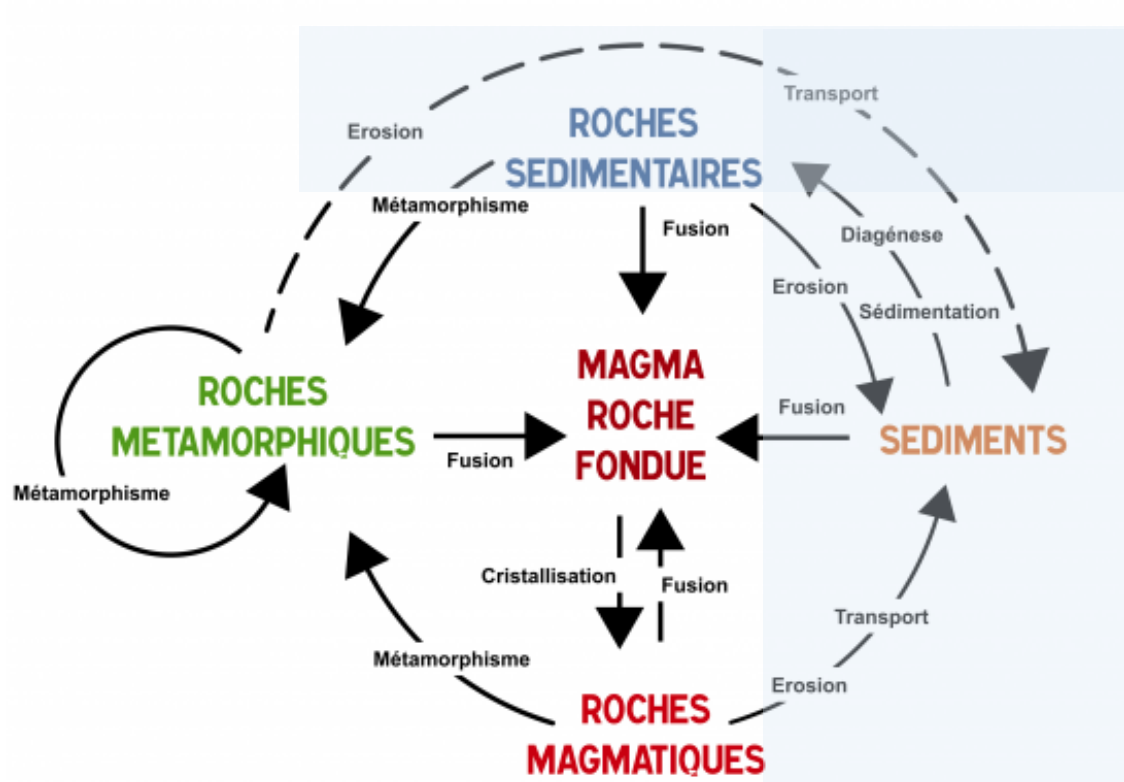
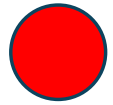




# Roches sedimentaires

Cours Géologie Ba2  
Numéro 3a

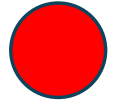




Formation des roches sédimentaires

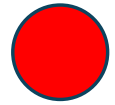
Contenu des roches sédimentaires

Elements de classification



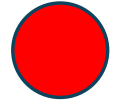
# Roches sédimentaires

- Roches formées en **SURFACE** = Roche exogènes
- Les roches sédimentaires proviennent de l'accumulation de sédiments qui se déposent le plus souvent en couches ou lits superposés, appelés **strates**. Elles résultent de l'accumulation de sédiments divers, c'est-à-dire d'éléments solides (clastes : morceaux de roches ou fragments minéraux, débris coquilliers...) et/ou de précipitations à partir de solutions.



# Roches sédimentaires

- Près de 90% de la surface terrestre est couverte de sédiments ou constituée de roches sédimentaires, avec les proportions suivantes:
  - **argilites/siltites**: 63%
  - **grès**: 22%
  - **calcaires**: 15%
- Malgré leur grande étendue, les roches sédimentaires ne représentent cependant que le 1/20e en volume de la croûte superficielle.



# Formation

A partir d'une roche...    ...ou d'organismes...    ...ou d'une solution

1 *Destruction d'une roche préexistante*    *Mort des organismes et accumulation*    *Précipitation de sels*

...à un sédiment...

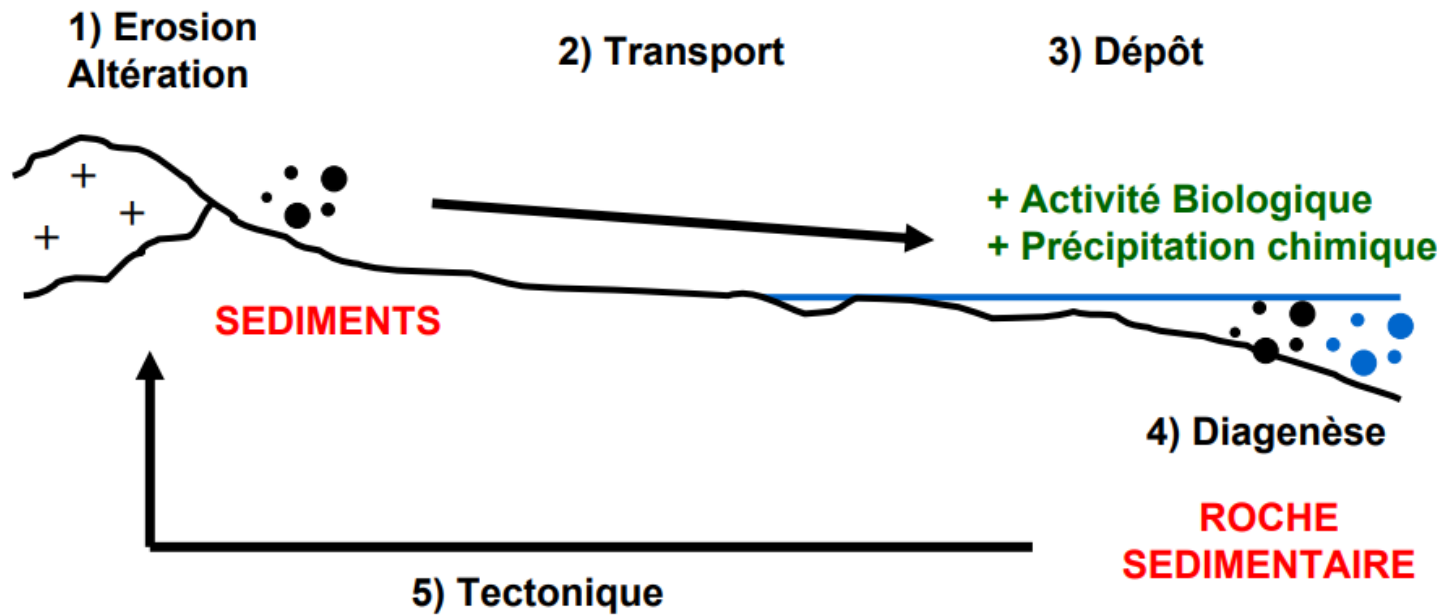
2 **Transport**

3 **Dépôts**

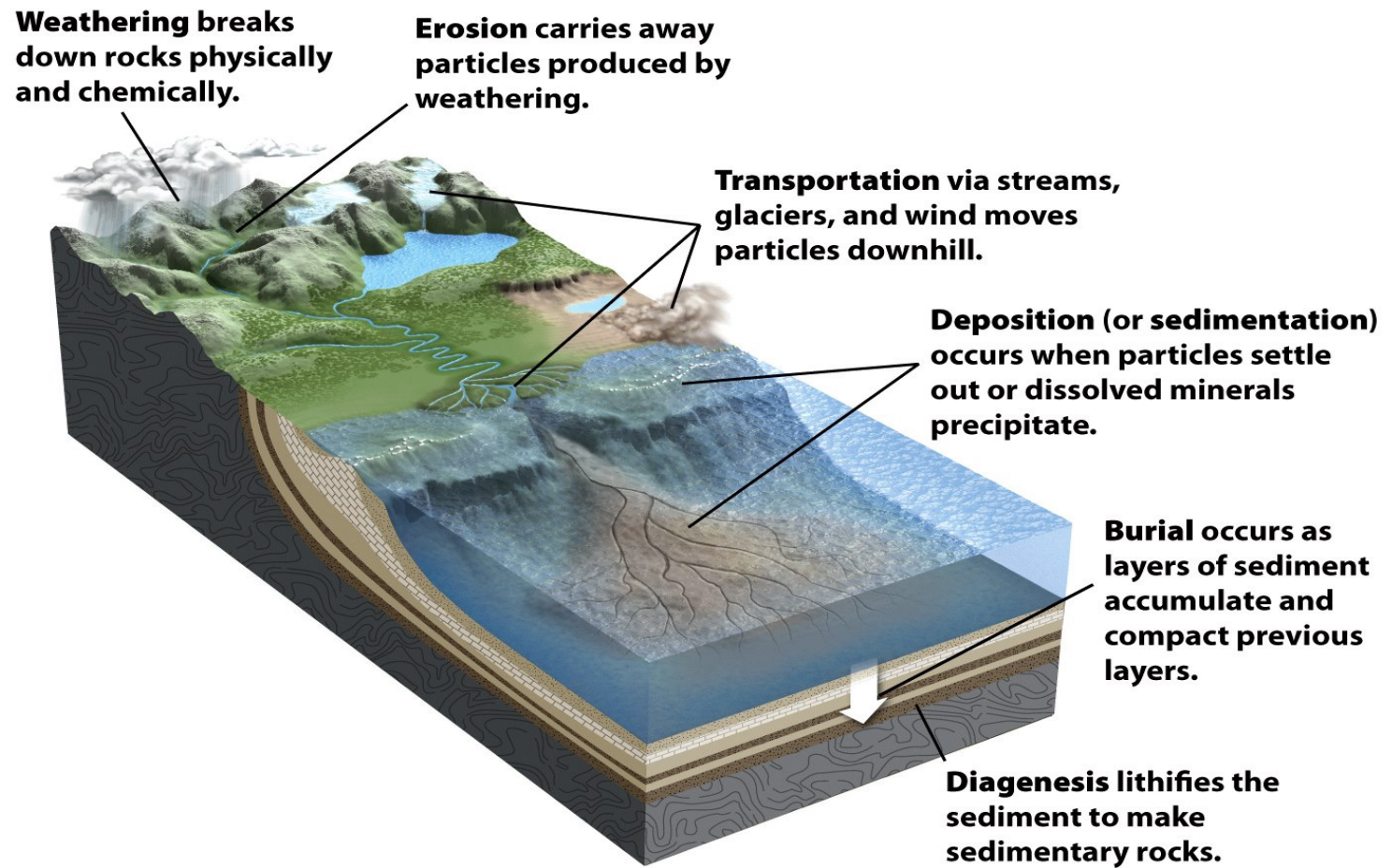
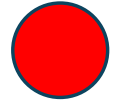
4 **Diagénèse**

...à une autre roche

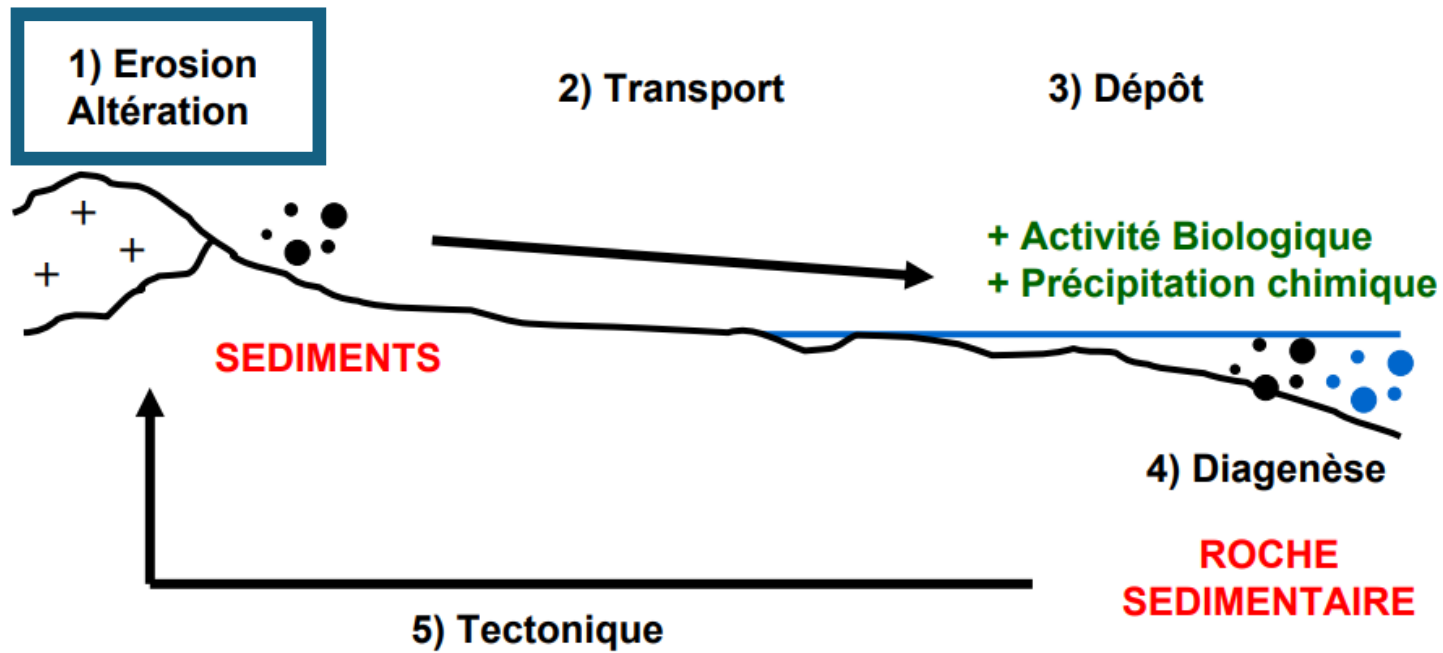
# Cycle sédimentaire



# Cycle sédimentaire



# Cycle sédimentaire





# Altération

- L'altération donne naissance à une grande variété de produits:
  - sols,
  - débris rocheux,
  - ions en solution dans les eaux superficielles.
- L'altération a pour effet de décomposer une roche :
  - En **ions** solubles et en **grains** solides qui vont être mobilisés par l'érosion
  - En un dépôt résiduel, demeurant sur place
- Les mécanismes responsables de l'altération, phénomène prenant place aux températures et pressions régnant à la surface de la terre, sont :
  - L'altération **physique**
  - L'altération **biologique**
  - L'altération **chimique**



# Altération physique

- Les alternances de gel et dégel, en climat suffisamment humide, fragmentent les roches (cryoclastie). L'eau en gelant augmente son volume de 10%, élargissant progressivement les fractures.
- Exemple de Cryoclastie (Island)





# Altération physique

- Les variations répétées de température (40-50°C d'amplitude journalière dans le Sahara) ont à peu près le même effet que le gel: les différences de dilatation thermique entre les minéraux d'une roche provoquent l'apparition de fractures.



**Exfoliation**



# Altération biologique

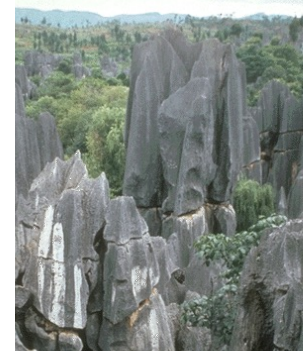
- On distingue l'altération provoquée par **l'action chimique de composés produits par des organismes** (plantes, microbes...) de **l'action purement mécanique de plantes** ou d'animaux (par exemple: dilatation progressive des racines provoquant un élargissement des fractures de roches).





# Altération chimique

- L'altération chimique agit de deux façons:
- Certains minéraux (halite, calcite) sont dissous totalement et leurs ions sont évacués en solution
- D'autres minéraux, comme les micas ou les feldspaths sont transformés en d'autres espèces minérales (surtout en argiles), souvent de granulométrie plus fine et plus facilement mobilisables par l'érosion.
- La plupart des réactions impliquées dans l'altération chimique nécessitent la présence d'eau et d'air

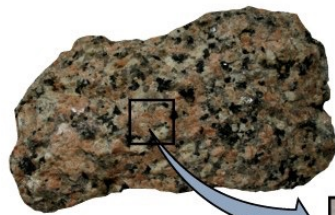


example: karst

# Altération chimique

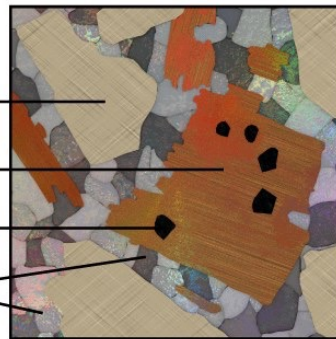


Mine de kaolin, Sardaigne



**1** Granite is made up of crystals of several minerals that decay at different rates.

Feldspar  
Biotite  
Magnetite  
Quartz

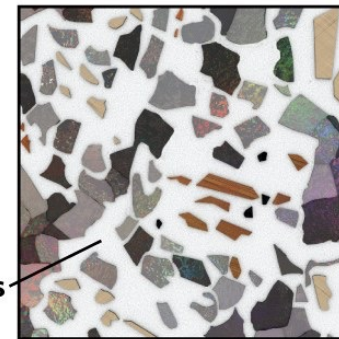


**2** Cracks form along crystal boundaries. Feldspar, biotite, and magnetite start to decay, while quartz does not.



**3** The decay progresses, and as cracks open, the rock weakens and disintegrates.

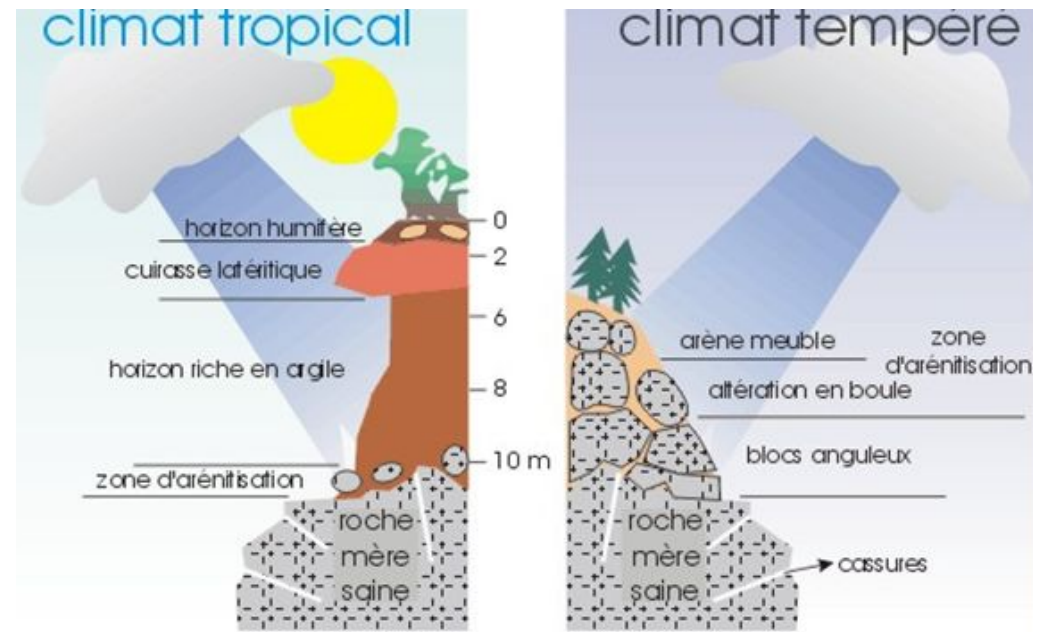
Clays



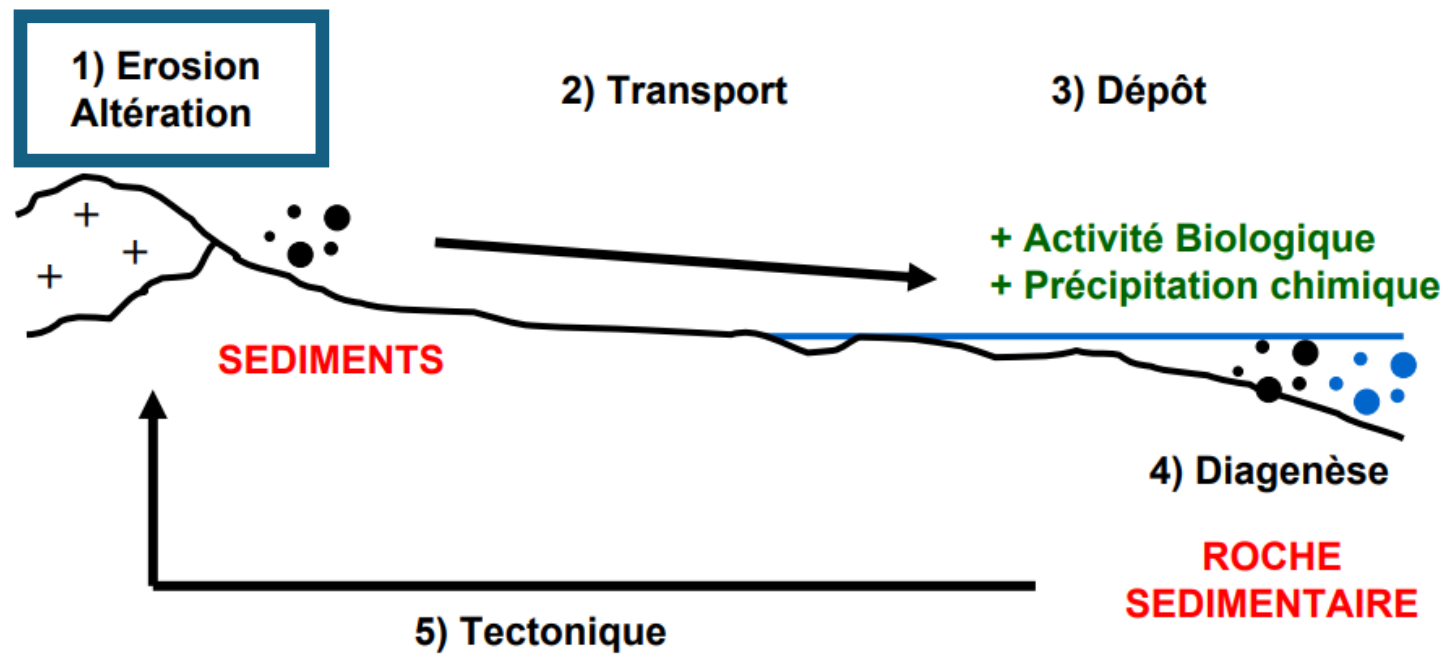


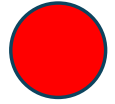
# Altération chimique

- Facteurs qui contrôlent l'altération chimique:
- Le **climat** (température, humidité): l'altération chimique est favorisée en climat tropical.
- L'altération mécanique est favorisée en climat tempéré



# Cycle sédimentaire





# Erosion

- L'érosion correspond à la mobilisation des produits de l'altération.
- Une fois libérés, ces produits sont transportés par l'air, l'eau et la glace, laissant certaines "formes d'érosion" caractéristiques sur le massif rocheux soumis à l'altération.
- Quelques exemples d'érosion:
  - Erosion éolienne
  - Erosion fluviale
  - Erosion glaciaire
  - Erosion marine

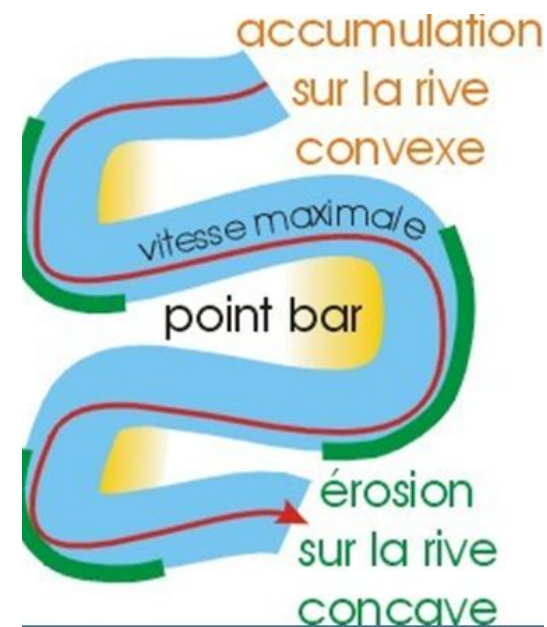
# Erosion Eolienne

- Le vent soufflant sur une surface désertique balaie les particules les plus fines et peut faire apparaître la surface rocheuse.
  - les hamadas sahariennes.
- Lorsque le sol comporte des matériaux de taille variée (sols alluviaux, par exemple), l'érosion éolienne élimine la fraction la plus fine, laissant sur place un désert pavé de cailloux.
  - regs



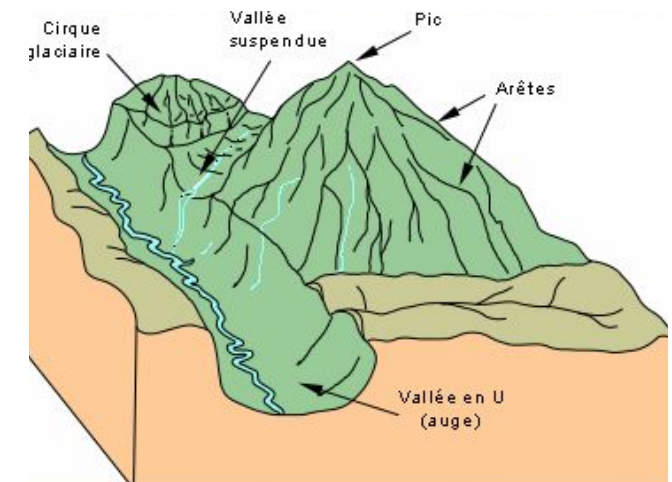
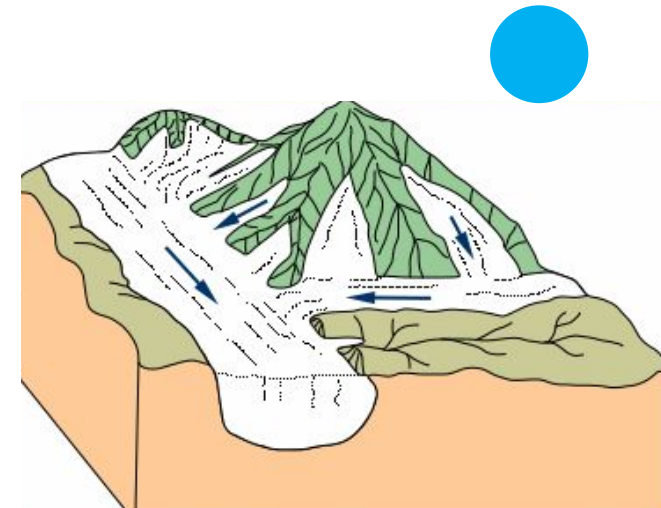
# Erosion fluviale

- L'érosion fluviale est, entre autre, responsable de la formation des méandres.
- Ces méandres ont tendance à se déplacer vers l'extérieur et vers l'aval du cours d'eau par érosion sur la rive concave et dépôt sur la rive convexe (sous la forme de point bars).



# Erosion Glaciaire

- Les formes remarquables de l'érosion glaciaire sont visibles à deux échelles:
- A **grande échelle**, on observe des vallées caractéristiques, dites "en U" ou "en auges" (section transversale en auge avec des parois verticales) s'oppose à la forme "en V" des vallées fluviales.
- Le creusement se fait progressivement à mesure de l'écoulement sur de longues périodes de temps.
- **petite échelle**, l'érosion glaciaire se manifeste par des surfaces polies et arrondies ("roches moutonnées"), souvent striées par des blocs durs enchâssés dans la glace ("stries glaciaires").

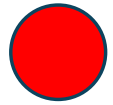




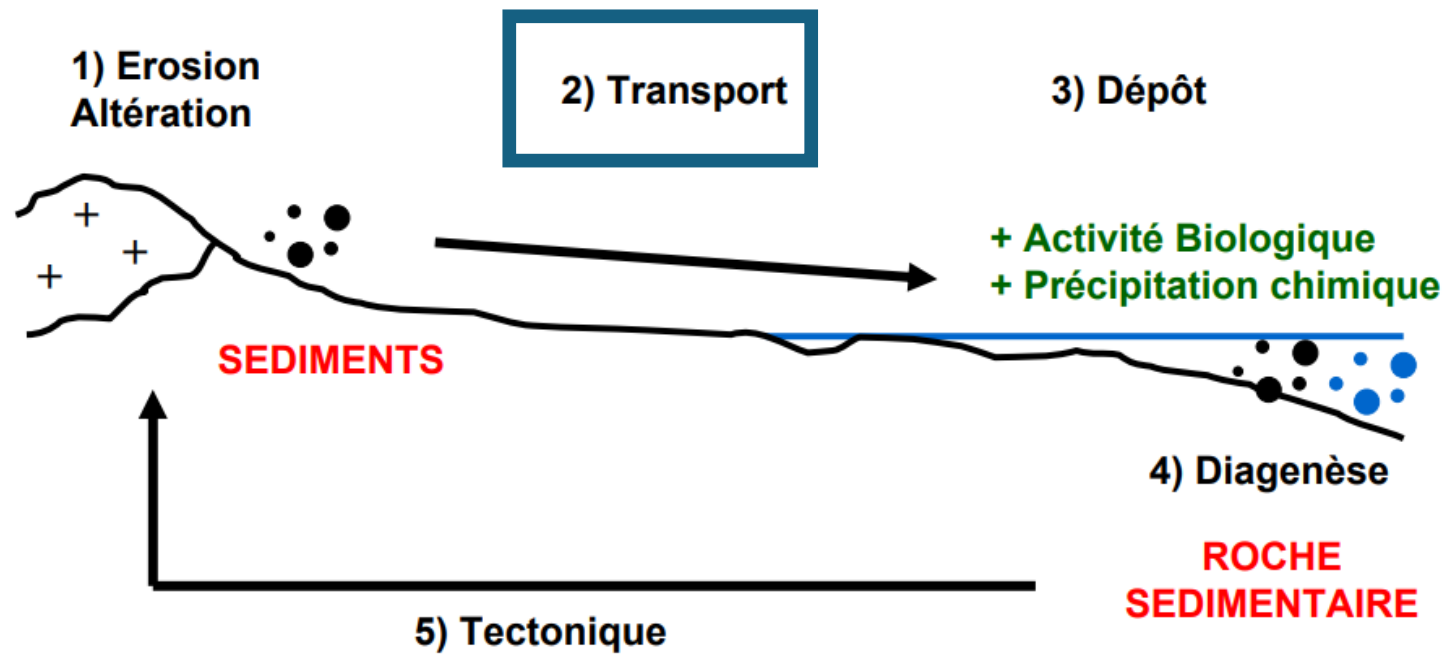
# Erosion marine

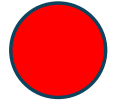
- La principale forme d'érosion littorale est la falaise.
- Les principaux agents de l'érosion marine sont les vagues et les courants.
- L'action érosive des vagues sur une côte résulte des facteurs suivants:
  - Un mitraillage par le sable et le gravier transportés
  - La pression de l'eau contre les parois
  - Une succion lorsque les vagues se retirent (déplacement de blocs de plusieurs milliers de tonnes)
  - Des vibrations par suite de chocs successifs (phénomènes de résonance)





# Cycle sédimentaire





# Transport

- Les sédiments sont transportés depuis les zones sources jusqu'aux zones de dépôt par trois types de processus:
  - Eboulis de gravité en l'absence de fluide
  - Ecoulements gravitaires en présence de fluides (debris flows, grain flows, turbidites)
  - Ecoulements d'eau, d'air ou de glace

T



GRAVITÉ



VENT

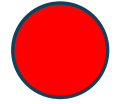


EAU 



GLACE





# Transport



**Well-sorted sand**



**Poorly sorted sand**

**Figure 5.6**  
*Understanding Earth, Sixth Edition*  
© 2010 W. H. Freeman and Company



# Eboulis de gravité

- Ces processus déplacent des masses considérables de sols et débris rocheux sur des distances courtes (Blatten VS, mai 2025).





# Écoulement gravitaire (grain flow)

- Les grain flows se déclenchent lorsque la pente d'un dépôt est supérieure à la pente d'équilibre. Les particules sont maintenues en mouvement par des forces dispersives dues aux multiples collisions entre les grains. L'air (l'eau) n'agit que comme un lubrifiant mais ne propulse pas les grains



# Écoulement gravitaire (debris flow)

- Les debris flows sont des écoulements, sous l'action de la gravité, de boue contenant quelques gros éléments (galets, blocs).
- Lorsque les forces de gravité deviennent moins fortes que les forces de frottement (internes et sur le fond), la coulée s'arrête: on dit qu'elle "gèle".



# Écoulement gravitaire (turbidites)

- Les courants de turbidité sont des écoulements gravitaires dans lesquels le sédiment est maintenu en suspension par la turbulence du fluide interstitiel. Ils se produisent lorsqu'un choc ébranle une masse de sédiment. Ce mélange d'eau et de sédiment possède une densité plus grande que celle de l'eau et se déplace vers le bas sous l'effet de la gravité.

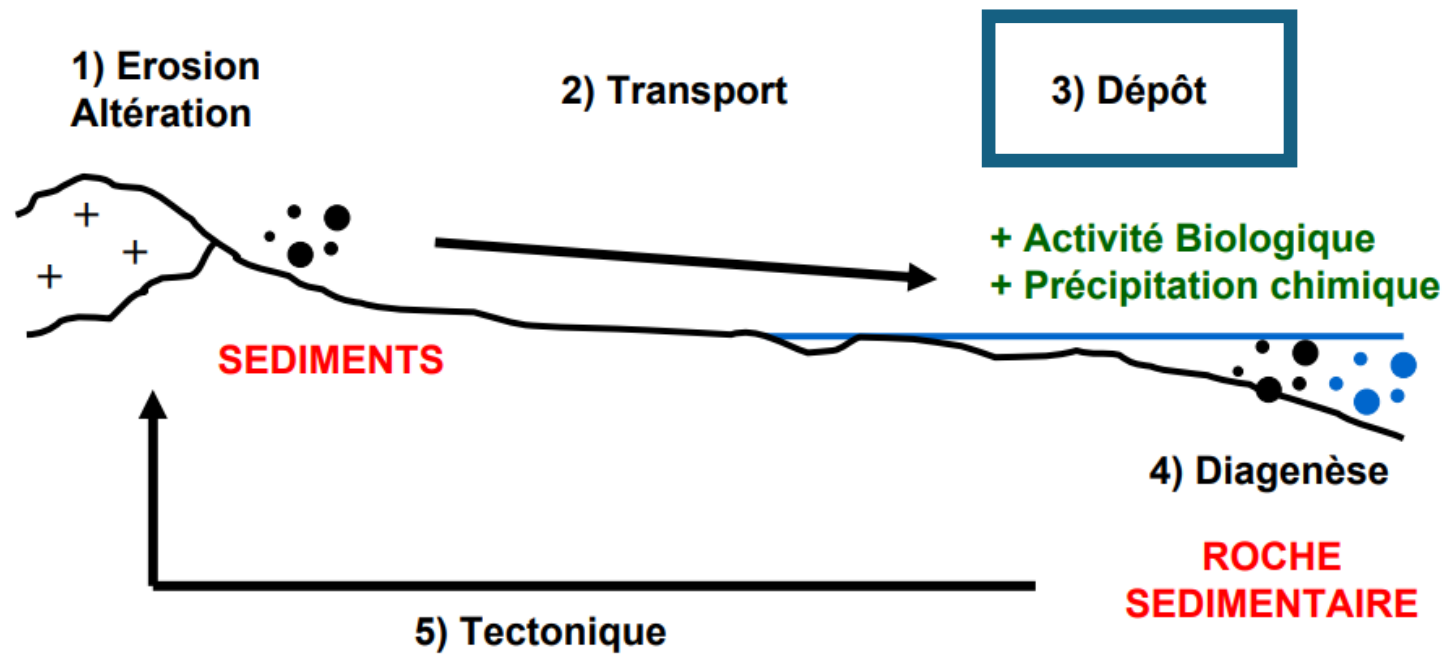
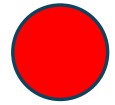




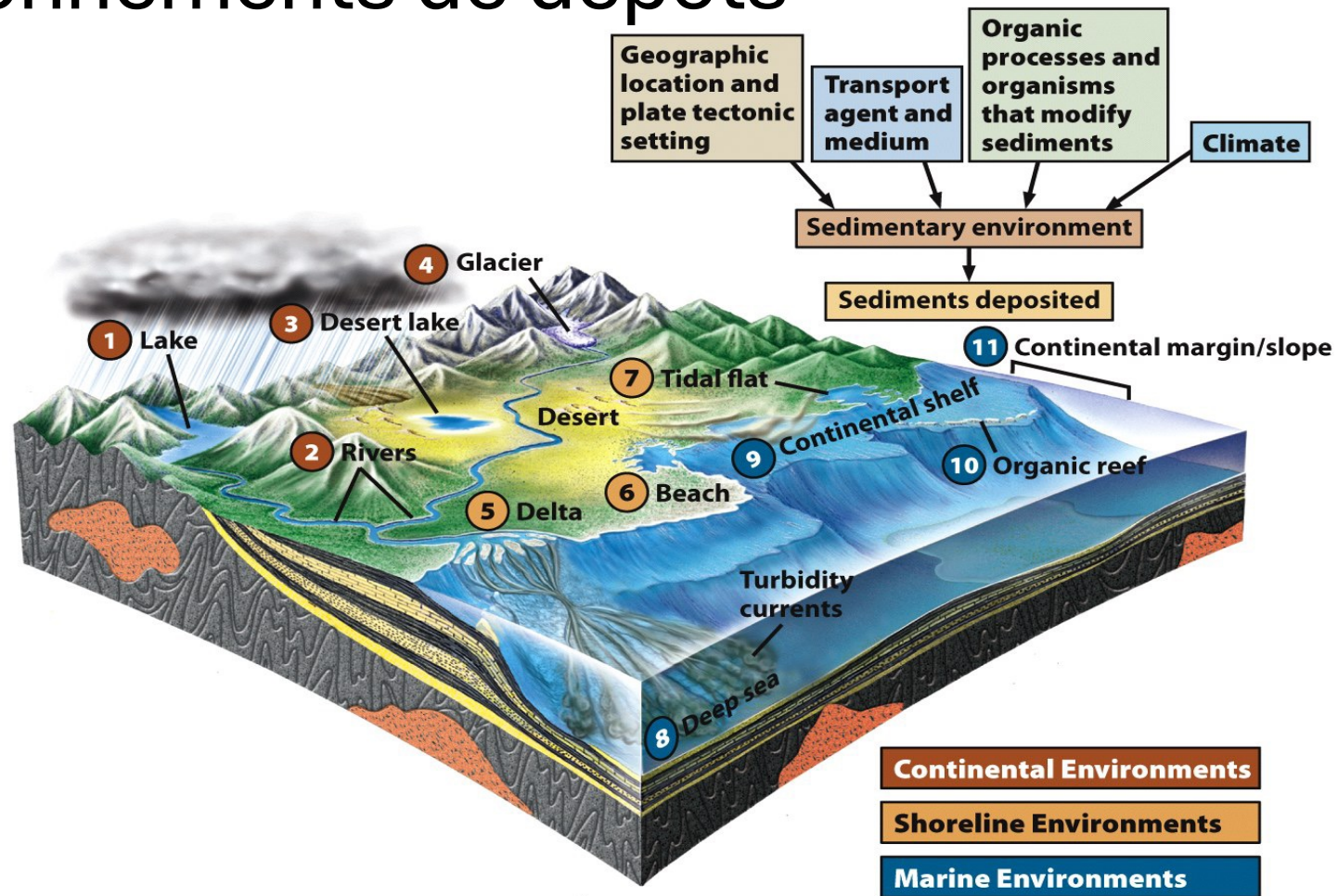
# Écoulement gravitaire (turbidites)



# Cycle sédimentaire



# Environnements de dépôts

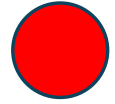


# Environnements de dépôts

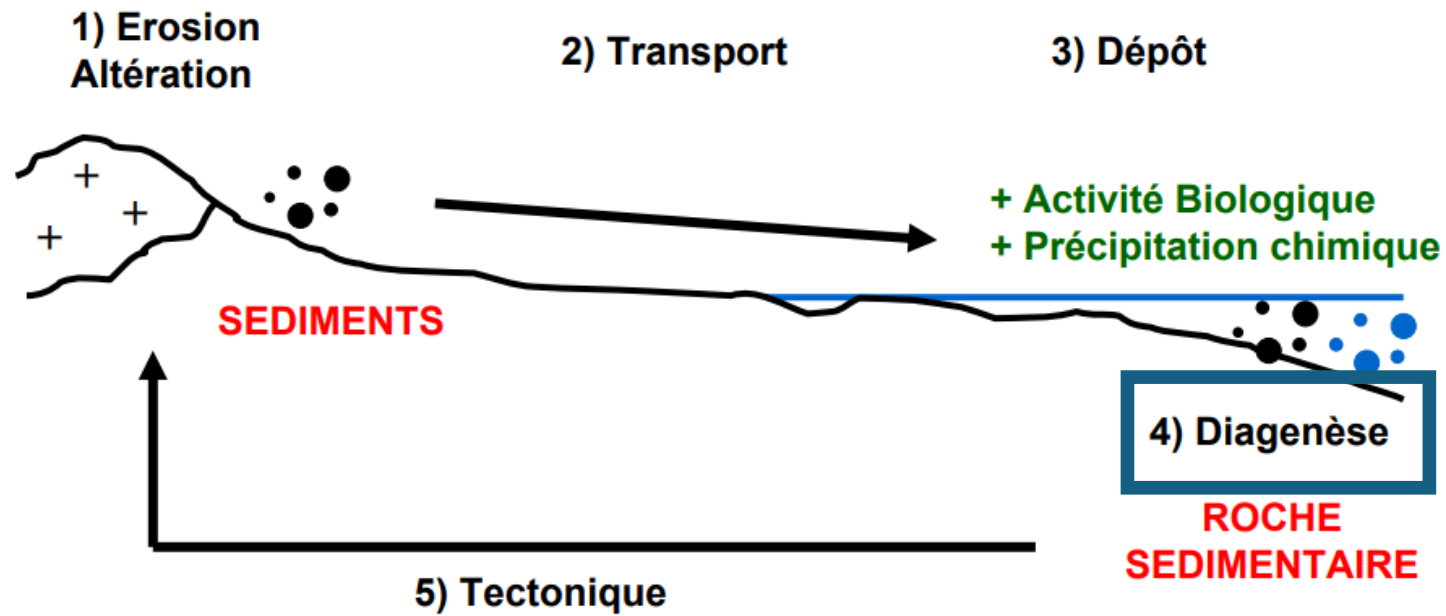
Continental Environments		1	2	3	4
	<b>Transport agent</b>	Lake	Alluvial	Desert	Glacial
	<b>Sediments</b>	Lake currents, waves	River currents	Wind	Ice, meltwater
	<b>Climate</b>	Sand and mud, saline precipitates in arid climates	Sand, mud, and gravel	Sand and dust	Sand, mud, and gravel
	<b>Biological processes</b>	Arid to humid	Arid to humid	Arid	Cold
		Freshwater organisms and precipitates	Organic matter in muddy flood deposits and wetlands	Little biological activity	Little biological activity
Shoreline Environments		5	6	7	
	<b>Transport agent</b>	Delta	Beach	Tidal flats	
	<b>Sediments</b>	River currents, waves	Waves, tidal currents	Tidal currents	
	<b>Climate</b>	Sand and mud	Sand and gravel	Sand and mud	
	<b>Biological processes</b>	Arid to humid	Arid to humid	Arid to humid	
		Burial of plant debris	Little biological activity	Organisms mix sediments	
Marine Environments		8	9	10	11
	<b>Transport agent</b>	Deep sea	Continental shelf	Organic reefs	Continental margin/slope
	<b>Sediments</b>	Ocean currents Turbidity currents	Waves and tides	Waves and tides	Ocean currents and waves
	<b>Biological processes</b>	Mud and sand	Sand and mud	Calcified organisms	Mud and sand
		Deposition of remains of organisms	Deposition of remains of organisms	Secretion of carbonates by corals and other organisms	Deposition of remains of organisms

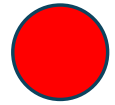
Figure 5.9 part 2  
*Understanding Earth, Sixth Edition*  
 © 2010 W. H. Freeman and Company





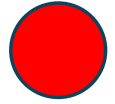
# Cycle sédimentaire





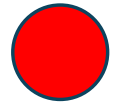
# Diagenèse

- L'obtention d'une roche sédimentaire se fait par la transformation d'un sédiment en roche sous l'effet des processus de la **diagenèse**.
- La diagenèse englobe tous les **processus chimiques et mécaniques qui affectent un dépôt sédimentaire après sa formation**
- Les processus de diagenèse sont variés et complexes : ils vont de la compaction du sédiment à sa cimentation, en passant par des phases de dissolution, de recristallisation ou de remplacement de certains minéraux.
- Le processus diagénétique qui est principalement responsable du passage de sédiment à roche est la **cimentation**.



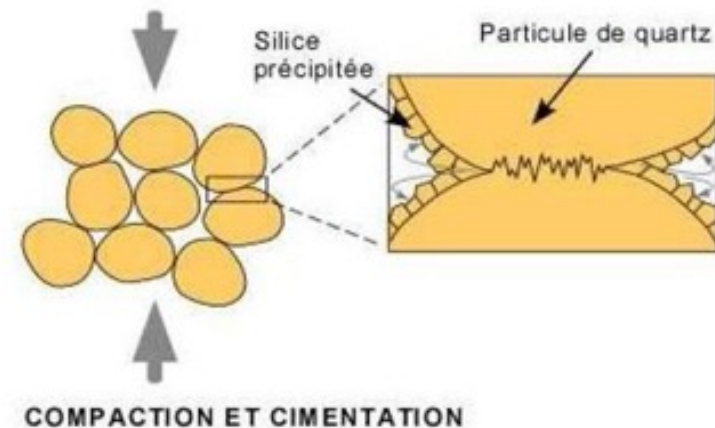
# Effets de la diagenèses

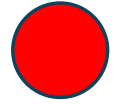
- Parmi les principaux effets de la diagenèse on a:
  - la compaction,
  - la cimentation,
  - la recristallisation,
  - la dissolution,
  - le remplacement
  - la néoformation.



# COMPACTION

- La compaction des sédiments est principalement causée par la pression, la déshydratation ou encore par l'action des êtres vivants, ce qui induit la perte d'eau et de sels minéraux par dissolution. -> augmentation de la densité des sédiments.
- La compaction d'un sédiment peut conduire à sa cimentation. Ainsi, la pression élevée exercée aux points de contact entre les particules de quartz d'un sable amène une dissolution locale du quartz, une sursaturation des fluides par rapport à la silice et une précipitation de silice sur les parois des particules cimentant ces dernières ensemble



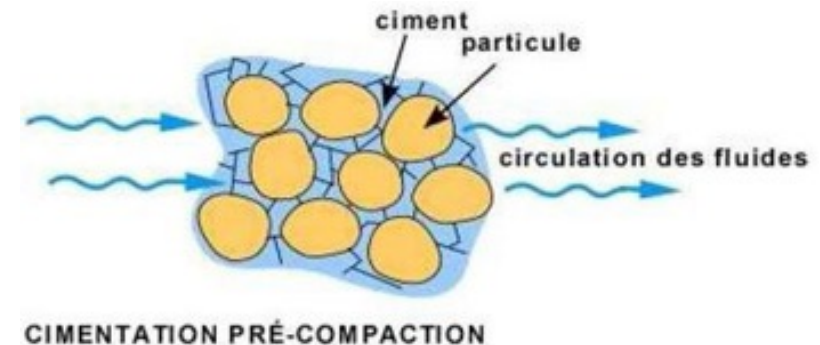


# CIMENTATION

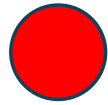
- La cimentation ou induration est le principal processus de la diagenèse.
- L'eau qui circule dans un sédiment, par exemple un sable, est sursaturée par rapport à certains minéraux, elle précipite ces minéraux dans les pores du sable et ceux-ci viennent souder ensemble les particules du sable; on obtient alors une roche sédimentaire qu'on appelle un **grès**.

## = CIMENTATION

- Le degré de cimentation peut être faible, et on a alors une roche friable, ou il peut être très poussé, et on a une roche très solide.



# CIMENTATION

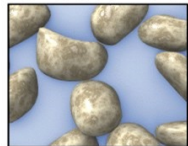


**2** Diagenesis includes the processes —physical and chemical—that change sediments to sedimentary rocks.

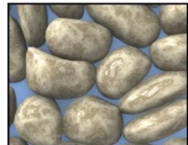
## Compaction

Compaction by burial squeezes out water.

50–60% water



10–20% water



**Lithification**

## Cementation

Precipitation or addition of new minerals cements sediment particles.



Figure 5.16 part 2  
*Understanding Earth, Sixth Edition*  
© 2010 W. H. Freeman and Company

Quartz sand grains

Calcite cement

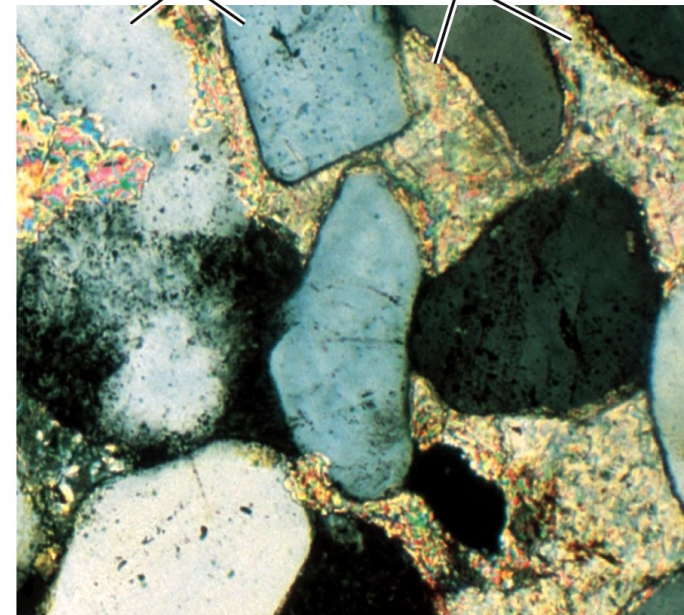
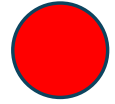


Figure 5.17  
*Understanding Earth, Sixth Edition*  
© 2010 W. H. Freeman and Company



# CIMENTATION

- Si on compare un sable récemment déposé dans une rivière ou dans une plage actuelle avec un grès ancien, on voit qu'il y a plusieurs différences notamment :
- la **résistance**, la **cohérence**, la **porosité** et si on fait une étude fine on peut même détecter des différences de texture et composition minéralogique



**Cimentation**





### 3 Different sediments result in different sedimentary rocks.

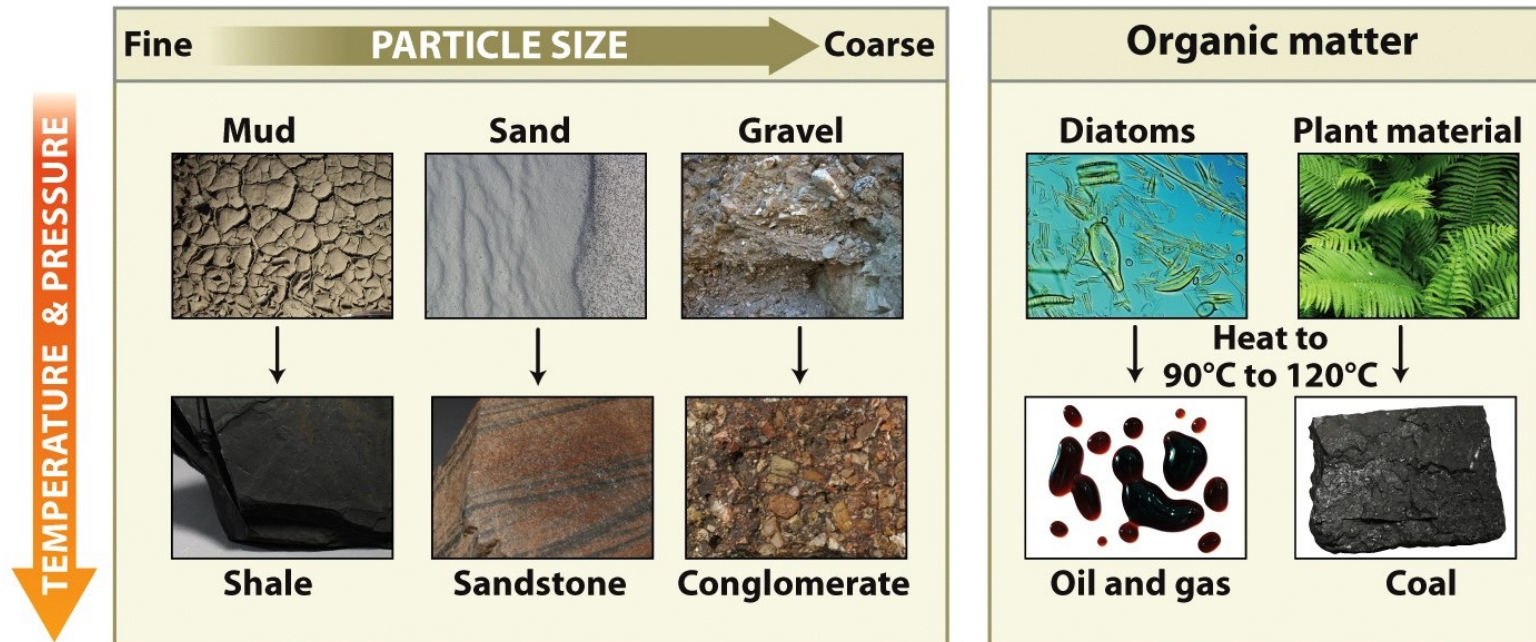
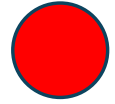


Figure 5.16 part 3  
*Understanding Earth, Sixth Edition*  
© 2010 W. H. Freeman and Company



# Facteurs influençant la diagenèse

Cette évolution a lieu sous l'effet de facteurs physico-chimiques telle que :

- la porosité
- la circulation de fluide dans les sédiments,
- la pression et la température

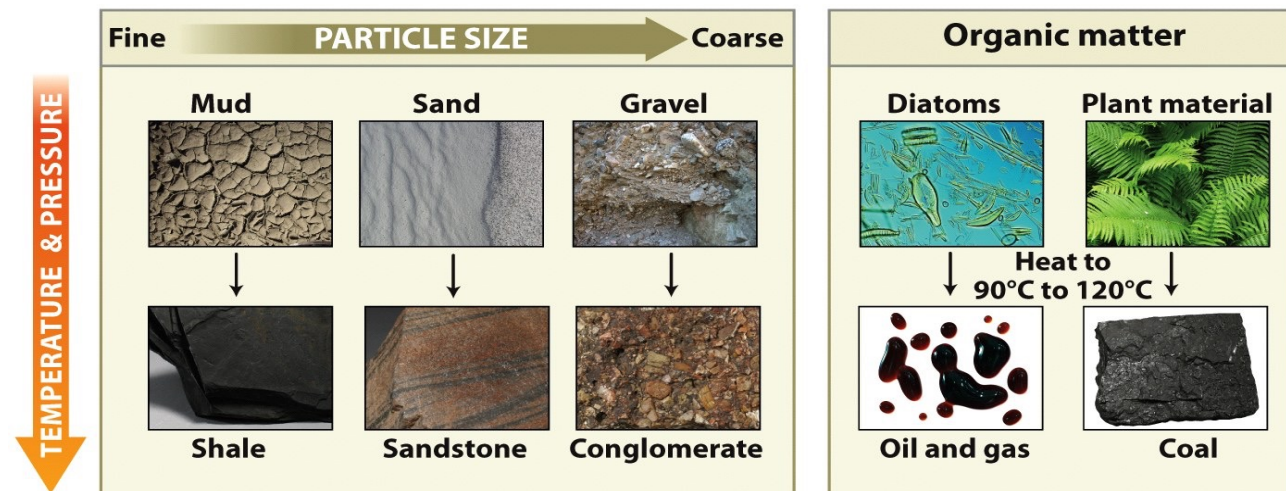
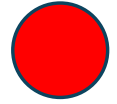


Figure 5.16 part 3  
Understanding Earth, Sixth Edition  
© 2010 W. H. Freeman and Company



# Résumé

- Pour Résumer...Les roches sédimentaires font partie inhérente du cycle géologique, puisque leurs constituants (grains ou ions solubles) résultent de l'altération de roches ou de sédiments préexistants, que ces constituants ont subi un certain transport et qu'ils se sont déposés dans un bassin de sédimentation.
- L'évolution post-dépôt de ces sédiments, que l'on nomme 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.

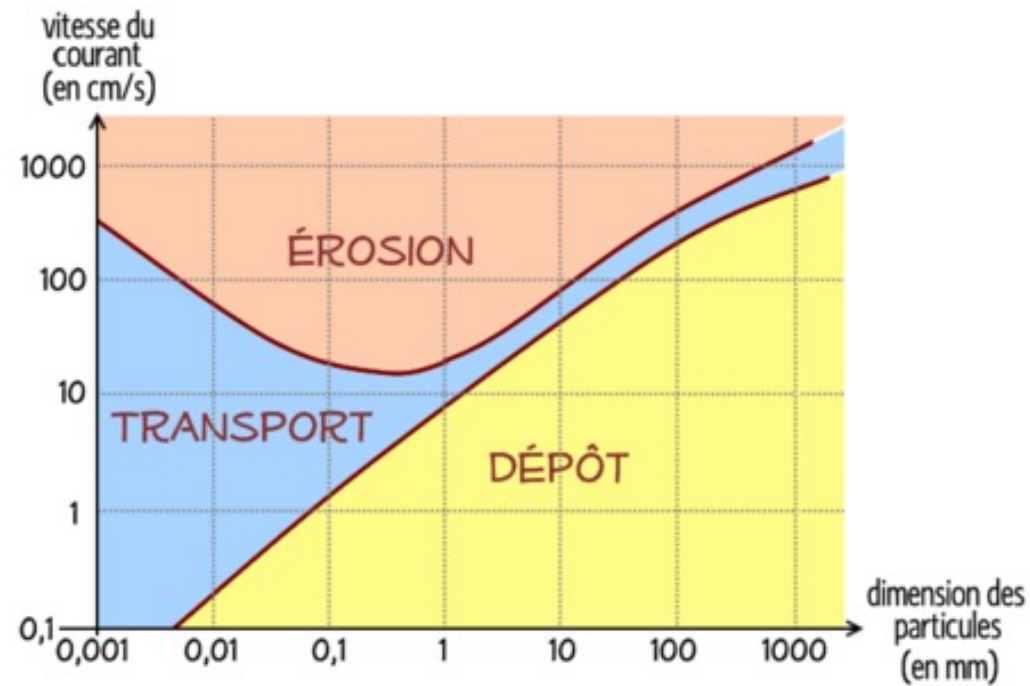
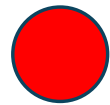


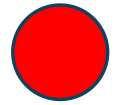
# 3 grandes catégories de roches sédimentaires

- **1- Les roches détritiques**

Elles sont formées de particules minérales issues de l'altération de roches préexistantes. Comme il s'agit de matériel issu de la terre, on les appelle aussi "terrigenes". Ces particules sont transportées par l'eau, la glace, le vent, des courants de gravité et se déposent lorsque la vitesse de l'agent de transport diminue (ou lors de la fonte de la glace).

# Résumé: Diagramme de Hjulström

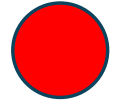




# 3 grandes catégories de roches sédimentaires

- **2- Les roches biogéniques ou organiques.**

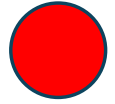
L'altération fournit, outre les particules solides entrant dans la constitution des roches terrigènes, des substances dissoutes qui aboutissent dans les mers, les lacs et les rivières. Les organismes utilisent ensuite les carbonates, phosphates, silicates présents dans ces substances dissoutes pour constituer leurs tests ou leurs os et ce sont leurs restes qui constituent les roches sédimentaires. Les plantes accumulent des matériaux carbonés par photosynthèse et sont directement à l'origine du charbon. D'autres types de sédiments carbonés, comme par exemple le pétrole, sont générés par des bactéries.



# 3 grandes catégories de roches sédimentaires

- **3- Les roches d'origine chimique**
- Elle résultent de la précipitation de minéraux dans un milieu sursaturé. Les **évaporites** (anhydrite, halite, gypse, sylvite,...) en sont le meilleur exemple: elles se forment par évaporation.

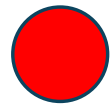




# Composition des roches sédimentaires

TROIS grands composants, pôles ou fractions différents, qui correspondent aux trois sources des sédiments

- Le pôle détritique : Par érosion de roches en places
- Le pôle biologique : Dû à la production biologique
- Le pôle chimique : Par précipitation de sels minéraux

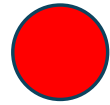


# Classification granulométrique

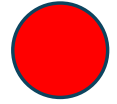
Taille des grains	Classe granulo.	Sédiments	Roches	Pour le géologue...
> 2 mm	Rudites	Graviers, blocs	Conglomérat	Je vois les grains à l'œil nu.
2 mm > > 35 μm	Arénites	Sable	Grès	La roche est granuleuse au touché.
< 35 μm	Lutites	Silt	Pélite	La roche est douce au touché. Je ne vois pas de grain.
		Argile	Argilite	

# Conglomérats

Porosité: Moyenne  
Perméabilité: moyenne  
Densité: 2.4 t/m<sup>3</sup>  
Résistance: 70 MPa



Mauvaise propriété géotechnique → altération facile

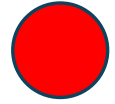


# Grès



**Porosité: Moyenne**  
**Perméabilité: moyenne**  
**Dépend de cimentation**  
**Densité: 2.4 t/m<sup>3</sup>**  
**Résistance: 70 MPa**





# Argilites



**Porosité: haute**  
**Perméabilité: faible**  
**Densité: 2.3 t/m<sup>3</sup>**  
**Résistance: 5-50 MPa**



Argile sur-consolidée =  
caractéristique géotechnique meilleure

*Prof. Bartolomeo Vigna*

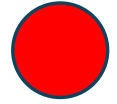


# Pélite



**Porosité: variable**  
**Perméabilité: variable**  
**Selon degré de consolidation**  
**Densité: 2.3 t/m<sup>3</sup>**  
**Résistance: 5-100 MPa**





# Les roches d'origine biogénique



Calcaire marin, avec fossiles des gasteropodes, coraux, coquilles des moules )

Détail d'un corail, formé dans un récife (age Jurassique ~170Ma)



# Les roches d'origine chimique

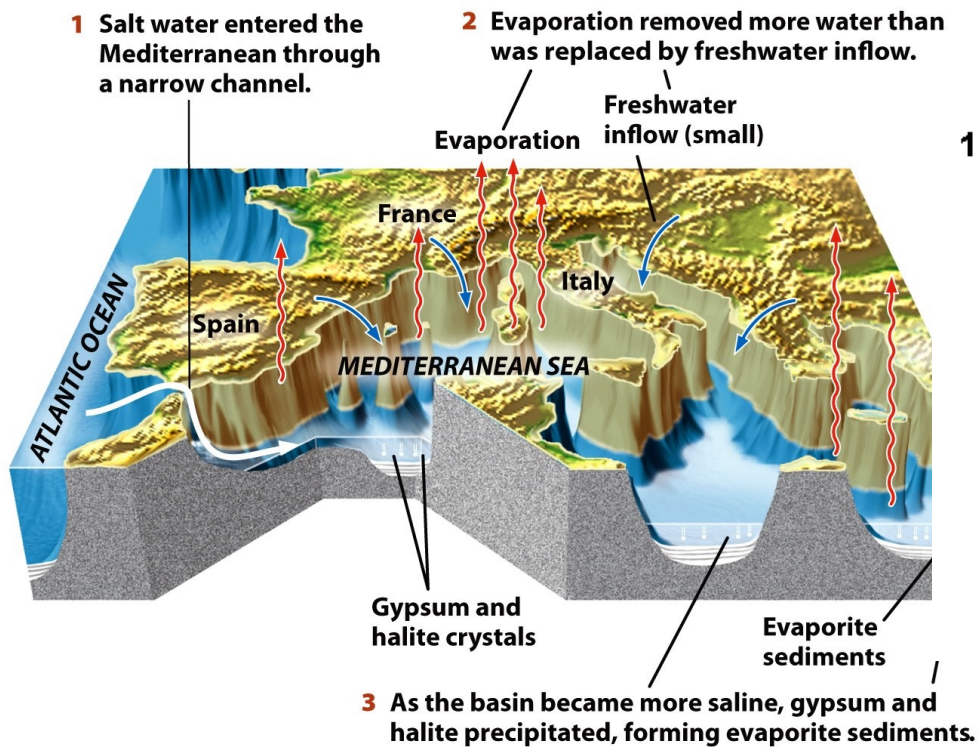
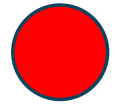
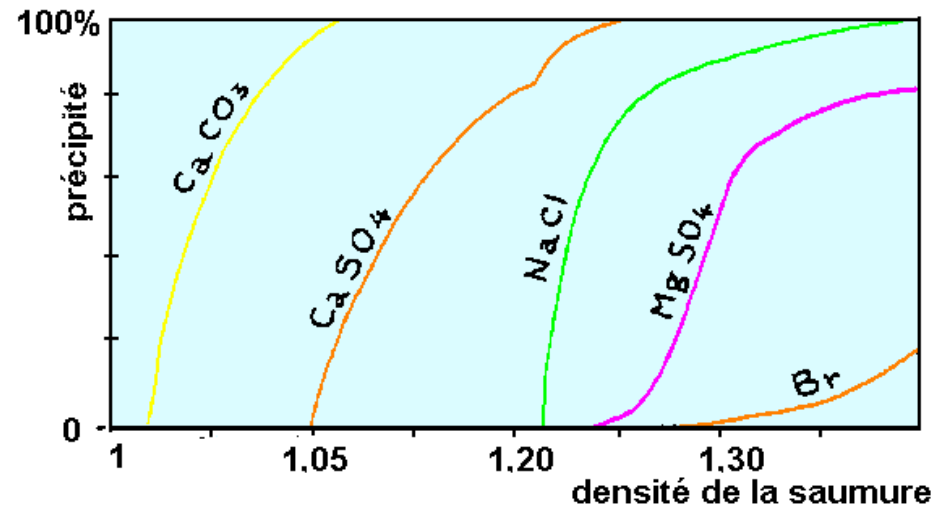


Figure 5.24  
Understanding Earth, Sixth Edition  
© 2010 W. H. Freeman and Company

Séquence de précipitation des minéraux pendant l'évaporation

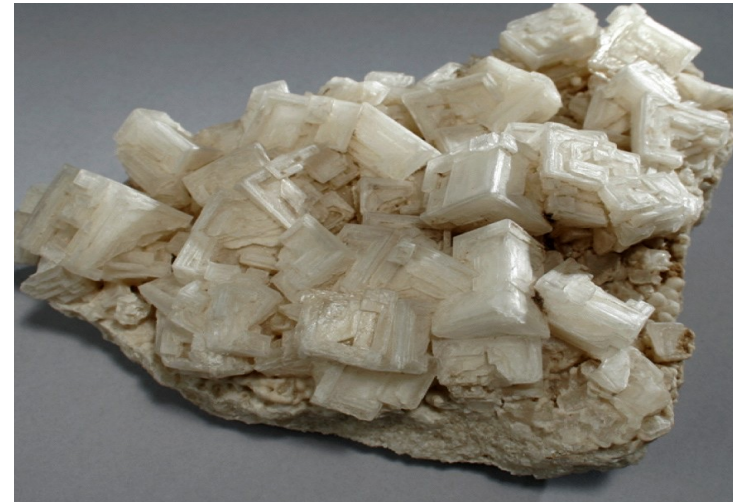
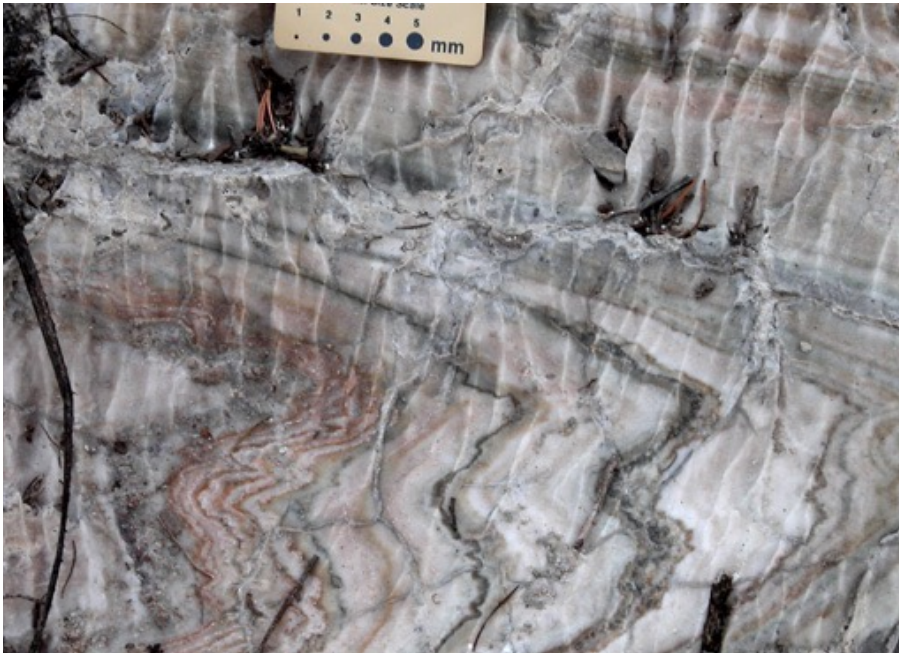


Evaporites:  
caractéristique géotechnique difficile

# Les roches d'origine chimique

**Porosité: variable**  
**Perméabilité: variable**  
**Dépend du degré de dissolution**  
**Densité: 2.2 t/m<sup>3</sup>**  
**Résistance: 50 MPa**

Roche  
gypse/anhydrite



Cristal de sel (halite)



Cristal de gypse