

# Géodynamique externe

Pr. Nordine NOUAYTI

2019-2020

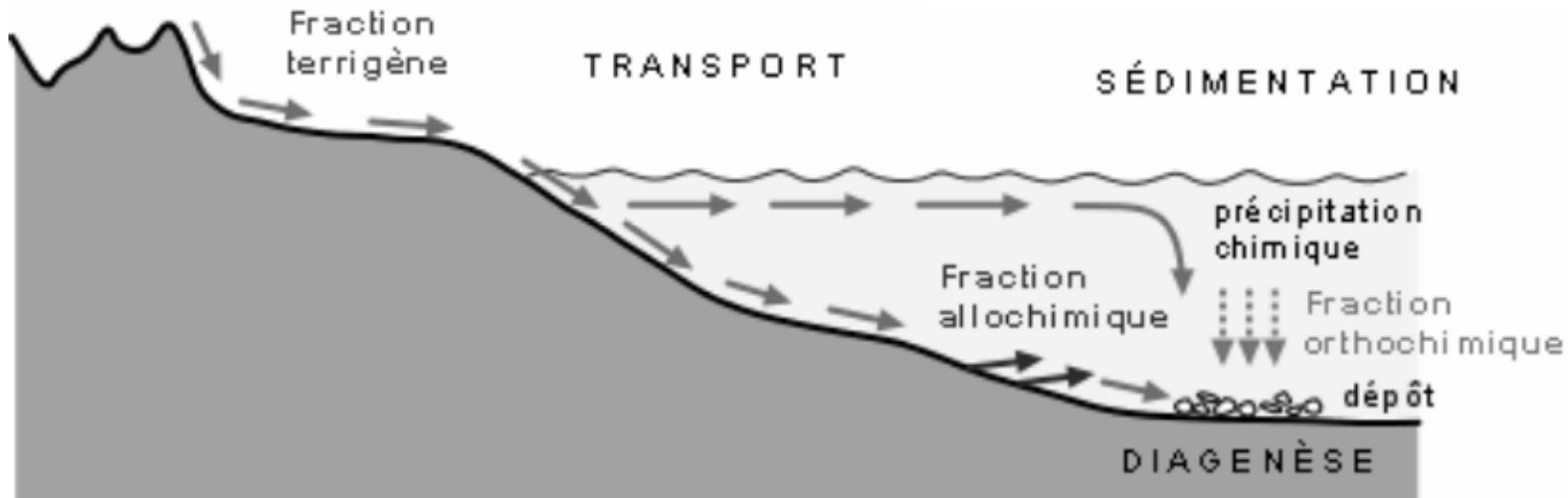
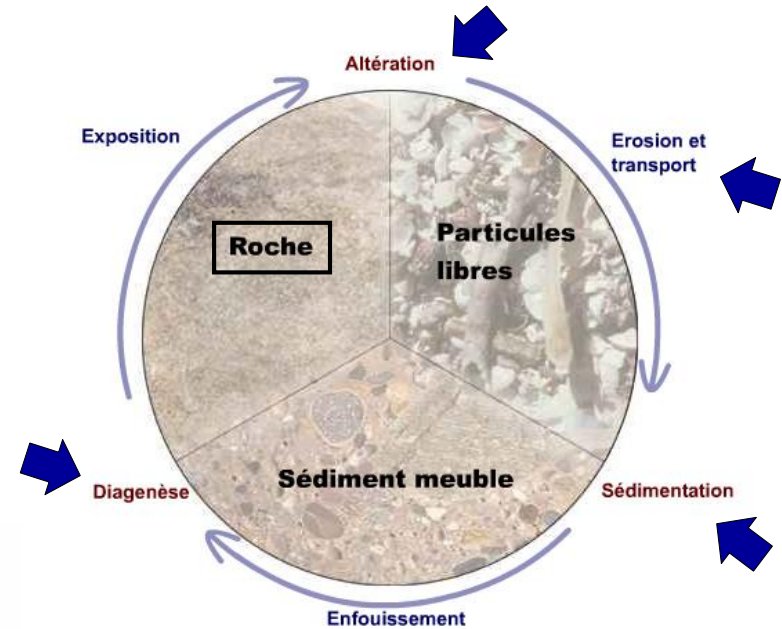
# I. Généralités

La géodynamique externe c'est l'ensemble des processus qui marquent la surface de la terre, les paysages obtenus dépendent de la composition des roches.

Elle comporte 4 processus :

- l'**altération (érosion)**,
- le **transport**,
- la **sédimentation**, et
- la **diagenèse**.

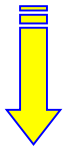
ALTÉRATION DES  
MATÉRIAUX & ÉROSION



# L'altération / érosion

Elle tend à arracher les éléments constitutifs (dissous ou meubles) de la roche

## II.1. Altération chimique

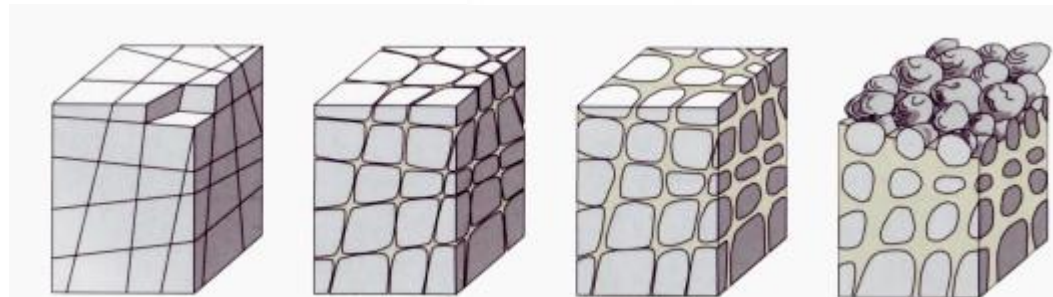
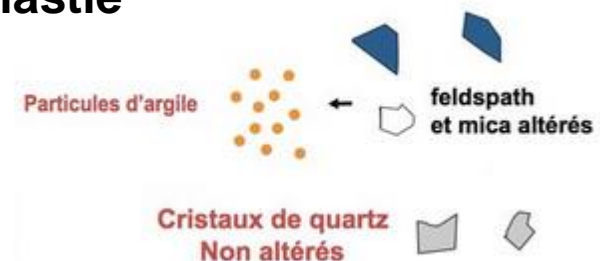
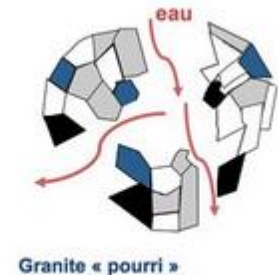
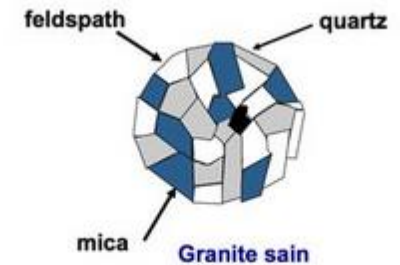


Dissolution  
Oxydation  
Hydratation  
Hydrolyse  
**Action biologique**

## II.2. Désagrégation mécanique



Thermoclastie et Cryoclastie  
Action du vent  
Action de l'eau  
**Action biologique**





## II.1. L'altération chimique

C'est l'ensemble des phénomènes de décomposition de la roche en ions solubles sous l'action des agents atmosphériques ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ) et/ou l'activité biologique.

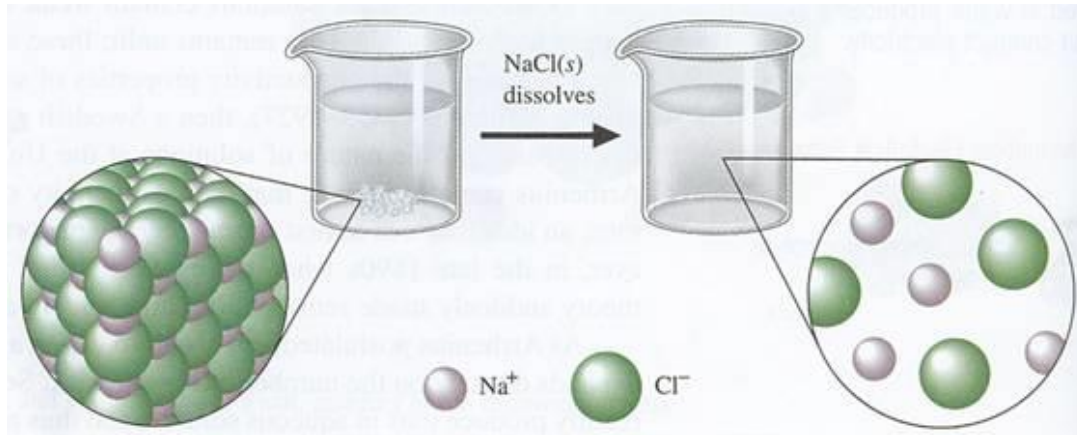
Elle comprend différents processus tels que la dissolution, l'oxydation, l'hydratation et l'hydrolyse.



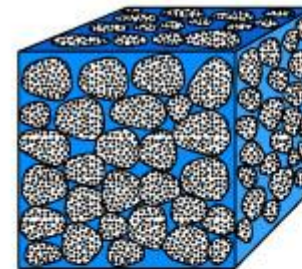
# II.1. L'altération chimique

## II.1.1. La dissolution

C'est une dissociation de la molécule en ions par l'eau. Ainsi, les éléments chimiques se trouvent sous forme d'ions dans l'eau.



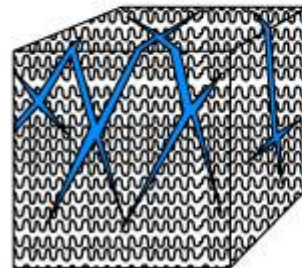
L'activité de la dissolution dépend de la constitution minéralogique des roches et de leur perméabilité liée à leurs porosité et fissuration.



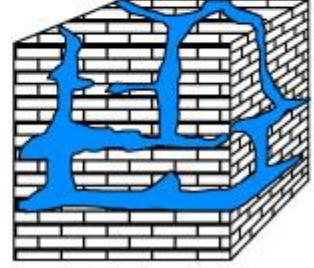
Porosité d'interstice  
(éléments bien classés)



Porosité d'interstice  
(éléments hétérométriques)



Porosité de fissures



Porosité de chenaux

## II.1.1. La dissolution

Les carbonates sont beaucoup plus solubles dans l'eau chargée de  $\text{CO}_2$ .



Cette réaction joue un rôle essentiel dans les phénomènes de karstification.

- ✓ Roches très répandues constituées essentiellement de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ )
- ✓ Les calcaires peuvent posséder des propriétés assez variables allant des roches les plus tendres à des roches très dures
- ✓ Les dolomies se forment suite à la transformation des calcaires ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )



**CALCAIRES ET DOLOMIES**



# II.1. L'altération chimique

## II.1.1. La dissolution

### Zones de karst

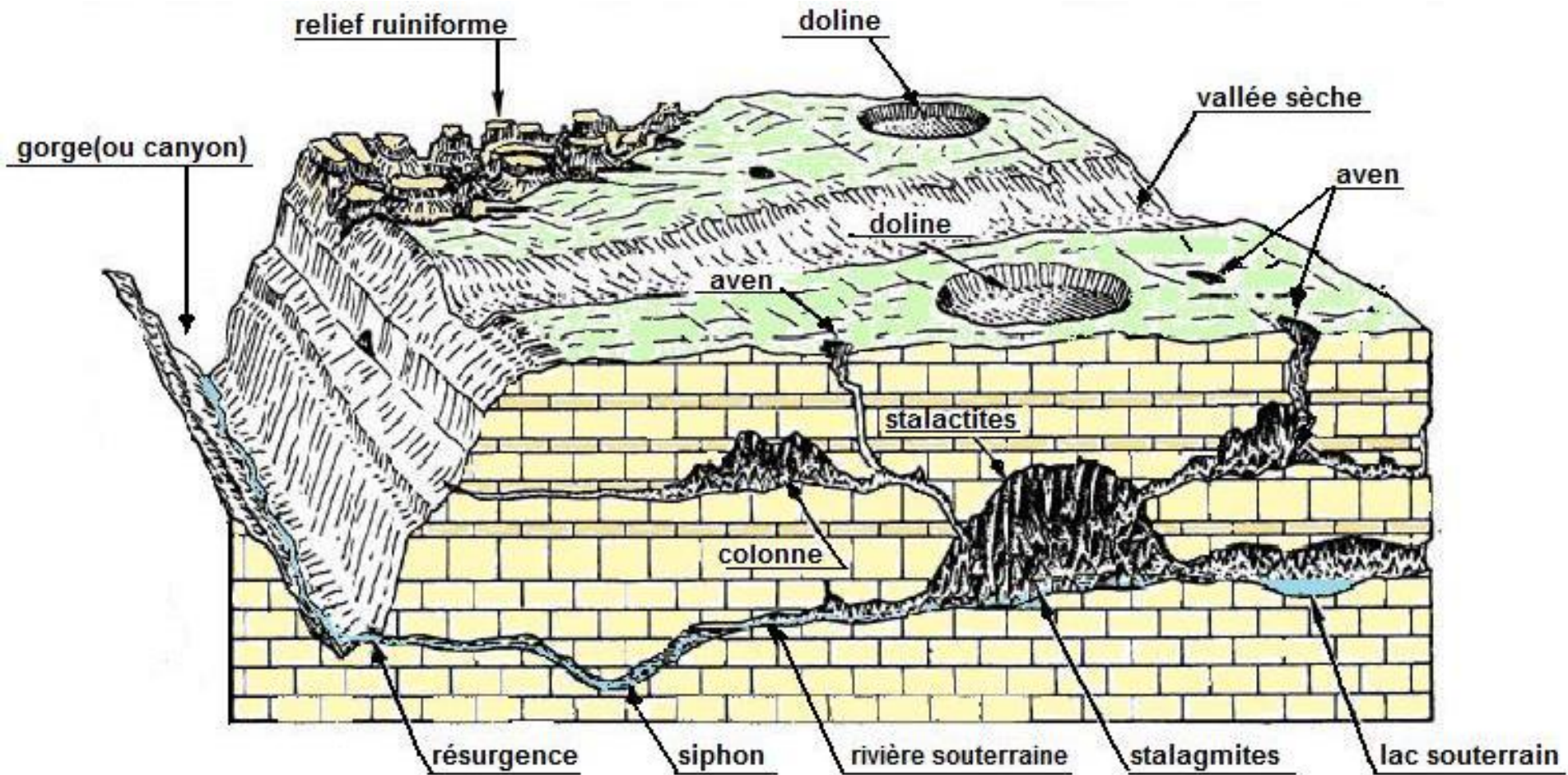


Le karst est une structure géomorphologique résultant de l'érosion hydrochimique et hydraulique de toutes roches solubles, principalement de roches carbonatées dont essentiellement des calcaires.



## II.1. L'altération chimique

### II.1.1. La dissolution



Géomorphologie karstique en 3D: Karstification





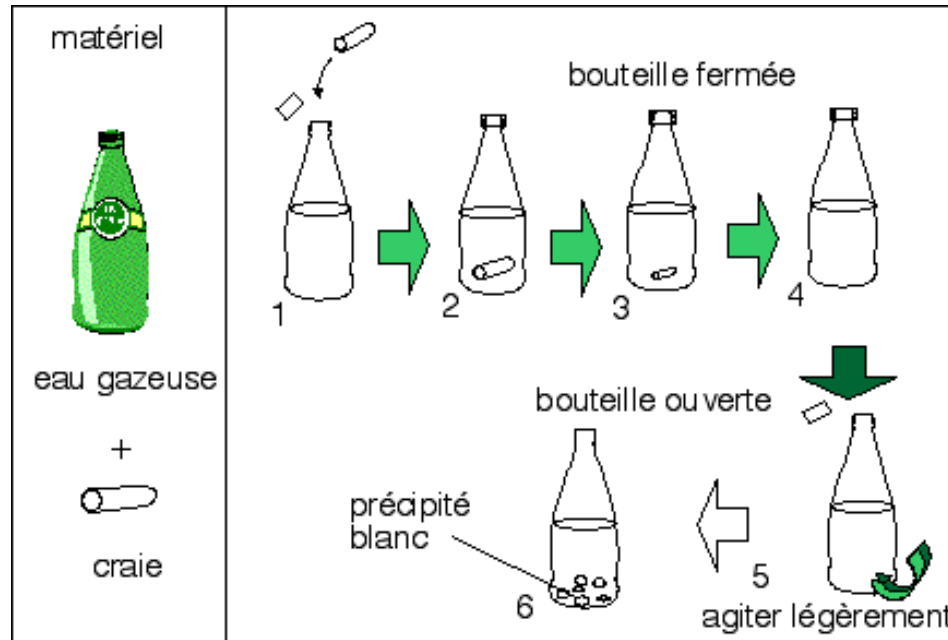
## II.1. L'altération chimique

### II.1.1. La dissolution

Les carbonates sont beaucoup plus solubles dans l'eau chargée de  $\text{CO}_2$ .



Cette réaction joue un rôle essentiel dans les phénomènes de karstification.



la solution se dégaze progressivement et le  $\text{CO}_2$  s'échappe.

Le sens de la réaction chimique responsable de la formation du bicarbonate de calcium dissout s'inverse et les cristaux de carbonate de calcium précipitent.



## II.1. L'altération chimique

### II.1.1. La dissolution



### Formation des stalactites et des stalagmites

Une **stalagmite** est un concrétions qui se forme sur le sol des grottes et des souterrains par la chute lente et continue d'eaux calcaires

Enfin, lorsqu'une goutte d'eau stagne au plafond ou tombe au fond de l'aven, le dioxyde de carbone qui était dissous quitte petit à petit la solution et les ions  $\text{CO}_3^{2-}$  réagissent alors avec les ions calcium (II)  $\text{Ca}^{2+}$  (contenus dans le calcaire de la paroi) pour donner du calcaire solide  $\text{CaCO}_3$  :

Lorsque la stalagmite, en poursuivant sa lente croissance, rejoint la stalactite qui se forme au plafond de la grotte, les deux concrétions se soudent progressivement et forment ainsi un véritable pilier stalagmitique, ou colonne

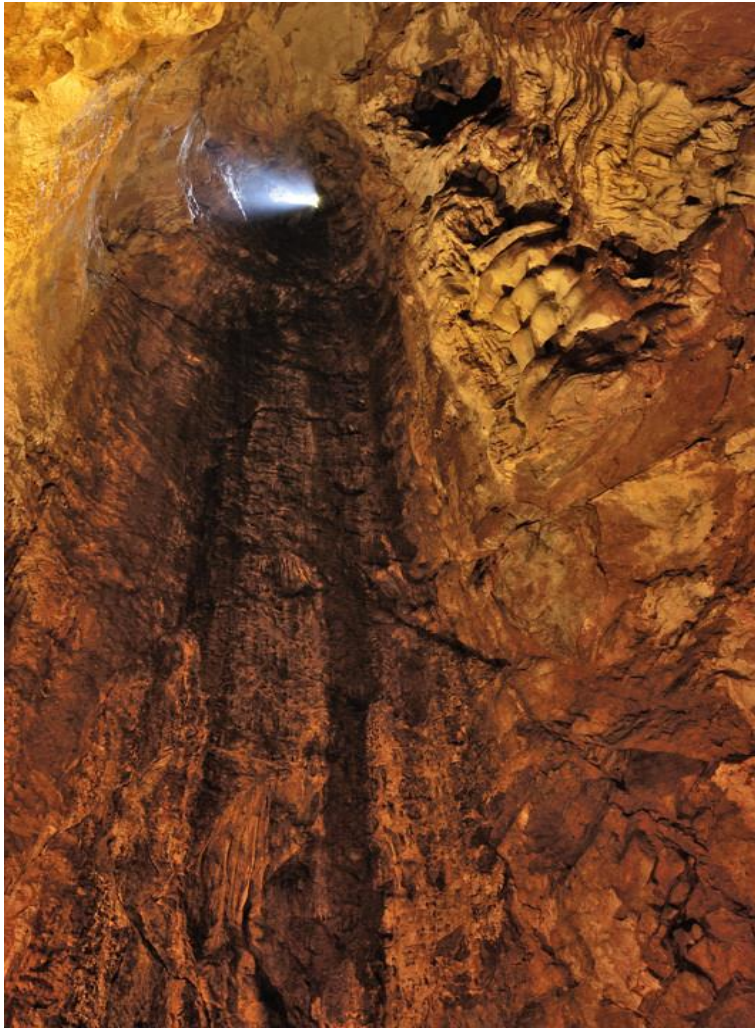
# Doline



**Une doline** est une forme caractéristique d'érosion des calcaires en contexte karstique. La dissolution des calcaires de surface conduit à la formation de dépressions circulaires mesurant (qł m à plz centaine de m) de diamètre. Leur fond est souvent occupé par des argiles de décalcification), fertiles et plus ou moins imperméables.



# Aven ( abîme)

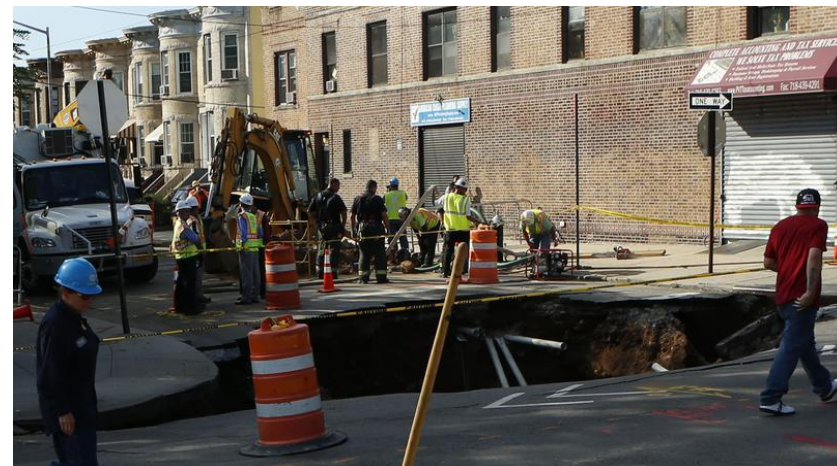
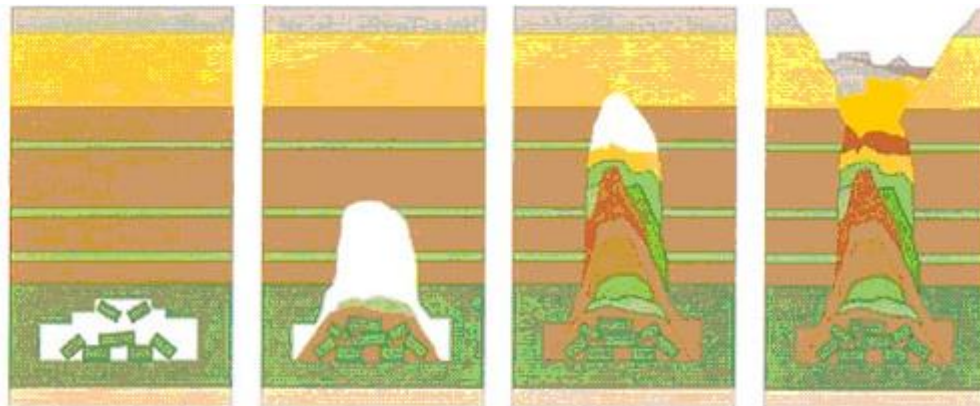


Un **aven** (u **abîme**) est donc une [cavité](#) dont l'accès s'ouvre dans le sol et qui présente sur tout ou partie de son développement **la forme d'un puits vertical** désigne généralement, au sens propre, une [cavité souterraine](#) souvent d'origine [karstique](#)



# II.1. L'altération chimique

## II.1.1. La dissolution





## Stalactites/Stalagmites : □

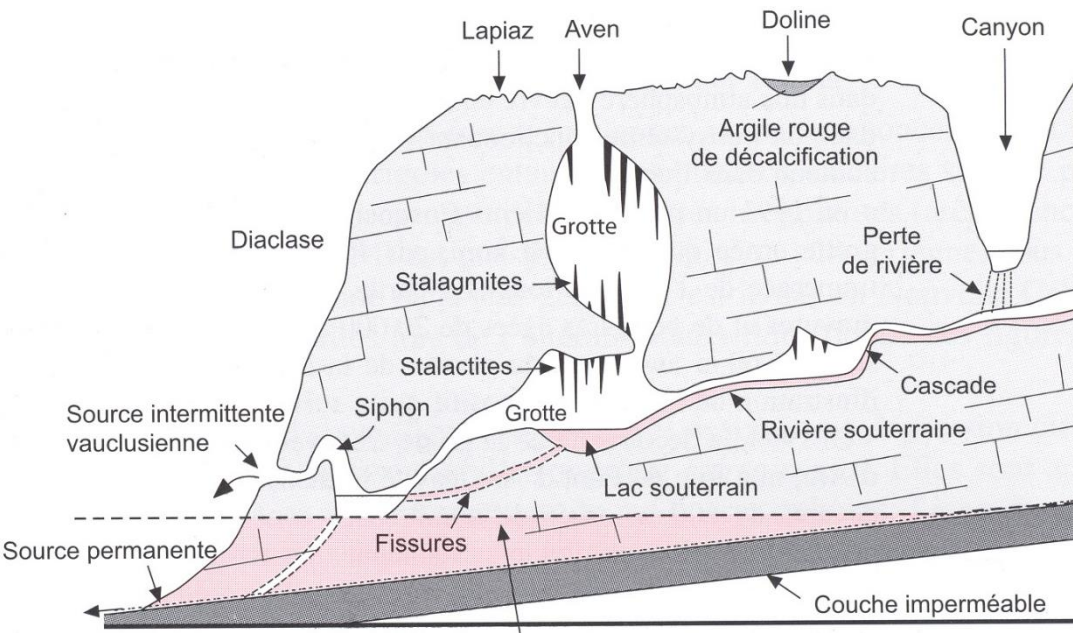
□

Stalactites : sont formes de précipitations des carbonates de calcium, la croissance se fait du haut vers le bas, forme effilée

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (bicarbonate soluble) ----->  $\text{CaCO}_3$  (solide) +  $\text{H}_2\text{O}$  +  $\text{CO}_2$

Stalagmites : sont formes de précipitations des carbonates de calcium, la croissance se fait du bas vers le haut, forme trapue

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (bicarbonate soluble) ----->  $\text{CaCO}_3$  (solide) +  $\text{H}_2\text{O}$  +  $\text{CO}_2$



- Citer les formes de précipitation et les formes de dissolution des carbonates

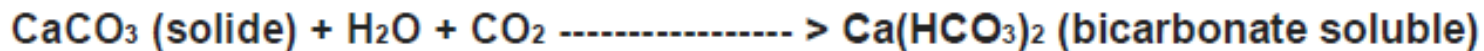
formes de précipitation	formes de dissolution
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stalactites</li> <li>• Stalagmites</li> <li>• Travertins</li> <li>• .....</li> </ul>	Doline  Aven  abîme  Karste  Groute.....



## TD3

a- Expliquez brièvement le mécanisme de formation des éléments suivants A1, A2, A3 ?

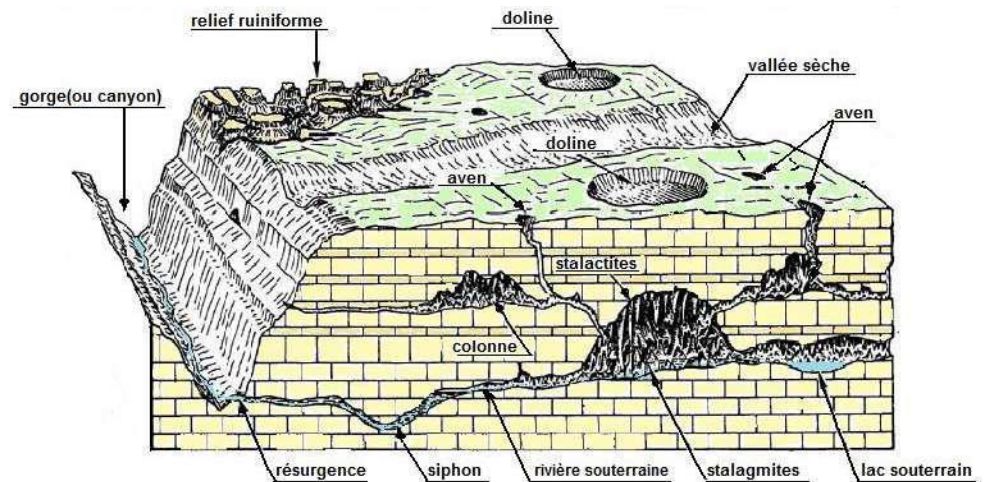
former par la dissolution des carbonate, érosion chimique ; la dissolution des carbonates



2-

c- Expliquez brièvement le mécanisme de formations des éléments suivants : B1 et B2 ?

sont formes de précipitations des carbonates de calcium, la croissance se fait du haut vers le bas, forme effilée



### III. Le transport

**Les résidus de l'érosion à l'état ionique (en solution) ou solide sont ensuite transportés par :**

- l'eau courante (fleuves, vagues) ;
- la glace ;
- le vent ;
- la pesanteur (gravité).





# III.1. Transport par l'eau

## III.1.2. Transport des éléments solides (a- milieu continental fluvial)

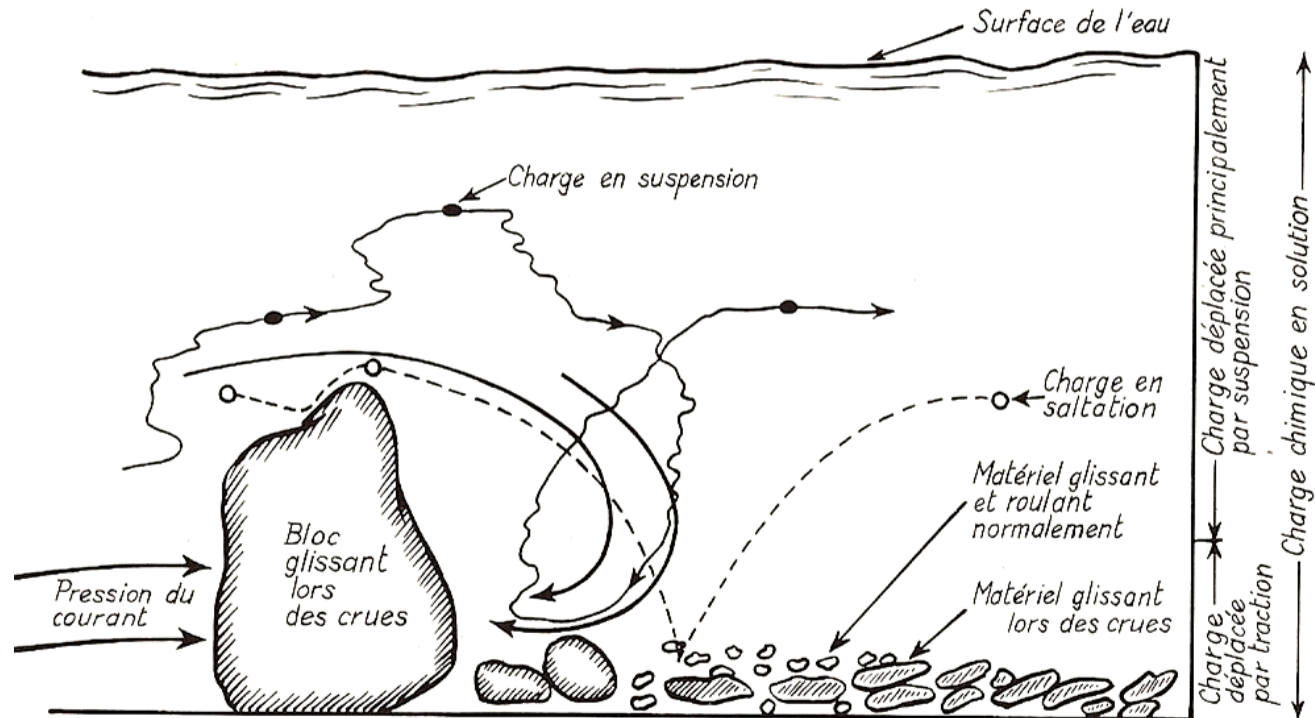
L'action de l'eau dépend de plusieurs facteurs :

- La vitesse d'écoulement de l'eau
- La taille, la forme et la densité des éléments érodés

Le débit liquide :  $m^3/s$  ;  $Q = V.S$

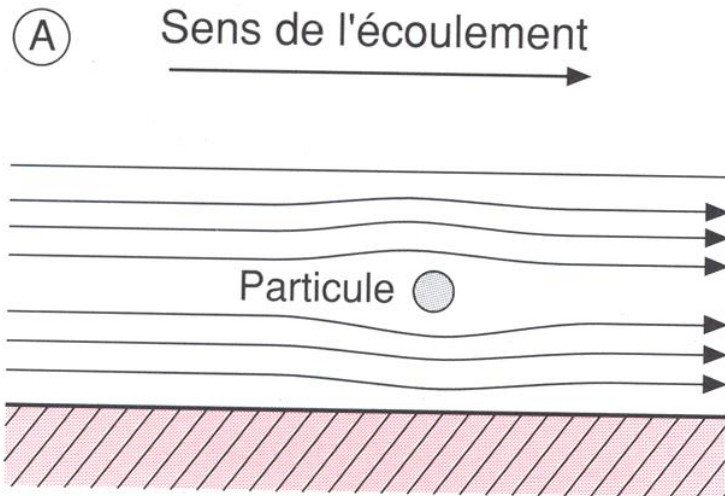
Le dédit solide : la charge en sédiments  $kg/jour$  ou  $tonnes/an$ .

L'écoulement permanent ou temporaire, peut être laminaire ou turbulent

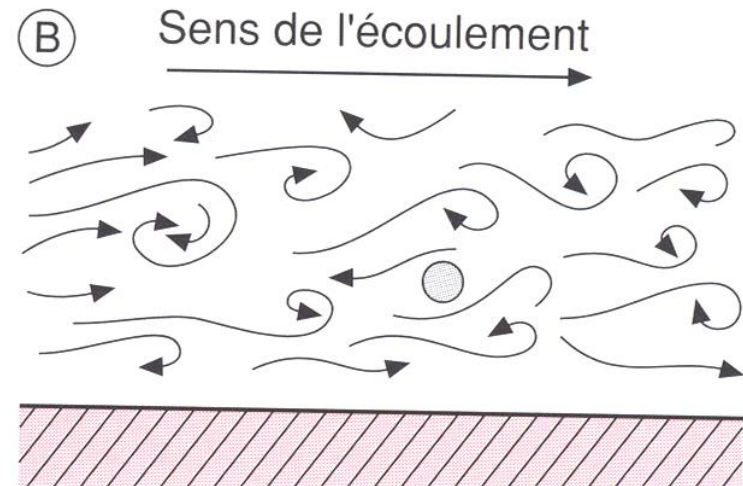


## III.1. Transport par l'eau

### III.1.2. Transport des éléments solides (a- milieu continental fluvial)



Écoulement laminaire



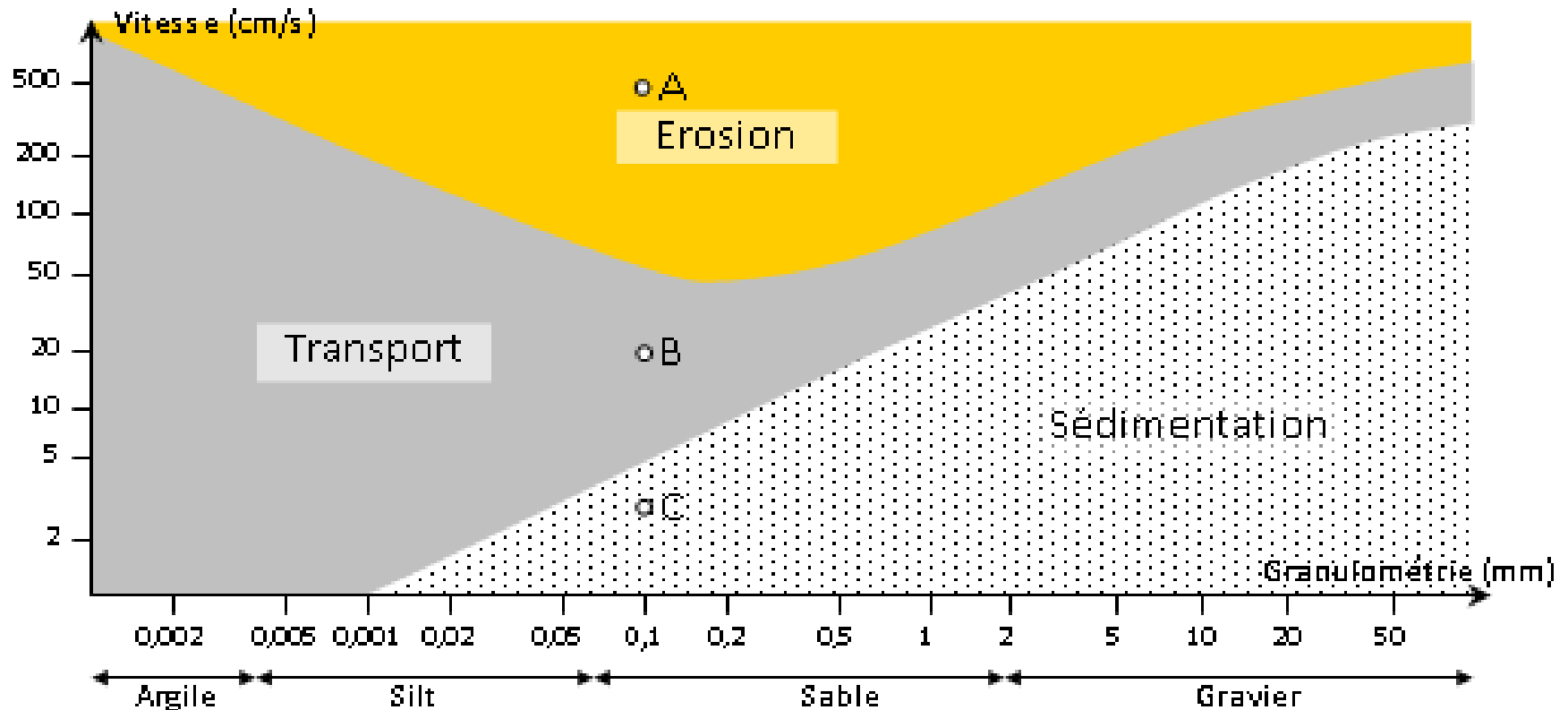
Écoulement turbulent



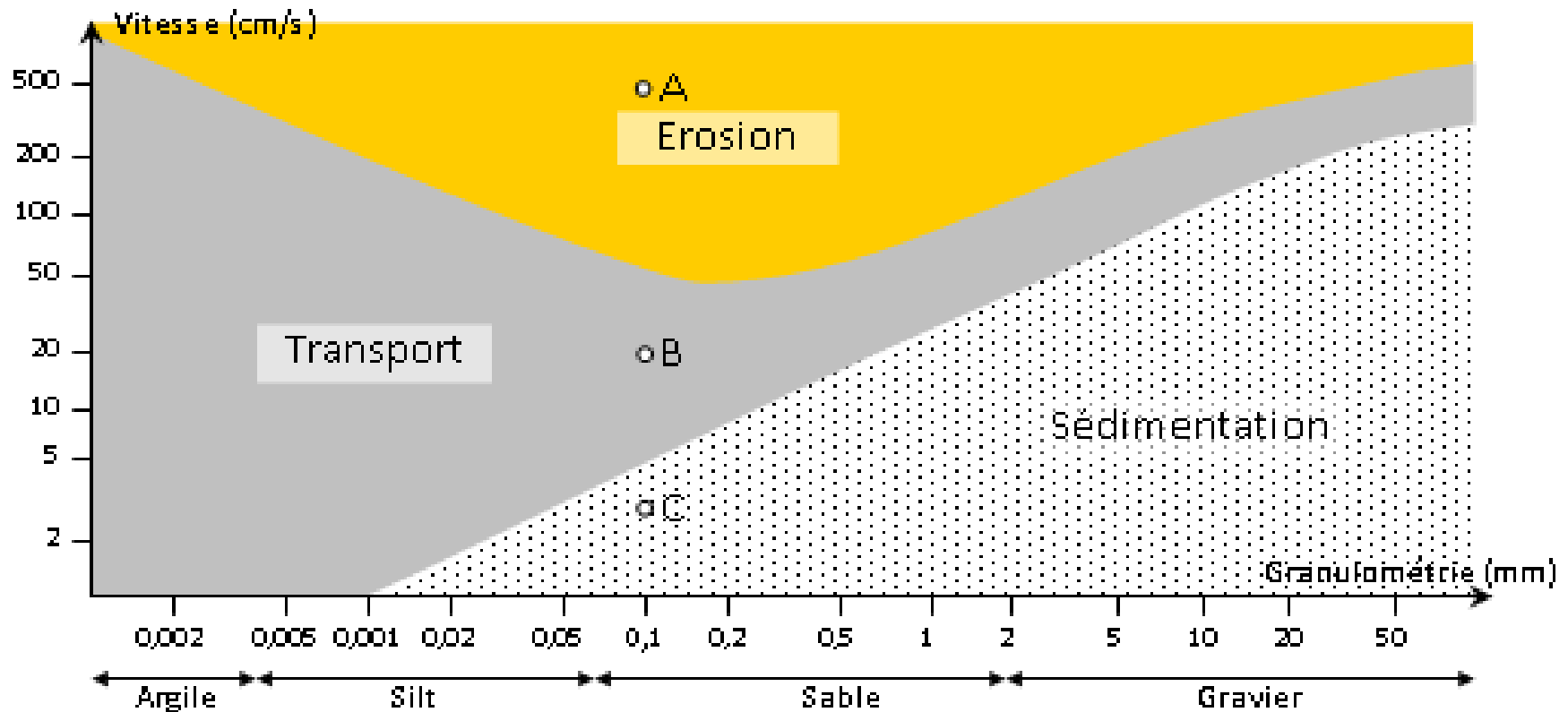
## III.1. Transport par l'eau

### III.1.2. Transport des éléments solides (a- milieu continental fluvial)

En fonction de la vitesse du courant et de la dimension des particules, **Hjulström** a établi un diagramme délimitant les 3 domaines : érosion, transport et sédimentation.



### III.1.2. Transport des éléments solides (a- milieu continental fluvial)

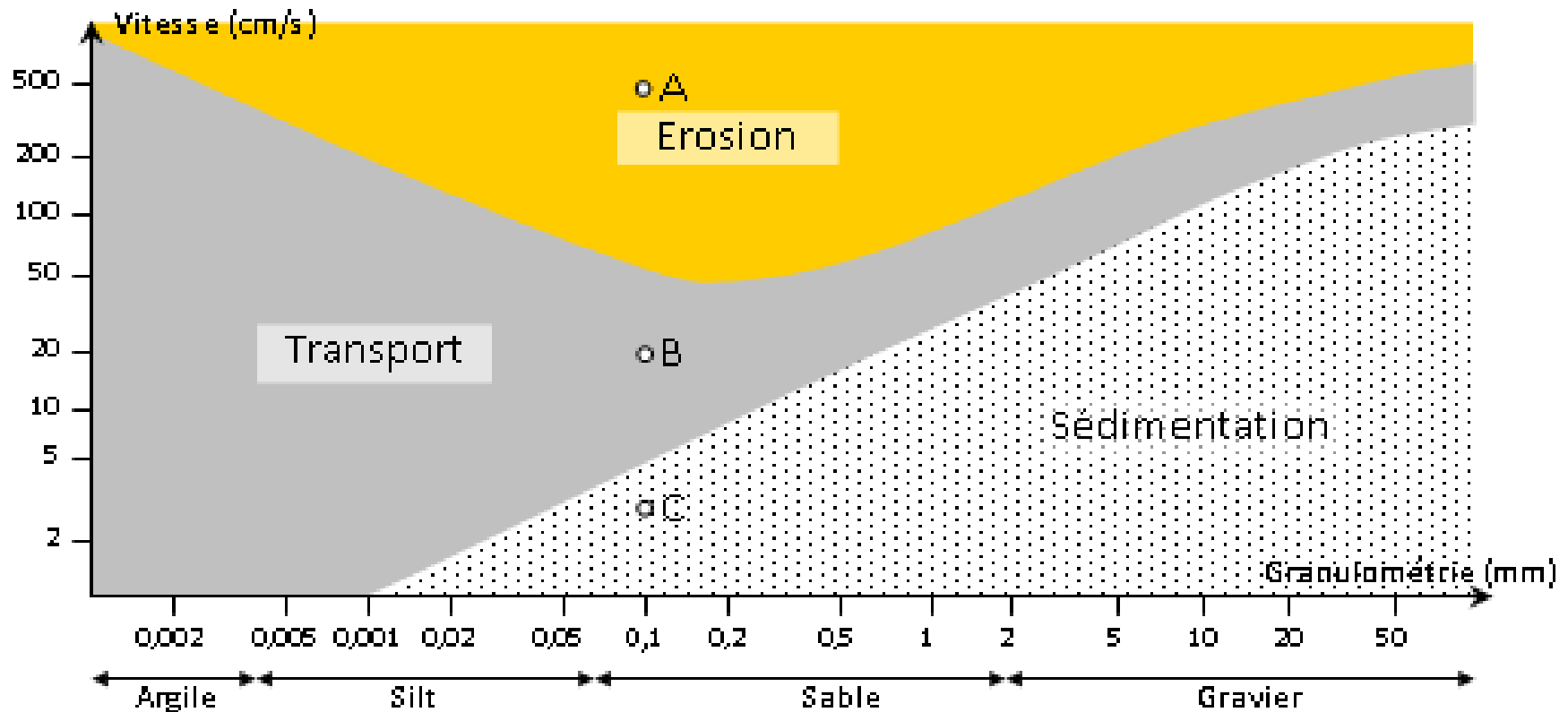


Le diagramme de Hjulström permet de relier la vitesse d'un courant à son action sur des matériaux de granulométrie variée. Le fond d'un chenal est tapissé de particules dont les diamètres sont connus et on observe leur comportement lorsque la vitesse du courant varie.

Un exemple appliqué à des particules de 0,1mm peut servir d'exemple :



### III.1.2. Transport des éléments solides (a- milieu continental fluvial)



- en A : la vitesse de l'eau est élevée. Le courant va séparer les particules (« vannage ») et les transporter vers l'aval du chenal.
- en B : la vitesse est plus faible. L'eau transporte des particules si ces dernières sont dissociées.
- en C : la vitesse très faible du courant fait que les particules qui arrivent dans le chenal se déposent sur place.

# VI. Classification des roches sédimentaires

## III.1.2. Classification des roches détritiques

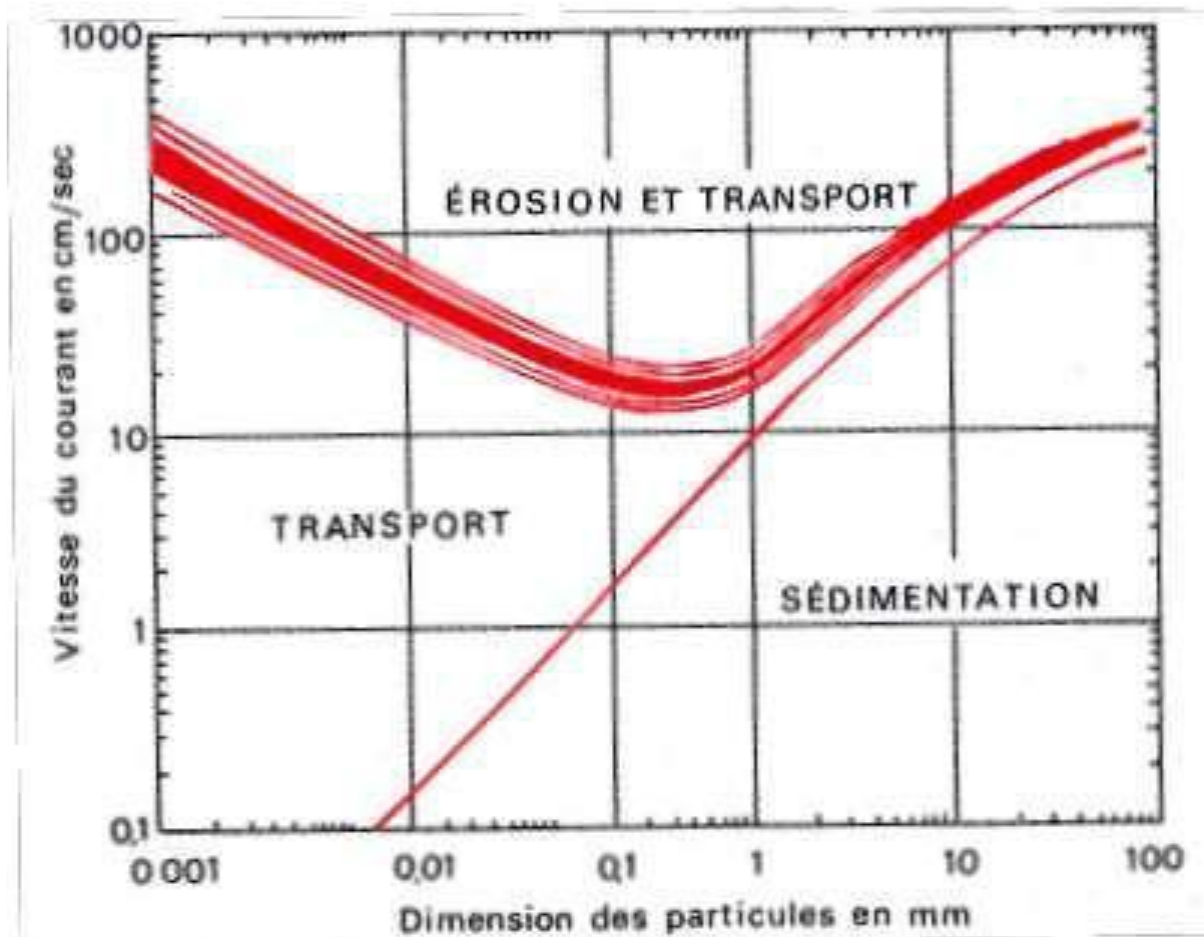
Dimension en mm de la limite inférieur de la classe	Sédiment ou roche meuble	Classe	Roche consolidée
256	Bloc	RUDITES	Conglomérat
32	Grave		
4	Cailloux – galets		
2	Granule (gravillons)		
1	Sable très grossier	ARENITES	Grès
0,5	Sable grossier		
0,25	Sable moyen		
0,125	Sable fin		
0,0625	Sable très fin		
0,0312	Silt grossier	PELITES ou LUTITES	Siltites
0,0156	Silt moyen		
0,0078	Silt fin		
0,0039	Silt très fin		
0,00006	Argile		Argilites
---	Pré colloïdes		



### TD4 Exercice 1 :

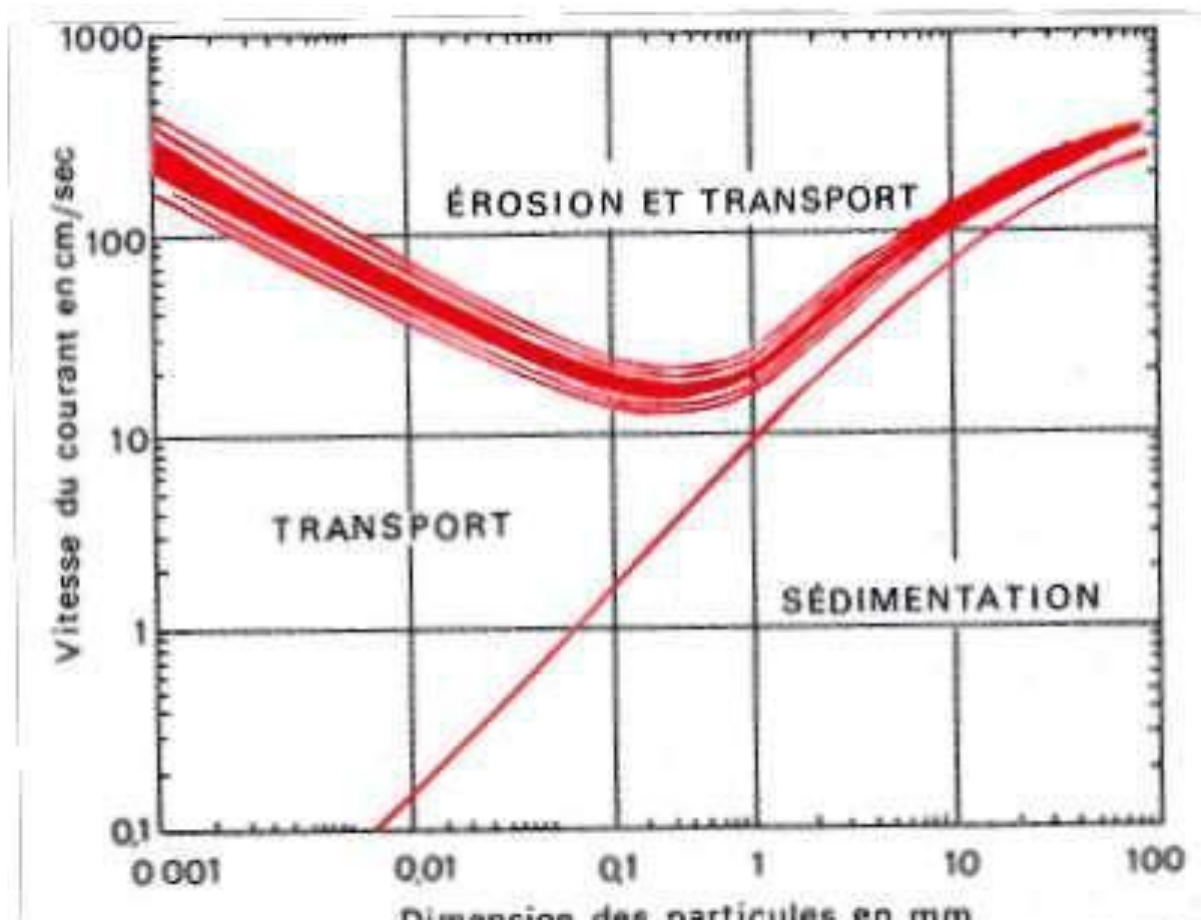
- Le graphe de Hjulstrom, présente des courbes qui limitent les domaines de l'érosion, du transport et de la sédimentation en fonction de la vitesse d'un courant d'eau (en ordonnées) et du diamètre des particules transportées (en abscisses).

1) Quelle doit être la vitesse minimale d'un courant d'eau pour qu'une particule de diamètre 0,1 soit arrachée de la rive ? 02 cm/sec ( par projection)



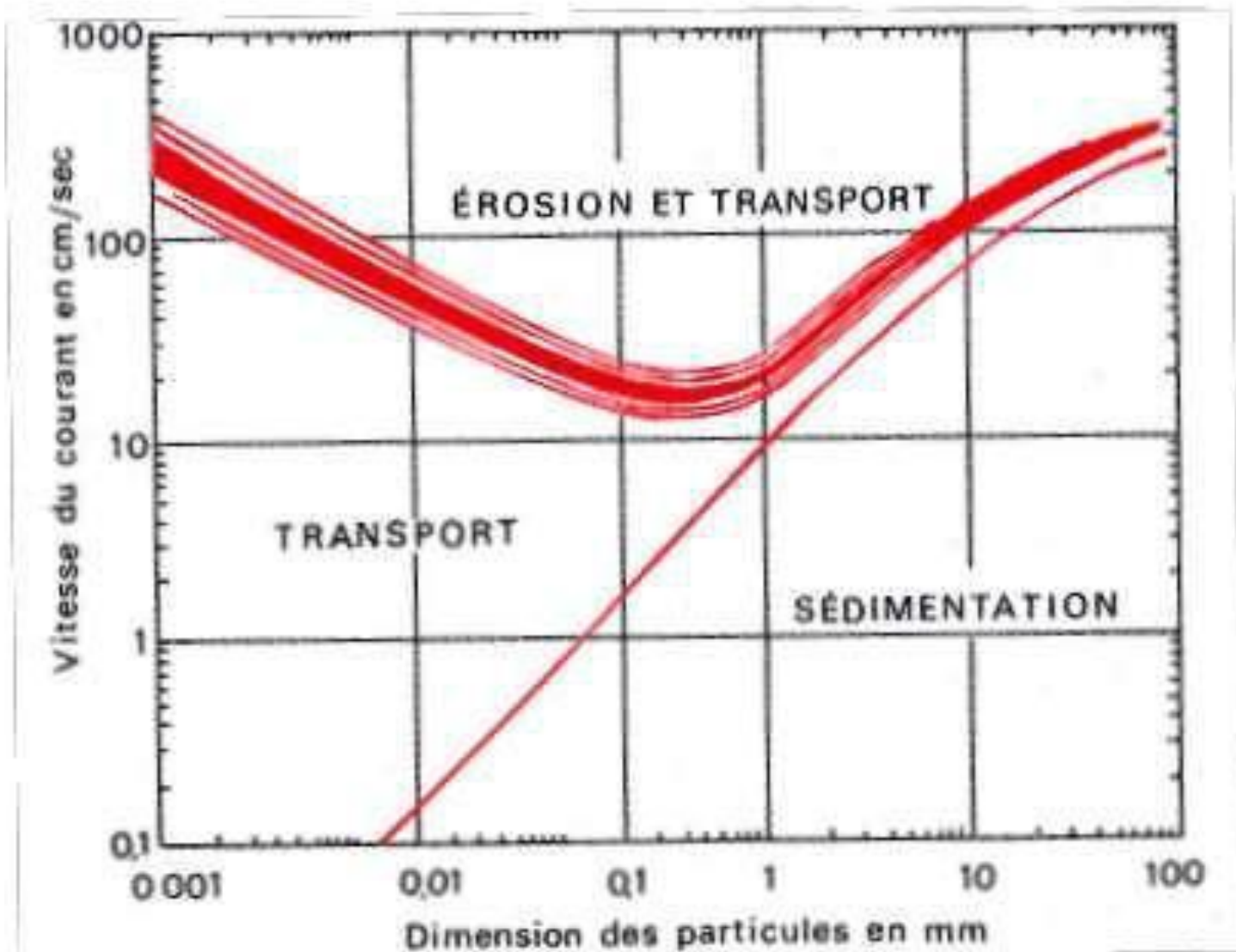
2) En dessous de quelle vitesse une particule de diamètre 0,1 ne sera-t-elle plus transportée ?  $< 02 \text{ cm/sec}$  ( par projection)

3) Comment peut on interpréter le fait que la courbe des vitesses d'érosion présente un minimum pour les grains moyens alors qu'elle est plus élevée pour les grains plus fins et plus gros ? la cohésion des particules est suffisamment importante (les particules fines) pour cela il faut un débit fort du courant qui va séparer les particules, pour les plus gros il faut aussi un débit fort car la taille et le poids sont importantes



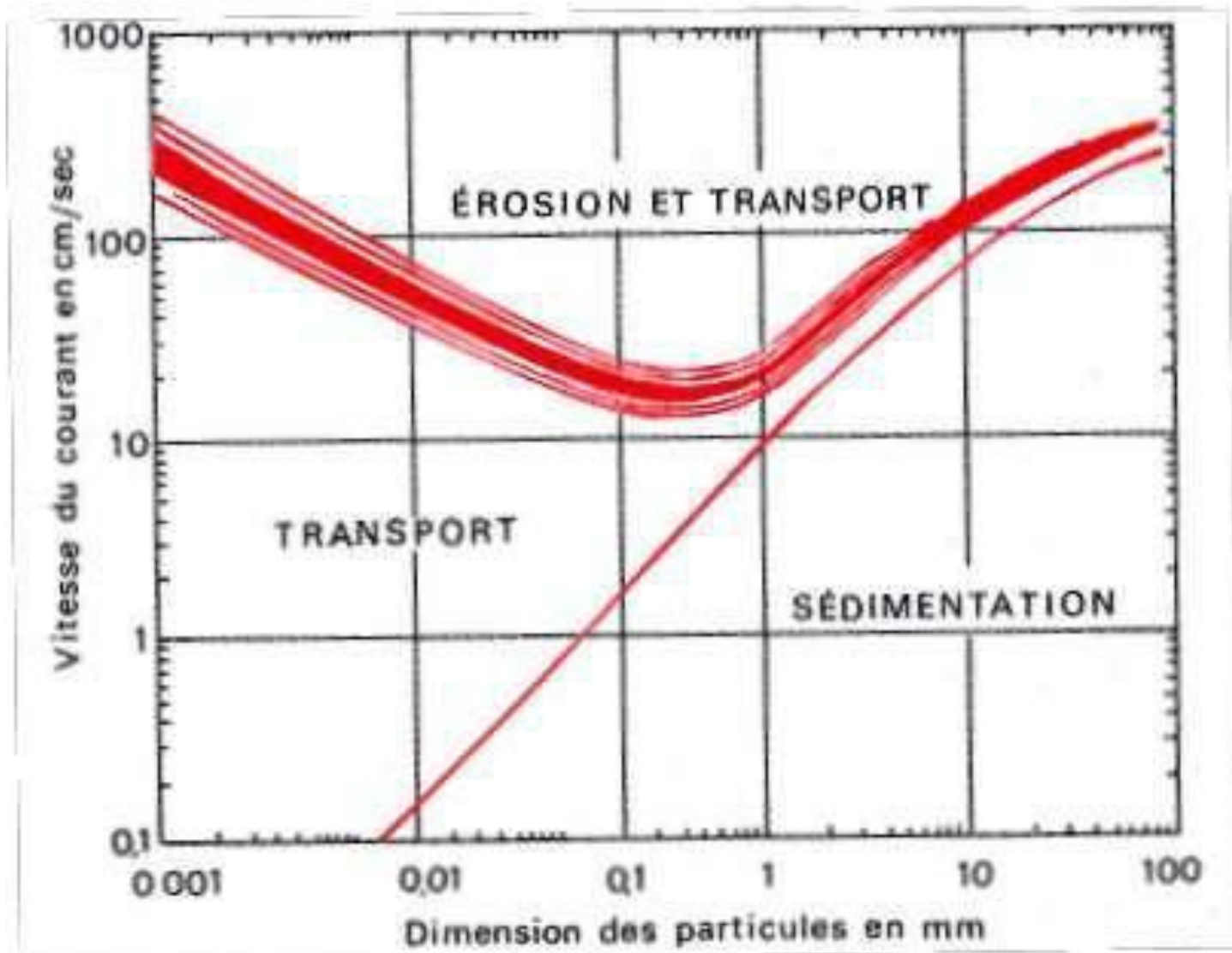


4) Lorsque les particules de diamètre compris entre 0,001 et 0,008 mm sont transportées, peuvent-elles, à la vitesse minimale indiquée sur le graphe, être déposées ? la vitesse minimale indiquée sur le graphe 0.1 cm/sec alors être déposées à une vitesse < 0.1 cm/sec

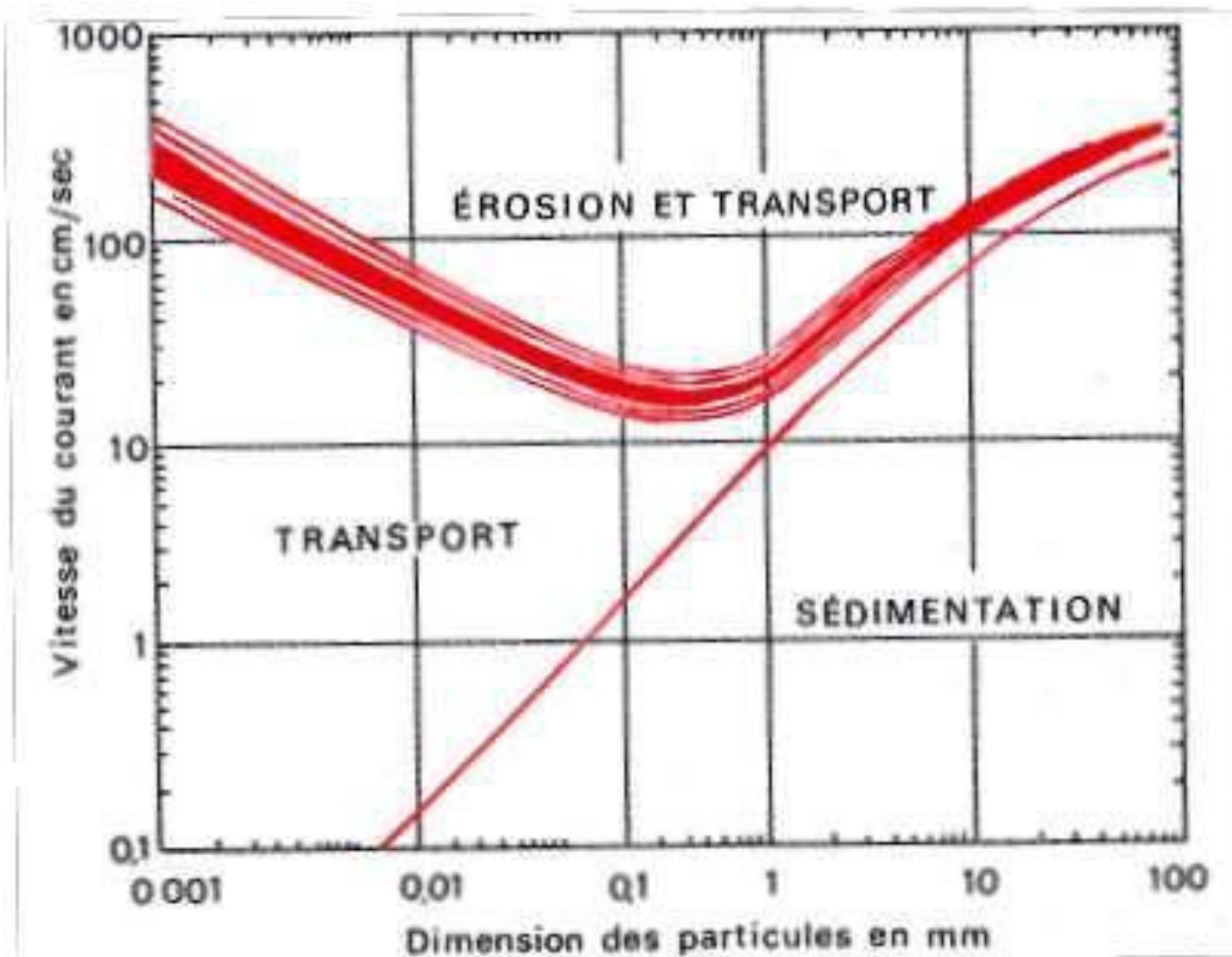


5) Quel est le comportement des particules tapissant le fond d'un chenal lorsque :

- a) La vitesse du courant varie entre 500 et 2 cm/s, pour des particules de sable de 0,1 mm ? Entre 2 à 11 cm/s : sont transporté >11cm/s ; subissent à une érosion plus transport



- 5) Quel est le comportement des particules tapissant le fond d'un chenal lorsque :
- b) La vitesse du courant est constante (= 100 cm/s) et la granulométrie varie entre 0,002 (Argile) et 50 mm (Gravier) ? Entre 0.1 à 2 cm/s : sont déposer





**Fin de la  
présentation**



**Merci pour  
votre attention**