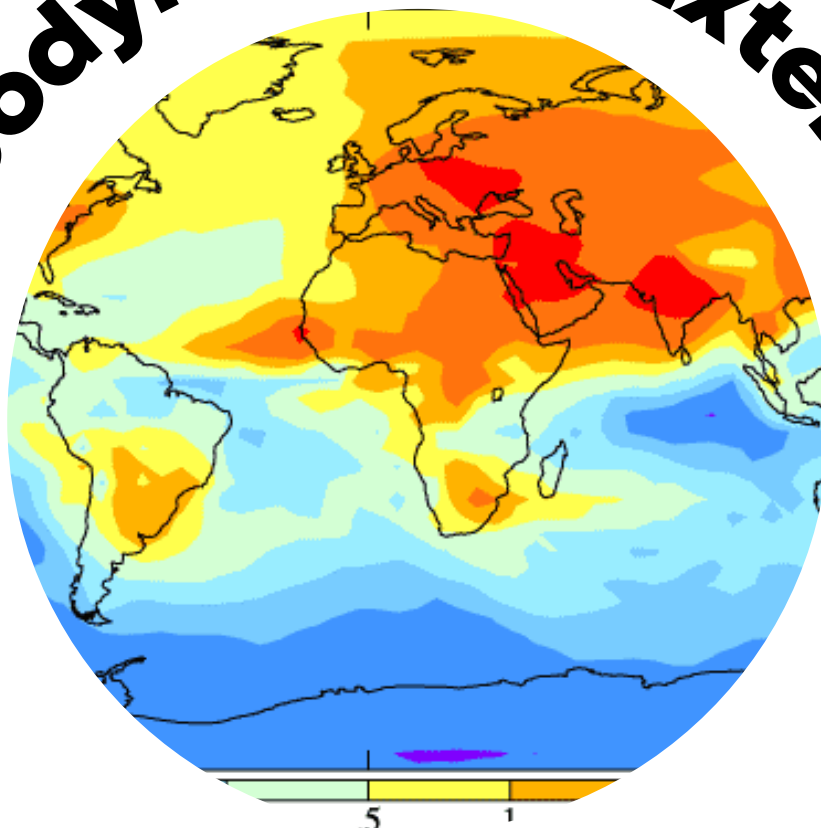


# Géodynamique Externe



SCIENCES DE LA  
VIE ET DE LA TERRE



## Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



## Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



## Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

# Travaux Dirigés

## Module 10 : Géodynamique Externe

### 3<sup>ème</sup> séance

**Kh. ALUNI & A. Mihraje**

Filière : Sciences de la Vie et de la Terre

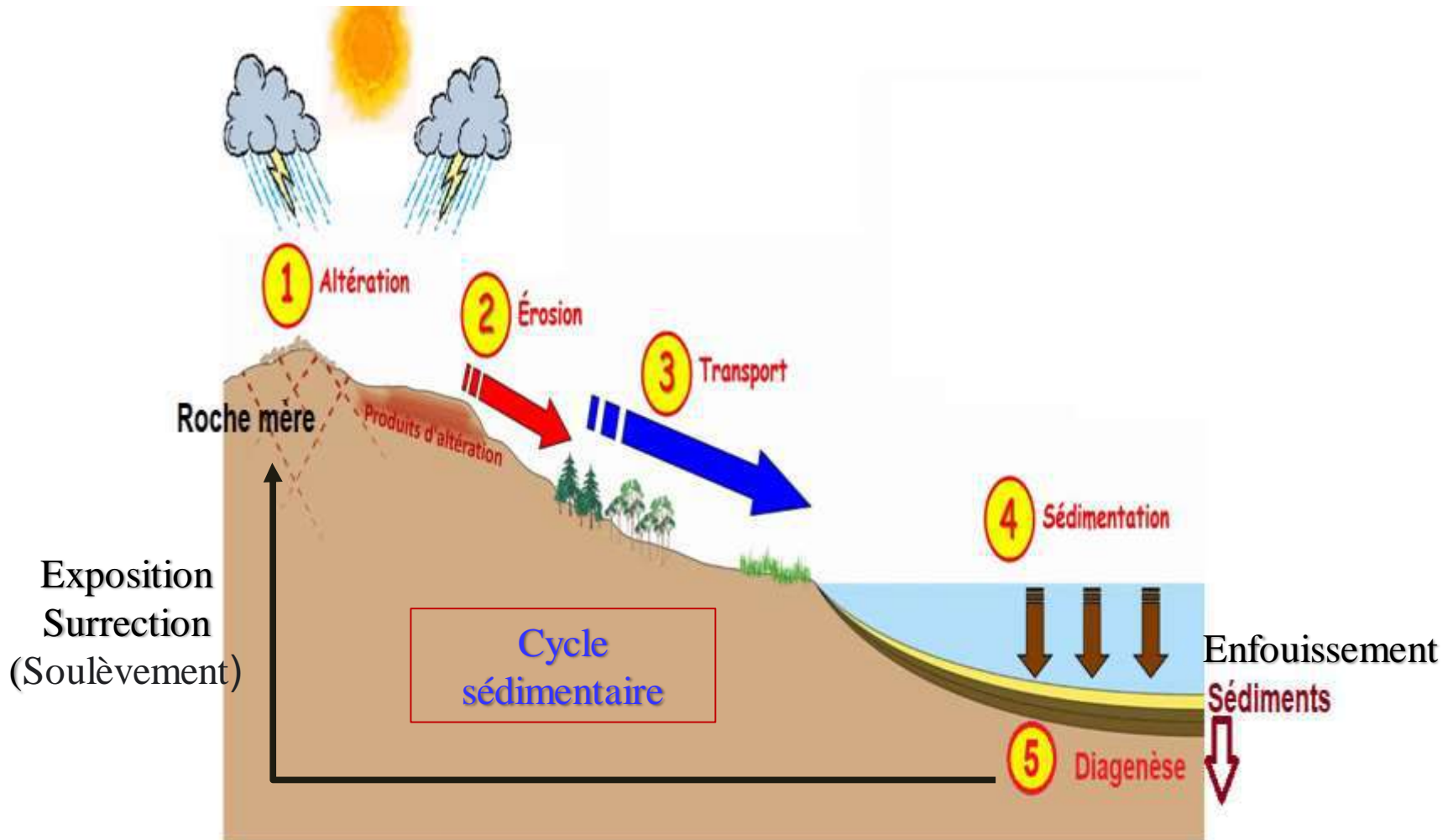
Semestre : 2

## Cycle sédimentaire

# CYCLE SEDIMENTAIRE

les roches sédimentaires sont des **r. exogènes**

(se forment à la surface)



# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1- Altération :

= Ensemble de modifications chimiques et physiques qui affectent les sédiments et les roches



Ces mécanismes transforment **la roche mère** en **particules**, en **libérant des ions** emportés en solution ou en formant de nouveaux minéraux.

### Altération physique

**Ne change pas** la composition chimique initiale



aboutit à **des fragments** ou **débris**, de taille variable, qui seront à l'origine **des R. détritiques**.

### Altération chimique

**Modifie** la composition chimique initiale



donne **des solutions de lessivage** qui sont les **sources des minéraux** des roches d'origine **chimique** ou **biochimique**.

# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-1 Altération physique (**mécanique**): **fragmentation de la roche par**

### **Cryoclastie ou Gélifraction**

**Alternance de périodes de gel et de dégel, en climat humide et froid.**

### **Thermoclastie**

**Sous l'effet des variations répétées de la Température.**

### **Action biologique**

**Impact des organismes vivants sur la roche.**

### **Haloclastie**

**Pression générée par cristallisation de sels (**Halite**) dans la porosité des roches suite à l'évaporation d'eau.**

### **Desquamation ou exfoliation**

**Par fracturation en feuillets d'une roche compacte et homogène.**

**L'altération physique (**mécanique**)** est particulièrement importante dans :

- *Les zones désertiques* où les variations de T° peuvent dépasser 50 °C.
- *sous climats humides et froids* dont la T° varie autour de 0° (action du gel et du dégel).

# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-1 Altération physique (mécanique): fragmentation de la roche par

### Cryoclastie ou Gélifraction

Eau



### Thermoclastie



### Haloclastie



### Desquamation ou exfoliation



### Action biologique



# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-2- Altération chimique:

-Modifie la **composition chimique**



Modifie la **composition minéralogique** initiale de la roche mère.

- Cette altération nécessite **la présence d'eau (climat humide)**
- Elle agit de 2 façons :

### Dissolution

certaines minéraux (**halite, calcite**) sont **dissous totalement** et leurs ions sont évacués en solution.

### Transformation

d'autres minéraux (ex. **micas ou feldspaths**) sont **transformés** en d'autres espèces minérales (surtout en argiles).

**Les Agents de l'altération chimique : Eau, climat, station.**

**CLIMAT** : températures et précipitations (altération est (x2) quand  $T^{\circ} \uparrow +4^{\circ}\text{C}$ ),

**STATION** : nature de la roche et conditions de circulation d'eau.



# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-2- Altération chimique:

### Principales réactions impliquées dans l'altération chimique :

Dissolution

Hydratation / déshydratation

Hydrolyse

Oxydation / Réduction

Réactions impliquant la matière organique (MO)

Ces phénomènes se passent à des T° et des P. *"faibles"* régnant à la surface ou près de la surface de la Terre.

# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-2- Altération chimique:

### Principales réactions impliquées dans l'altération chimique :

#### Dissolution

= Décomposition totale du minéral par l'eau, ou par un acide (intéresse surtout les roches salines : sel gemme, potasse et gypse qui sont très solubles).

Les roches carbonatées sont moins solubles, mais l'eau de pluie, chargée en CO<sub>2</sub>, agit comme un acide faible lors de sa mise en contact avec la calcite = phénomène de dissolution des carbonates = **décarbonatation**, se fait par la réaction suivante :



#### Hydratation / déshydratation

**L'Hydratation** : incorporation de molécules d'eau à certains minéraux peu hydratés contenus dans la roche comme les oxydes de fer provoquant le gonflement puis la destruction de la roche (ex. l'hydratation de l'hématite pour produire de la limonite :

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (Hématite)} + \text{H}_2\text{O} \text{ -----} > 2\text{FeO} \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ (Goethite)}$$

**La Déshydratation** : perte de molécule d'eau (ex. déshydratation du gypse pour produire de l'anhydrite :

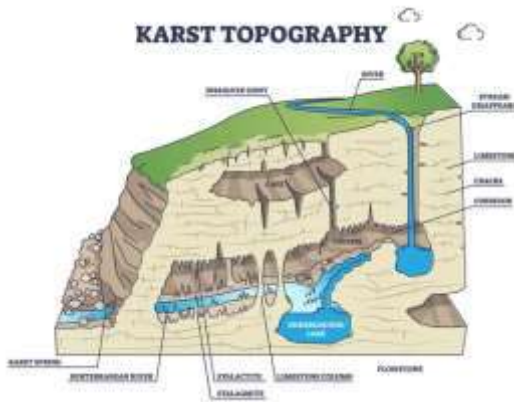
$$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ (Gypse)} \text{ -----} > \text{CaSO}_4 \text{ (anhydrite)} + 2\text{H}_2\text{O}$$


# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-2- Altération chimique:

Principales réactions impliquées dans l'altération chimique :

Dissolution



# CYCLE SEDIMENTAIRE

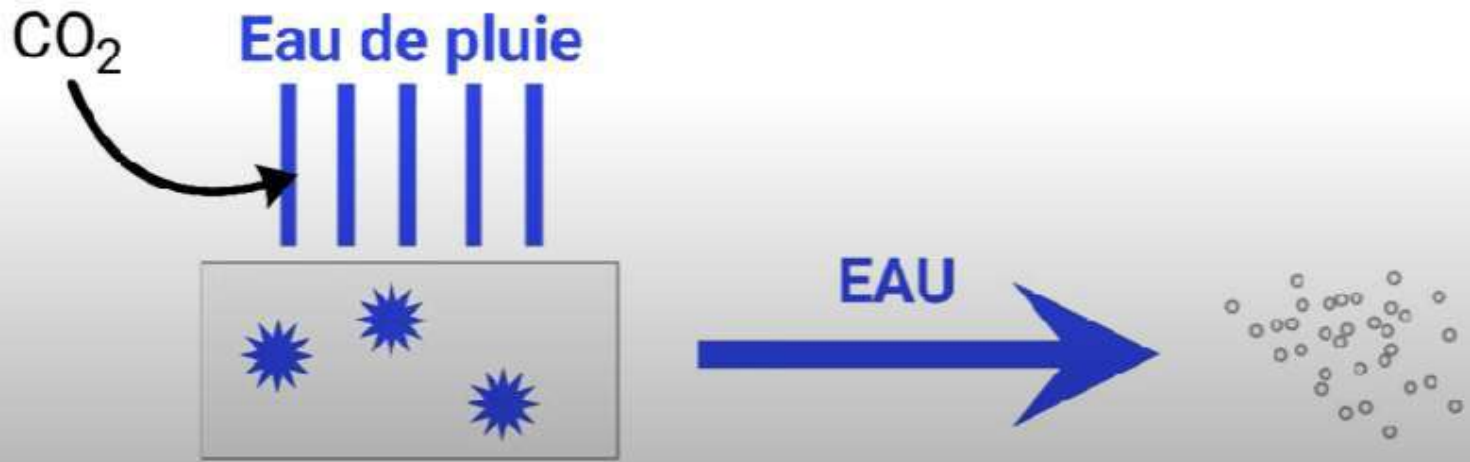
## 1-2- Altération chimique:

**Principales réactions impliquées dans l'altération chimique :**

Dissolution



Carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ )





# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-2- Altération chimique:

### Principales réactions impliquées dans l'altération chimique :

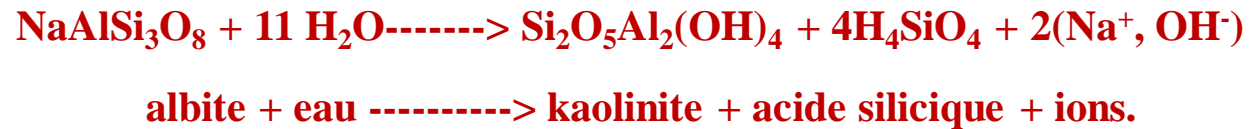
#### Hydrolyse

= destruction des minéraux par l'eau, le processus par lequel un cation d'un minéral est remplacé par le H<sup>+</sup> d'une solution acide.

\***Hydrolyse totale** = détruire complètement le minéral ; (ex. : feldspath potassique = Orthose)

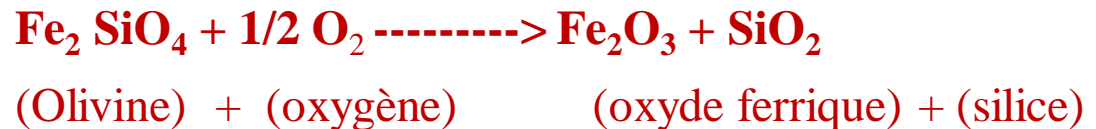


\***Hydrolyse partielle** = convertir le minéral en une nouvelle espèce.; (ex. : feldspath sodique = Albite)



#### Oxydation / Réduction

L'**oxydation** intéresse surtout le fer qui passe de l'état ferreux (Fe<sup>2+</sup>) à l'état ferrique (Fe<sup>3+</sup>).



**La réduction** est plus rare ; elle intervient dans les milieux hydromorphes et produit en particulier le passage du fer ferrique au fer ferreux soluble.

#### Réactions impliquant la matière organique (MO)

Exemple l'oxydation de la matière organique, produisant de l'eau et du CO<sub>2</sub>, lui-même impliqué dans des réactions de mise en solution.

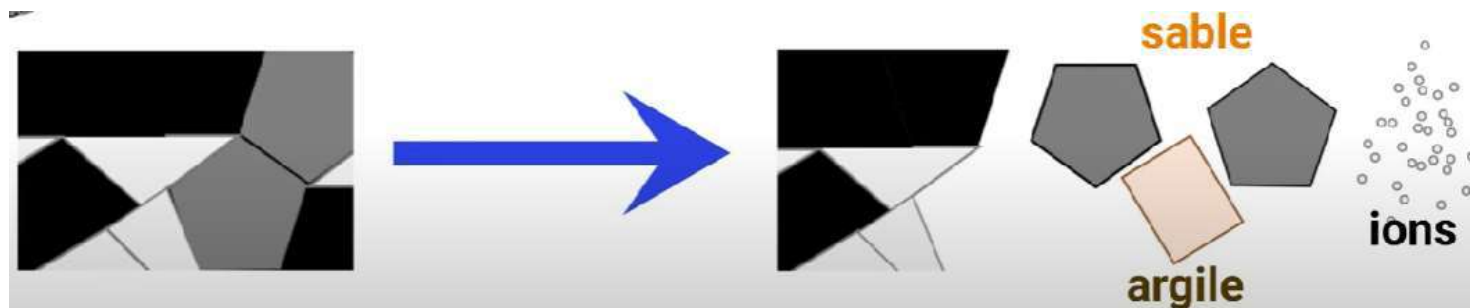
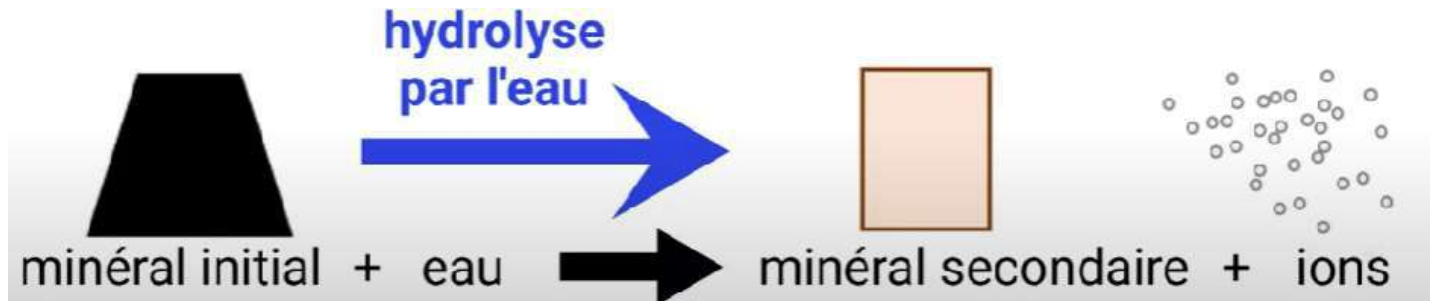
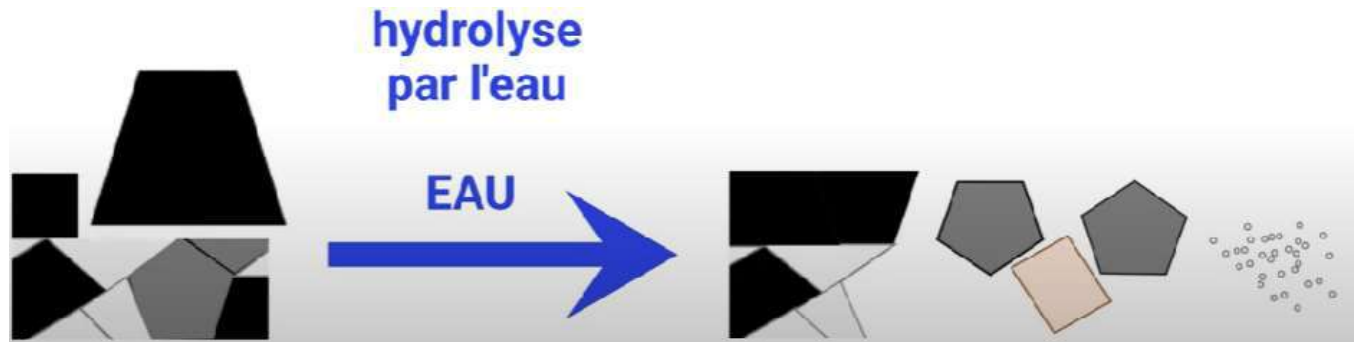


# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-2- Altération chimique:

### Principales réactions impliquées dans l'altération chimique :

#### Hydrolyse



# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-2- Facteurs contrôlant l'altération :

Principaux facteurs:

- lithologie,
- climat,
- acidité du milieu.

D'autres facteurs peuvent s'y ajouter tels :

- la présence ou l'absence d'un sol,
- le temps d'exposition aux processus d'altération ...etc.

# CYCLE SEDIMENTAIRE

## Facteurs contrôlant l'altération :



### Lithologie

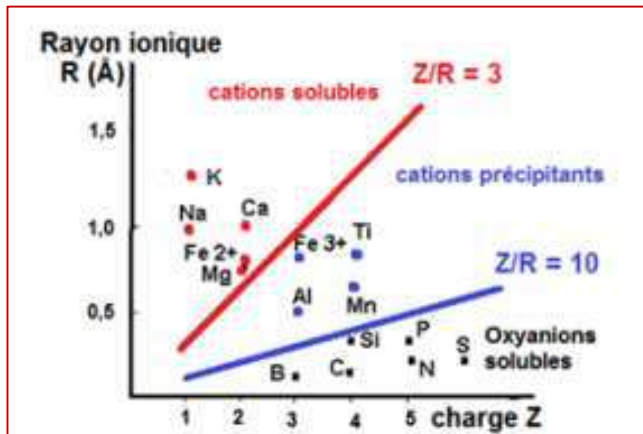
**La porosité de la roche** : est un facteur, qui commande la présence de l'eau dans la roche nécessaire pour toute altération chimique.

**La composition minéralogique** : Certains minéraux, se décomposent plus facilement que d'autres, certains sont solubles d'autres non.

**La Résistance d'un minéral à l'altération** : dépend en grande partie de sa nature, en particulier de l'énergie des liaisons, qui varie en fonction des ions : Exemple :

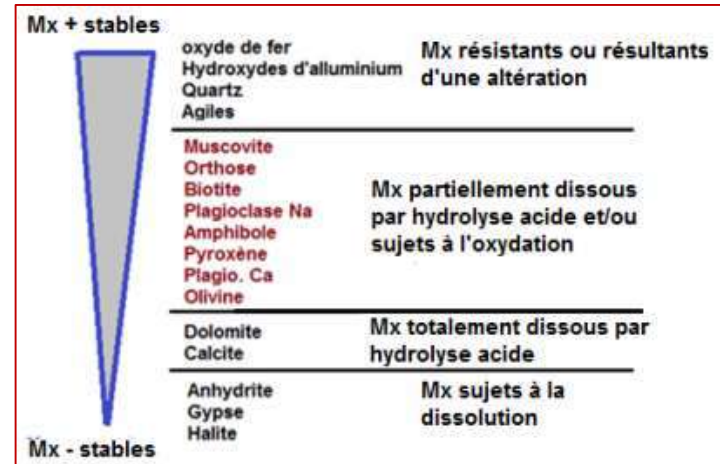
- \* le  $K^+$  est faiblement lié à l'oxygène,
- \* le  $Fe^{2+}$  et le  $Mg^{2+}$  le sont moyennement;
- \* le  $Si^{4+}$  établit au contraire des liaisons très fortes.

**La Solubilité des ions** : influence le lessivage des ions dans le sol. Elle dépend principalement de leur potentiel ionique :  $PI = Z/R$  ( $Z$  = nombre de charges ;  $R$  = rayon ionique)



Les minéraux qui cristallisent en 1<sup>er</sup> aux + fortes  $T^\circ$  (olivine) sont les - stables, donc ils s'altèrent + vite.

Ceux qui cristallisent en dernier, à des  $T^\circ$  basses (quartz, muscovite) sont les + stables.





# CYCLE SEDIMENTAIRE

## Facteurs contrôlant l'altération :

### Facteurs climatiques

le climat contrôle l'altération chimique par **2 paramètres** :

**La température** : agit directement sur la vitesse des réactions chimiques. **La vitesse des réactions chimiques augmente avec la  $T^\circ$** . Il y a donc une **zonalité de l'altération chimique** ;

**L'humidité** est également importante, puisque beaucoup de **réactions nécessitent la présence d'eau**.

Donc, l'**altération chimique** est **lente**, sans être absente, dans deux zones du globe.

- Dans les zones périglaciaires:  $T^\circ$   et eau à l'état solide (pd + mois de l'année).
- Dans les déserts : déficit d'humidité.

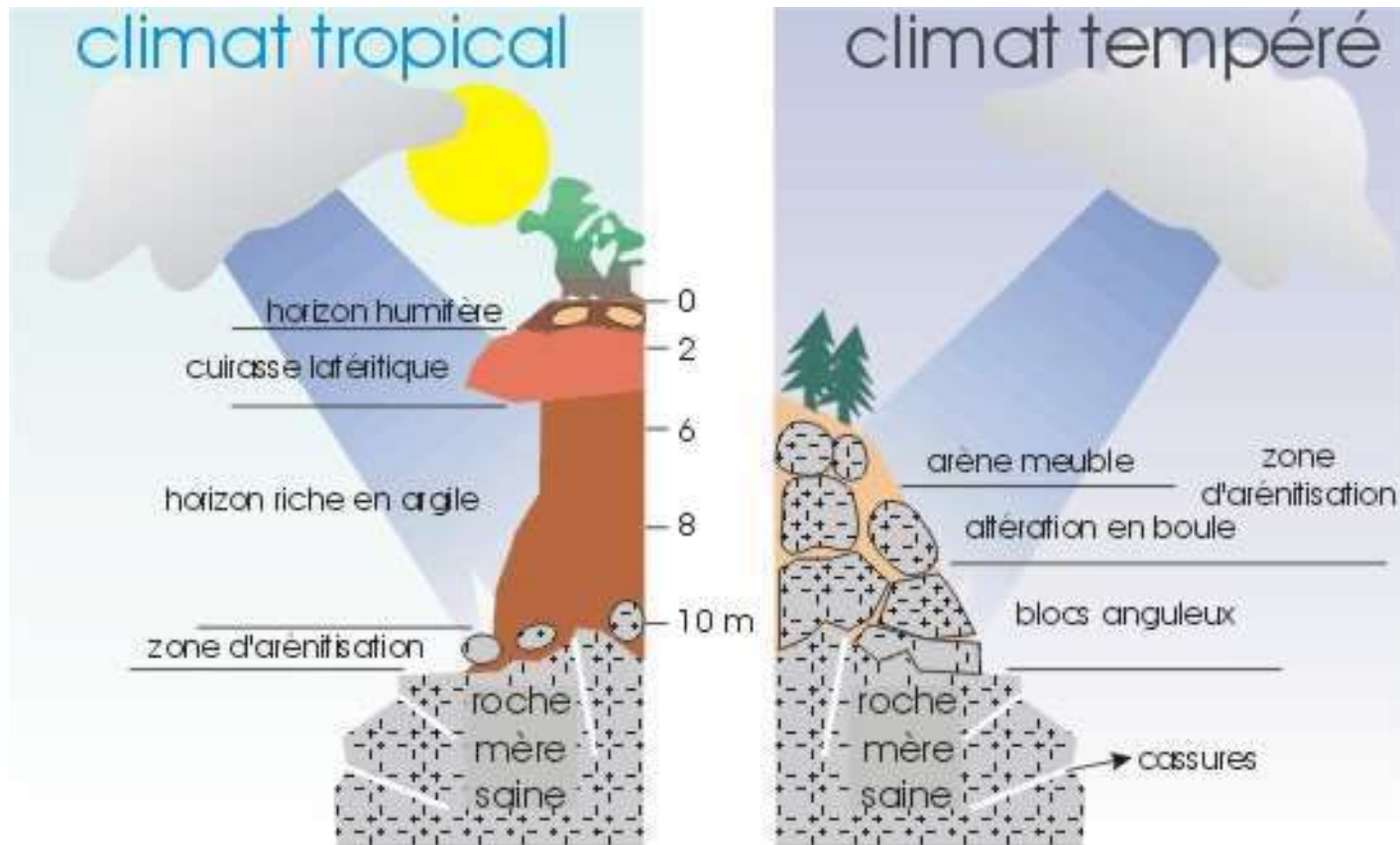
Par contre, l'**altération chimique est intense** sous l'**équateur** où les processus disposent à la fois de **chaleur ( $T^\circ$ ) et d'eau (humidité)** en abondance pendant toute l'année.

# CYCLE SEDIMENTAIRE

## Facteurs contrôlant l'altération :

### C2- Facteurs climatiques

Une même roche, va évoluer différemment sous 2 climats différents:



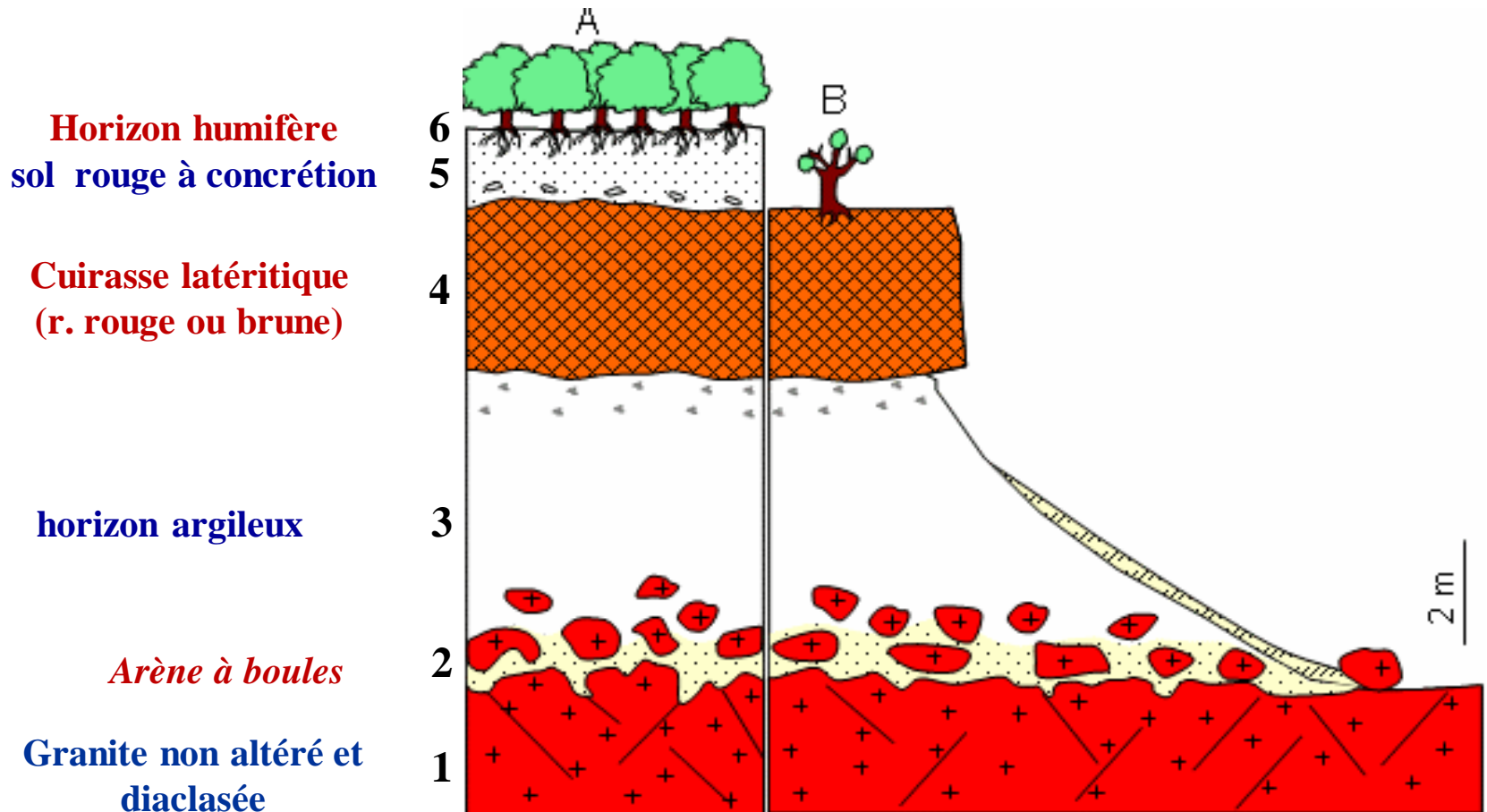
**Profil d'altération d'une roche granitique en climat tropical humide.**

# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-2- Facteurs contrôlant l'altération :

### - Facteurs climatiques

En **climat tropical humide**, l'**altération** d'une roche granitique est surtout **chimique** ; elle est très développée et aboutit au profil d'altération ci-dessous :

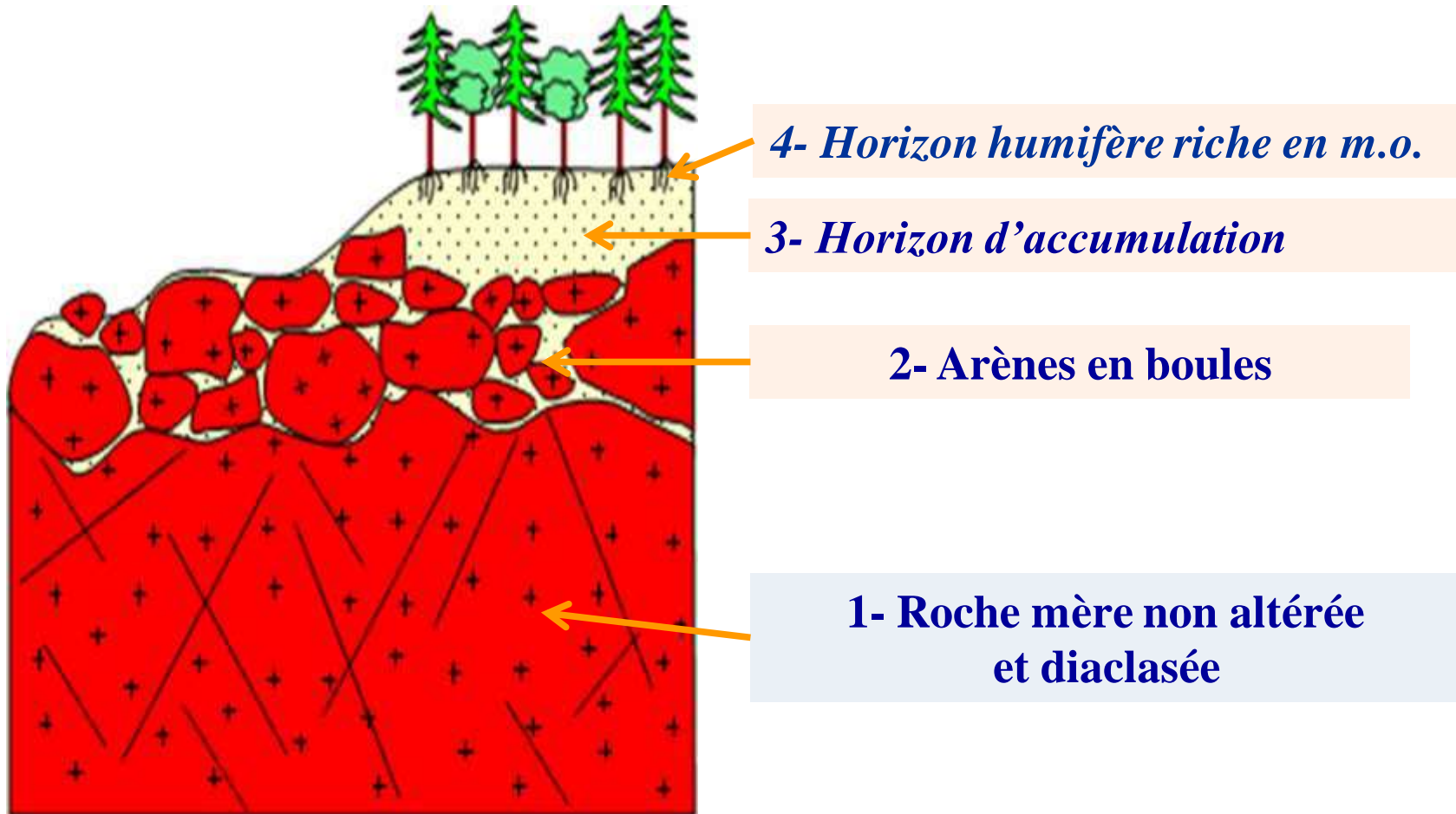


# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 1-2- Facteurs contrôlant l'altération :

### C2- Facteurs climatiques

Profil d'altération d'une roche granitique **en climat tempéré.**





**En conclusion:**

*L'ALTERATION PHYSIQUE est* tout processus conduisant à la désagrégation d'une roche en fragments plus petits.

- Ces fragments peuvent **rester sur place** → **Sol**

Ou bien

- Ils peuvent **quitter leur lieu de formation** par divers agents de **transport** (VENT, EAU, GLACE, GRAVITE...) → **EROSION**



# CYCLE SEDIMENTAIRE

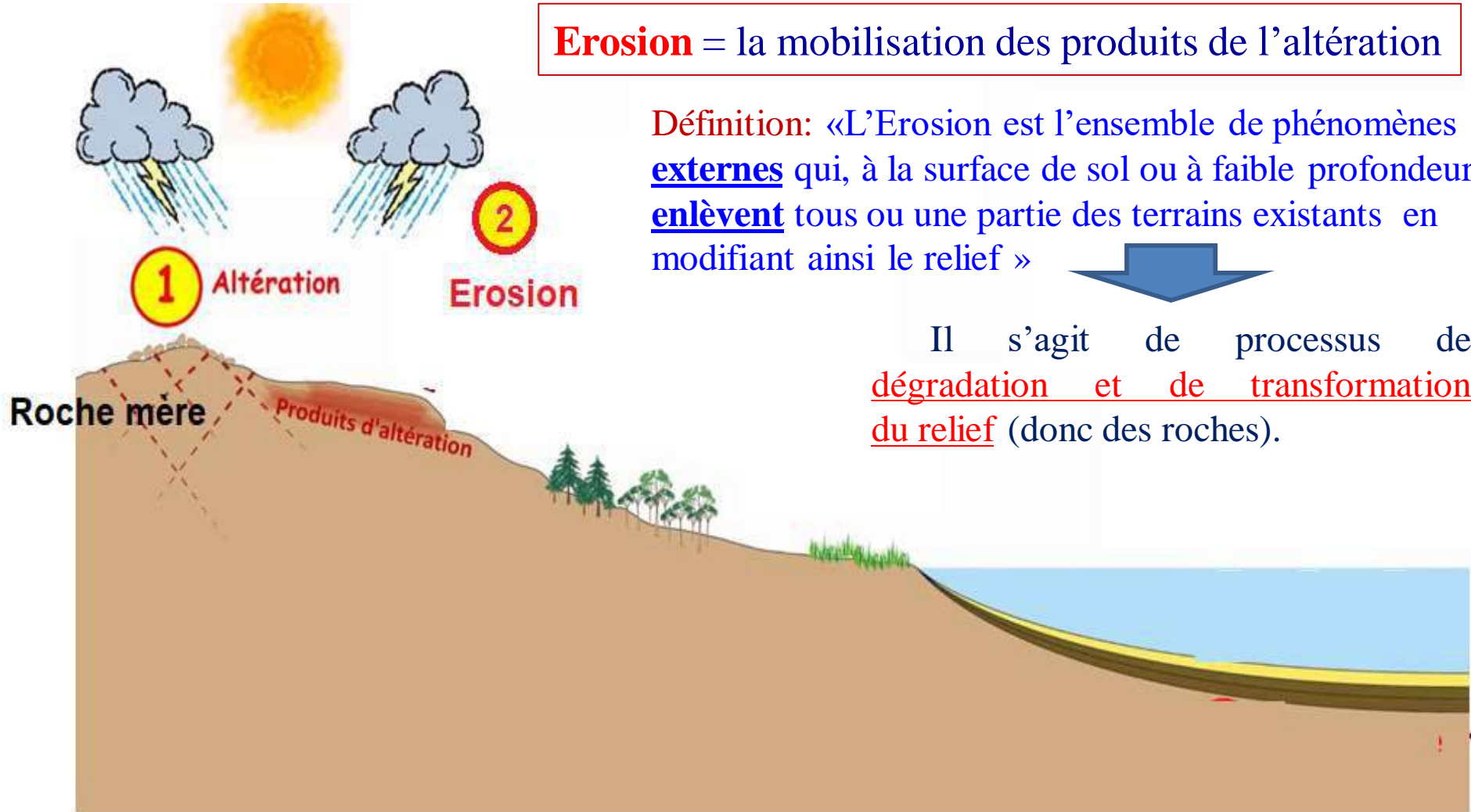
## 2- Erosion :

**Erosion** = la mobilisation des produits de l'altération

**Définition:** «L'Erosion est l'ensemble de phénomènes externes qui, à la surface de sol ou à faible profondeur, enlèvent tous ou une partie des terrains existants en modifiant ainsi le relief »



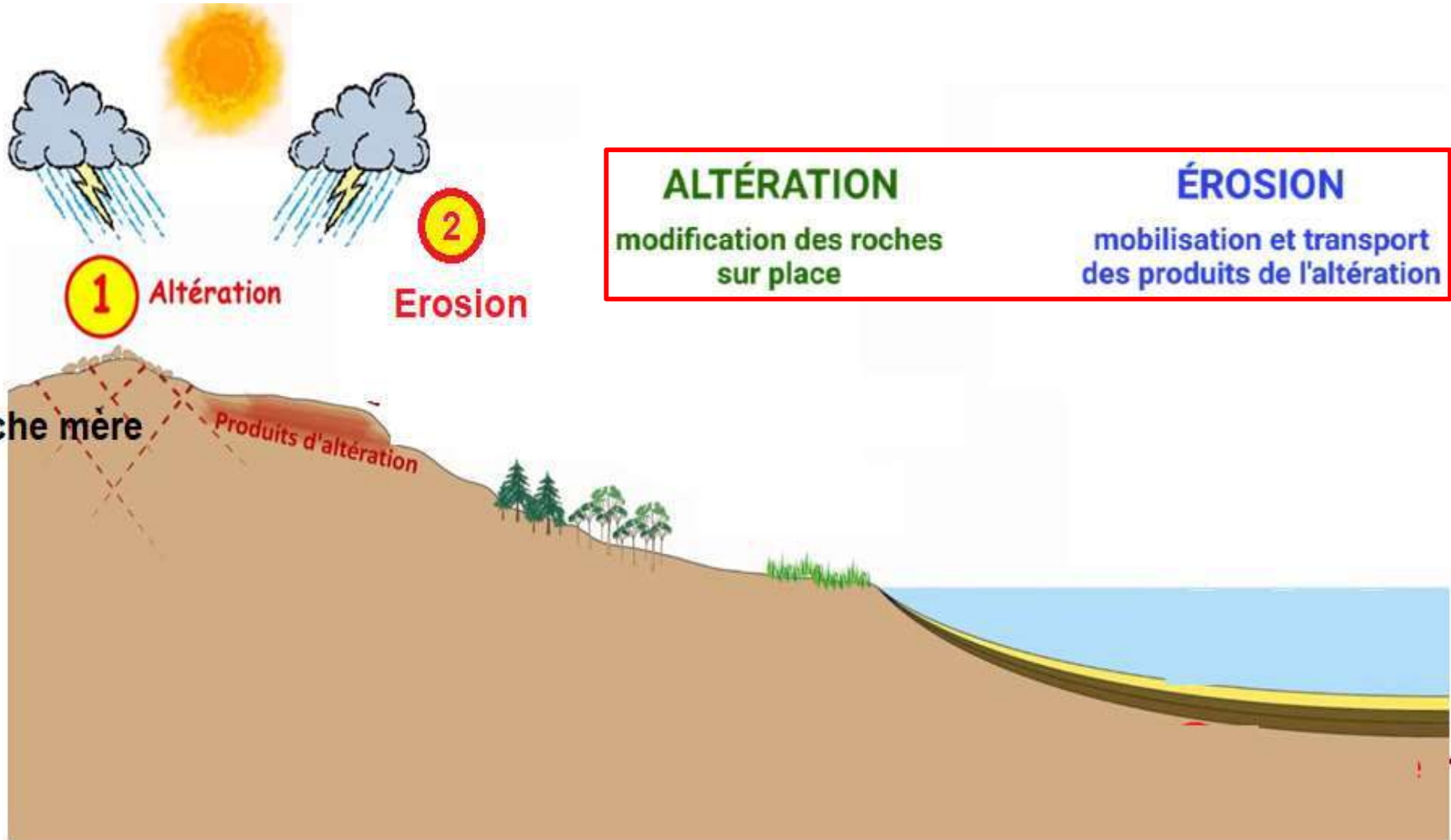
Il s'agit de processus de dégradation et de transformation du relief (donc des roches).





# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 2- Erosion :



# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 2- Erosion :

Les principaux agent d'érosion sont:

- le vent,
- l'eau (pluie, ruissellement, cours d'eaux, mer...etc),
- les glaciers

Son importance dépend de plusieurs facteurs:

- Taille du matériel,
- Intensité de l'agent,
- Topographie,
- Présence ou non d'un couvert végétal dense...etc.



# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 2- Erosion :

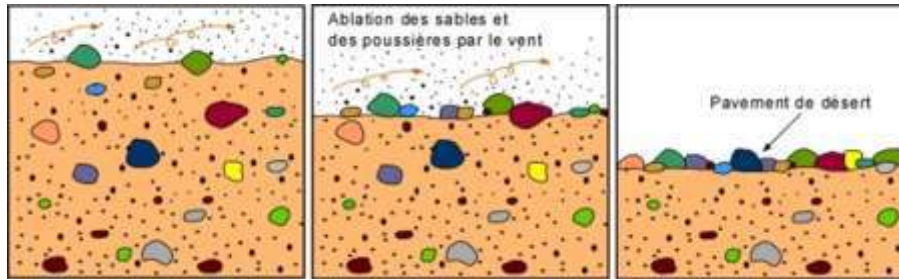
### a- Erosion éolienne

- Dominante dans **les milieux désertiques** ;
- Plus efficace** : cas où les obstacles sont inexistantes / le vent est puissant, régulier et chargé de poussières.



-Les particules de sable peuvent aussi être mobilisées par **roulement** , par **saltation** et en **suspension** dans l'air.

#### Déflation



#### Abrasion

Érosion des roches par l'action du vent chargé de particules.



#### Corrasion

Érosion des roches par l'action des vents violents fortement chargés d'abrasifs et issus d'une direction dominante => délimite des butes allongées aux profils longitudinaux appelés « **Yardangs** ».



# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 2- Erosion :

### b- Erosion hydrique

#### Ruissellement

Ce phénomène se déclenche si les précipitations sont supérieures à la capacité d'infiltration du terrain. L'eau se déplace en surface sans s'infiltrer.

- ❖ **Ruissellement concentré** (filets d'eau à la surface) : creusement des ravins (plus profond en régions semi-arides) conduit à des «**badlands**».

#### Cheminées de fée

des colonnes naturelles de roches friables avec une roche plus résistante au sommet.



#### Karst

cavités associées à l'altération des roches carbonatées.

**Ruissellement - Dissolution – Circulation en profondeur.**



### c- Erosion fluviale

La plus importante.

#### Ruissellement

Elle est particulièrement **importante dans la partie haute d'un cours d'eau.**

Elle creuse des vallées en **V** ou en **U** (gorges) en fonction de la **nature de la roche.**

# CYCLE SEDIMENTAIRE

## 2- Erosion :

### **b- Erosion marin**

Les vagues et les courants marins sont des agents actifs d'érosion à la fois, sur les rivages (côtes) et en profondeur.

Pour une falaise dure : L'action mécanique répétée des chocs provoque

### **e- L'érosion glaciaire**

La glacier peut provoquer l'arrachement et l'enlèvement de blocs rocheux de différentes tailles.

A grande échelle, l'érosion glaciaire conduit à **la formation de vallées en U** (auge).

**Auge glaciaire = vallée à fond plat.**



# TD3 - Géodynamique externe

L'action de certains agents engendre des morphologies d'érosion



**Badlands** est un paysage ruiniforme des terrains marneux ou argileux, raviné par les eaux du ruissellement.



**Cheminée de fée** = une colonne naturelle de roches friables avec une roche plus résistante au sommet.



**Fjord** = ancienne vallée glaciaire envahie par les eaux marines (surtout en Scandinavie, en Écosse).



**Yardang** = une crête rocheuse créée par l'érosion éolienne dans un milieu désertique. Il a une forme plus ou moins allongée.



**Vallée en auge (U)** = dépression de forme allongée de en U façonnée dans le relief par un glacier.



**Reg** = une surface désertique pierreuse débarrassée des éléments fins par le vent (déflation éolienne).



# TD3 - Géodynamique externe



**Taffonis** = Cavités arrondies creusées par corrosion sur une surface rocheuse plus ou moins verticale en climat sec ou sur certaines côtes



Un méandre est une sinuosité très prononcée du cours d'un fleuve ou rivière



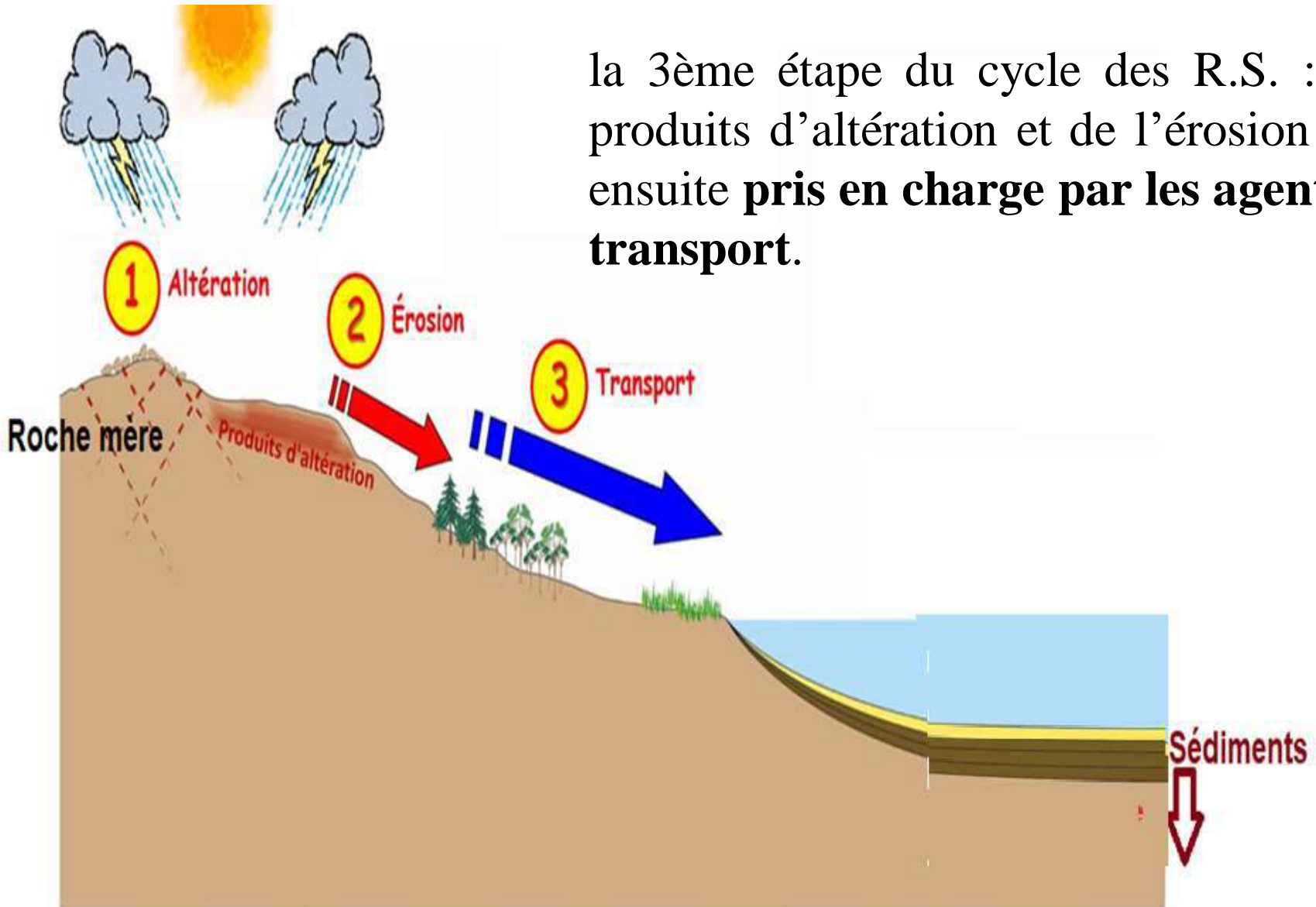
**Gorge ou canyon** = un passage encaissé entre deux reliefs résultant de l'érosion hydraulique



une dépression à fond plat, généralement inondable, où les sols salés limitent la végétation.

# CYCLE SEDIMENTAIRE

## II- Transport :



# CYCLE SEDIMENTAIRE

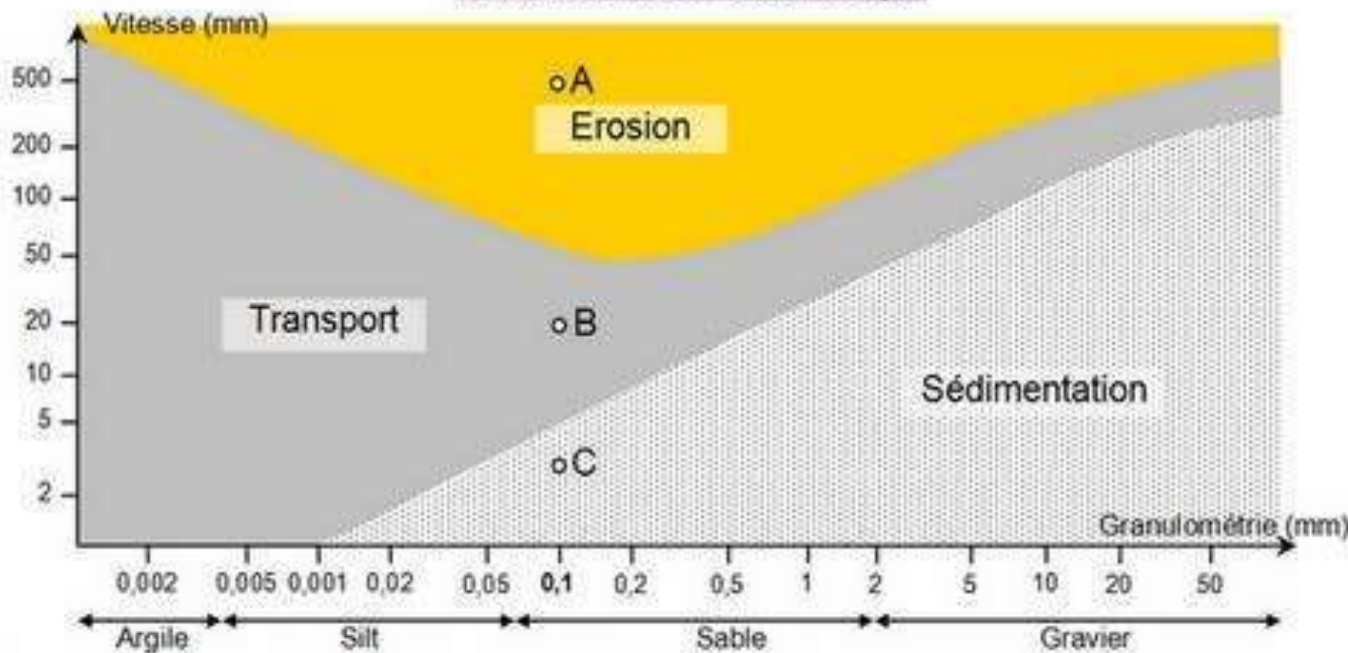
## II- Transport :

### Écoulements d'eau, d'air ou de glace

#### Transport par l'eau

Diagramme de Hjulström - utilisation en sédimentologie  
D'après compilations web

Banque de Schémas - SVT - Académie de Dijon



▪ Il traduit le comportement des particules en fonction de leur taille et de la vitesse du courant (agent de transport).

▪ Il détermine trois domaines : érosion, transport et sédimentation.



# CYCLE SEDIMENTAIRE

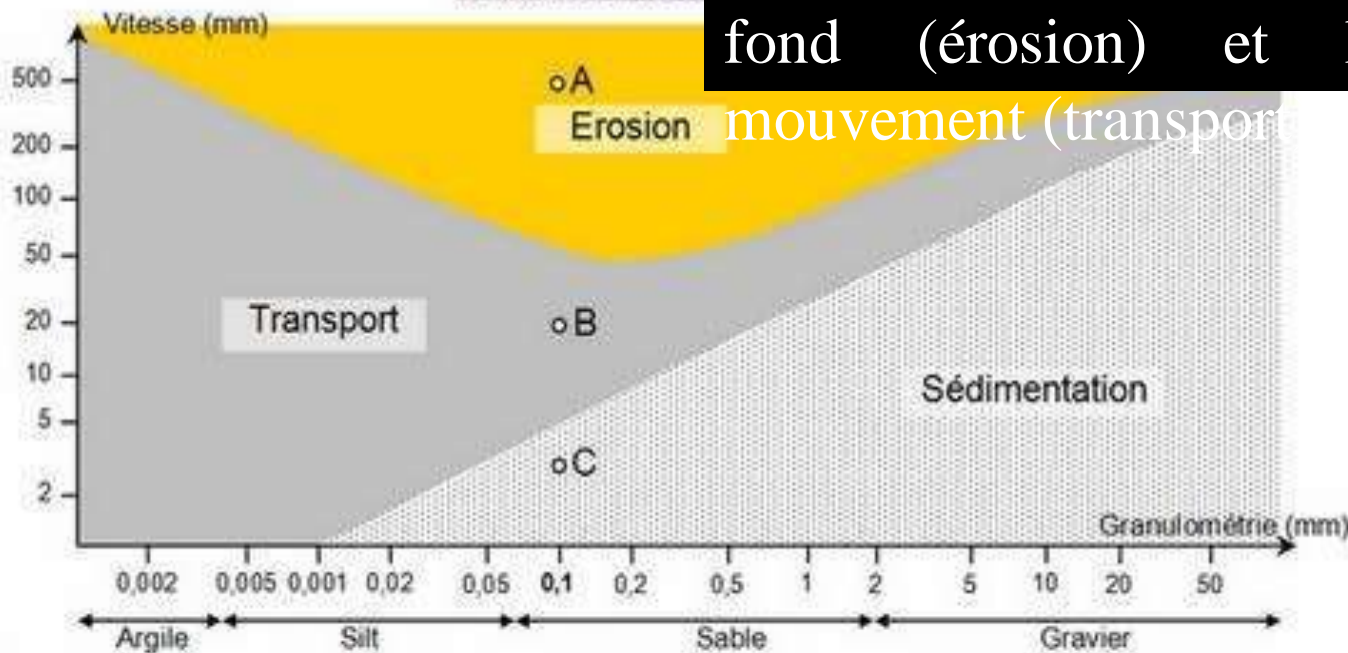
## II- Transport :

### Ecoulements d'eau, d'air ou de glace

#### Transport par l'eau

**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)

Diagramme de Hjulström - U  
D'après comp  
Banque de Schémas - SV





# CYCLE SEDIMENTAIRE

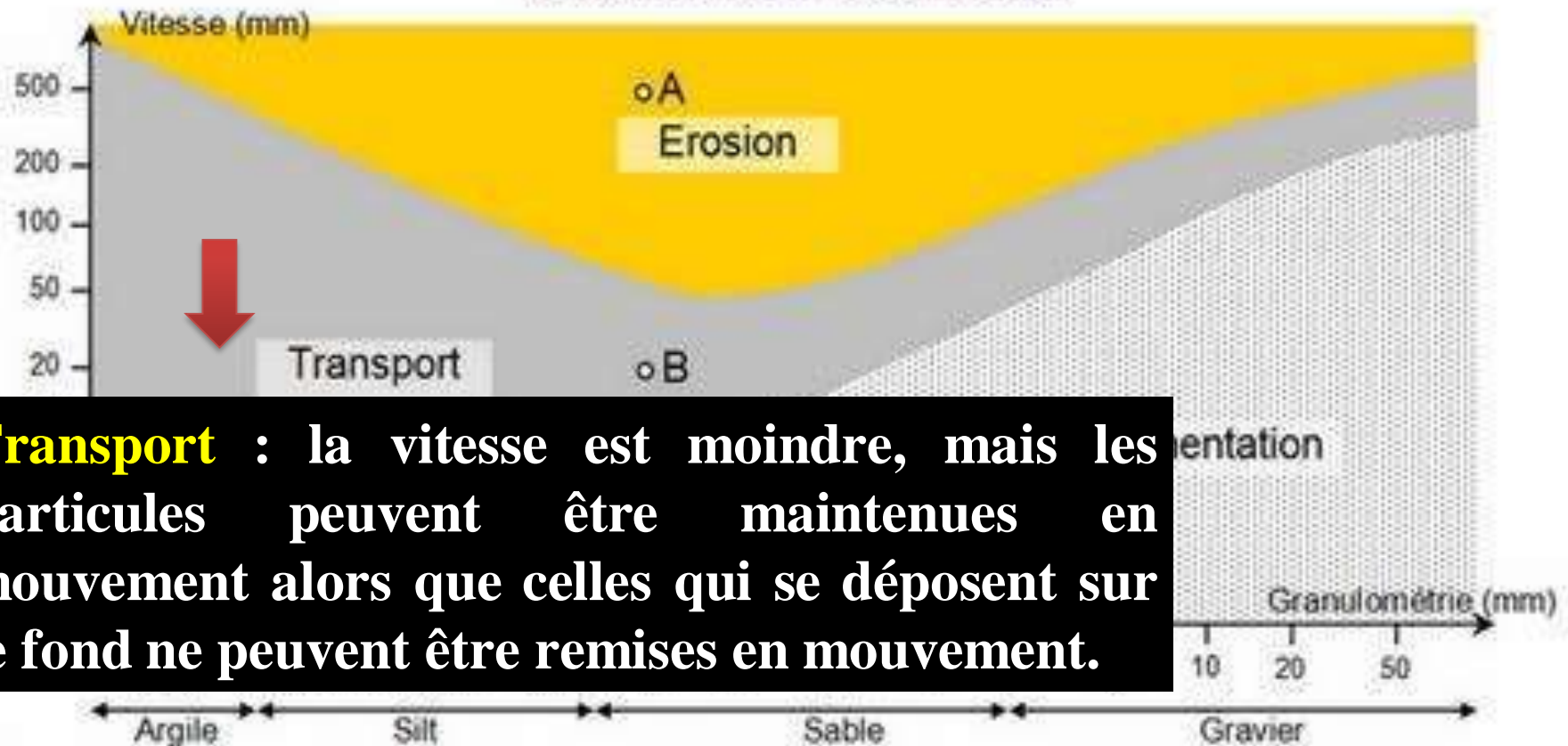
## II- Transport :

### Ecoulements d'eau, d'air ou de glace

#### Transport par l'eau

Diagramme de Hjulström - utilisation en sédimentologie  
D'après compilations web

Banque de Schémas - SVT - Académie de Dijon



**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.

# CYCLE SEDIMENTAIRE

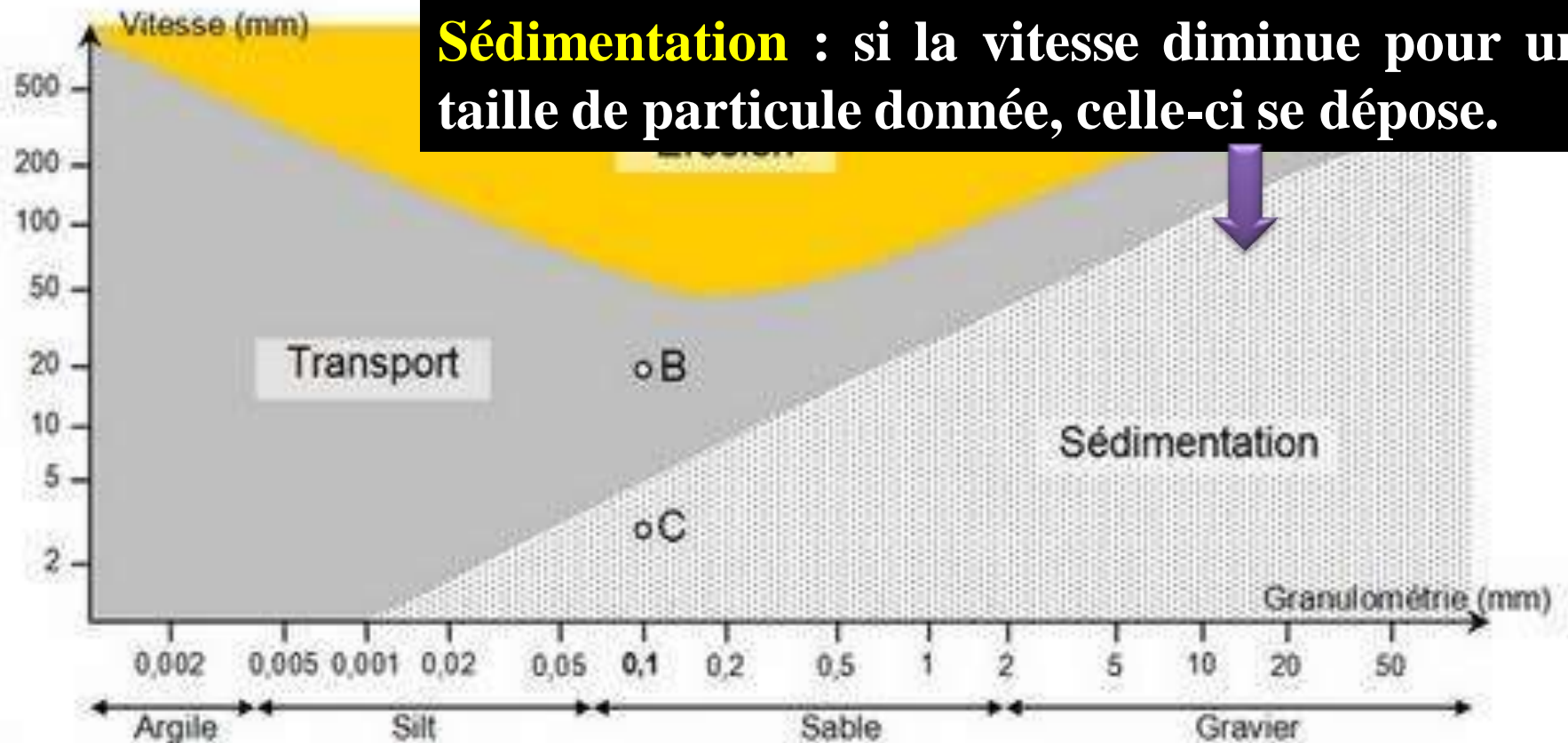
## II- Transport :

### Ecoulements d'eau, d'air ou de glace

#### Transport par l'eau

Diagramme de Hjulström - utilisation en sédimentologie  
D'après compilations web

Banque de Schémas - SVT - Académie de Dijon



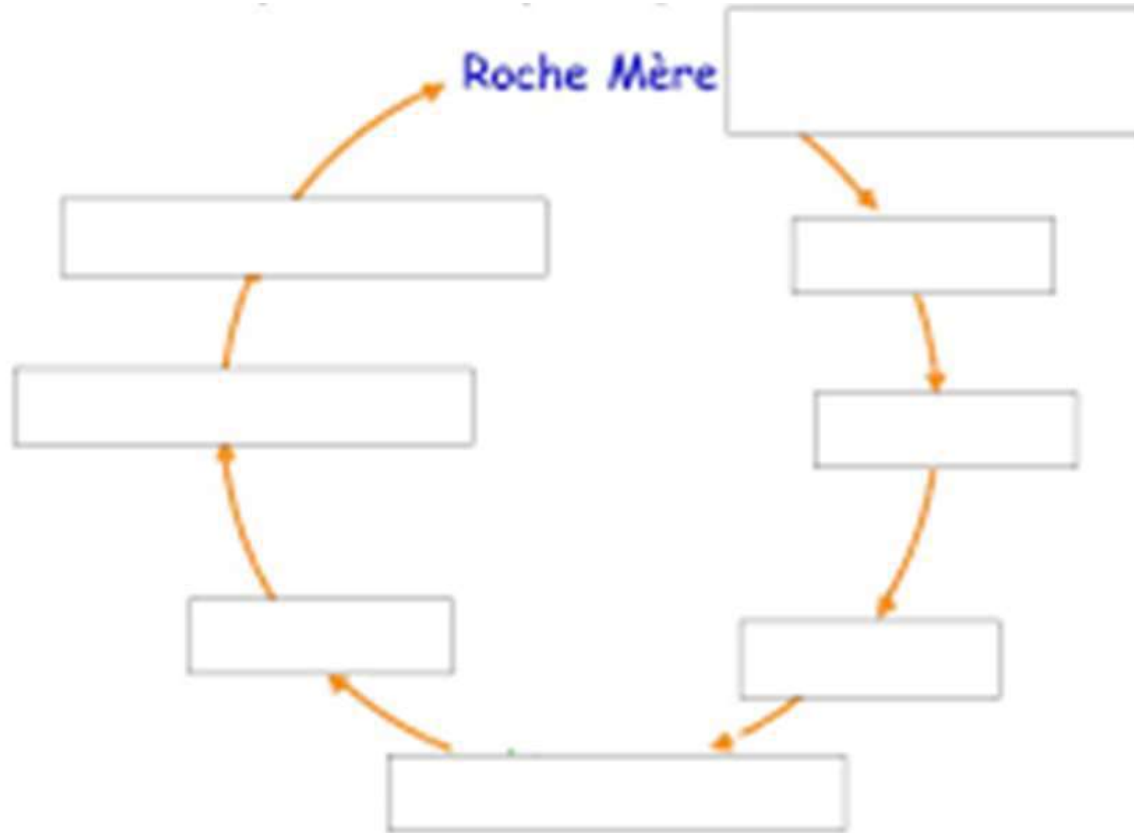


# GEODYNAMIQUE EXTERNE

**TD3**

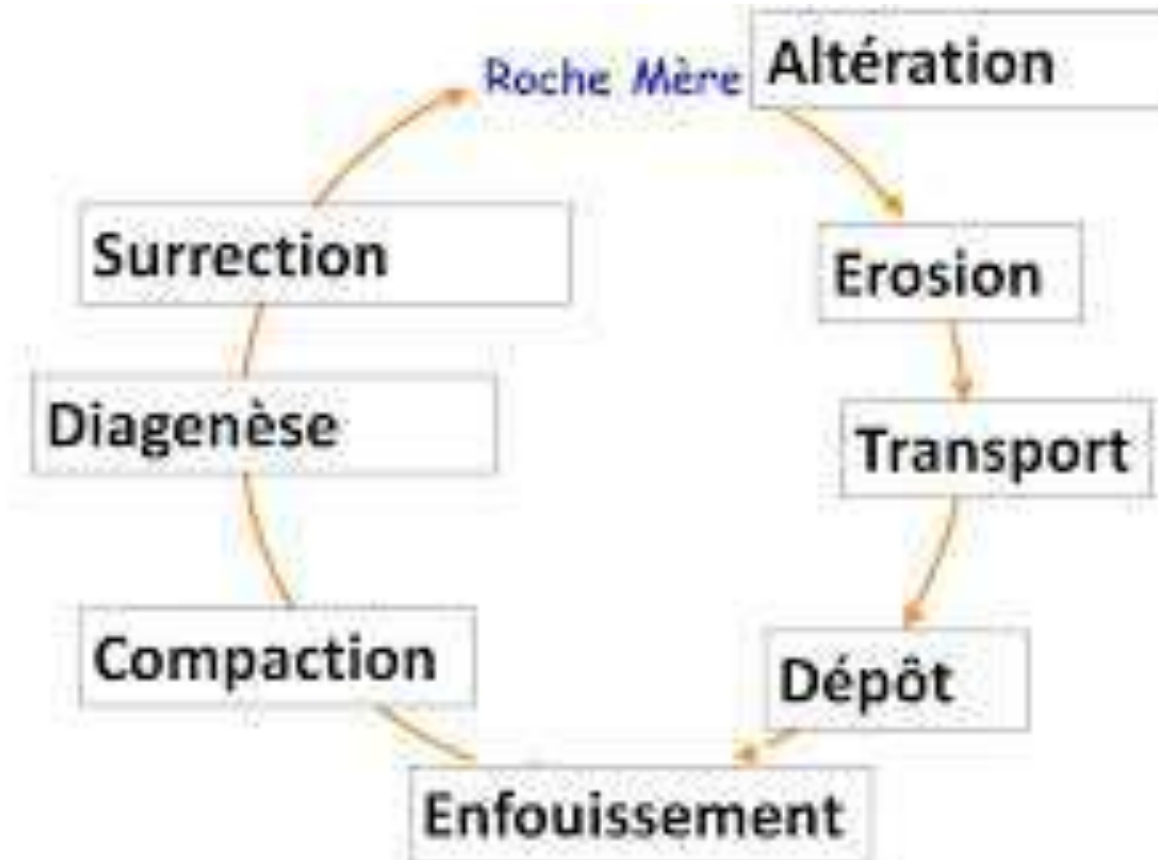
## Exercice 1 :

Le cycle sédimentaire peut être représenté par le schéma ci-dessous. Compléter ce schéma par les termes qui manquent.



## Corrigé de l'exercice 1 :

Le cycle sédimentaire peut être représenté par le schéma ci-dessous.



## Exercice 2 :

Compléter par les termes suivants :

Thermoclastie, gélifraction, desquamation, haloclastie, corrasion.

Fragmentation de la roche par l'action du gel et du dégel ;

.....

Choc des grains détritiques emportés par le vent ;

.....

Fragmentation en feuillets d'une roche compacte et homogène ;

.....

Fragmentation d'une masse rocheuse causée par de fortes variations répétées de la température ; .....

Fragmentation de la roche causée par la formation des cristaux de sels ;

.....



## Corrigé de l'exercice 2 :

Compléter par les termes suivants :

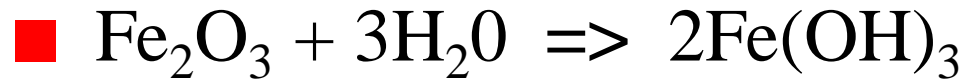
Thermoclastie, gélifraction, desquamation, haloclastie, corrasion.

- Fragmentation de la roche par l'action du gel et du dégel ; **gélifraction.**
- Choc des grains détritiques emportés par le vent ; **corrasion.**
- Fragmentation en feuillets d'une roche compacte et homogène ; **desquamation.**
- Fragmentation d'une masse rocheuse causée par de fortes variations répétées de la température ; **thermoclastie.**
- Fragmentation de la roche causée par la formation des cristaux de sels ; **haloclastie.**



## Exercice 3 :

De quels types d'altération chimique les réactions ci-dessous s'agissent-elles?



## Corrigé de l'exercice 3 :

Les types d'altération chimique des réactions ci-dessous sont :

- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$  **Hydratation**
- $\text{KAlSi}_3\text{O}_8 + \text{H} \Rightarrow \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + \text{K} + \text{H}_4\text{SiO}_4$  **Hydrolyse**
- $\text{Fe}_2\text{SiO}_4 + 1/2\text{O}_2 \Rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$  **Oxydation**
- $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{Ca} + 2\text{HCO}_3$  **Dissolution**

## Exercice 4 :

L'action de certains agents engendre des morphologies d'érosion, cocher la case correspondante à chaque morphologie :

	Action éolienne	Action du glacier	Eau de ruissellement	Action marine
Gorge ou canyon				
Cheminées de fées				
Yardangs				
Vallée en auge (U)				
badlands				
Fjord				
Reg				
Méandres				

## Corrigé de l'exercice 4 :



Badlands

**Badlands** est un paysage ruiniforme des terrains marneux ou argileux, raviné par les eaux du ruissellement.



Cheminées de fées  
(demoiselles coiffées)

**Cheminée de fée** = une colonne naturelle de roches friables avec une roche plus résistante au sommet.



Fjord

**Fjord** = ancienne vallée glaciaire envahie par les eaux marines (surtout en Scandinavie, en Écosse).



Yardangs

**Yardang** = une crête rocheuse créée par l'érosion éolienne dans un milieu désertique. Il a une forme plus ou moins allongée.



Vallée en auge (U)

**Vallée en auge** = dépression de forme allongée de en U façonnée dans le relief par un glacier.



Reg

**Reg** = une surface désertique pierreuse débarrassée des éléments fins par le vent (déflation éolienne).



## Corrigé de l'exercice 4 :



**Taffonis** = Cavités arrondies creusées par corrosion sur une surface rocheuse plus ou moins verticale en climat sec ou sur certaines côtes



Un méandre est une sinuosité très prononcée du cours d'un fleuve ou rivière



**Gorge ou canyon** = un passage encaissé entre deux reliefs résultant de l'érosion hydraulique



une dépression à fond plat, généralement inondable, où les sols salés limitent la végétation.

## Corrigé de l'exercice 4 :

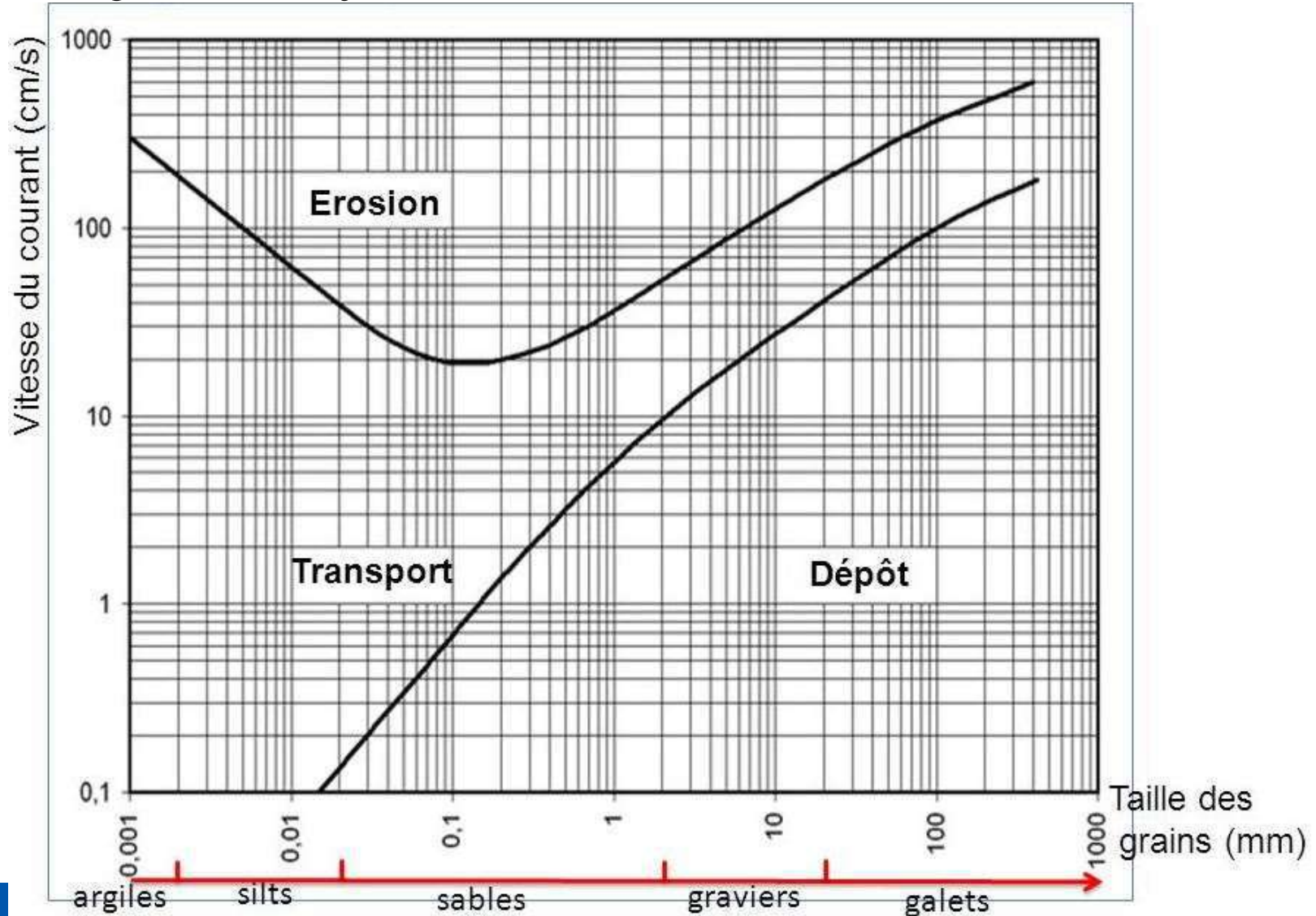
Les morphologies d'érosion sont engendrées par l'action des agents selon le tableau ci-dessous:

	Action éolienne	Action du glacier	Eau de ruissellement	Action marine
<b>Gorge ou canyon</b>			<b>X</b>	
<b>Cheminées de fées</b>			<b>X</b>	
<b>Yardangs</b>	<b>X</b>			
<b>Vallée en auge (U)</b>		<b>X</b>		
<b>badlands</b>			<b>X</b>	
<b>Fjord</b>		<b>X</b>		
<b>Reg</b>	<b>X</b>			
<b>Méandres</b>			<b>X</b>	



## Exercice 5 :

Selon le diagramme de Hjulström :

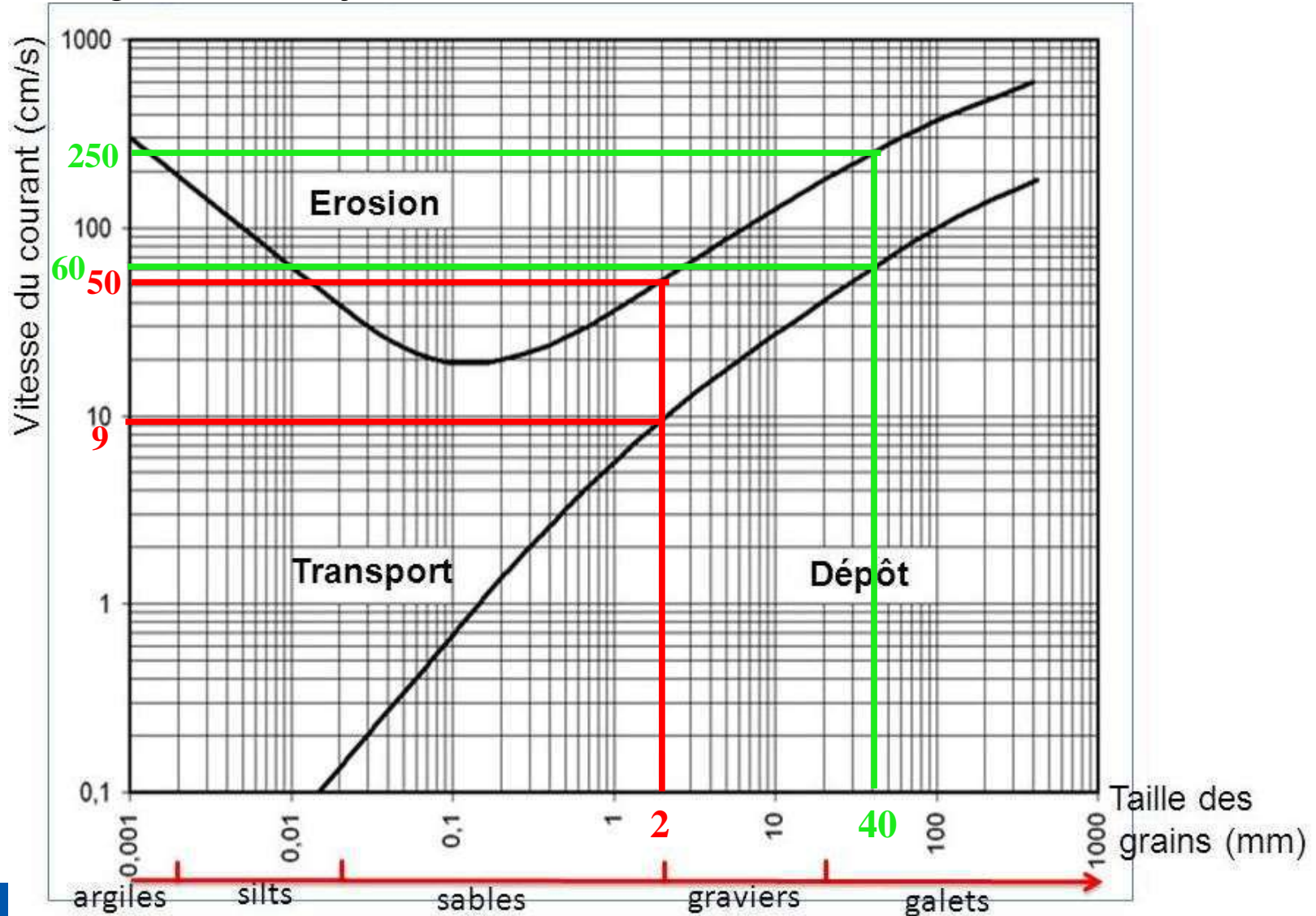


## Exercice 5 :

- 1- déterminer les vitesses d'érosion et de dépôt pour les grains de 2 et de 40mm de diamètre respectivement.
- 2- Quelle est la taille maximale des particules transportées par un courant dont la vitesse est de 10cm/s ?
- 3- A quelle vitesse les particules de 10 mm pourront-elles se déposer ?
- 4- Dans un courant de 100cm/s que devient un grain de 0,001 ; 0,1 mm et 100mm ?
- 5- Qu'arrive-t-il aux grains de 50mm déposés sur le fond lorsque la vitesse du courant descend de 300cm/s à 100cm/s?
- 6- Comment se fait-il que des sables de 0,1mm soient plus facilement érodés que des argiles de 0,001mm?

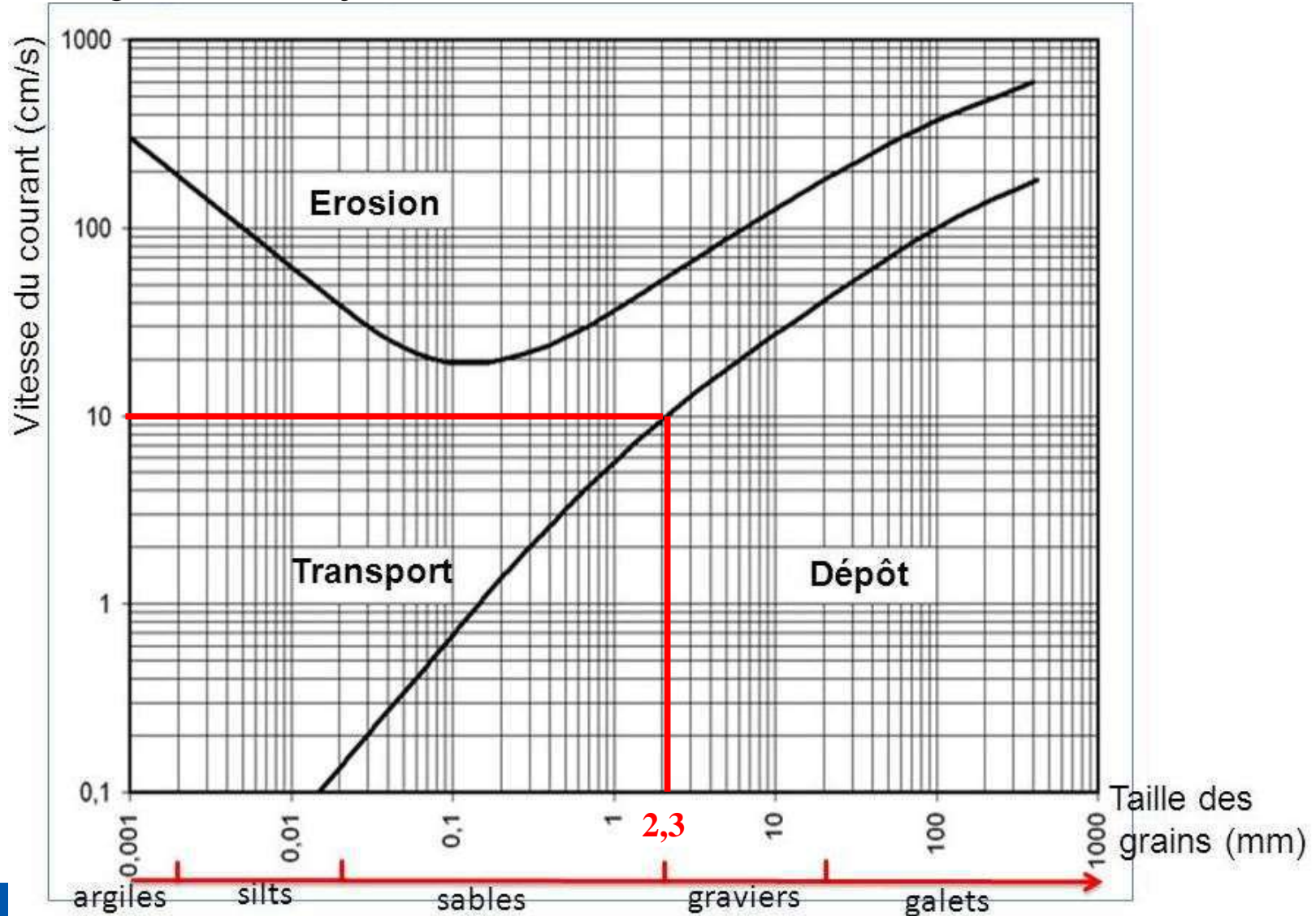
## Corrigé de l'exercice 5 :

Selon le diagramme de Hjulström :



## Corrigé de l'exercice 5 :

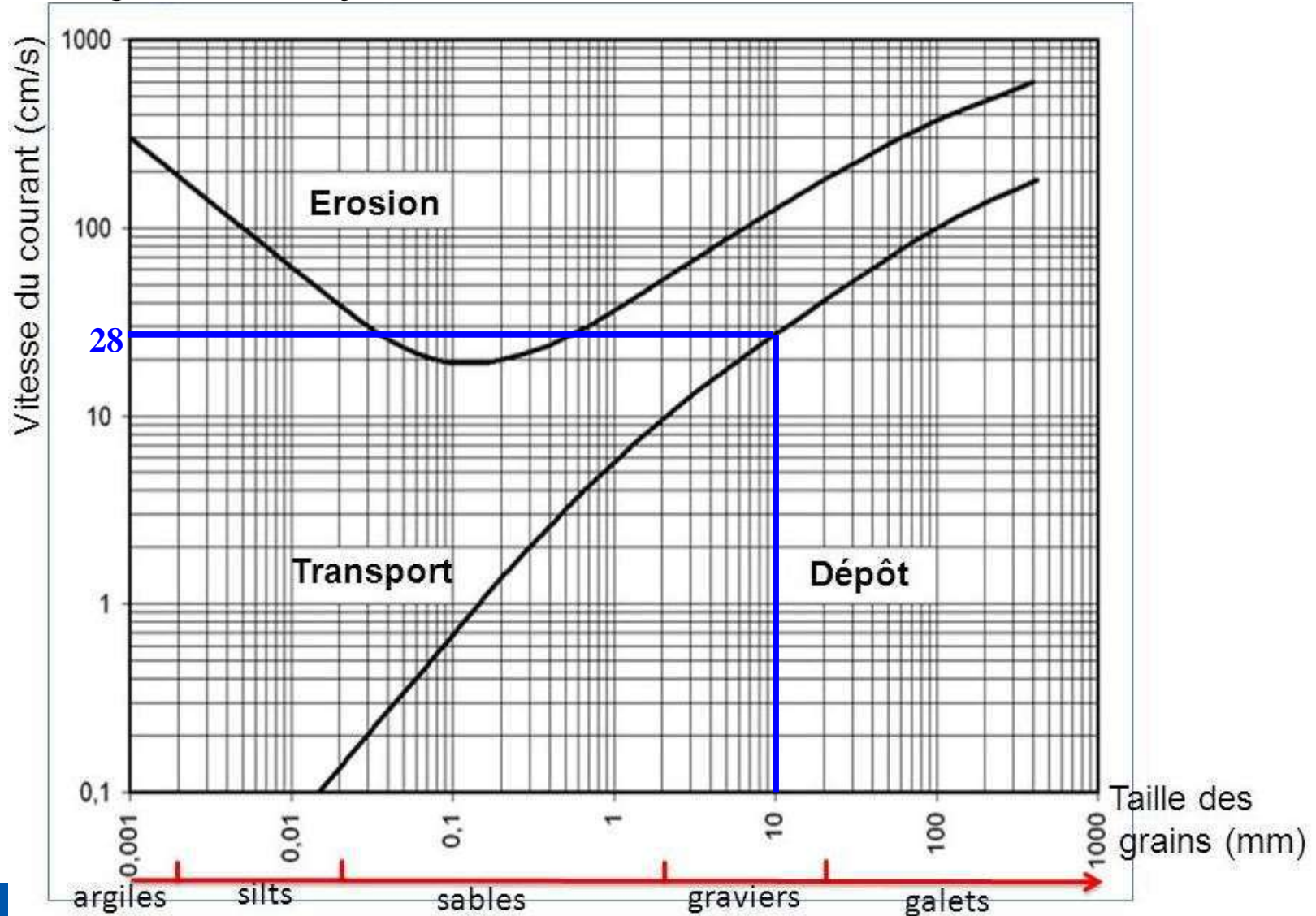
Selon le diagramme de Hjulström :





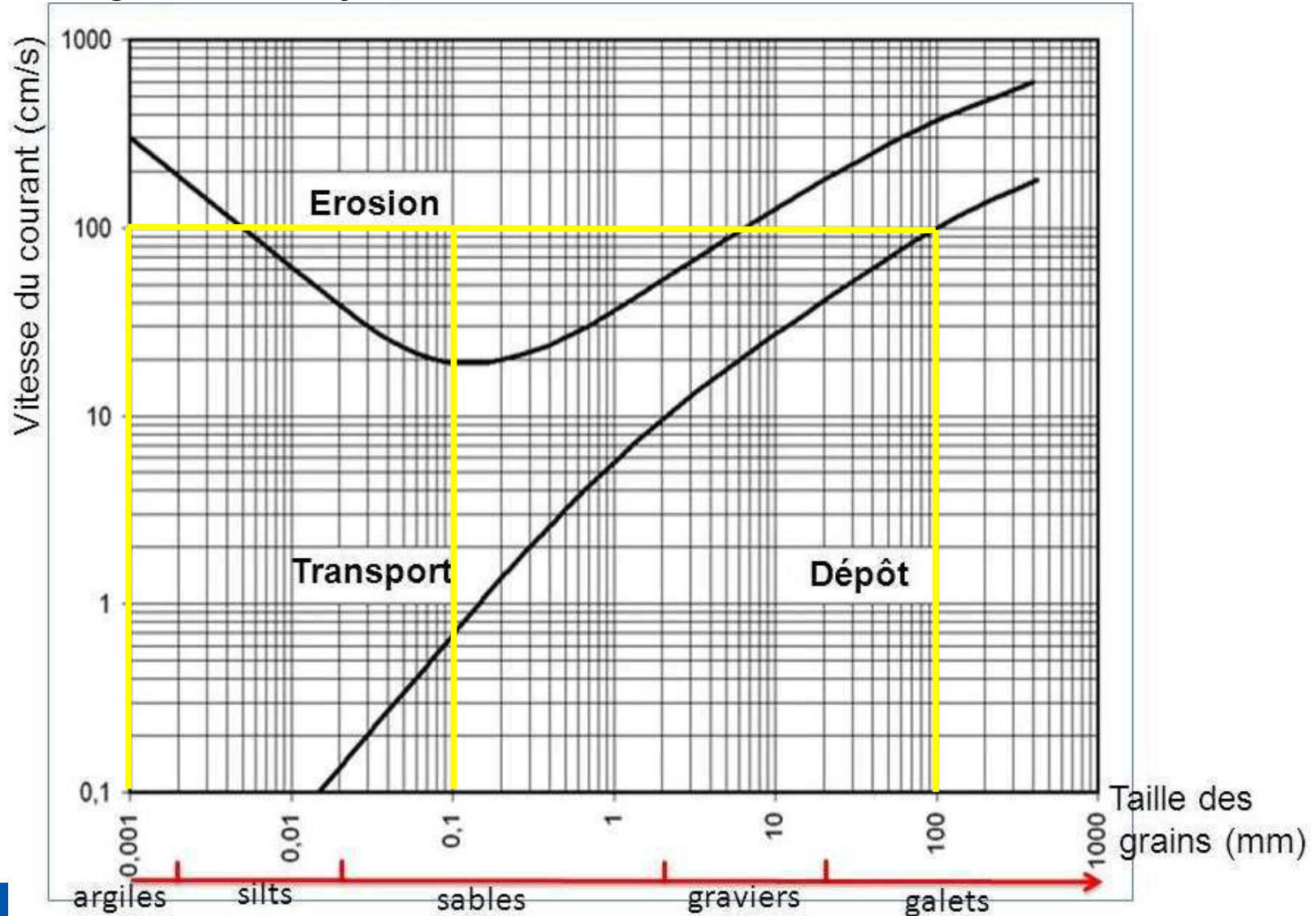
## Corrigé de l'exercice 5 :

Selon le diagramme de Hjulström :



## Corrigé de l'exercice 5 :

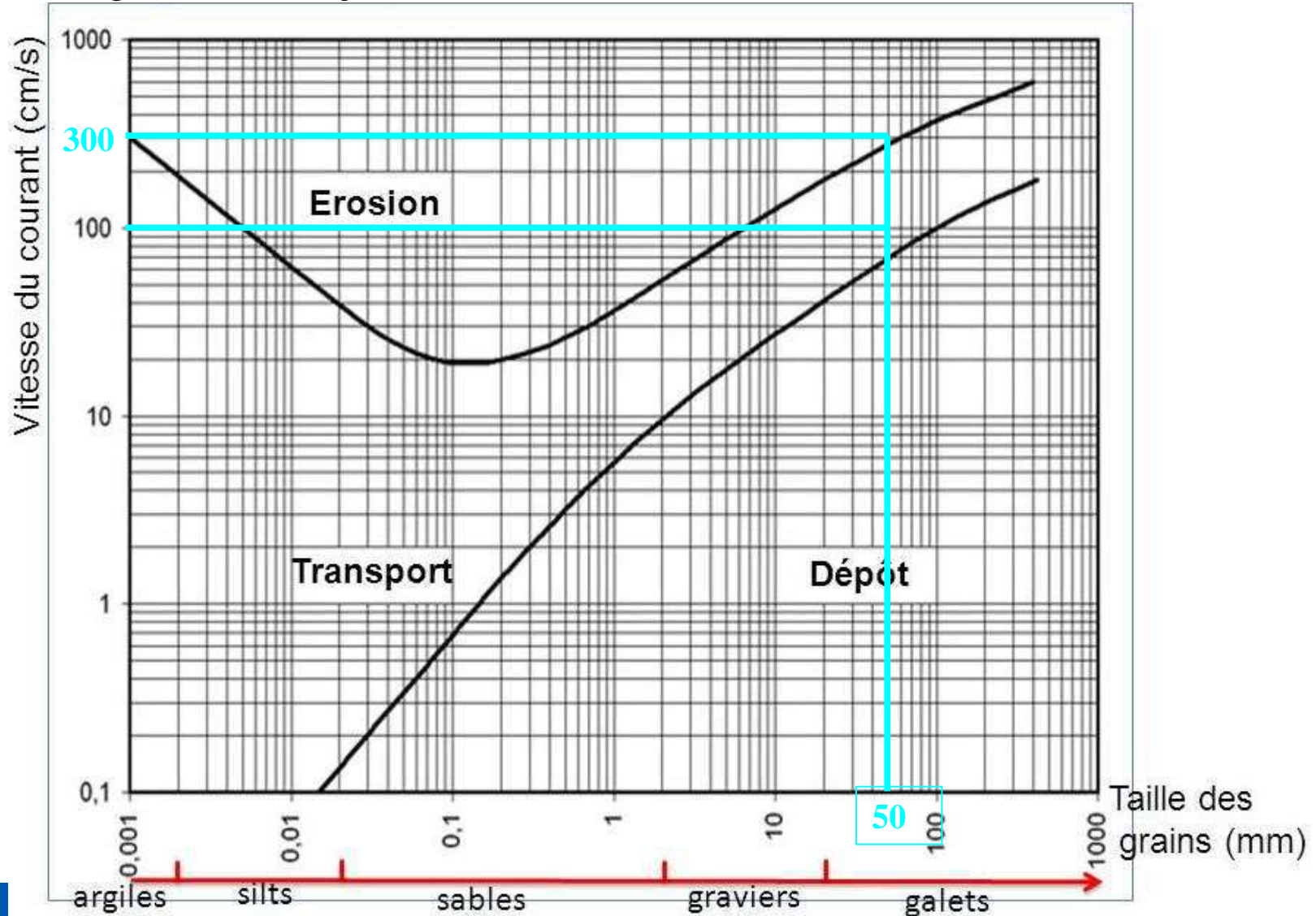
Selon le diagramme de Hjulström :





## Corrigé de l'exercice 5 :

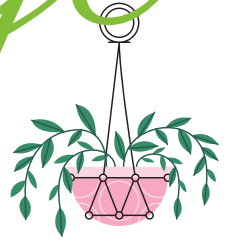
Selon le diagramme de Hjulström :



## Corrigé de l'exercice 5 :

- 1 - La vitesse d'érosion et de dépôt d'une particule de 2mm sont respectivement 50cm/s et 9cm/s.
  - La vitesse d'érosion et de dépôt d'une particule de 40mm sont respectivement 250cm/s et 60cm/s.
- 2- la taille maximale transportée par un courant de 10 cm/s est 2,3mm.
- 3- Les particules de 10mm peuvent se déposer à une vitesse du courant de 28cm/s.
- 4- Pour un courant de 100cm/s les particules de 0,001mm seront transportées, celles de 0,1 mm seront érodées et celles de 100mm vont se déposer.
- 5- les grains de 50mm déposés sur le fond seront transportés lorsque la vitesse du courant descend de 300 à 100cm/s.
- 6- les particules de 0,001mm sont difficilement érodées à cause de leur cohésion. En effet les particules collent l'une à l'autre ce qui nécessite une énergie plus grande pour les éroder.

# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

