



Chapitre 2 : les étapes de la formation des roches sédimentaires

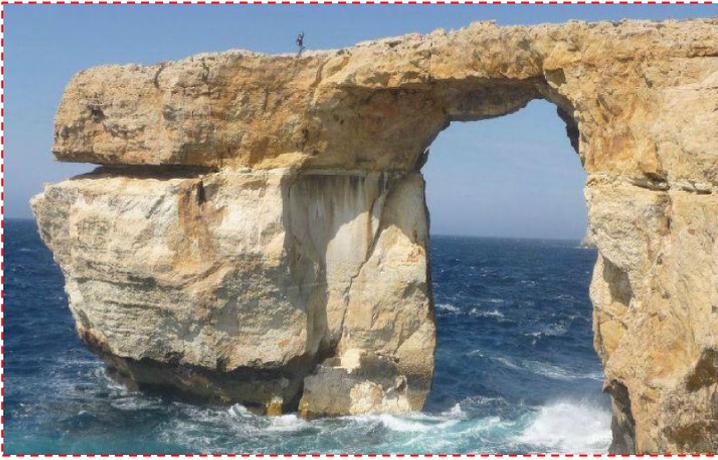
Séquence 1 : Influence de l'érosion sur les paysages géologiques

Situation :

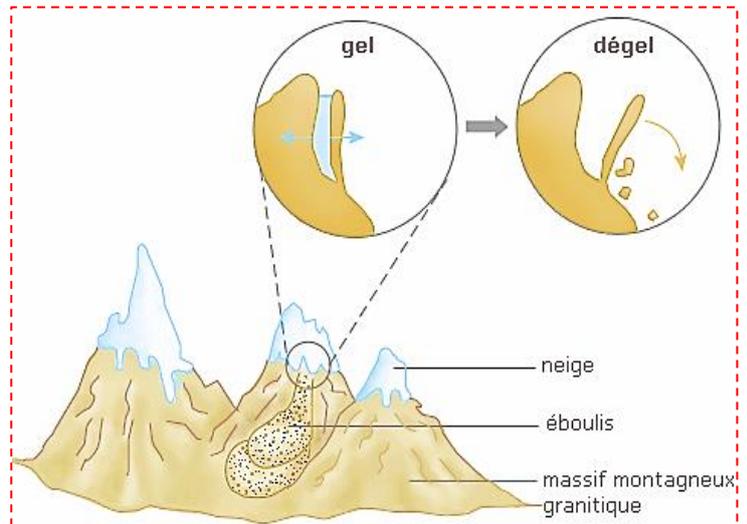
Les paysages géologiques sont soumis en permanence à l'action des agents de l'érosion.

- ✎ Quels sont les agents d'érosions ?
- ✎ Comment agissent-ils sur les roches ?

Activité 1 : l'érosion mécanique.



Dans les zones côtières, la force des vagues de mer provoque l'apparition des fissures dans les roches et leur désagrégation en éléments de différentes tailles.



En haut altitude, les reliefs sont soumis à une intense érosion. Sous l'action du dégel et du gel, les roches éclatent et forment des éboulis.



Dans les zones désertiques, le vent chargé de particules de sable rabote toute la surface, polissant des amas rocheux.



Le développement des racines peut entraîner l'agrandissement des fissures au sein des roches et faciliter leur altération (érosion).

Consignes

1. Observer les documents et relever les agents d'érosion qui subissent les roches.
2. Définir ce type d'érosion.

Réponses :

1. Les principaux agents de l'érosion mécanique sont :

↳ L'eau

↳ Le vent

↳ Les racines des

↳ Gel et dégel

↳ Les vagues marines

végétaux

2. **L'érosion mécanique** est la désagrégation mécanique des morceaux de roche causée partout agent externe.

Activité 2 : Erosion chimique

Doc 1 : Réaction du calcaire à l'HCl



Doc 2 : photo d'un paysage calcaire

Afin de montrer l'effet des pluies acides sur les roches calcaires, l'expérience suivante a été réalisée : Des échantillons de calcaire ont été soumis sous l'effet des solutions acides de masses égales et de concentrations différentes, le tableau suivant représente les résultats obtenus après 2 mois.

N° du tube	Type de solution	Masse de l'échantillon	
		Début de l'expérience	Fin de l'expérience
1	Acidité 100%	26g	2,50g
2	Acidité 50%	26g	8g
3	Acidité 10%	26g	21,31g
4	Eau de mer	26g	25,25g
5	Eau de pluie	26g	25,26g
6	Eau distillée	26g	25,50g

Lorsque les eaux de pluie traversent l'atmosphère elles s'enrichissent en CO₂. La quantité de CO₂ des eaux de pluie augmente lorsqu'elles traversent le sol, car ce dernier renferme des êtres vivants qui libèrent ce gaz par respiration. La dissolution du CO₂ se fait selon la réaction suivante :

**Consignes**

1. Comparer la masse des échantillons de roches obtenus à la fin de l'expérience ? Que peut-on conclure ?
2. Expliquer l'effet de l'eau de mer et de l'eau de pluie sur les roches calcaires ?
3. Expliquer pourquoi cette érosion est appelée l'érosion chimique ?

Réponses :

1. La masse des échantillons a diminué à la fin de l'expérience. On peut conclure que l'acidité de l'eau contribue à la dissolution des constituants de roches.



- L'acidité de l'eau de pluie contribue à la fragmentation des roches en réagissant avec les composants de la roche.
- Cette érosion est chimique parce que les roches se décomposent par des réactions chimiques

Bilan :

Type de l'érosion	Leurs facteurs	Leurs effets	Leurs résultats
Mécanique	Vent – pluie – variation de température	Fragmentation	Éléments détritiques (graviers, cailloux, sables, argiles)
Chimique	Pluies acides	Dissolution / altération	Éléments dissous

Séquence 2 : Facteurs et dynamique du transport

Situation :

L'érosion des roches donne des éléments détritiques de différentes tailles et des éléments dissous

✓ Quels sont les facteurs de transport de ces éléments ?

Activité 1 : Rôles des eaux et le vent dans le transport des éléments issus de l'érosion des roches

Vent	Eau
<p>The diagram shows wind blowing from left to right. Particles are shown in three modes: 'suspension' (small particles high in the air), 'saltation' (medium particles in a parabolic path), and 'roulement' (large rocks rolling along the ground). Arrows labeled 'Vent' indicate the wind direction.</p>	<p>The diagram shows a cross-section of a riverbed. At the bottom, large rocks are shown with 'roulement' (rolling) and 'glissement' (sliding) arrows. Above them, 'Sables en saltation' (saltating sands) are shown in a parabolic path. In the water column, 'Silt et argile en suspension' (suspended silt and clay) are shown with wavy arrows. A 'courant' (current) arrow points to the right.</p>
<p>Dans les régions désertiques, les produits de l'érosion, généralement du sable et d'argiles, sont transportées principalement par le vent pour former des paysages comme les regs (dunes sableuses).</p>	<p>Les particules en mouvement par roulement, traction, et saltation constituent la charge de fond, généralement formée de galets et de sable. La charge en suspension est surtout constituée d'argile et de silt.</p>

Consignes

1. Comment les éléments issus de l'érosion sont-ils transportés par l'eau et par le vent ?

**Réponses**

- a. L'eau de pluie transporte les sédiments (les éléments solubles et les éléments détritiques) produits par l'érosion et les dépose dans les rivières, les éléments transportés forment la charge de cours d'eau.

Le tableau suivant résume le mode du transport des différents sédiments issues de l'érosion :

Agent de transport	Éléments détritiques	Type de transport
Eau	Bloc	Roulement dans le sens du courant
	Gravier	Roulement ou glissement
	Sable	Saltation
	Argile	Suspension
	Calcaire	Transporté sous la forme dissoute.

- b. Le long des côtes et dans les zones désertiques, le transport des sédiments est assuré essentiellement par le vent c'est le transport éolien.

↪ Le roulement pour les grosses particules entre 2 et 5mm

↪ La saltation pour les particules de taille moyenne (entre 1 et 5mm).

↪ La suspension pour les particules les plus fines (moins de 0,05mm) transportées sur de très longues distances

Activité 2 : Facteurs impliqués dans le transfert de sédiments.

Pour comprendre les conditions de transports des éléments détritiques par les eaux, on peut effectuer l'expérience suivantes : Par l'utilisation d'une gouttière remplie de fins et plus gros sédiments, représentant une rivière, on fait varier le débit d'eau incident à l'aide de deux pissettes, une à petite orifice et l'autre à gros orifice.



Utilisation d'un faible débit



Utilisation d'un fort débit

Consignes

Déduire les facteurs responsables du transport des éléments détritiques.

Réponse :

D'après l'expérience précédente, on déduit que le transport des différents sédiments dépend de :

- ★ La taille des particules. ★ Le débit du courant d'eau. ★ La force du courant d'eau

Plus la vitesse d'écoulement de l'eau est importante plus les éléments seront transportés plus loin.

Activité 3 : Etude morphoscopique des grains de sable et conditions de transport

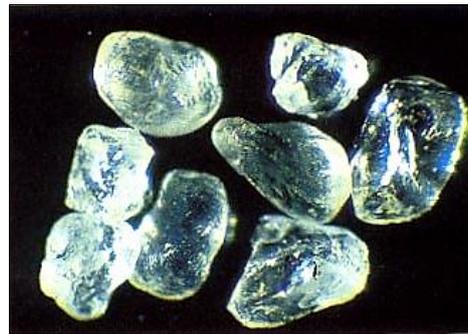
Les grains de quartz sont des particules résistantes aux conditions de transport, leur étude donne une idée sur les conditions de transport qu'a subi le sable. Pour isoler les grains de quartz d'un échantillon de sable. On prend 3 échantillons de sables de différentes régions. On rince en premier temps à l'eau pour éliminer les éléments argileux, puis avec l'acide chlorhydrique pour dissoudre les éléments calcaires. Après séchage, on compte 100 grains de quartz et on les observe avec la loupe binoculaire.

L'observation à l'aide de loupe binoculaire permet de distinguer entre 3 types de grains de quartz :



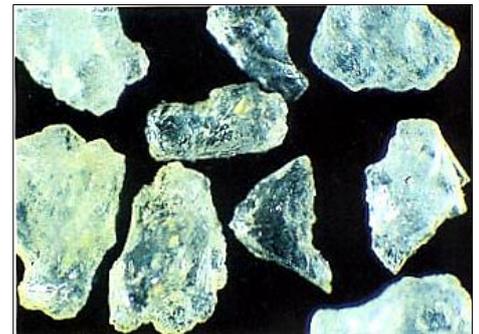
Ronds mats (RM)

مستديرة غير براقية



Emoussées luisantes (EL)

مدملكة براقية



Non usées (NU)

غير محزة

Ces grains fournissent des informations sur la durée et le mode de transport qu'a subi le sable.

Le calcul des pourcentages différentes formes des grains de quartz dans les trois régions a permis d'obtenir les résultats représentés dans le tableau ci-dessous :

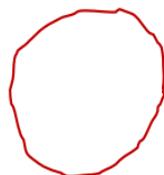
Grains de quartz	NU	EL	RM
Sable n° 1	85%	15%	0%
Sable n° 2	15%	75%	10%
Sable n° 3	0%	10%	90%

Consignes

1. Réaliser un dessin pour chaque grain de quartz NU, EL et RM.
2. Comparer le pourcentage des grains de quartz dans chaque échantillon.
3. Déduire l'agent et la durée du transport.

Réponses :

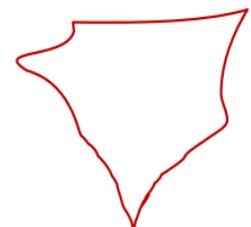
1. Dessin



Ronds mats (RM)



Emoussés luisants (EL)



Non usés (NU)



2. Comparaison :

- ☆ Le pourcentage des grains de quartz **non usés (NU)** est plus important dans la région 1 mais nul dans la région 3
- ☆ Le pourcentage des grains de quartz **Emoussées luisants (EL)** est plus grand dans la région 2 mais faible dans les régions 1 et 2.
- ☆ Le pourcentage des grains de quartz **ronds mats (RM)** est plus important dans la région 3 mais nul dans la région 1.

3. L'étude morphoscopique des grains de quartz contenus dans le sable transporté permet la détermination de l'agent, la durée et le milieu du transport :

	Aspect des grains	Type des grains	Agent de transport	Durée	Milieu
Sable n° 1	Grains transparents anguleux, aux arrêts tranchants	NU	Eau	Courte	Fleuve
Sable n° 2	Transparents, luisants et très arrondis	EL	Eau	Longue	Plage
Sable n° 3	Grains arrondis dont la surface ressemble à du verre dépoli	RM	Vent	Longue	Désert

Bilan :

- ↪ Les produits de l'érosion sont transportés par les **courants d'eaux** ou par **le vent**
- ↪ Les produits de l'érosion sont transportés par différents modes : **par suspension, par roulement ou glissement** ou **par saltation**.
- ↪ Le mode de transport des sédiments dépend **de la taille des particules** et **la vitesse du courant** (courant d'eau, courant éolien).

Séquence 3 : La sédimentation dans différents milieuxSituation :

Les éléments détritiques et dissous finissent, après leur transport, par se sédimenter. Ce phénomène s'appelle la sédimentation.

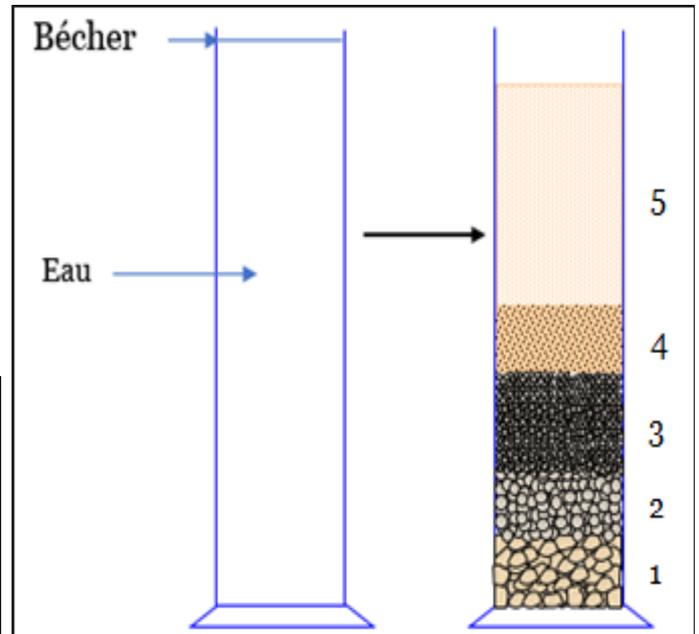
- ✓ Quels sont les conditions et les facteurs qui favorisent le dépôt des sédiments détritiques, chimiques et biochimiques.



Activité 1 : la sédimentation des éléments détritiques :

1. Pour comprendre comment les éléments détritiques se déposent. On réalise la manipulation suivante :

- Assembler plusieurs particules différentes (1 : graviers, 2 : sables grossier, 3 : sables fins, 4 : limons, 5 : argiles) dans un récipient.
- Dans un bécher de 1 L rempli d'eau, verser l'ensemble des particules.
- Laisser reposer pendant une heure.

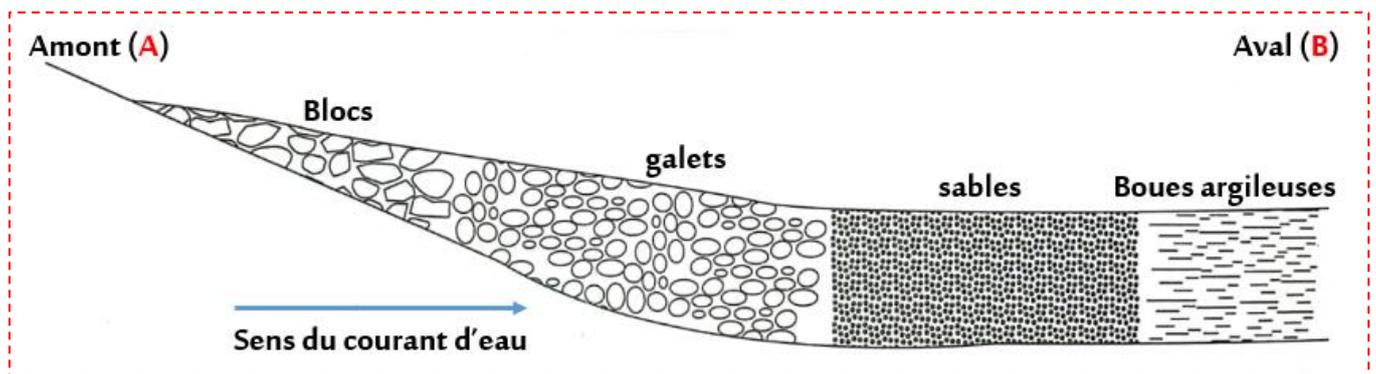


Consignes

1. Décrire les dépôts obtenus du bas vers le haut.
2. Expliquer puis nommer ce type de sédimentation

Réponses :

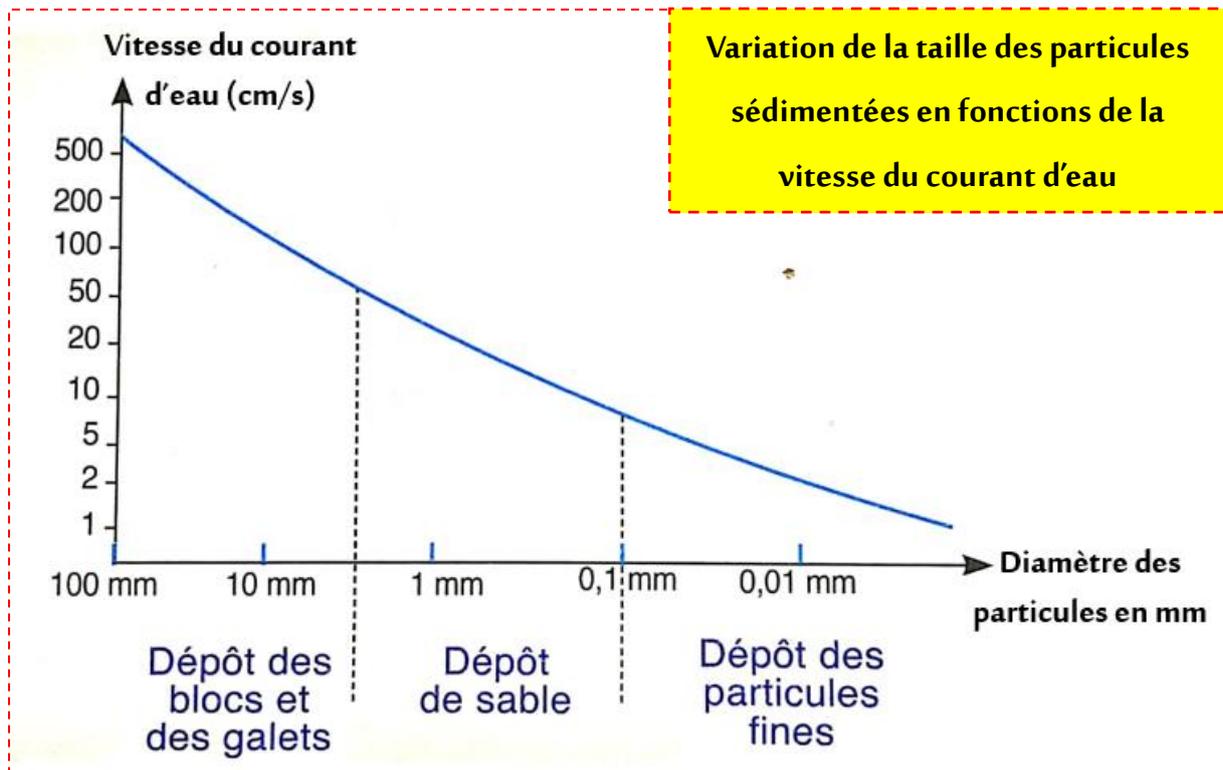
1. Les particules les plus grosses sont déposées au fond, tels que les blocs et les graviers, tandis que des éléments légers, sont déposés en haut, tels que les sables et les argiles.
 2. Dans les lacs le courant d'eau est faible ou inexistant, la sédimentation dépend seulement de la **taille des particules**, il y aura un **granoclassement vertical** ; les plus gros en bas, les plus fin en haut.
2. Le document suivant présente un schéma d'un profil topographique le long d'une rivière



Consignes

3. Comment sont répartis les sédiments de A à B.
4. Comment nomme-t-on cette répartition des particules

Pour mettre en évidence les agents responsables de ce granoclassement, on établit la relation entre la vitesse du courant d'eau et le diamètre des particules transportées. Le document suivant représente les résultats de cette étude.

**Consignes**

- D'après le document, déterminer la vitesse du courant nécessaire pour transporter les grains des tailles : 0,1mm ; 1mm ; 10mm.
- Que peut-on en déduire ?
- Déduire les agents responsables de la sédimentation des particules dans le cours d'eau
- Expliquer la répartition des sédiments de A à B sur le doc. 1.

Réponses :

- La taille des sédiments diminue de A à B
- Cette répartition est appelée : sédimentation horizontale (Granoclasement horizontal).
- Pour les particules de 0,1mm, la vitesse du courant qui permet le transport est 10cm/s.
 - Pour les particules de 1mm, la vitesse du courant qui permet le transport est 50cm/s.
 - Pour les particules de 10mm, la vitesse du courant qui permet le transport est 100cm/s.
- Plus la taille des particules détritiques est élevée plus la vitesse du courant qui permet leur dépôt est élevée également.
- Les facteurs de sédimentation le long du cours d'eau sont :

☆ La taille des éléments

☆ La vitesse du courant d'eau.

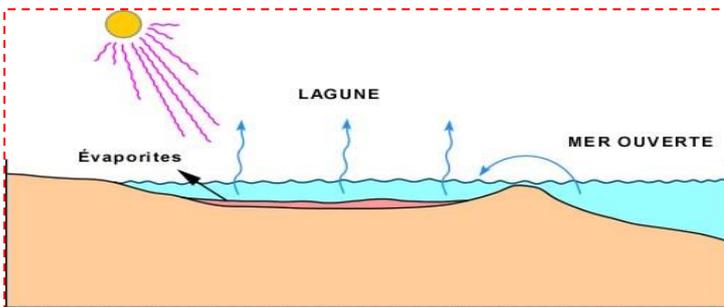


8. La diminution de la vitesse de courant d'eau aboutit au dépôt des sédiments selon leur taille, les plus lourds se déposent en premier et ils sont suivis par les moyens et puis de légers.

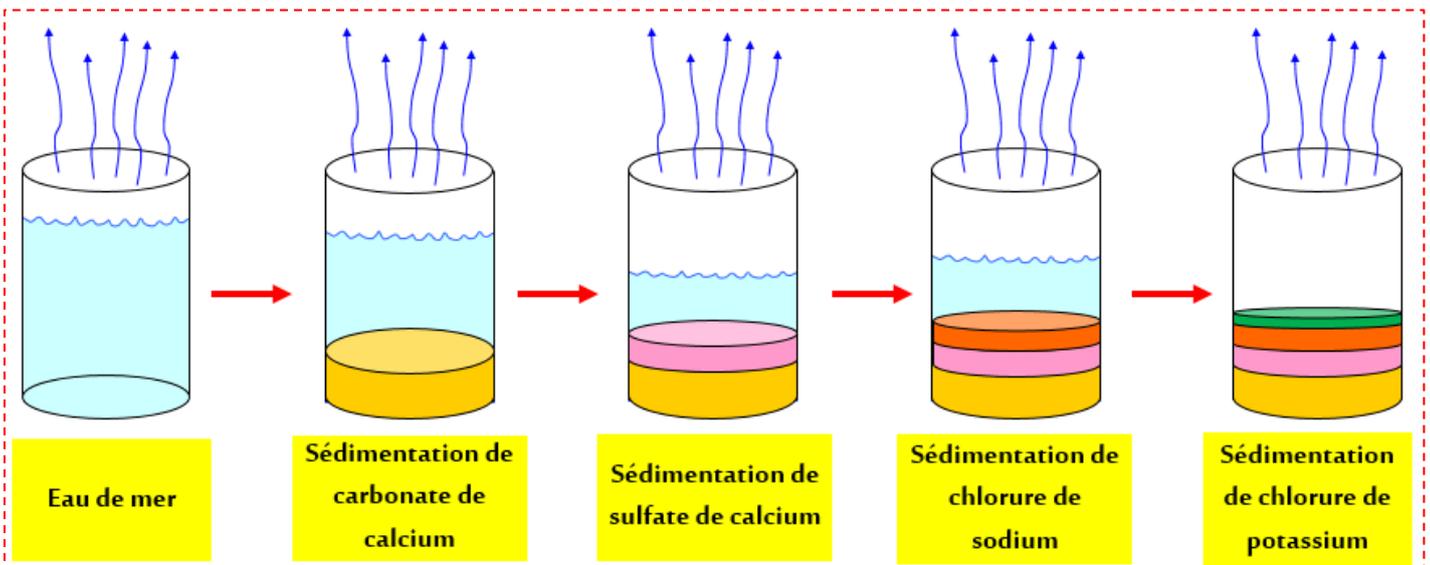
Les blocs → les graviers → le sable → l'argile (la boue)

Activité 2 : la sédimentation dans un milieu lagunaire

La lagune est une étendue d'eau salée et peu profonde située en zone côtière, complètement ou partiellement isolée de la mer par un cordon littoral. La lagune est caractérisée par le dépôt des sédiments carbonatés et salins.



Pour comprendre comment les sédiments carbonatés se déposent. On réalise la manipulation suivante : On met un échantillon d'eau de mer dans un bêcher et on le laisse s'évaporer progressivement. Après une période de temps, on obtient les résultats suivants :



Consignes

Analyser les résultats de cette manipulation et déduire les facteurs de sédimentation dans un milieu lagunaire.

**Réponses :**

En plus de l'eau, la mer contient du calcium, du sodium, du potassium et d'autres éléments chimiques. Lors de l'évaporation de l'eau, les constituants se concentrent dans les lagunes par exemple, pour donner des évaporites (carbonate de calcium, gypse, sel gemme ...).

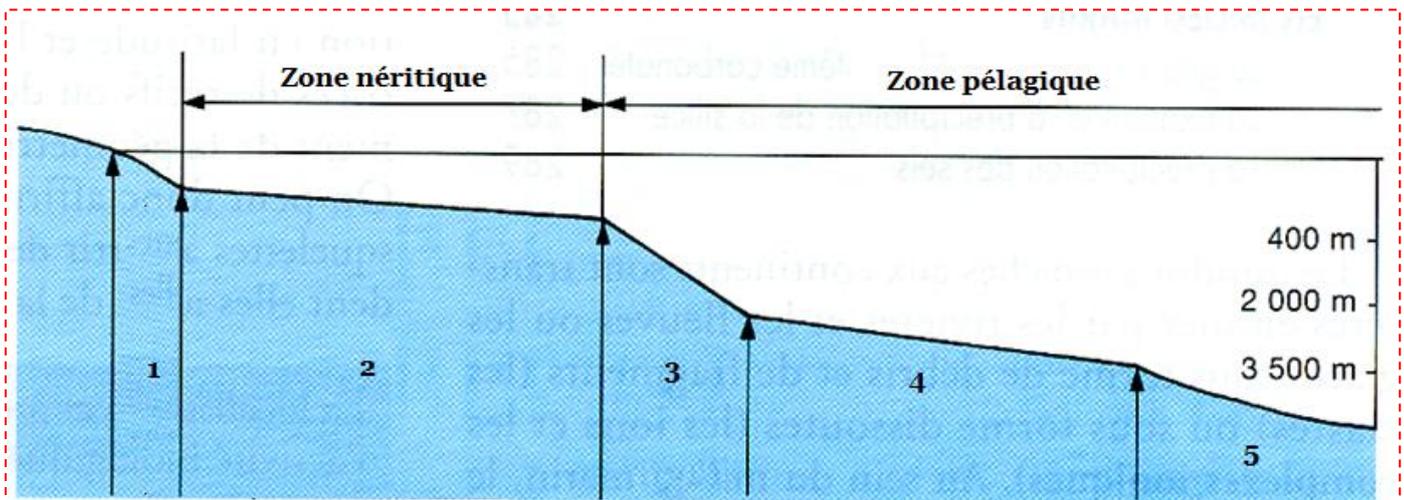
Les facteurs qui influencent le dépôt des sédiments sont :

- ↪ Concentration des éléments chimiques dissous
- ↪ La vitesse de l'évaporation (La température).

Activité 3 : la sédimentation dans un milieu marin

Le milieu marin est un milieu sédimentaire le plus large et le plus important à la surface de la terre. Il se caractérise par la proximité des continents et par la profondeur des eaux, ce qui influe sur la dynamique des eaux et le type des sédiments.

Le milieu sédimentaire marin est divisé en plusieurs zones :



Doc 1 : les zones maritimes

Le tableau suivant représente les dépôts des éléments détritiques au niveau du milieu marin :

Zones Maritimes	Profondeur en m	Force du courant	Sédiment déposées	Taille en mm
1. Zone littoral	0 m à 60 m	+++	Blocs	10 – 256
2. Plateau continental	60 m à 200 m	++	Graviers	2 – 4
3. Talus continental	200 m à 2000 m	+	Sables	0,0063 – 1
4. Plaine abyssale	2000 m à 5000 m	-	Boues	0,04 – 0,05
5. Hauts fonds	Plus de 5000m	--	Argile rouge	0,002 – 0,02



Dans les océans, une quantité importante des éléments dissous est utilisée par les organismes planctoniques.

1. Le silice dissous est utilisé par les radiolaires pour construire les tests siliceux.
2. Le calcium dissous est utilisé par les foraminifères pour construire les tests calcaires.



Après la mort de ces êtres vivants, leurs tests s'accumulent et forment des boues siliceuses et calcaires dans les fonds océaniques.



Doc 2 : Données sur l'origine des dépôts de boues siliceuses et calcaires des fonds océaniques

Consignes

1. Comment varie la force du courant d'eau de la zone littoral vers les hauts fonds.
2. Comparer les éléments déposés le long du domaine marin.
3. Expliquer comment se fait la sédimentation le long du domaine marin.

Réponses :

1. La force du courant d'eau diminue si nous nous dirigeons de la zone littorale vers les hauts fonds.
2. La taille des particules déposées diminue de la zone littorale vers les hauts fonds.
3. Plusieurs animaux et végétaux qui vivent dans l'eau utilisent le calcaire et le silice dissous pour fabriquer leur propre squelettes (coquilles ...). Lorsqu'ils meurent, les squelettes calcaires et siliceux qu'ils ont produits s'accumulent dans les dépôts sédimentaires.

Bilan :

Type de sédimentation	Facteurs responsables
Sédimentation détritique	<ul style="list-style-type: none"> ↔ Taille des sédiments ↔ Vitesse du courant d'eau
Sédimentation chimique	<ul style="list-style-type: none"> ↔ Concentration des éléments dissous dans l'eau ↔ Pourcentage de salinité ↔ Température
Sédimentation biochimique	<ul style="list-style-type: none"> ↔ Accumulation des tests calcaires et siliciques ↔ Vitesse du courant d'eau ↔ Présence des planctons



Séquence 4 : Transformation des sédiments en roches compactes



Situation :

Les sédiments s'accumulent au cours du temps, ce qui aboutit à la formation des roches compactes. Ce phénomène s'appelle la diagenèse.

✓ Comment se déroule la diagenèse ?

Activité 1 : Comparaison entre le sable et le grès

Le sable qui s'accumule dans les milieux de sédimentation peut se transformer, dans des conditions précises en roche appelée grès.



Sable observé à la loupe

Grès observé à la loupe

Consignes

Comparer le sable et le grès

Réponses :

	Sable	Grès
Cohérence	Incohérente	Cohérente
Solidité	Solide	Solide
Effet de l'acide chlorhydrique	Effervescence	Effervescence
Composition	Formé de quartz	Formé de quartz et ciment



Hypothèse :

On suppose que le grès résulte de la transformation du sable en roche cohérente, par séchage.

Pour expliquer la relation entre le sable et le grès, on réalise l'expérience suivante :

- Préparer une solution d'eau salée
- Remplir jusqu'au tiers un béccher avec le sable fin
- Verser l'eau salée dans le béccher et mélanger le tout.
- Laisser reposer à la chaleur pendant plusieurs jours et observe le résultat.



Observation : les grains de sable ont été cimentés, collés entre eux par le sel qui a cristallisé.

Conclusion : Le sel constitue un ciment entre les grains de sable.

Activité 2 : les étapes de la transformation des sédiments en roches compactes.

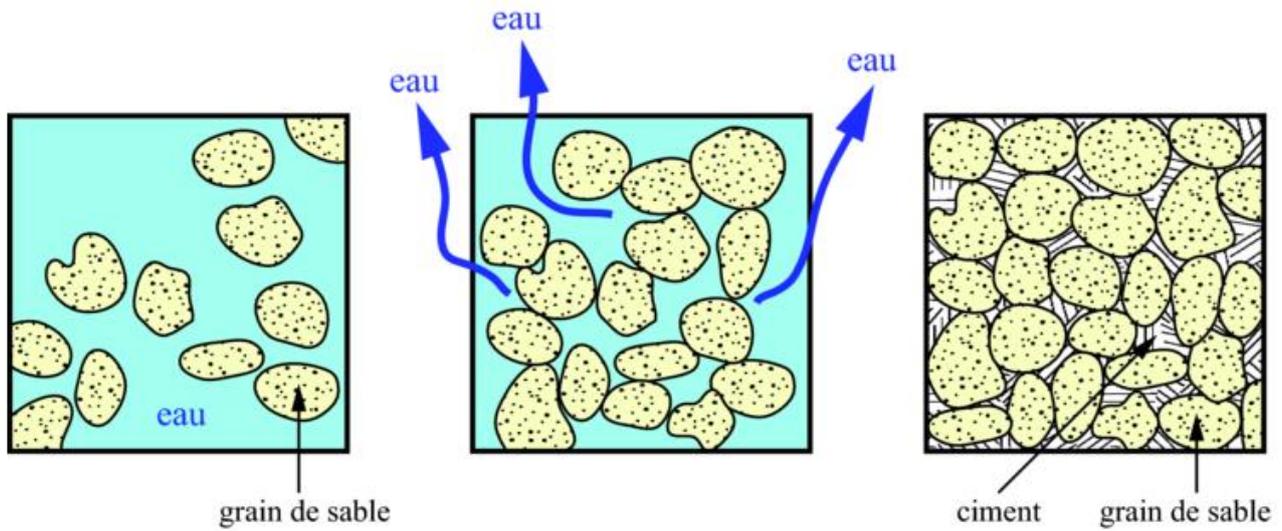
La diagenèse englobe tous les processus chimiques et mécaniques qui affectent un dépôt sédimentaire après sa formation. La diagenèse se déroule en deux étapes :

Etape 1 : Enfouissement et compaction des grains.

Ce processus se réalise au fur et à mesure que d'autres sédiments viennent recouvrir le dépôt pour l'amener progressivement sous plusieurs dizaines, centaines ou même milliers de mètres de matériel.

Etape 2 : Cimentation des grains.

Il s'agit d'un processus chimique, l'eau qui circule entre les grains finit par être sursaturée en certains minéraux, elle précipite alors ces minéraux dans les pores des grains du sable et ceux-ci viennent souder ensemble les particules du sable ; on obtient alors une roche sédimentaire.



**Dépôts d'argiles
au sein des grès**

Dépôts de grès

1 m

Pour connaître les facteurs de cette transformation, l'étude suivante a été réalisée.

Profondeur (m)	Température (°C)	Pression (kg/cm ²)	Porosité (%)
0	-	0	80
500	15	70	35
5000	150	1200	Moins de 10

Consignes

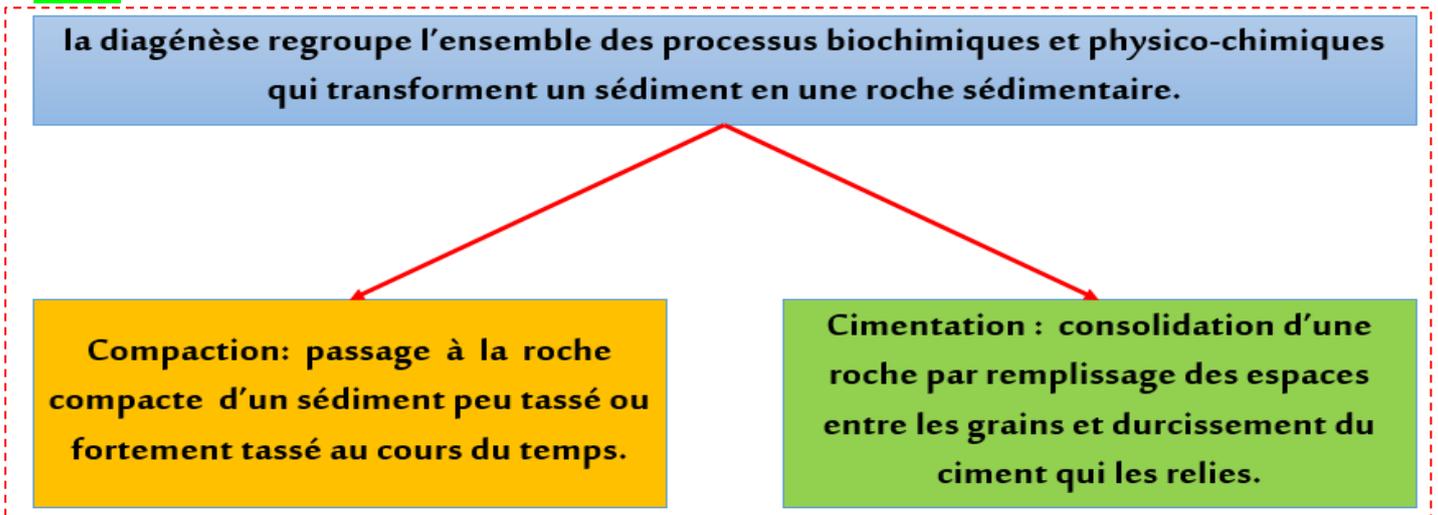
1. Comment la pression, la température et la porosité varie-t-elles en fonction de la profondeur ?
2. Expliquer comment se transforment les sédiments en roches compactes.
3. Dédurre les facteurs agissant sur la diagenèse d'une roche.



Réponses :

1.
 - ↪ La pression augmente avec l'augmentation de la profondeur.
 - ↪ La température augmente avec l'augmentation de la profondeur.
 - ↪ La porosité diminue avec l'augmentation de la profondeur.
2. Les sédiments se transforment en roches sédimentaires consolidées selon les étapes suivantes :
 - ★ Accumulation et compaction des sédiments sous l'effet de leur poids.
 - ★ La pression et l'évaporation chassent l'eau qui occupe les pores.
 - ★ Les minéraux dissous dans l'eau précipitent et forment un ciment.
 - ★ La roche meuble se transforme en roche consolidée.
3. Les facteurs agissant sur la diagenèse d'une roche sont : la **température élevée** et la **pression élevée**.

Bilan :



Bilan général :

