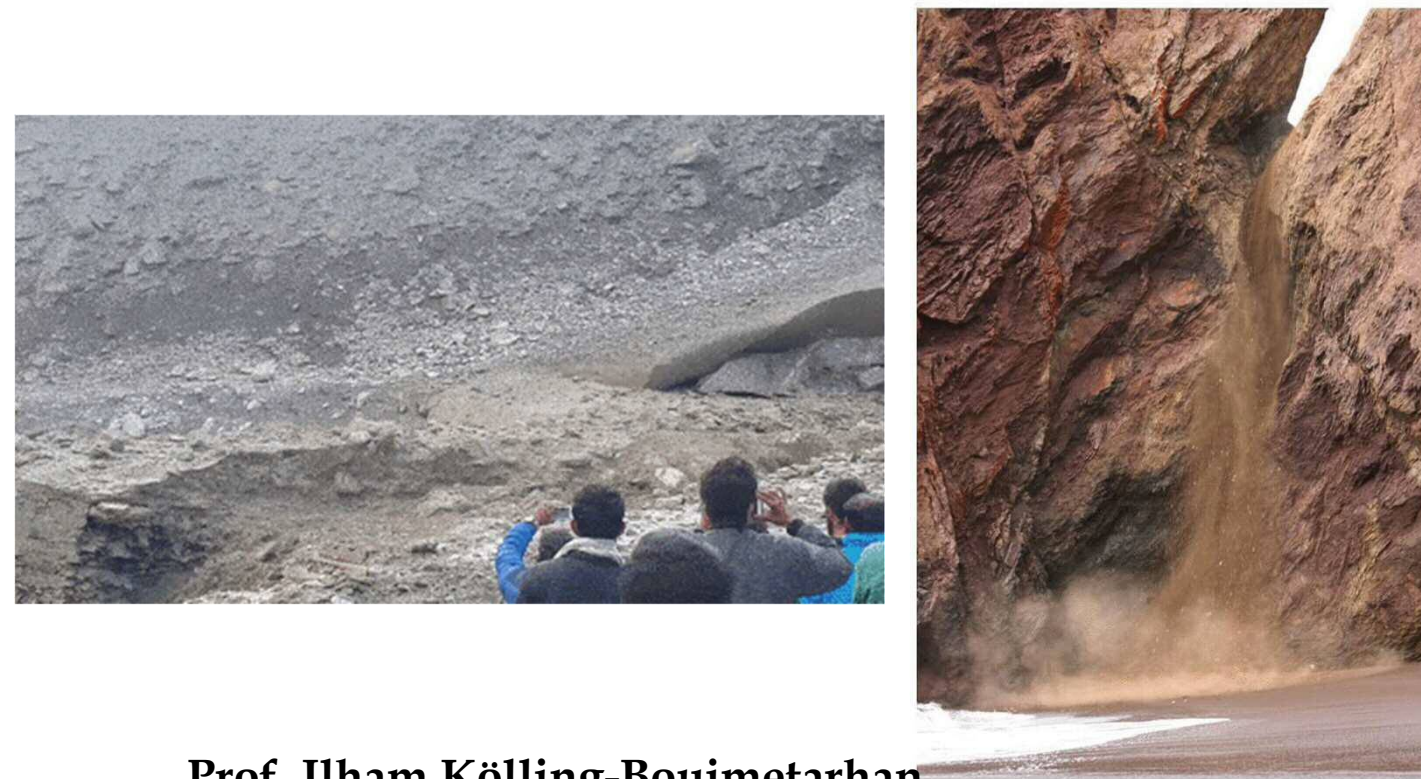


Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 1 Action géologique de la gravité: Entraînement par chute

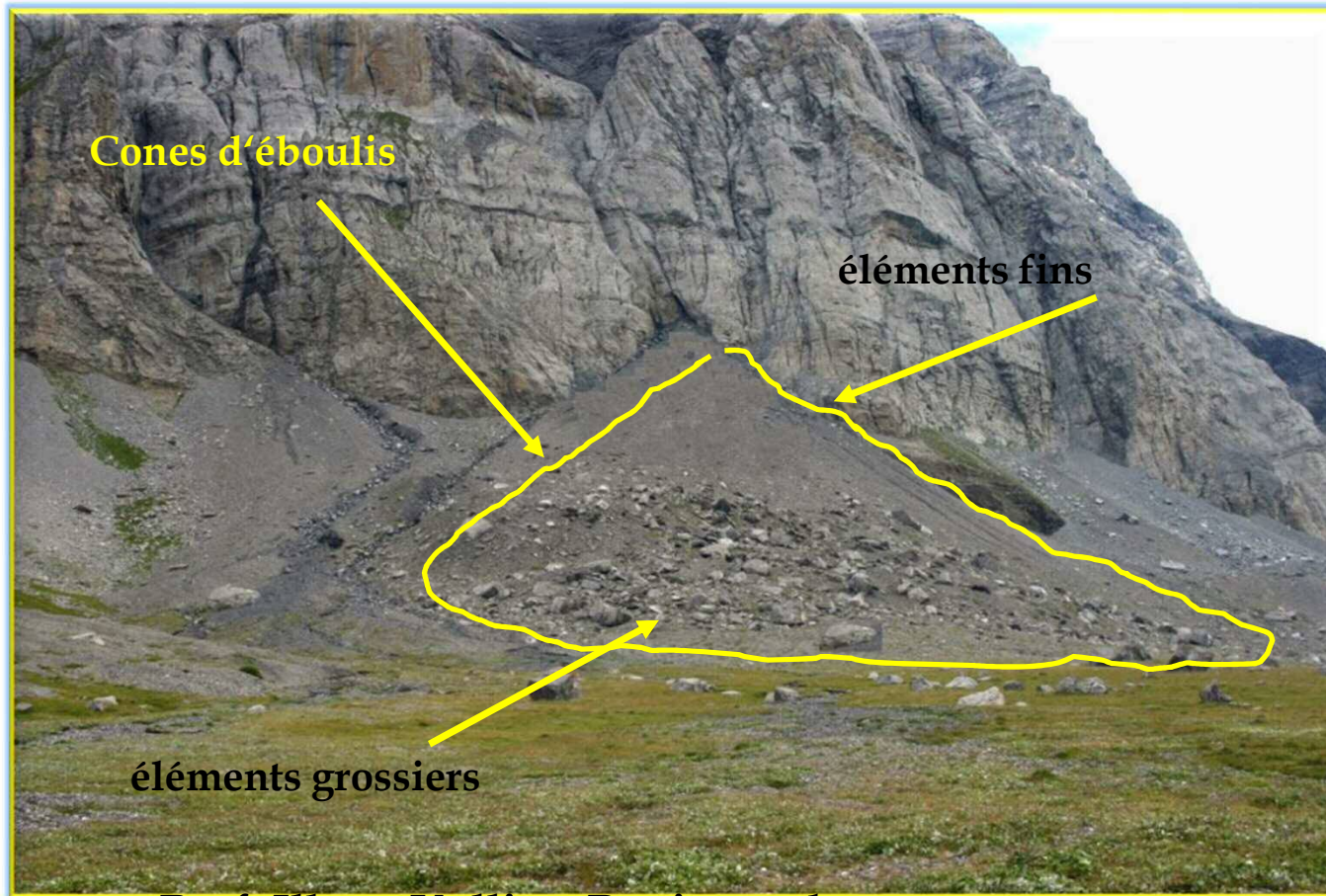
Eboulis: Amas de matériaux éboulés résultant de la désagrégation complète des roches ou du détachement des éléments l'un après l'autre ; au niveau des cônes d'éboulis formés, les éléments sont triés selon leurs poids.



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 1 Action géologique de la gravité: Entraînement par chute



cône d'éboulis : les éléments sont triés selon leurs tailles

Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 1 Action géologique de la gravité: Entraînement par glissement

- Glissement plan des roches dures est un glissement en masse où le massif rocheux se déplace vers le bas en glissant sur un plan rectiligne qui le sépare d'un substratum argileux
- Glissement rotationnel de la roche tendre associé à une coulée boueuse



Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan



Année universitaire 2017-2018

Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 1 Action géologique de la gravité: Entraînement par glissement

Les facteurs favorisant les glissements sont :

- La nature plastique de la roche : Argiles, évaporites.....
- La pente topographique
- La présence de l'eau
- Le pendage ou l'inclinaison des couches



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 1 Action géologique de la gravité: Entraînement par tassement

Ils sont provoqués par les poids des constructions sur des formations géologiques de structure hétérogène, il en résulte l'écroulement ou l'inclinaison des édifices : exemple de la tour penchée de Pise en Italie.



Les tassements peuvent concerner toute une agglomération; exemple: Tassement généralisé de la ville de Mexico causé par l'exploitation exagérée de la nappe d'eau souterraine



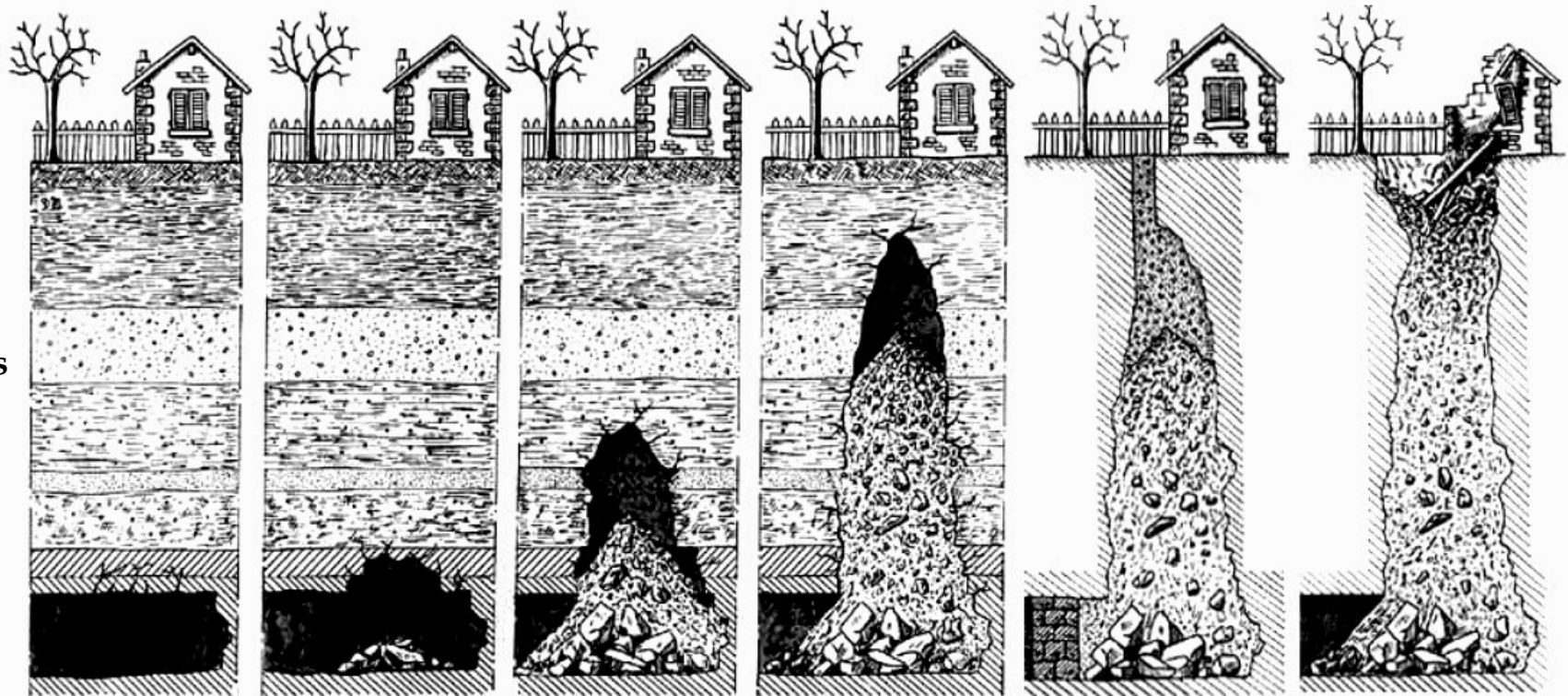
Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 1 Action géologique de la gravité: Entraînement par effondrement ou fontis

Les fontis sont des entonnoirs dûs à la chute de toits des cavités souterraines telles les galeries souterraines, les cavités de dissolution etc.....

Etapes de formation de fontis



Rupture de toit de la
cavité souterraine

Formation de la
cloche

Remontée de la cloche

Effondrement de
surface en entonnoir

Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 1 Action géologique de la gravité: Entraînement par effondrement ou fontis

Les fontis sont des entonnoirs dûs à la chute de toits des cavités souterraines telles les galeries souterraines, les cavités de dissolution etc.....

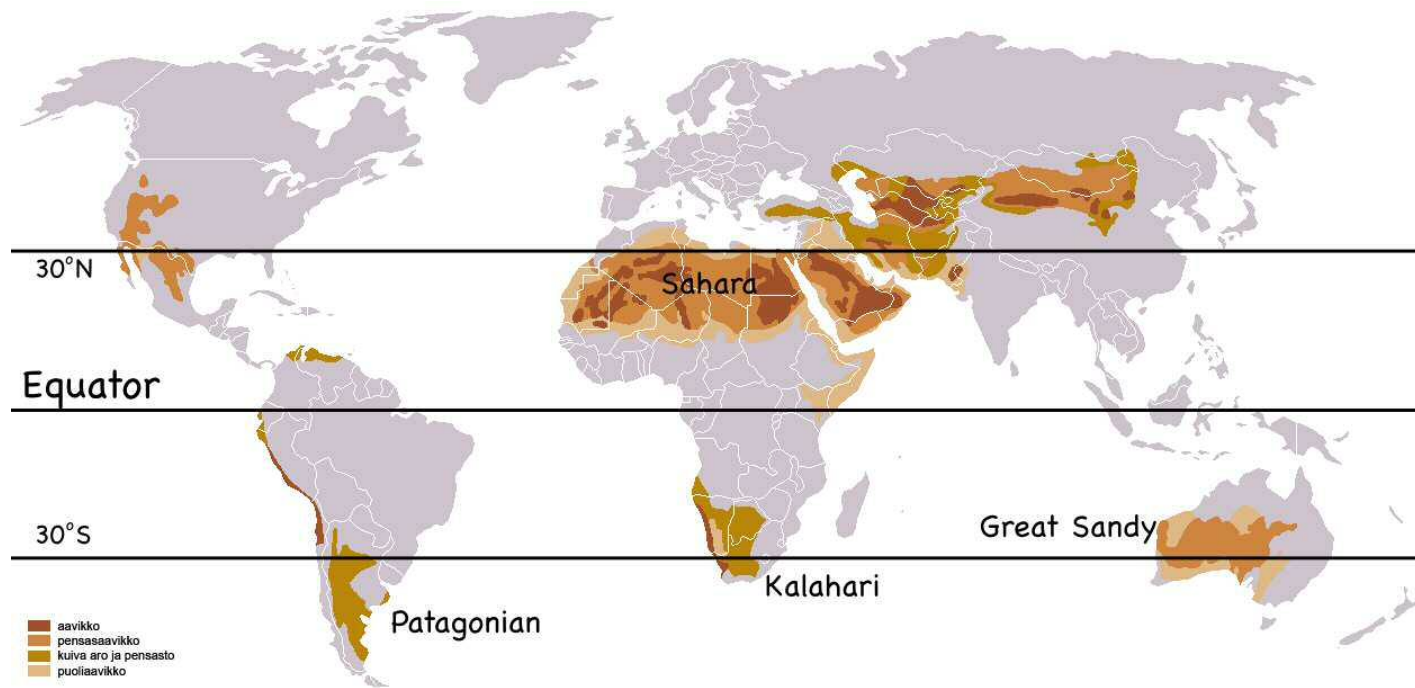


Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2 Action géologique du vent: corrasion

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 où la végétation est quasi absente comme les déserts. Les régions désertiques ; qu'on définit comme les régions qui reçoivent moins de 200 mm de précipitations par an couvrent près du tiers (1/3) de la surface continentale de la terre .



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

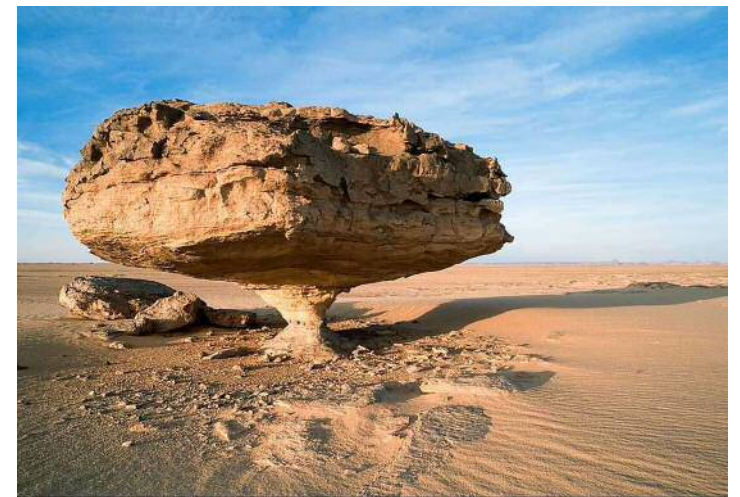
II. 2 Action géologique du vent: corrasion

La corrasion est l'attaque mécanique par le vent armé de matériaux qu'il transporte et notamment les grains de quartz. Cette action se manifeste à plusieurs échelles:

A l'échelle du grain de sable ($0,062\text{mm} < \text{diamètre} < 2\text{ mm}$): la corrasion conduit à des grains arrondis (subsphériques) ; mats et piquetés qu'on appelle grains Ronds Mats = R.M.

A l'échelle du galet: diamètre $> 2\text{ mm}$: la corrasion conduit à des galets à deux ou plusieurs facettes lisses qu'on appelle : windkanters;

A l'échelle du terrain: la corrasion est responsable de la formation des rochers champignons



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2 Action géologique du vent: Déflation

La déflation consiste en un enlèvement individuel (par balayage) des particules par le vent. Elle est en partie responsable de la formation :

- des REGS ; Désert de pierres issu de l'enlèvement des petites particules par le vent (déflation) et le pavement de La surface par les cailloutis
- des HAMADAS sahariennes: Entablement horizontal issu en partie de la déflation
- des SEBKHAS: Dépression désertique fermée et très salée issue de la déflation



Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan

Année universitaire 2017-2018

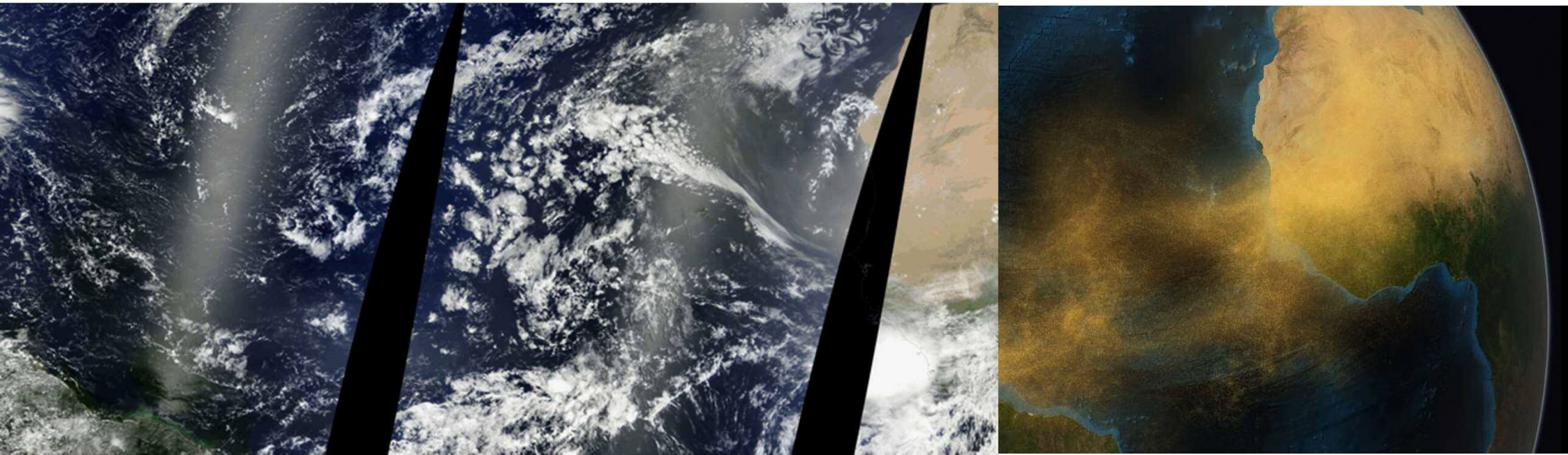
Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2 Action géologique du vent

Le transport éolien: Le vent est un agent de transport très efficace pour les sables et les poussières; le transport d'une particule de 1 mm de diamètre par exemple ne se manifeste que lorsque le vent est animé d'une vitesse supérieure à 30 km/heure.

Les poussières (diamètre $< 0,062$ mm) sont transportées en altitude et sur plusieurs centaines voire milliers de km (lithométéores) alors que les sables sont transportés au ras du sol ;



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2 Action géologique des eaux courantes

Après les pluies, les eaux peuvent s'infiltrer, s'évaporer ou ruisseler ; les eaux de ruissellement sont aussi appelées eaux sauvages ; elles sont responsables de l'érosion



Prof. Ilham Kölling-Bouimetarhan



Année universitaire 2017-2018

Cycle des roches sédimentaires



II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2 Action géologique des eaux courantes

Les facteurs d'érosion sont:

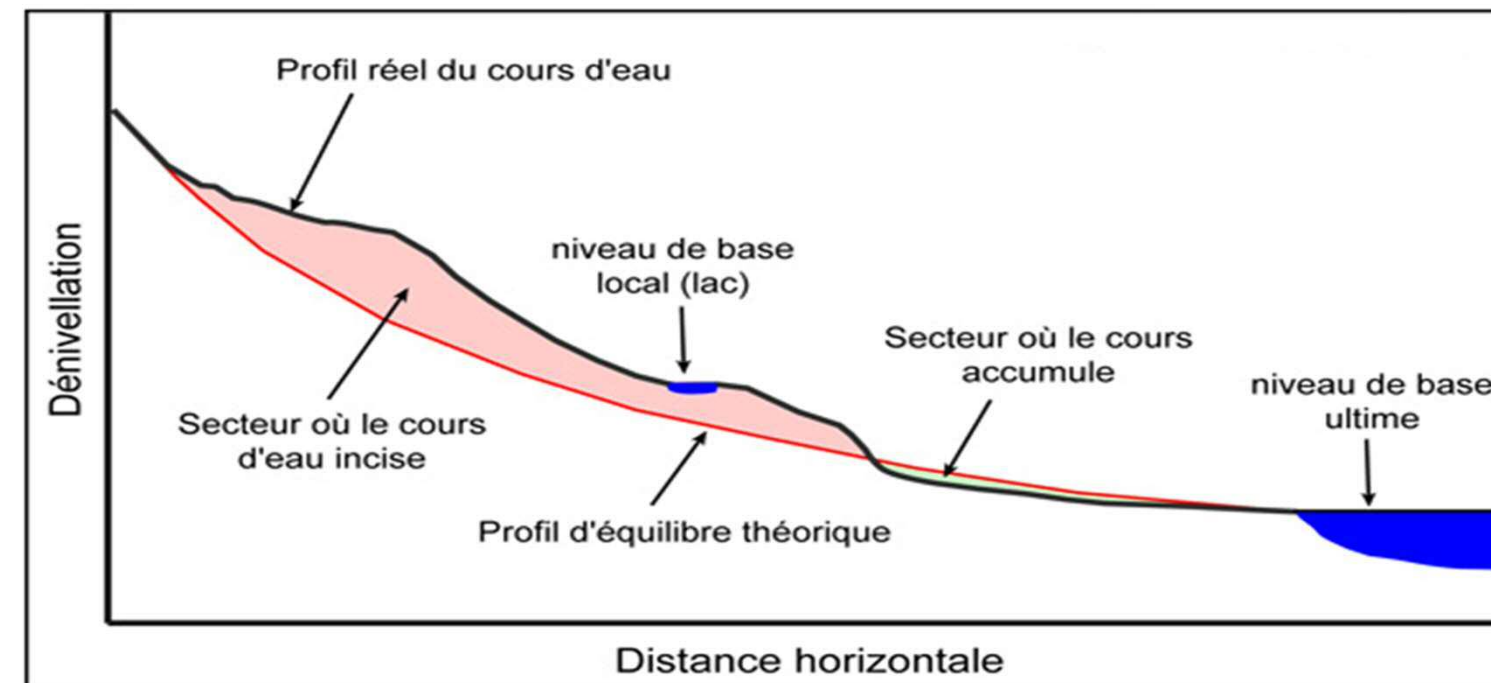
- le débit du cours d'eau c'est à dire la quantité d'eau qui s'écoule en une unité de temps à travers la section du Lit ($\text{mètre}^3/\text{s}$; ou litre/s) ou bien vitesse x section
- la vitesse de l'eau qui varie en fonction du débit, de la largeur du Lit et de la pente topographique
- les matériaux solides transportés qui polissent le fond rocheux du Lit ou y creusent des stries ou des rigoles
- la turbulence de l'eau : les mouvements turbulents associés aux mouvements des galets conduisent au creusement de sillons et de cavités appelées marmites de géants
- La nature du terrain: en fonction de sa nature meuble ou consolidée, le fond rocheux résiste différemment à l'érosion par l'eau.

Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 1 Action géologique des eaux courantes: Erosion linéaire

Erosion linéaire qui conduit au creusement vertical des vallées selon la règle de l'érosion régressive (l'érosion commence par le bas de la pente puis remonte progressivement vers le haut) et aboutit au profil longitudinal concave vers le haut ; quand le profil d'équilibre est atteint, l'érosion cesse

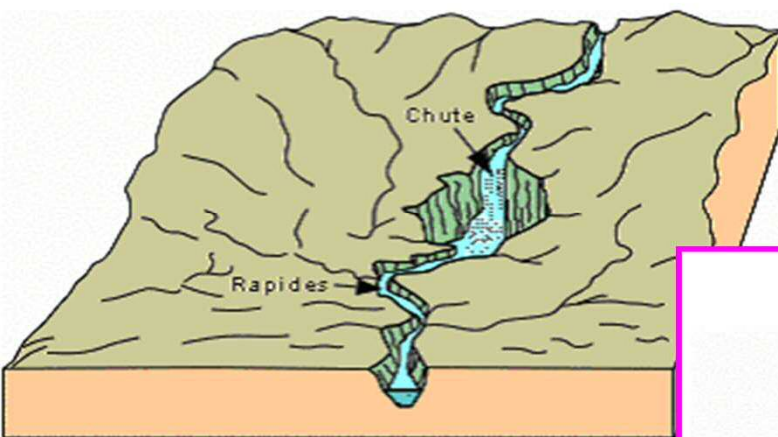


Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 2 Action géologique des eaux courantes: Erosion latérale

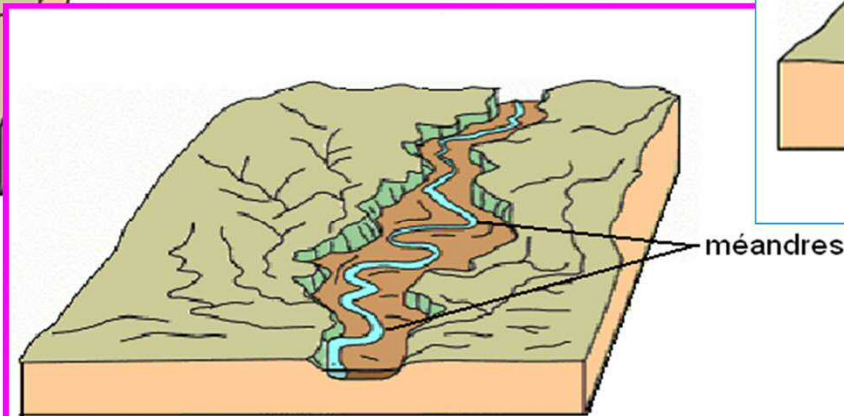
Erosion latérale qui consiste à l'élargissement des vallées et des versants et conduit à l'évolution des reliefs et des cours d'eau en trois stades: stade de jeunesse, stade de maturité et stade de vieillesse



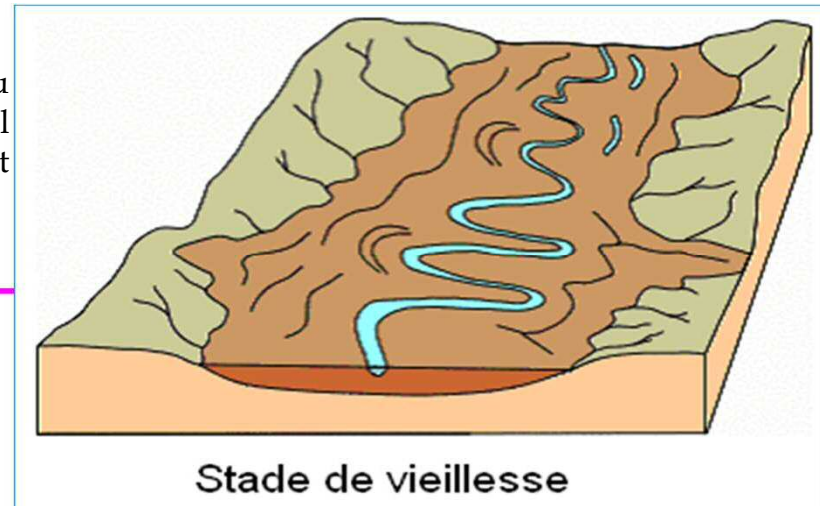
stade de jeunesse

Le stade de jeunesse d'une vallée fluviale se caractérise par le creusement qui conduit à la formation des vallées étroites en V ; les reliefs sont accentués et on trouve le long des cours d'eau les chutes et les cascades

À l'étape de maturité, le cours d'eau aplanit ses reliefs et diminue les pentes ; il commence à éroder latéralement élargissant la vallée et créant des méandres



Stade de maturité



Stade de vieillesse

Le stade de vieillesse de la vallée est atteint lorsque celle-ci est plus large que les plus larges méandres du cours d'eau ; il y a pénélanataion du relief.

Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 2 Action géologique des eaux courantes: Erosion latérale

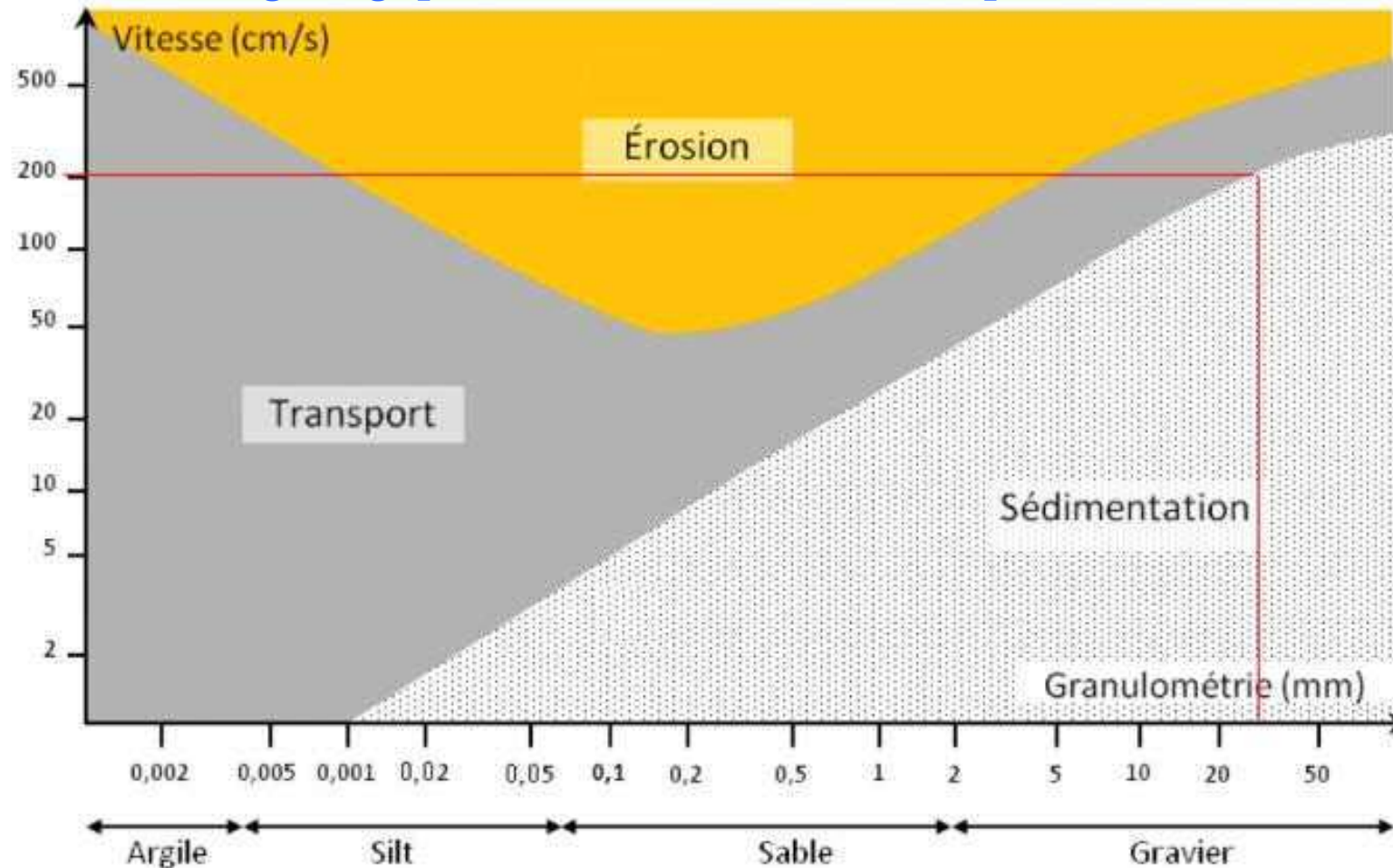
Méandre dans la région la haute vallée de Dades
(Tortue de Dades)



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 3 Action géologique des eaux courantes: Transport



Conditions de transport
(diagramme de Hjulström)

Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 3 Action géologique des eaux courantes: Transport

Le diagramme d'Hjulström comprend des coordonnées logarithmiques, avec, en ordonnée, les vitesses de courant (en cm/s) et, en abscisse, la taille des particules (en mm). On distingue les trois domaines d'équilibre suivants :

- érosion + transport : la vitesse de courant est suffisamment élevée pour provoquer la mobilisation des particules déposées sur le fond (érosion) et les maintenir en mouvement (transport),
- transport : la vitesse est moindre, mais les particules peuvent être maintenues en mouvement alors que celles qui se déposent sur le fond ne peuvent être remises en mouvement (l'énergie nécessaire à l'arrachage des particules est supérieure à celle qui les maintient en mouvement parce qu'il faut vaincre les forces interfaciales),
- sédimentation : si la vitesse diminue pour une taille de particule donnée, celle-ci se dépose.
- Les propriétés de ce déplacement des éléments sont liées principalement aux caractéristiques du fluide (vitesse et viscosité) et de l'écoulement (pente et profondeur) et de celles des éléments eux-mêmes (taille, forme, densité). Aussi, la charge solide transportée par l'eau, en suspension ou sur le fond, est le produit des interactions entre la masse liquide en mouvement, la surface du lit et les propriétés des sédiments.
- Par exemple, un grain de sable de 0,1 mm est érodé et transporté par un courant de vitesse supérieure à 20 cm/s ; il est encore transporté tant que la vitesse se maintient au-dessus de 2 cm/s puis se dépose lorsque la vitesse devient plus faible.

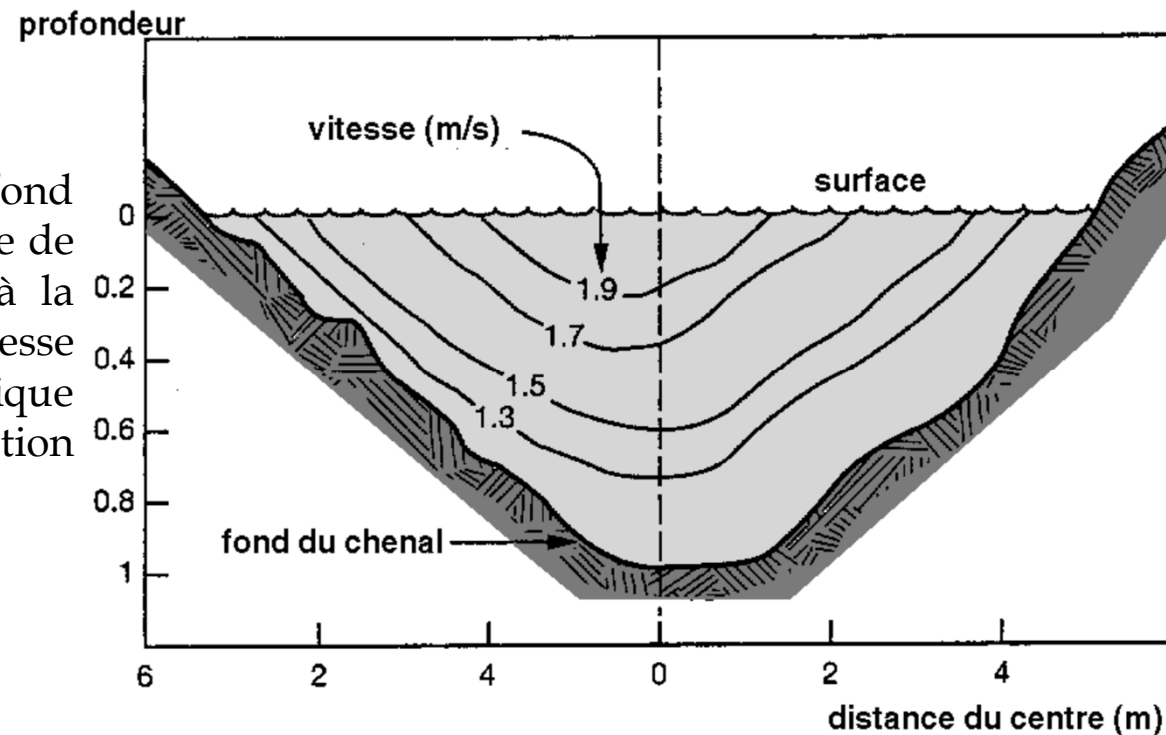
Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 3 Action géologique des eaux courantes: Transport

- Pour une vitesse donnée, il y a simultanément transport par charriage des matériels les plus lourds et transport en suspension des matériaux les plus légers. Lorsque la vitesse augmente, les matériaux qui étaient simplement charriés peuvent à leur tour être mis en suspension. Dans les cours d'eau à graviers, le transport par suspension peut constituer la quasi-totalité du transport, tandis que dans les lits sableux le transport par charriage représente un pourcentage important du total.

La vitesse du courant, l'action sur les berges et sur le fond d'une rivière dépendent de sa morphologie. La vitesse de l'eau dans une rivière varie depuis le fond jusqu'à la surface et depuis les berges jusqu'au milieu. La vitesse moyenne de la rivière est en fait la moyenne algébrique des vitesses mesurées aux différents points de la section du lit (Figure18).



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

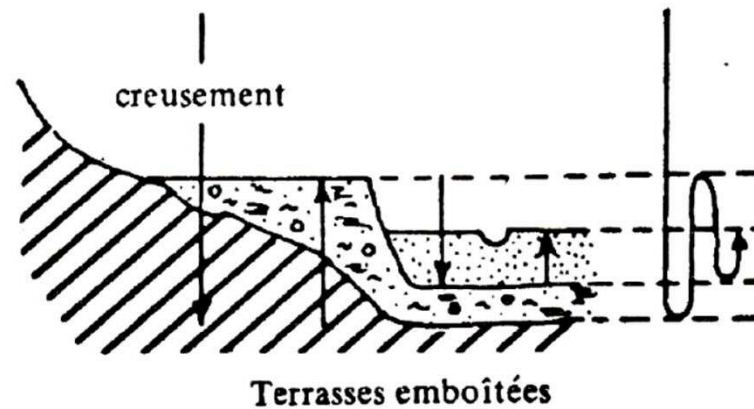
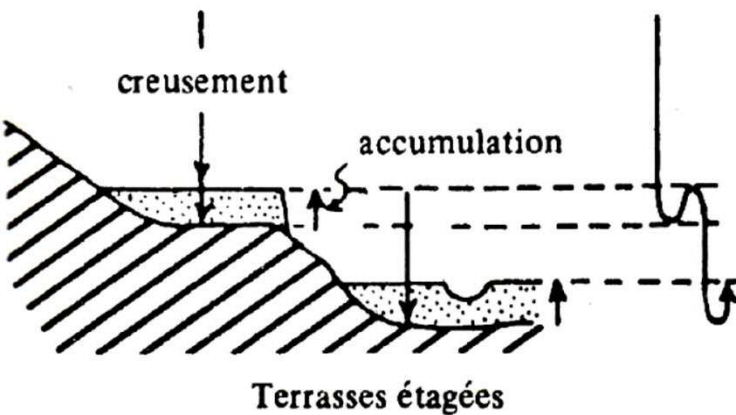
II. 2. 3 Action géologique des eaux courantes: Transport

Une rivière façonne son lit au fond de sa vallée. En période de crue, elle occupe son lit majeur, ou plaine d'inondation, qui recouvre l'ensemble du fond de la vallée. En période de basses eaux (étiage), elle coule dans son chenal d'étiage. Le lit mineur est limité par les berges: il correspond à l'emplacement occupé habituellement. Les berges sont bordées par une forêt appelée ripisylve de largeur très variable. Ce boisement stabilise les rives et freine l'érosion par le maillage des racines qui retiennent les particules et ralentissent le courant.



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).



En période de crues, la forêt ralentit la vitesse de l'eau, favorise son stockage et s'oppose ainsi à la propagation de l'inondation en aval. Elle joue également un rôle épurateur en retenant les pollutions diffuses d'origine agricole (nitrates et phosphates en particulier) et protège la qualité de l'eau de la rivière et de l'eau de la nappe.

Agent de transport	Milieu de dépôt	Sédiment
Gravité seule	Pente	Éboulis
Gravité + eau	Pente	Coulée boueuse
Torrent	Pente, vallée	Galets
Rivière	Plaine	Sables limons (tuf calcaire)
(Rivières)	Lac et marécage	Sable, boue carbonatée, travertin
Eau d'infiltration	Grottes	Spéléothèmes
Glace	Montagnes, zones polaires	Moraines
Vent	Zones arides	Sable poussière

Cycle des roches sédimentaires



II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

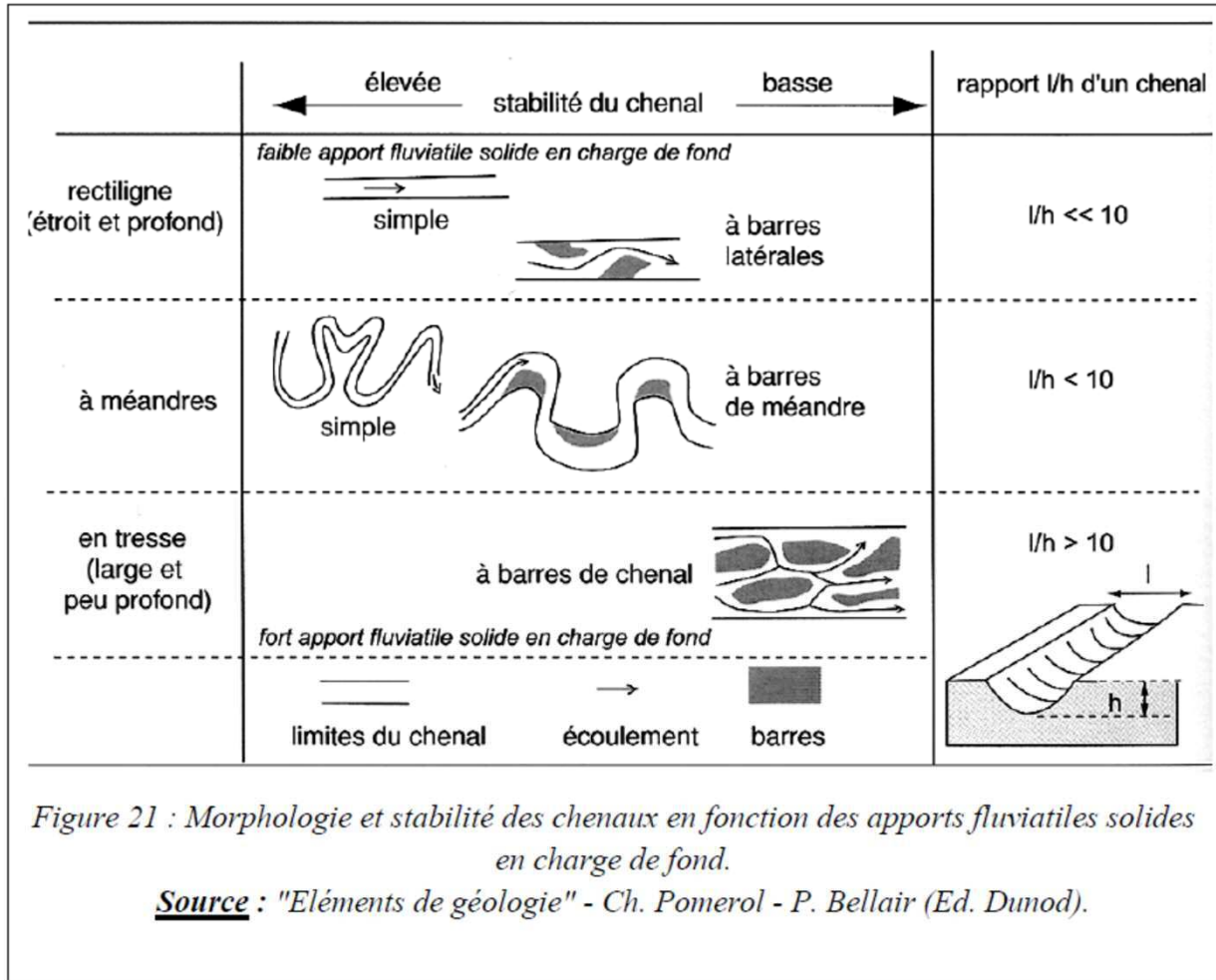
La réponse d'un cours d'eau à la combinaison des débits et de la charge sédimentaire, ainsi qu'aux différents facteurs de perturbation pouvant affecter localement l'écoulement (seuil rocheux, apports des affluents, rôle de la végétation...) est complexe. S'adaptant à ces multiples contraintes, les lits fluviaux offrent ainsi une gamme de formes très diversifiée. L'ajustement géomorphologique en plan détermine un style fluvial qui reflète des variations de niveaux d'énergie (puissance) et d'instabilité des lits (bancs, chenaux...) .

Le tressage définit par exemple des cours d'eau de haute énergie, associés à une grande mobilité du lit et suppose l'existence d'une charge solide abondante et de granulométrie plutôt grossière (Figures. 21 & 22). Les rivières en tresses sont caractérisées par des chenaux larges, peu sinueux et de faible profondeur, enserrant des bancs sableux et caillouteux très mobiles. L'instabilité latérale est importante en raison de la faible cohésion des alluvions.

Le style fluvial à méandres est quant à lui généralement associé à des milieux de moindre énergie et s'épanouit dans les sections aval des bassins versants aux reliefs moins prononcés. Il se caractérise par la migration latérale d'un chenal unique et dissymétrique, défini par l'érosion de la berge externe et le dépôt des alluvions sur la berge interne (banc de convexité). Les trains de méandres, associant plusieurs sinuosités, migrent latéralement et en direction de l'aval. Des recoupements de boucles se produisent régulièrement et forment des bras morts parfois conservés à la surface de la plaine.

Cycle des roches sédimentaires

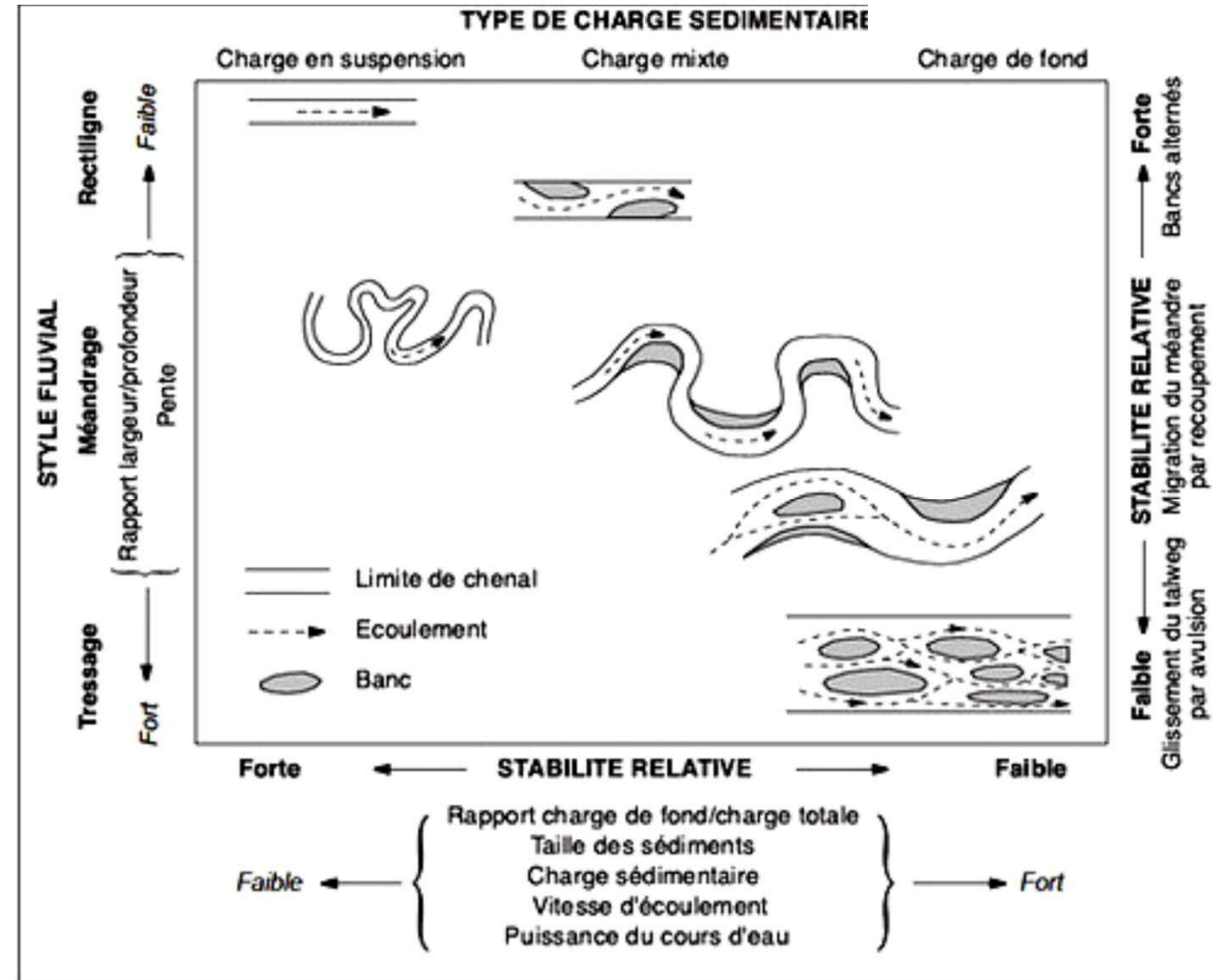
II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

Réponse d'un cours d'eau à la combinaison des débits, de la charge sédimentaire et des différents facteurs de perturbation pouvant affecter localement l'écoulement



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 3 Action géologique des eaux courantes: Transport

Modes de transport En solution pour les ions solubles

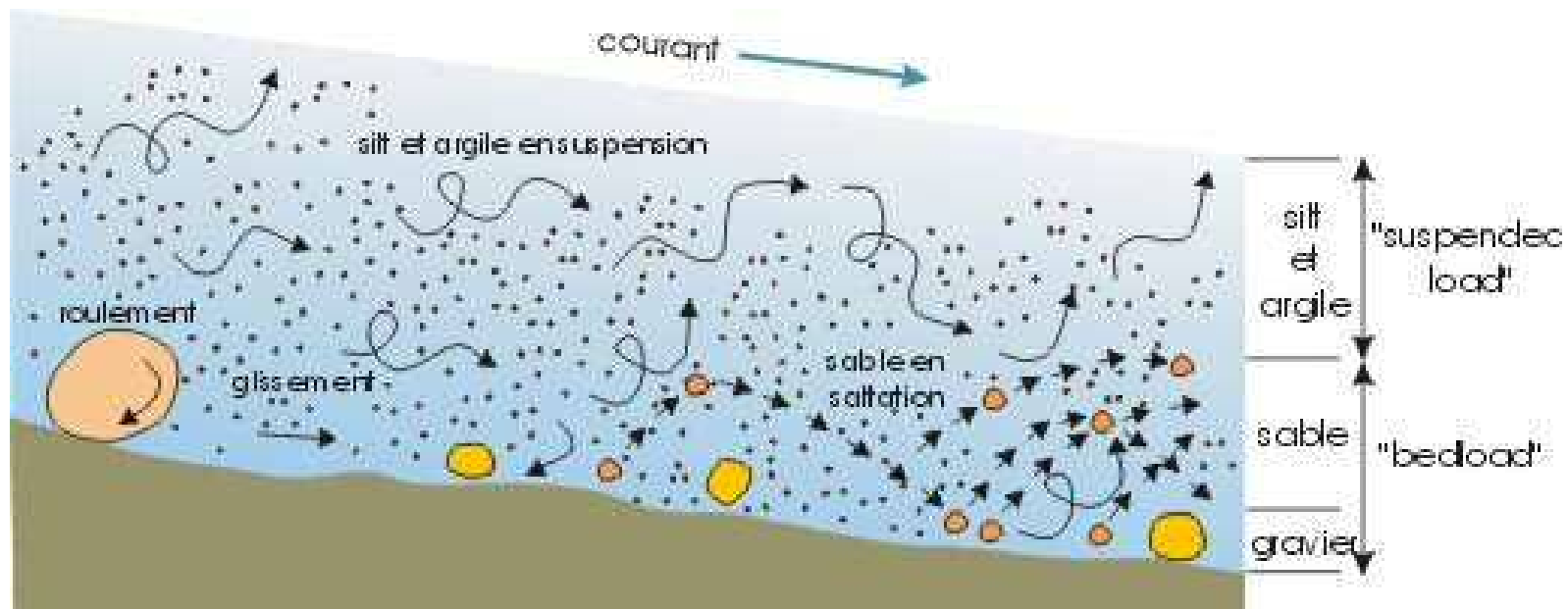
Par flottation si la densité de la particule est < 1

En suspension dans l'eau pour les particules fines (argiles, limons...)

Par traction sur le fond (galets et blocs).

Par saltation lorsque l'écoulement est turbulent (sables graviers)

Par roulement sur le fond lorsque l'écoulement est laminaire (sables et graviers)



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 3 Action géologique des eaux courantes: Transport

Les eaux courantes usent très difficilement les matériaux qu'elles transportent, cette usure conduit à des grains de sable ($0,062\text{mm} < \text{diamètre} < 2\text{mm}$) **Emoussés Luisants (E.L.)**



Emoussés Luisants (E.L.)



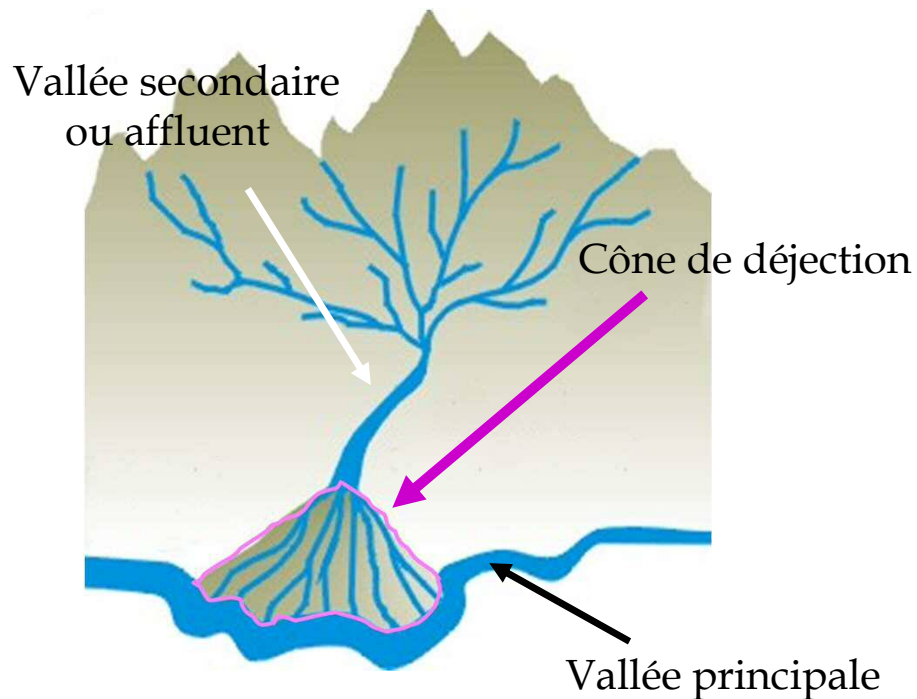
Galets asymétriques

Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 4 Action géologique des eaux courantes: Sédimentation fluviale

Les sédiments fluviaux se répartissent comme suit:
cônes de déjection localisés aux débouchés (c.a.d. aux embouchures) des affluents dans la vallée principale;
aux endroits où la vallée s'ouvre sur le piémont. Les cônes de déjection ont une forme en éventail.

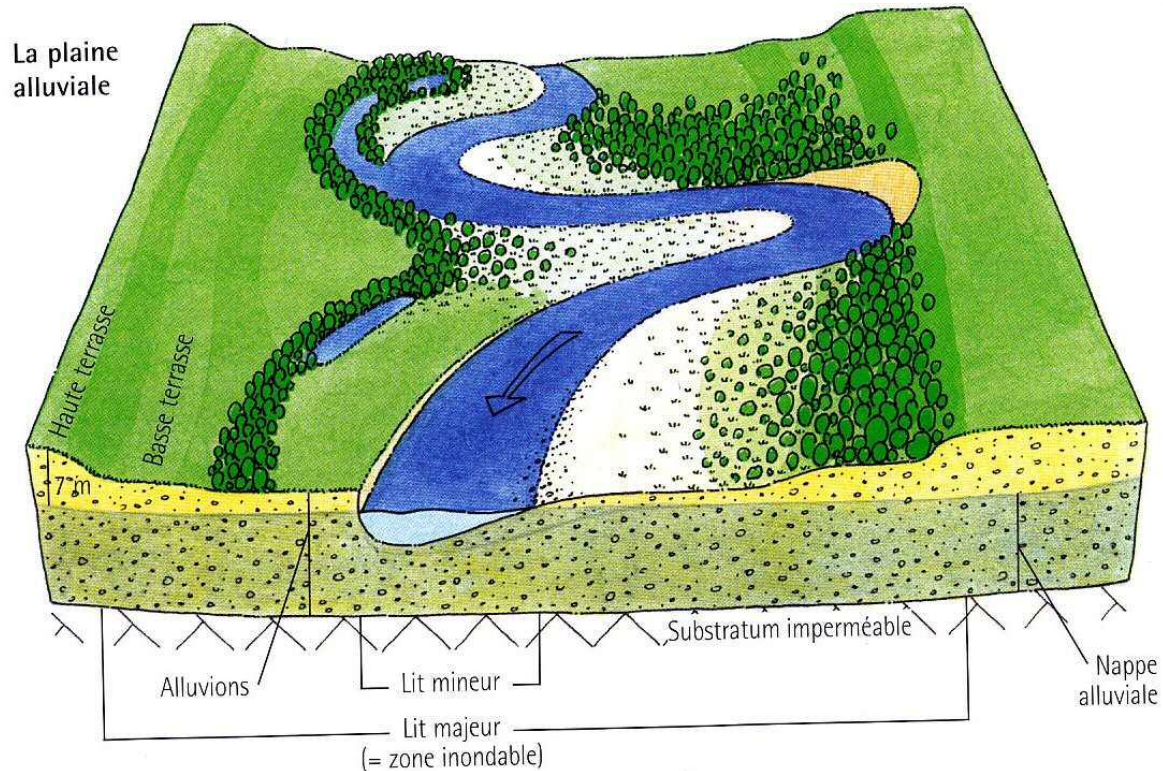


Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 4 Action géologique des eaux courantes: Sédimentation fluviale

Les sédiments fluviaux se répartissent comme suit:
plaines alluviales caractérisées par les sédiments du lit de la vallée, ils varient en fonction du temps et de l'espace



Cycle des roches sédimentaires

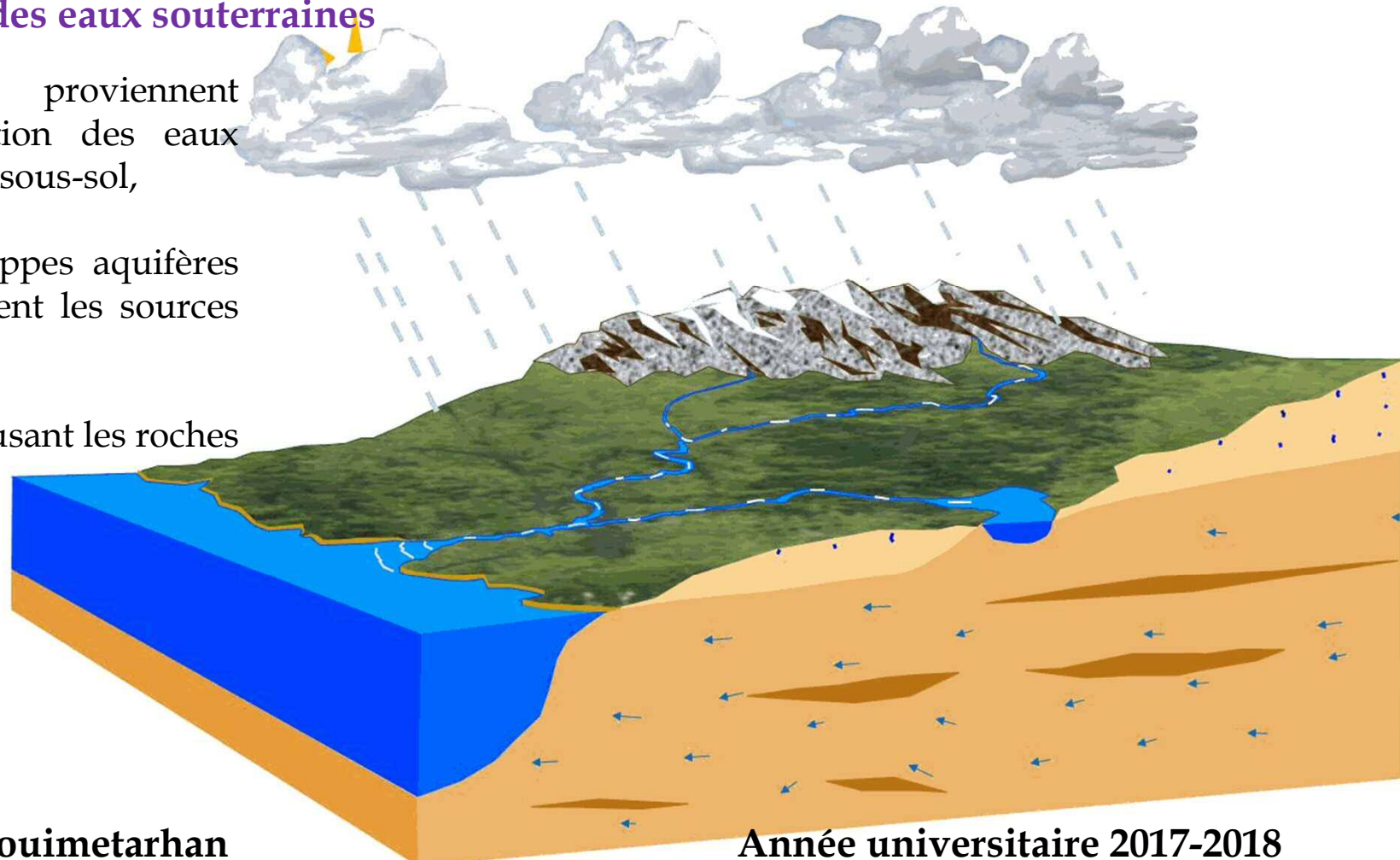
II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 4 Action géologique des eaux souterraines

Les eaux souterraines proviennent essentiellement de l'infiltration des eaux météoriques ; une fois dans le sous-sol,

elles peuvent former des nappes aquifères quasi immobiles qui alimentent les sources et les puits

ou bien encore circuler en creusant les roches (morphologie karstique).



Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 4 Action géologique des eaux souterraines: Nappe aquifère

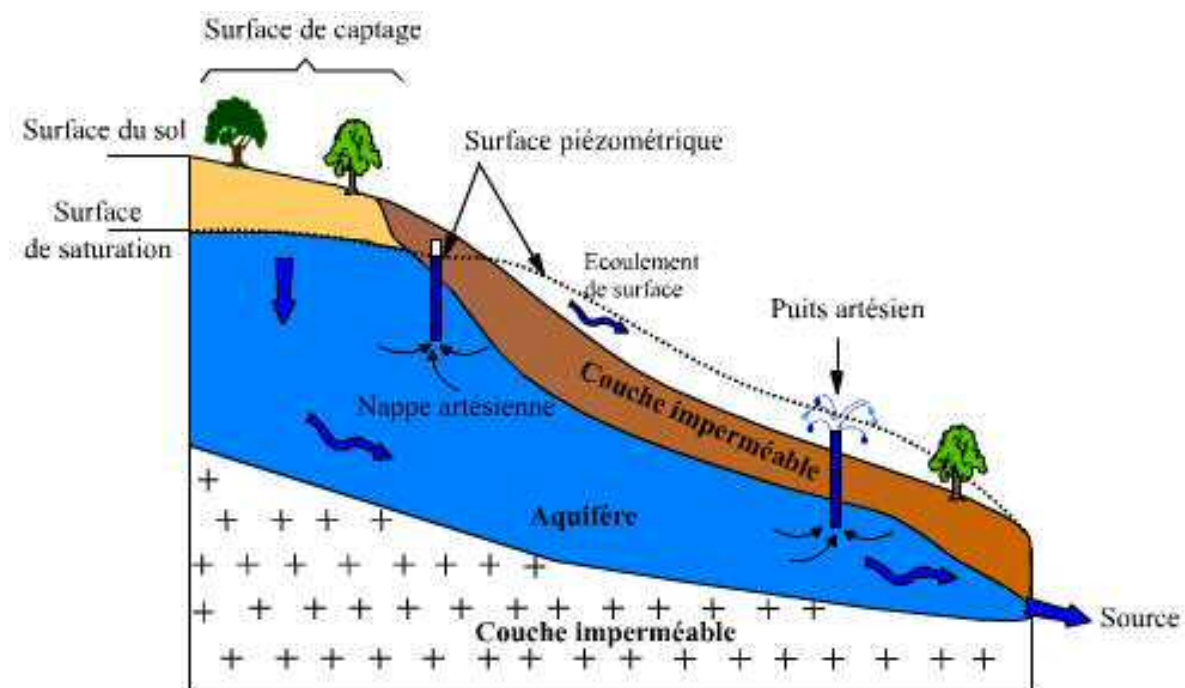
Une nappe aquifère est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices des roches poreuses et le réseau de fracturation des roches dures; on distingue les cas suivants:

Nappe phréatique (= nappe libre)

Nappe captive

Nappe artésienne

Nappe alluviale

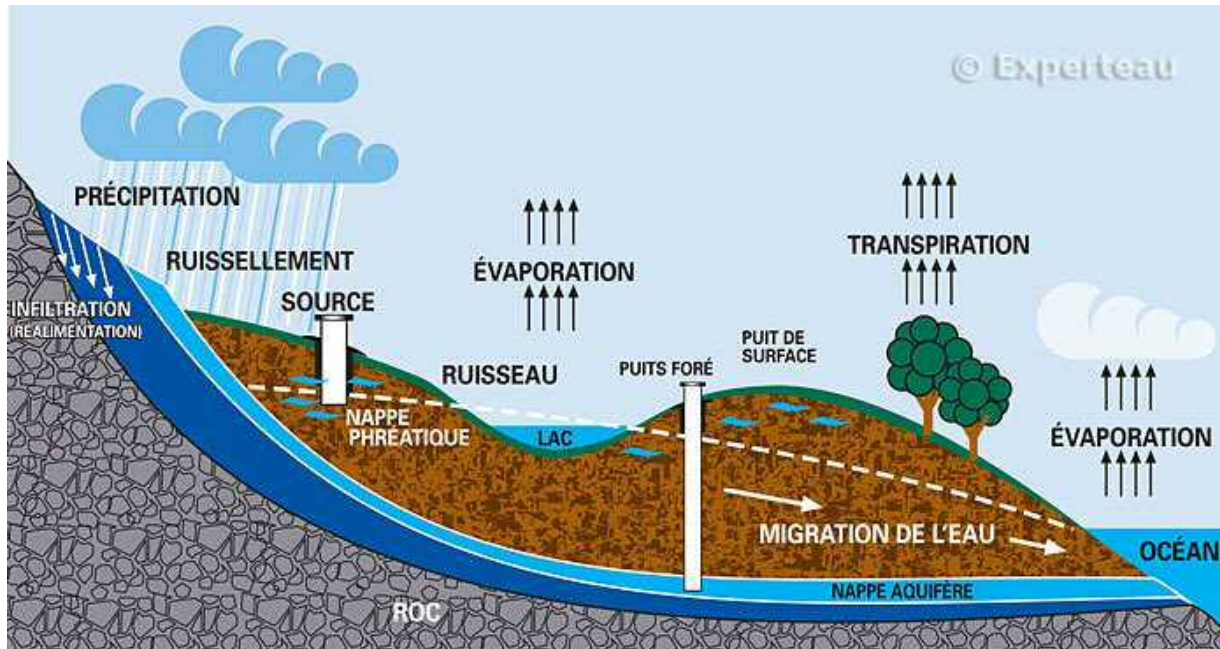


Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 4 Action géologique des eaux souterraines: Nappe aquifère

nappe phréatique (= nappe libre) C'est la nappe qui occupe les roches perméables superficielles. Son niveau (appelé niveau piézométrique) varie en fonction des variations des précipitations (battement de la nappe) et suit avec une certaine atténuation les irrégularités topographiques



Puits de Khattara: (Tafilalt Sud- Est du Maroc)

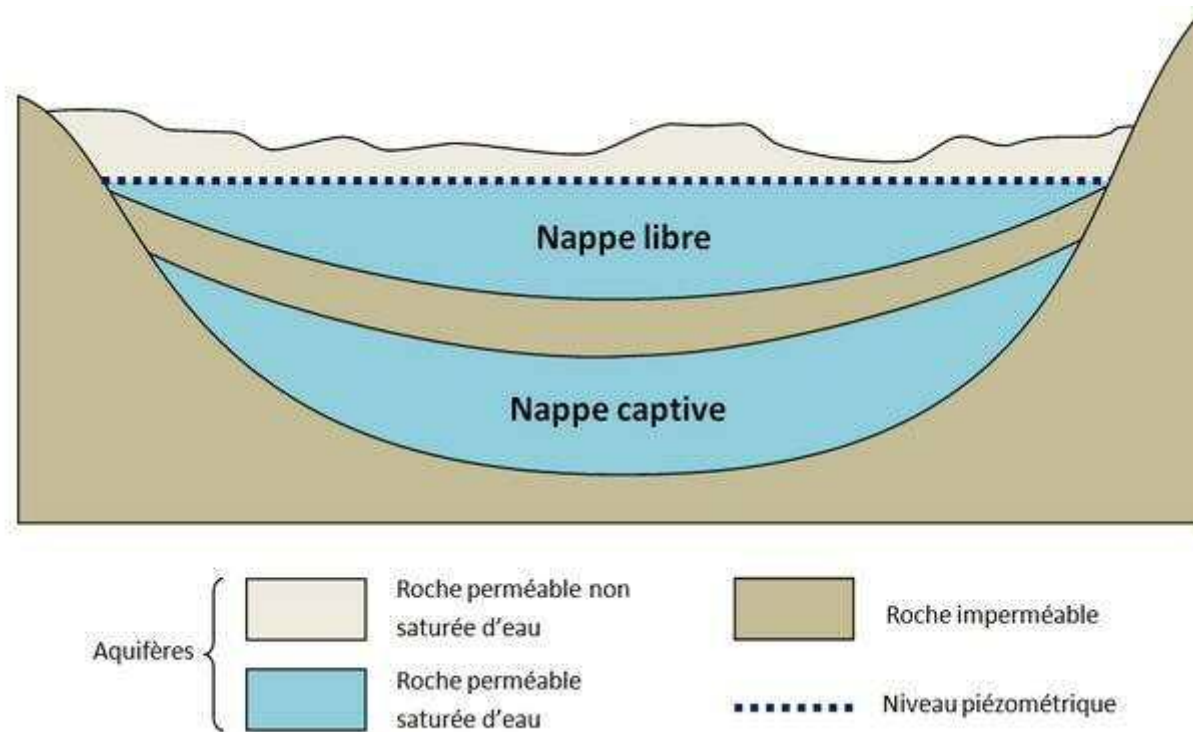


Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 4 Action géologique des eaux souterraines: Nappe aquifère

nappe captive Une nappe est dite captive lorsque son niveau piézométrique est situé au dessus du toit (limite supérieure) de la couche qui la contient (couche réservoir)



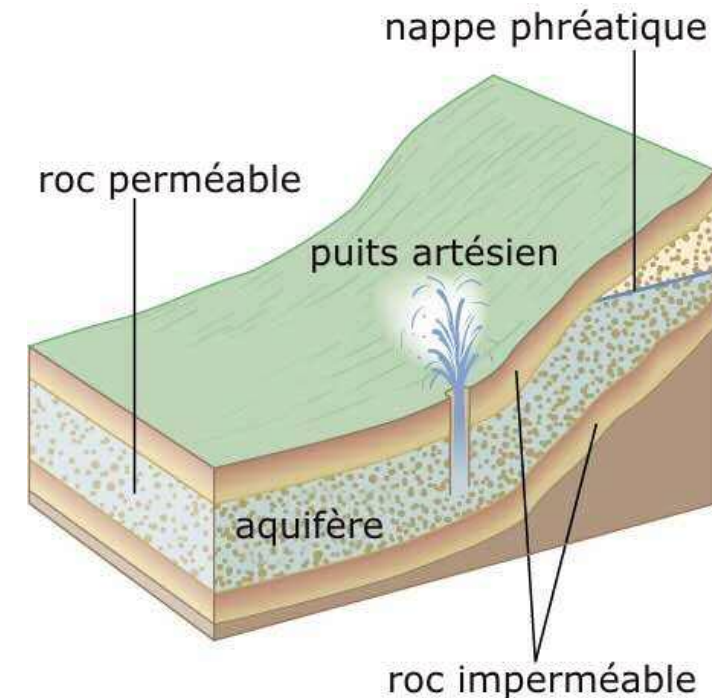
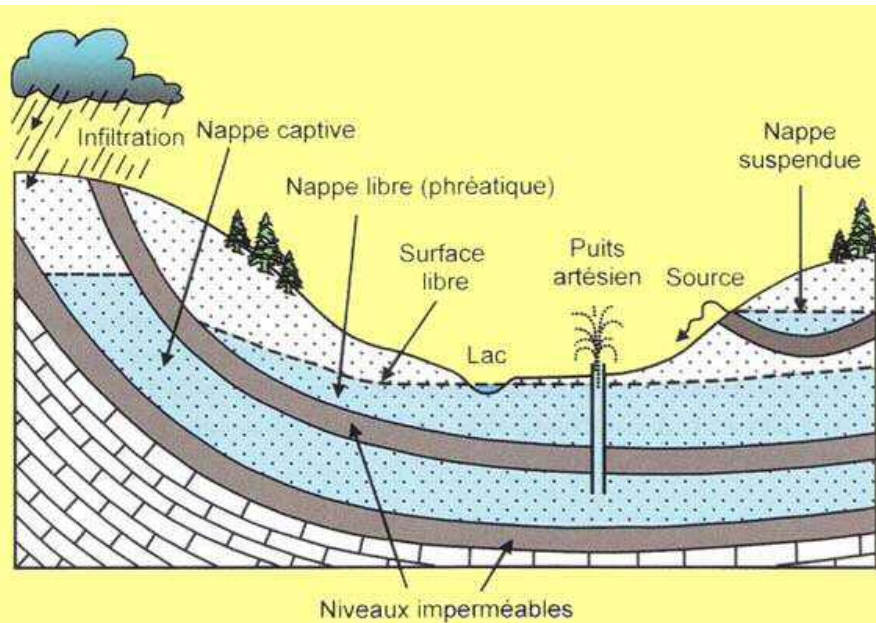
Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 4 Action géologique des eaux souterraines: Nappe aquifère

La nappe captive devient **artésienne** Lorsque son niveau piézométrique est situé au dessus du niveau du sol (c.à.d. au dessus de la surface topographique).

Les situations relatives aux nappes captive et artésienne nécessitent que les couches par dessus la couche réservoir (qui contient l'eau) soient imperméables (étanches; ex. les argiles) ; dans ces cas l'eau est donc sous pression dans la roche et peut, en cas de forage ou de sondage jaillir jusqu'à atteindre le niveau piézométrique.

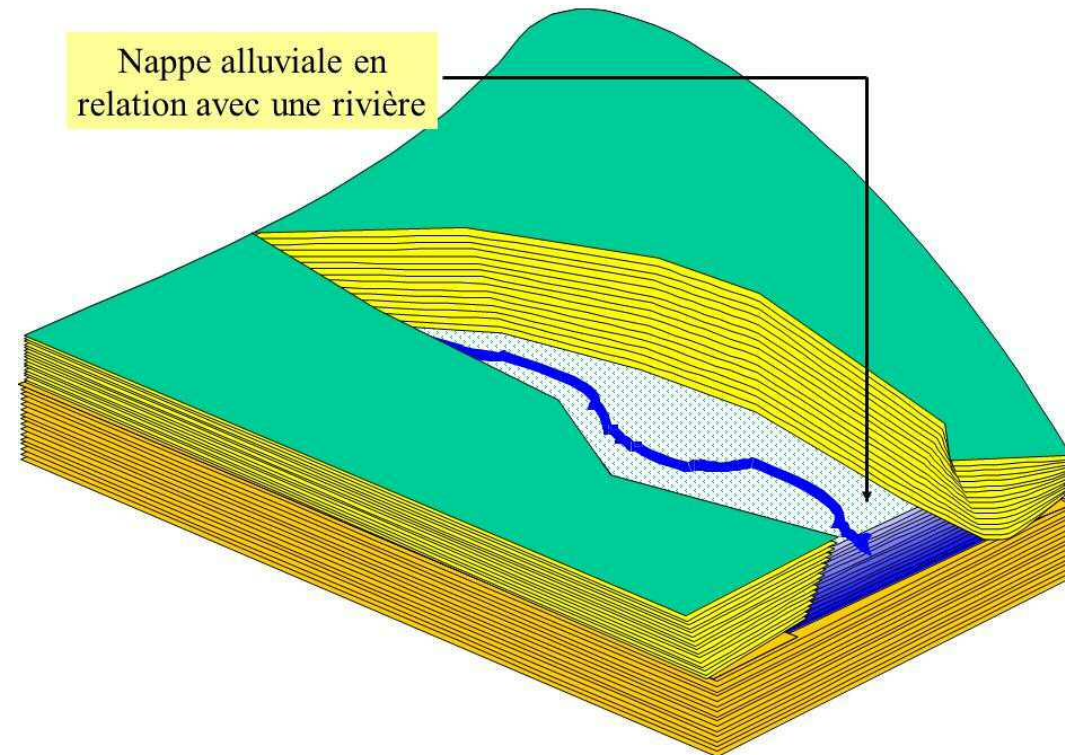
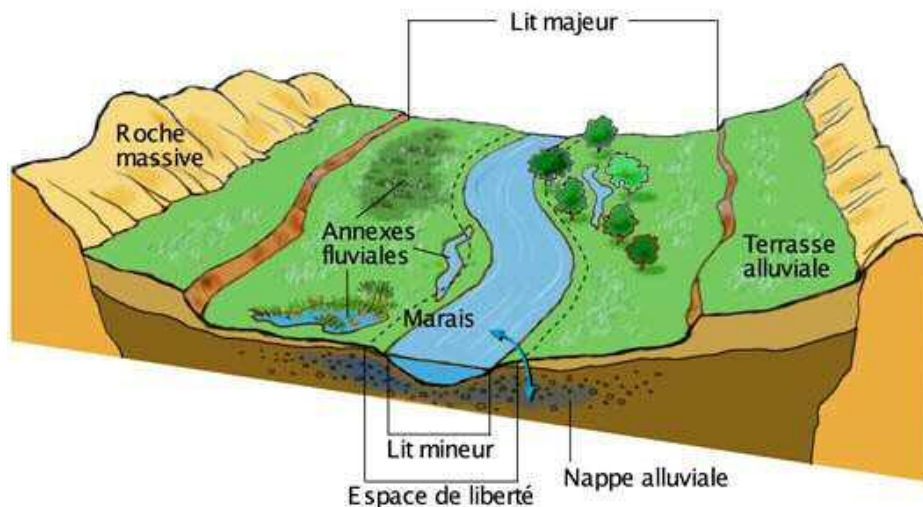


Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 4 Action géologique des eaux souterraines: Nappe aquifère

Nappe alluviale: C'est la nappe qui s'étend dans les alluvions d'un cours d'eau ; tout au long de la rivière, l'eau peut disparaître dans les alluvions superficielles ou ressortir à l'air libre sous forme de résurgences contrairement aux exurgences dont l'origine est plus profonde dans la roche.

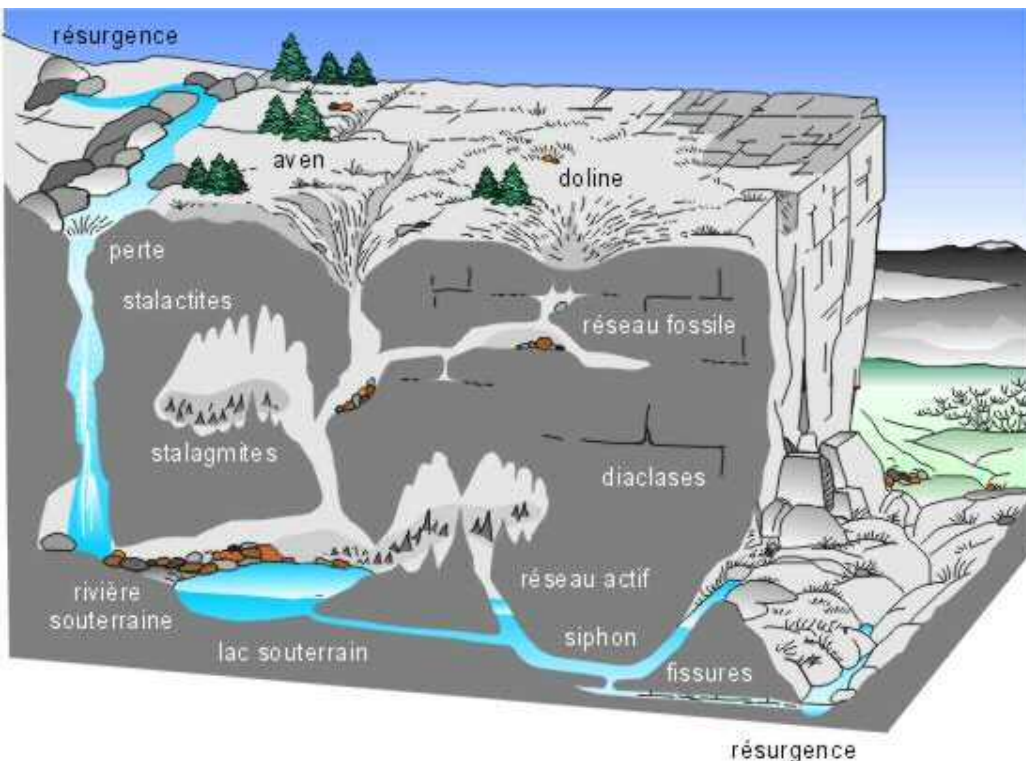


Cycle des roches sédimentaires

II- Phase d'érosion, transport et sédimentation par différents agents géodynamiques externes (gravité, vents, eaux courantes, eau souterraines, lacs et glaciers).

II. 2. 4 Action géologique des eaux souterraines: Morphologie karstique

C'est une structure géomorphologique résultant de l'érosion hydrochimique et hydraulique de toutes roches solubles, principalement de roches carbonatées dont essentiellement des calcaires.



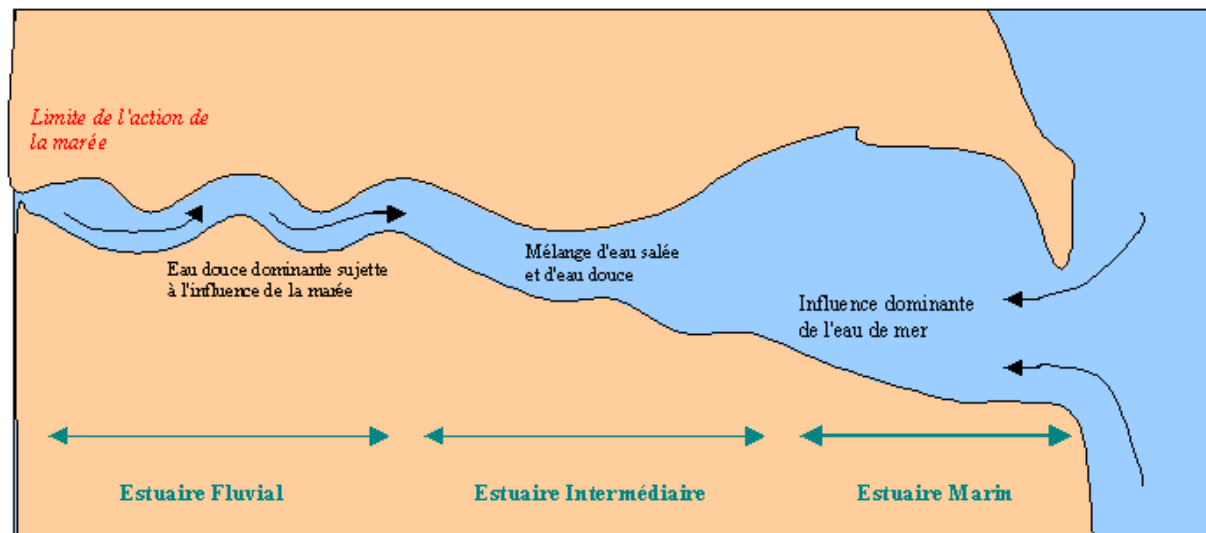
Cycle des roches sédimentaires

III- Milieux mixtes (deltas et estuaires...)

III. 1. les dépôts d'embouchure

La nature de l'embouchure dépend du débit solide du cours d'eau et de l'énergie des courants marins au niveau de la côte :

Si les courants marins sont si forts pour déblayer et redistribuer les matériaux apportés par le fleuve, on parle d'Estuaire ; dans ce cas il y a pénétration du milieu marin dans le milieu continental



Cycle des roches sédimentaires

III- Milieux mixtes (deltas et estuaires...)

III. 1. les dépôts d'embouchure: Estuaire

Si les courants marins sont si forts pour déblayer et redistribuer les matériaux apportés par le fleuve, on parle d'Estuaire ; dans ce cas il y a pénétration du milieu marin dans le milieu continental

Estuaire de la Moulouya



Estuaire de Bouregreg

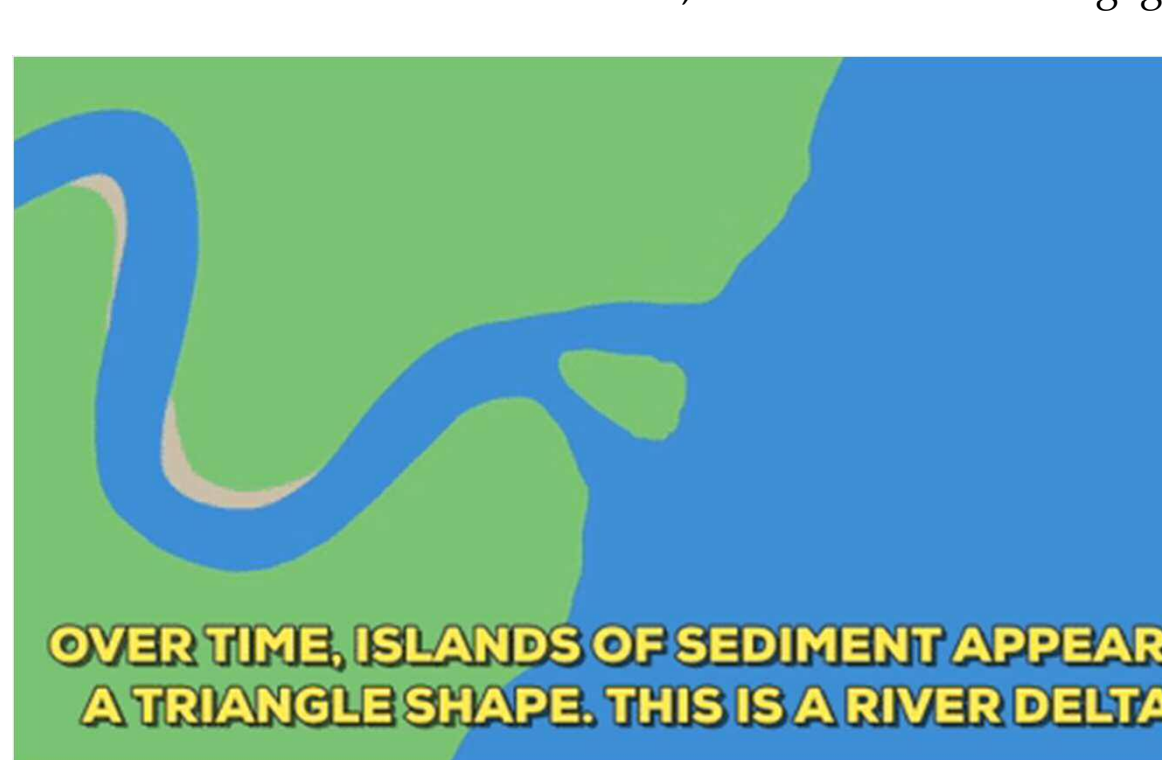


Cycle des roches sédimentaires

III- Milieux mixtes (deltas et estuaires...)

III. 2. les dépôts d'embouchure: Deltas

si le débit solide du fleuve est important et les courants marins sont faibles, les sédiments s'accumulent et aboutissent à la formation d'un Delta. Dans ce cas, le milieu continental gagne du terrain sur le milieu marin.



Cycle des roches sédimentaires

III- Milieux mixtes (deltas et estuaires...)

III. 3. les milieux lagunaires

Les lagunes sont des étendues d'eau en relation restreinte avec la mer : L'eau de la lagune est sous-salée (eau saumâtre) lorsque les apports d'eau douce dominant.

Elle est sur-salée (saumure) lorsque les apports d'eau de mer et l'évaporation dominant ; dans ce dernier cas les ions K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Cl^- précipitent et donnent naissance aux sédiments et roches dites évaporitiques qui cristallisent dans l'ordre suivant :

- 1- Gypse $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
- 2- Anhydrite $CaSO_4$
- 3- Halite(sel gemme) $NaCl$
- 4- Sylvinite $NaKCl_2$
- 5- Sylvite (Sylvine) KCl



Cycle des roches sédimentaires

III- Milieux mixtes (deltas et estuaires...)

III. 3. les milieux lagunaires

La lagune de Merja Zerga (Moulay Bousselham)



La lagune de Nador (Rif)



La lagune de Oualidia (Doukkala)

