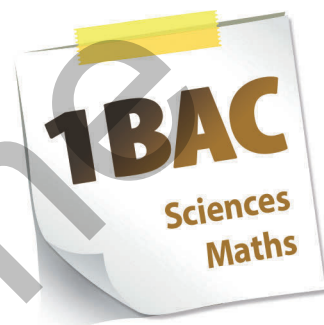


ETINCELLE

SVT



Auteurs

Aicha BATANE
Professeur
du cycle secondaire qualifiant

**Fatima Zohra
ESSAKALI EL HOSSAINI**
Professeur du cycle secondaire qualifiant

Sommaire

Partie 1 : La géodynamique externe de la terre

Chapitre 1 : Réalisation de la carte paléogéographique d'un ancien bassin sédimentaire

9

Activité 1 : Caractères et classification des sédiments dans différents milieux de dépôt.....	10
Activité 2 : Étude statistique de la composition d'un sédiment.....	14
Activité 3 : Étude morphoscopique de la composition d'un sédiment.....	18
Activité 4 : Études des figures sédimentaires et leurs significations.....	22
Activité 5 : Dynamique de transport des éléments sédimentaires.....	28
Activité 6 : Conditions de sédimentation dans les milieux continentaux.....	32
Activité 7 : Conditions de sédimentation dans les milieux intermédiaires.....	36
Activité 8 : Conditions de sédimentation dans les milieux marins.....	40
Activité 9 : Reconstruction de la carte paléogéographique du bassin phosphaté au Maroc.....	44
Activité 10 : Reconstruction de la carte paléogéographique du bassin du charbon au Maroc.....	48
L'essentiel à retenir	52
Schéma-bilan	54
Exercices d'application	55

Chapitre 2 : La stratigraphie et les subdivisions du temps géologique

57

Activité 1 : La datation relative : Principes de stratigraphie.....	58
Activité 2 : La datation relative : Principe d'identité paléontologique.....	62
Activité 3 : La recherche des subdivisions géochronologiques:Discordance, lacunes et cycles sédimentaires.....	70
Activité 4 : La recherche des subdivisions géochronologiques : Le stratotype, la biozone, les crises et les phases orogéniques.....	76
Activité 5 : L'échelle stratigraphique.....	80
L'essentiel à retenir	84
Schéma-bilan	85
Exercices d'application	86

Chapitre 3 : La carte géologique et la reconstitution de l'histoire géologique d'une région donnée

87

Activité 1 : La carte géologique : bilan synthétique des études stratigraphiques.....	88
Activité 2 : La réalisation de la coupe géologique.....	94
Activité 3 : Reconstitution de l'histoire géologique d'une région donnée.....	100
L'essentiel à retenir	104
Schéma-bilan	105
Exercices d'application	106

DEVOIR SURVEILLÉ N° 1	108
DEVOIR SURVEILLÉ N° 2	110

Sommaire

Partie 2 : L'information génétique

Chapitre 1 : La nature de l'information génétique

115

Activité 1 : Localisation de l'information génétique dans la cellule.....	116
Activité 2 : Transfert de l'information génétique d'une cellule à une autre.....	120
Activité 3 : Nature chimique de l'information génétique.....	126
Activité 4 : Composition et structure de la molécule d'ADN.....	130
Activité 5 : Relation ADN - chromosome.....	136
Activité 6 : Mécanisme de la réplication d'ADN.....	140
L'essentiel à retenir	146
Schéma-bilan	147
Exercices d'application	148

Chapitre 2 : Mécanisme de l'expression de l'information génétique : étapes de la synthèse des protéine

149

Activité 1 : Caractère, Gène et Allèle: notion de mutation.....	150
Activité 2 : Relations caractère - protéine et gène - protéine.....	154
Activité 3 : Mécanisme de l'expression de l'information génétique : phase de transcription.....	158
Activité 4 : Relation ARN-protéine : le code génétique.....	162
Activité 5 : Mécanisme de l'expression de l'information génétique : phase de traduction.....	166
L'essentiel à retenir	170
Schéma-bilan	171
Exercices d'application	172

Chapitre 3 : Le génie génétique

173

Activité 1 : Les conditions de production de la matière organique chez les plantes chlorophylliennes.....	174
Activité 2 : Nature chimique de la matière organique produite : Les glucides.....	178
Activité 3 : Nature chimique de la matière organique produite : Les lipides et les protides.....	182
L'essentiel à retenir	186
Schéma-bilan	187
Exercices d'application	188

DEVOIR SURVEILLÉ N° 3	189
DEVOIR SURVEILLÉ N° 4	191



La géodynamique externe de la terre

La géologie est la science qui étudie la Terre dans ses différentes parties, et qui essaye d'en reconstituer l'histoire au cours du temps. L'échelle de temps utilisée en géologie est très grande par rapport à la vie humaine. La Terre a 4,6 milliards d'années. Au cours de ce temps, la terre a changé de surface et les paysages ont évolué, sous l'action de plusieurs éléments naturels (ex : l'eau, le vent...), malgré cela les roches sédimentaires conservent certaines figures et plusieurs informations qui peuvent nous référer sur leurs conditions de formations, leur milieu de sédimentation et leur histoire géologique.

Partie 1

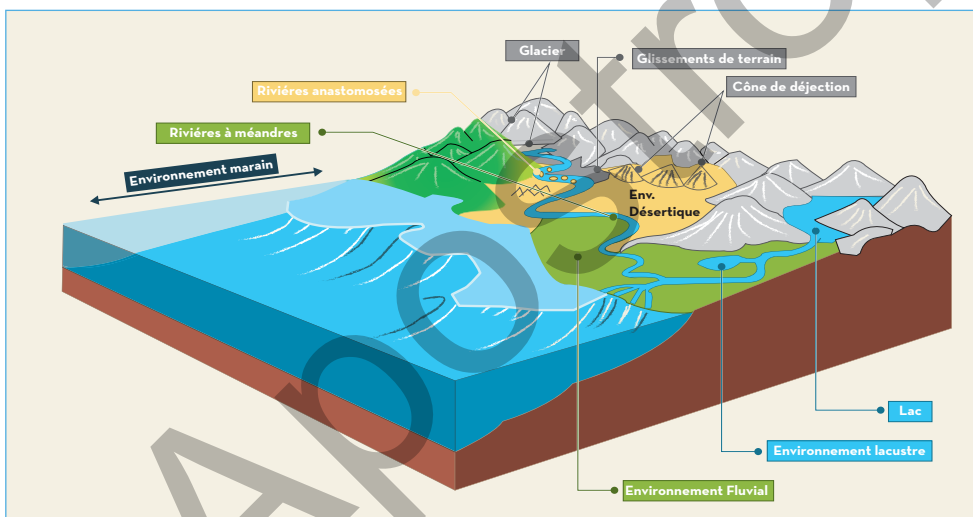


- ▶ **Chapitre 1** : Réalisation de la carte paléogéographique d'un ancien bassin sédimentaire 9
- ▶ **Chapitre 2** : La stratigraphie et les subdivisions du temps géologique 57
- ▶ **Chapitre 3** : La carte géologique et la reconstitution de l'histoire géologique d'une région donnée 87

Réalisation de la carte paléogéographique d'un bassin sédimentaire



Un milieu de sédimentation est une zone où se déposent les sédiments. Il existe plusieurs types de milieux : continentaux, marins, mais aussi intermédiaires. La connaissance des caractéristiques des milieux actuels permet de reconstituer les milieux de sédimentation anciens. Les géologues admettent que les événements passés se sont déroulés en suivant les mêmes lois que les événements actuels : c'est **le principe d'actualisme**.



- ▶ **Activité 1** : Caractères et classification des sédiments dans différents milieux de dépôt.
- ▶ **Activité 2** : Étude statistique de la composition d'un sédiment.
- ▶ **Activité 3** : Étude morphoscopique de la composition d'un sédiment.
- ▶ **Activité 4** : Études des figures sédimentaires et leurs significations.
- ▶ **Activité 5** : Dynamique de transport des éléments sédimentaires.
- ▶ **Activité 6** : Conditions de sédimentation dans les milieux continentaux.
- ▶ **Activité 7** : Conditions de sédimentation dans les milieux intermédiaires.
- ▶ **Activité 8** : Conditions de sédimentation dans les milieux marins.
- ▶ **Activité 9** : Reconstruction de la carte paléogéographique du bassin phosphaté au Maroc.
- ▶ **Activité 10** : Reconstruction de la carte paléogéographique du bassin du charbon au Maroc.

ACTIVITÉ 1

CARACTÈRES ET CLASSIFICATION DES SÉDIMENTS DANS DIFFÉRENTS MILIEUX DE DÉPÔT

Les particules issues de l'érosion d'une roche peuvent s'accumuler sur place et participer à la formation d'un sol. Elles peuvent aussi être transportées par les cours d'eau, plus ou moins loin selon leur taille, leur poids et la force du courant, et finissent par se déposer dans différents milieux sédimentaires.

- Quels sont les caractères des sédiments présents dans différents milieux de dépôt ?

Doc.1 Classification des sédiments selon leur taille

Un sédiment est un dépôt meuble laissé par les eaux, le vent et les autres agents de transport. Il se compose donc de particules de différentes tailles provenant de l'érosion de roches antérieures. Le géologue Wentworth a divisé les constituants des sédiments détritiques selon leur diamètre et à élaboré une échelle de classification des sédiments.

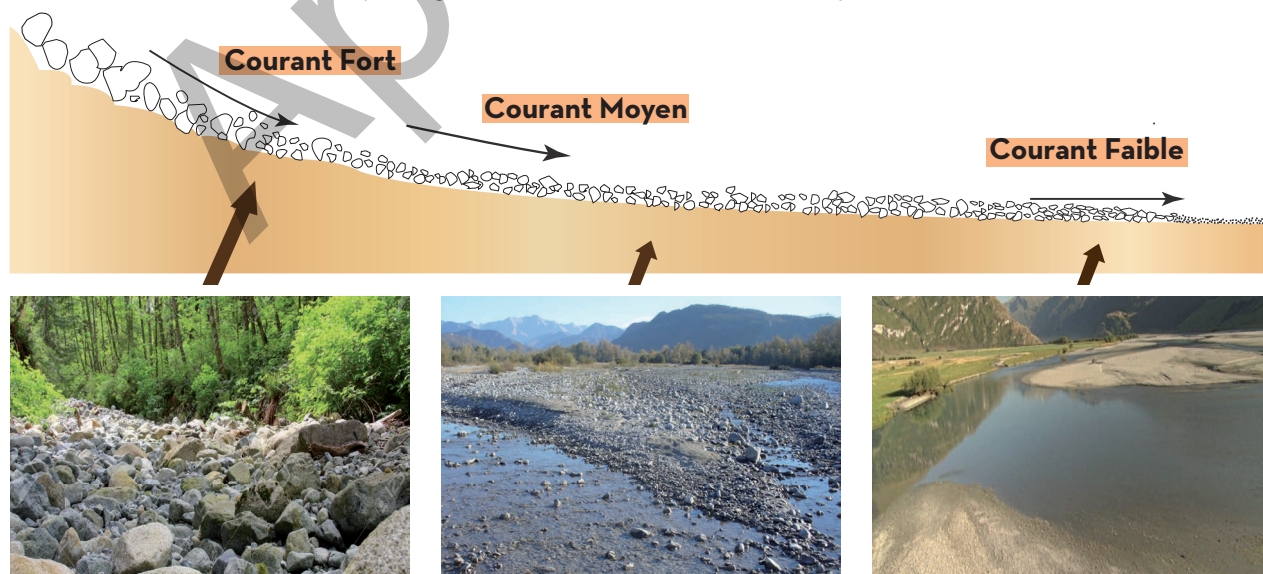
Diamètre(mm)	> 256	256 - 64	64 - 2	2 - 1/16	1/16 - 1/256	<1/256
Sédiment	Blocs	Galets	Graviers	Sables	Limons	Argiles



Sur quel critère se base t-on pour classer les composants d'un sédiment ?

Doc.2 Caractères et classification des sédiments dans un milieu fluvial

Le profil longitudinal des systèmes fluviaux matures est caractéristique et résulte d'un équilibre à long terme entre la charge transportée et la pente. La décroissance générale de la pente du profil, explique le fait que le débit diminue vers l'aval et que la granulométrie des sédiments transportés diminue.

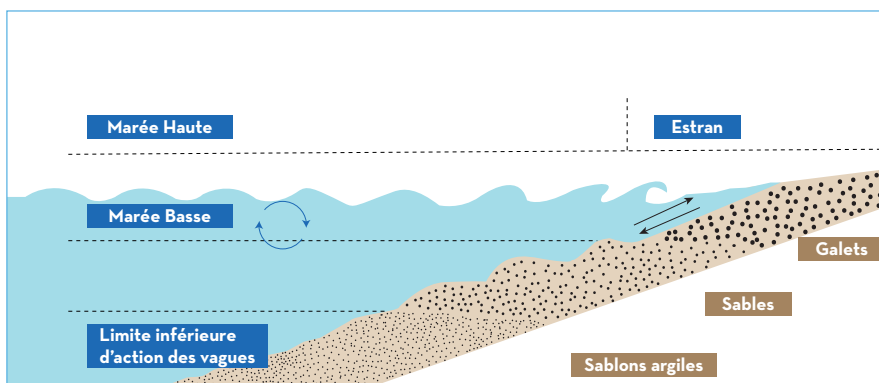


Dégager les caractères des sédiments fluviaux et **expliquer** leur répartition de l'amont vers l'aval.

Apoptose

Doc.3 Caractères et classification des sédiments dans un milieu côtier

L'hydrodynamisme causé par le balancement des marées et l'énergie des vagues, est maximal dans la zone de déferlement, les sédiments déposés sont grossiers (galets, sable). En direction du large l'hydrodynamisme diminue et la taille des matériaux également. La composition d'une plage, que ce soit de sable ou de galets, dépend fortement de la formation géologique de la région. En fait, la plage est essentiellement la conséquence de l'érosion des roches voisines mais l'activité biologique des êtres vivants marins contribue aussi à la formation géologique des plages.



▲ Plage à galets.



▲ Plage sableuse.

Commenter la disposition des sédiments de la côte vers le large et **proposer** une explication concernant la diversité des sédiments dans les deux plages.

Doc.4 Même sédiment dans différents milieux sédimentaires

Le sable est un matériau granulaire constitué de petites particules provenant de la désagrégation d'autres roches, ce sédiment peut occuper différents milieux de dépôt.



▲ Sable sous la loupe binoculaire.



▲ Dunes de sable désertiques.



▲ Dunes de sable côtières.

Montrer qu'un même sédiment peut occuper différents milieux de dépôt.

Lexique

- **Estran** : zone intertidale, zone de balancement des marées sur le littoral.
- **Désagrégation** : séparation des grains d'une roche cohérente par l'action de phénomènes physiques ou par altération chimique.
- **Hydrodynamisme** : état d'agitation des masses d'eau.

Apostrophe

L'analyse granulométrique a pour but de déterminer quantitativement la distribution des particules d'un sédiment par classe de diamètre. Cette étude est porteuse de nombreux indices quant à l'histoire sédimentaire d'une roche détritique.

- Quels sont les étapes de cette étude statistique ?
- Comment peut-on exploiter les résultats de cette étude ?

Doc.1 Expérience d'analyse granulométrique d'un sédiment

Préparation du sédiment pour le tamisage :

- Mettre l'échantillon du sédiment dans un tamis à mailles de 0,05 mm de diamètre.
- Laver sous une eau abondante pour éliminer le limon et l'argile.
- Ajouter de l'acide chlorhydrique pour éliminer le calcaire.
- Ajouter de l'eau oxygénée pour éliminer la matière organique
- Laver sous l'eau, sécher à l'étuve et peser l'échantillon de sable, prêt pour le tamisage.



Tamisage :

Une colonne de tamisage est composée d'une série de tamis de contrôle empilés les uns sur les autres, par ordre croissant d'ouverture de maille de bas en haut (1/16, 1/8, ... 16).

On dépose 100 g du sable préparé sur le tamis supérieur, et l'ensemble des tamis est soumis à des secousses conduisant à la répartition des particules le long de la colonne de tamisage.

Ces secousses peuvent être provoquées manuellement ou grâce à une machine à tamiser.



Chaque tamis divise les particules qui lui sont appliquées en deux fractions : un refus, correspondant aux particules retenues sur le tamis, et un tamisât (ou passant), correspondant aux particules appliquées au tamis inférieur.

À l'issue de l'agitation, les refus de chaque tamis sont recueillis et pesés avec soin.

Quel est le principe de l'étude granulométrique d'un sédiment ?

Doc.2 Résultats de l'analyse granulométrique

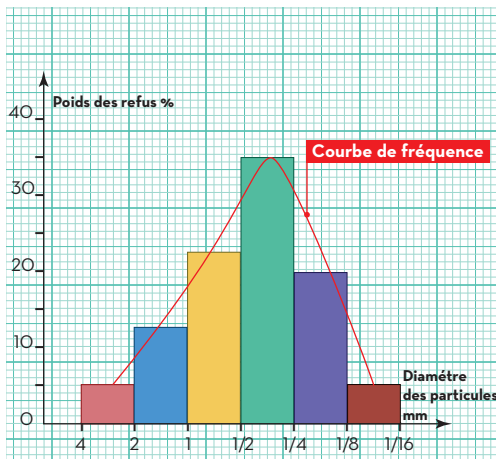
On note la pesée du refus de chaque tamis sous forme d'un tableau, et on calcule le pourcentage de chaque refus de la masse totale, puis le pourcentage cumulé (le pourcentage d'un refus + le pourcentage des refus des tamis supérieurs)

Diamètre des particules	8 à 16	4 à 8	2 à 4	1 à 2	1/2 à 1	1/4 à 1/2	1/8 à 1/4	1/16 à 1/8
Poids du refus (en g)	6.25	11.25	20	24.4	22	12.25	2.5	1.35
Pourcentage du refus								
Poids cumulée (en g)								
Pourcentage cumulée								

Compléter le tableau des résultats.

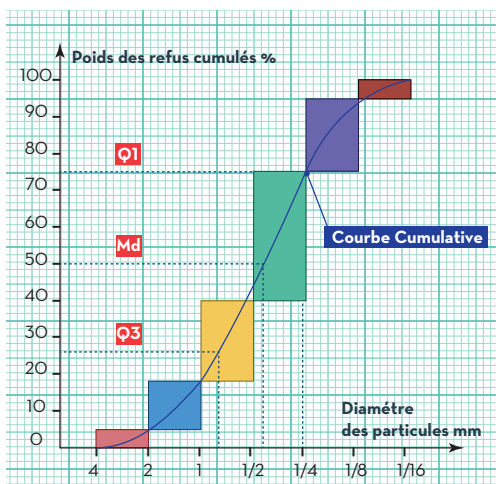
Apoptose

Doc.3 Histogramme et courbe de fréquence



L'exploitation des résultats est faite sous forme de graphiques :

- **La courbe de fréquence** : c'est la représentation la plus simple sur laquelle le pourcentage pondéral des particules du refus de chaque classe est exprimé en ordonnées et le diamètre des particules de chaque refus est représenté en abscisses. On obtient un histogramme dont le caractère discontinu peut être supprimé en traçant la courbe de fréquence, qui passe par le centre des barres horizontales et permet de définir le ou les modes.
- La courbe a un maxima correspond à une distribution unimodale, et indique l'homogénéité du sédiment.
- La courbe a Deux ou plusieurs maxima correspondant à une distribution bi ou plurimodale : sédiment hétérogène.

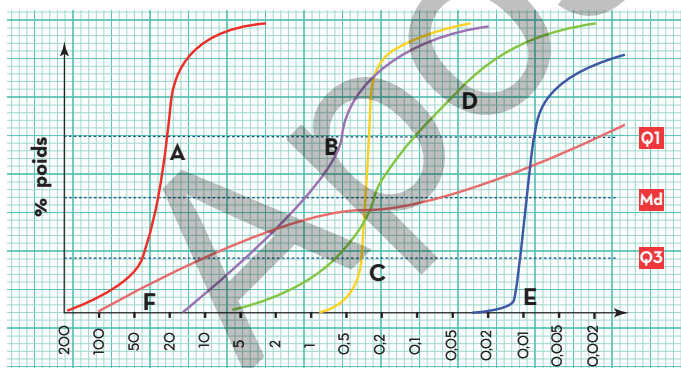


- **La courbe cumulative** : On représente le pourcentage des refus cumulés en ordonnées et le diamètre des particules de chaque refus en abscisses. la courbe passe par les diagonales des rectangles correspondants à chaque diamètre. À partir du tracé de cette courbe, il est possible de mesurer la dimension des particules correspondant à un pourcentage de poids donné : ce sont les quartiles. On utilise le plus couramment :
 - Le quartile Q1 : l'abscisse de l'ordonnée 75%.
 - La médiane Md : l'abscisse de l'ordonnée 50%.
 - Le quartile Q3 : l'abscisse de l'ordonnée 25%.

Il est donc nécessaire d'évaluer l'intensité du triage des matériaux détritiques d'un sédiment. On utilise pour cela l'indice de classement de TRASK S_o .

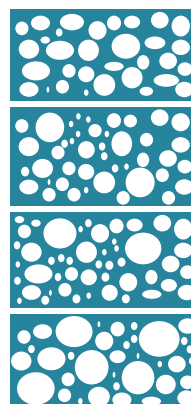
$$S_o = \sqrt{\frac{Q3}{Q1}}$$

Doc.4 Courbe cumulative et indice de classement



▲ Courbes cumulatives de référence de quelques sédiments.
A : gravier fluviatile; **B** : gravier de plage; **C** : sable dunaire;
D : sable fluviatile; **E** : loess; **F** : sédiment glacier(moraine).

Cet indice de classement (S_o) indique la qualité du classement.



$S_o < 1.23$ Très bon classement
$1.23 < S_o < 1.41$ Bon classement
$1.41 < S_o < 1.74$ Classement modéré
$1.74 < S_o < 2$ Classement mauvais
$S_o > 2$ Classement très mauvais

- Tracer la courbe de fréquence et **déduire** le degré d'homogénéité du sédiment analysé.
- Tracer la courbe cumulative et **comparer** avec les courbes de référence, puis émettre une hypothèse sur la nature du milieu de dépôt du sédiment étudié.
- Calculer S_o et **déterminer** le degré de classement du sédiment et puis **déduire** l'origine du sédiment étudié.

Lexique

- **Roche détritique** : formée de particules minérales issues de l'altération de roches préexistantes.
- **Loess** : dépôt sédimentaire détritique meuble, d'origine éolienne.

Apostrophe

ACTIVITÉ 3

ÉTUDE MORPHOSCOPIQUE DE LA COMPOSITION D'UN SÉDIMENT

Durant leur transport entre la roche d'origine et le milieu de dépôt, les éléments détritiques peuvent subir des changements morphologiques qui modifient leur aspect d'origine. L'étude morphoscopique de ces particules nous permet de déduire leur dynamique de transport et la nature de leur milieu de dépôt.

- Quel est le protocole expérimental de l'étude morphoscopique ?
- Comment peut-on exploiter les résultats de cette étude ?

Doc.1 Les caractéristiques des principales catégories de grains de quartz

Dans le sable, on trouve de nombreux grains de quartz qui résistent à l'érosion, l'observation morphoscopique de ces grains à la loupe binoculaire, permet de déterminer les critères de forme et d'aspect de surface, qui reflètent leur histoire, et peuvent fournir des indices sur leur milieu de dépôt ainsi que sur l'agent et la durée de transport.

Les grains « Non-Usés »

Les grains « NU » se caractérisent par leur forme anguleuse. Les arêtes, c'est-à-dire les parties saillantes des grains, ne présentent aucune trace de polissage ni d'arrondissement. Leur aspect de surface peut indifféremment être mat ou luisant. Ces grains caractérisent les arènes, les transports dans des cours d'eau douce sur de très faibles distances, les dépôts glaciaires, etc.



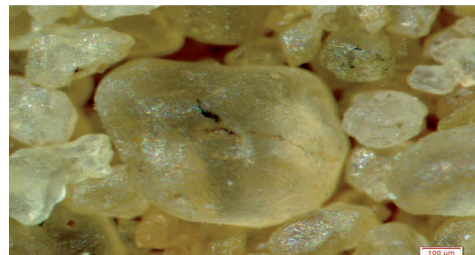
Les grains « Emoussés-Luisants »

Les « EL » présentent une dominance d'arêtes arrondies et peuvent parfois acquérir la forme de sphères presque parfaites. Leur aspect de surface est toujours très poli, brillant, luisant sous l'éclairage de la loupe binoculaire. Ils sont caractéristiques de longs transports en milieux aquatiques continentaux (rivières, fleuves), ou d'évolutions en milieux marins (plateau continental, plages, etc.).



Les grains « Ronds-Mats »

Les « RM », comme leur nom l'indique, ont une morphologie générale sub-sphérique pouvant parfois atteindre celle d'une sphère parfaite. Leur aspect de surface est toujours dépoli et mat. Ils sont caractéristiques d'une évolution en milieu éolien (transport par le vent), et essentiellement trouvés sur les dunes littorales et dans certains environnements désertiques.



Sous forme d'un tableau, **déterminer** les caractéristiques des trois catégories de grains de quartz (aspect, agent et durée de transport et milieu de dépôt).

Doc.2 Étude morphoscopique des grains de quartz dans un sable

Manipulation :

- Préparer un échantillon de sable en appliquant la même démarche utilisée dans la granulométrie.
- Sélectionner sous la loupe binoculaire une centaine de grains de quartz.
- Trier et dénombrer les grains de quartz NU, EL et RM et calculer leur pourcentage.



Apoptose

Doc.3 Résultats à exploiter

Les résultats de l'étude de trois types de sable A, B et C, sont représentés dans le tableau suivant :

Grains de quartz	Sable A	Sable B	Sable C
NU	64%	10%	6%
EL	20%	20%	68%
RM	16%	70%	26%

Doc.2+3 : a. Transformer les résultats du tableau en diagramme circulaire pour les trois échantillons de sable.
b. Déterminez la durée et le mode de transport subis par les trois échantillons ainsi leur milieu de dépôt.

Doc.4 Étude morphoscopique des galets

Les galets sont des produits d'érosion qui sont transportés par différents agents (eau, vent et glace), leur étude morphoscopique portant sur leur degré d'arrondi et leur aspect, reflète leur histoire de trajet.



a- Glaciers

Très émoussé, avec stries glaciaires qui résultent du frottement lors de l'éboulement.



b- Eolien

Anguleux avec plusieurs facettes, possède des surfaces gravées et des arêtes finement émoussées



c- Fluviale

Forme circulaire, bien arrondie et aplatie, avec des arêtes arrondies et une surface lisse, polie et rarement striée.



d- Côtier

Plus ou moins sphérique, aplati, émoussé et porte des traces de choc et des pores dues aux vagues et à la salinité de l'eau.

Établir la relation entre l'aspect et la morphologie des galets et leur dynamique de transport, et déduire le milieu de dépôt.

Lexique

- **Arène** : sable ni transporté, ni érodé, resté très proche de sa source.
- **Émoussé** : rendu moins aigu et moins tranchant.
- **Luisant** : brillant.
- **Mat** : peu transparent et pas brillant.
- **Éboulement** : effondrement et écroulement d'une masse de terre sur une pente.

Apostrophe

ACTIVITÉ 4

LES FIGURES SÉDIMENTAIRES

Les roches sédimentaires enregistrent au cours de leur formation des structures et des déformations qui sont autant d'indices pour reconstituer les étapes de leur histoire : figures sédimentaires. On peut identifier ces structures et les utiliser pour reconstituer les conditions de formation d'un ensemble sédimentaire : conditions du milieu de sédimentation, conditions de la déformation après consolidation.

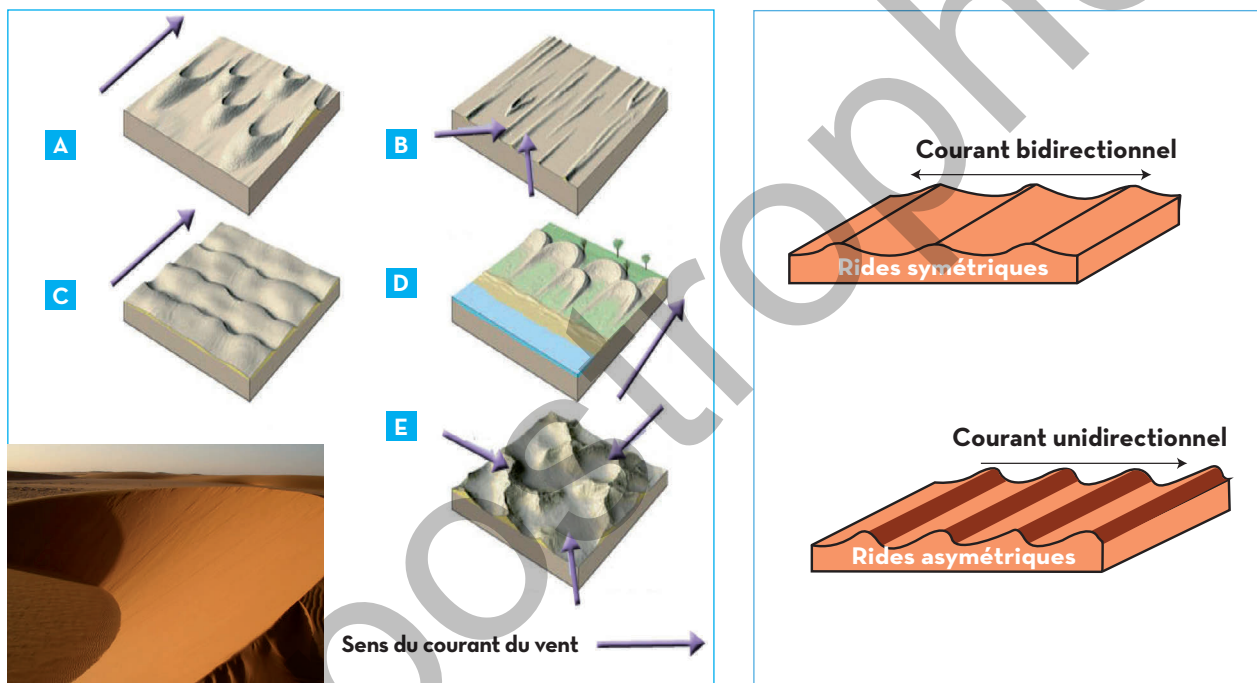
- Quelles sont les figures observables ? Comment les reconnaître, les identifier ? Comment les interpréter et donc les utiliser pour reconstituer les conditions du milieu de sédimentation ?

Doc.1 Rides et dunes de sable

Les surfaces de sédiments détritiques non consolidés, parcourues par un écoulement fluide (courant d'eau ou vent), s'observent des constructions de type «rides» ou «dunes».

Les rides sont des ondulations centimétriques dont la taille et la forme dépend de la dimension des particules et de la force du courant.

Elles peuvent être asymétriques (rides de courant) ou symétriques (rides de vagues).



Les dunes sont des tas de sable, marqueurs de sédimentation éolienne, qui peuvent atteindre 5 à 10 mètres de hauteur, elles peuvent être littorales ou continentales, prennent des tailles, et des formes variées.

- A= Barchanes (dunes en forme de croissant). ;
- B= Dunes linéaires. ;
- C= Dunes transversales. ;
- D= Dunes paraboliques. ;
- E= Dunes en étoile.

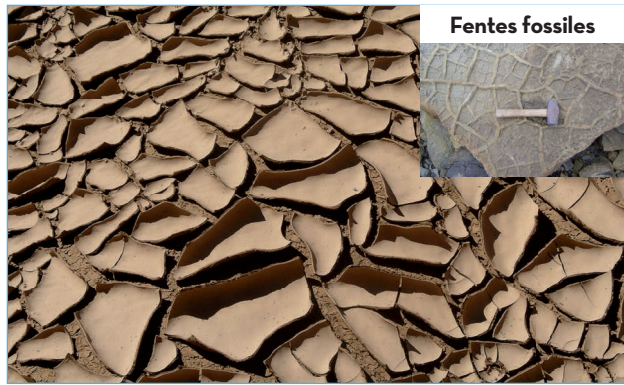
a. Commenter et déterminer les facteurs de variation de la morphologie des rides ou des dunes.

Apoptose

Abostrophe

Doc.2 Fentes de dessiccation et stratification croisée

L'intérieur des strates peut présenter une organisation litée avec des fines couches obliques par rapport aux joints de stratification. Cette stratification entrecroisée apparaît dans des zones où les conditions hydrauliques varient, comme les rivières (alternance de crues et de décrues), les deltas, et les milieux marins littoraux.



Une surface de sédiment boueux qui se dessèche, se rétracte et se fend : les fentes de dessiccation. Ces figures caractérisent les milieux continentaux soumis à des variations saisonnières ou climatiques qui provoquent des assèchements de lacs, lagunes...

Dégager les renseignements qu'indique la présence de stratification oblique ou des fentes de dessiccation dans un milieu ancien.

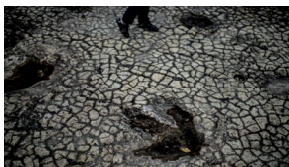
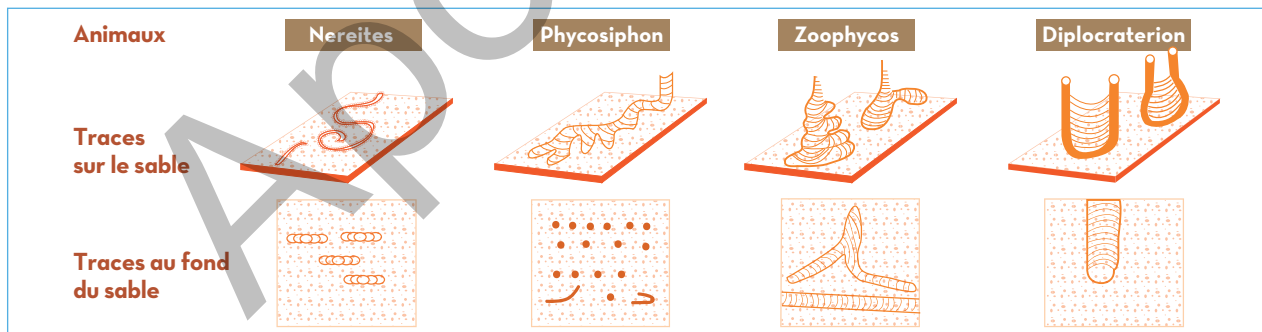
Doc.3 Traces d'activité des êtres vivants

L'activité des organismes vivant à l'intérieur du sable humide du littoral, peut perturber et laisser des traces sur et dans le sédiment : On parle de bioturbation. Ces traces vont être conservées après lithification : ce sont les traces fossiles ou ichnofossiles qui permettent la reconstitution de la paléogéographie.



▲ Trace de tortillons de sable.

▲ Vers Arénicoles.



▲ Ichnofossile des pas de dinosaures.



▲ Empreinte fossile de pattes d'oiseaux.

Montrer comment les ichnofossiles permettent de reconstituer une paléogéographie.

Lexique

- **Avalanche** : masse de matières diverses qui tombe d'un lieu élevé.
- **Bioturbation** : transfert et perturbation des sédiments par l'activité des êtres vivants.
- **Lithification** : transformation d'un sédiment meuble en roche consolidée.
- **Stratification** : action de disposer en couches superposées.

Apostrophe

ACTIVITÉ 5

DYNAMIQUE DE TRANSPORT DES ÉLÉMENTS SÉDIMENTAIRES

Une fois détachés, les éléments détritiques sont déplacés par des agents de transport (glacier, vent, eau). La gravité joue un rôle primordial dans cette dynamique. Plus la vitesse du courant est grande, plus sa capacité de transport est élevée, Lorsque le débit ralentit, les sédiments s'immobilisent et s'accumulent.

- Quels sont les facteurs intervenant dans la dynamique de transport des particules ?
- Quels sont les différents modes de transport des particules détritiques ?

Doc.1 Dynamique d'un cours d'eau

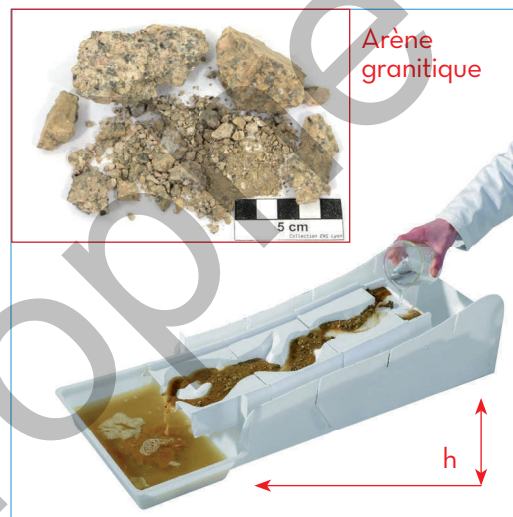
Selon leur énergie, les fleuves et rivières peuvent transporter une charge de fond (graviers, galets) plus ou moins importante, pour expliquer ce phénomène on procède à l'expérience suivante.

Expérience :

- On Place un mélange d'arène granitique (500 g de sable + 500 g de graviers + 500 g de galets) sur deux gouttières de toit en matière synthétique qui représentent un cours d'eau.
- On Incline une gouttière avec un support de 30 cm de hauteur et l'autre avec un support de 50 cm de hauteur.
- On place un bac en aval sous chacune des gouttières simulant le bassin de sédimentation.
- On Verse délicatement 200 ml d'eau en amont de chacune des gouttières.

	h=30 cm	h=50 cm
Sable	344 g	484 g
Graviers	28 g	185 g
Galets	0 g	46 g
Total	372 g	705 g

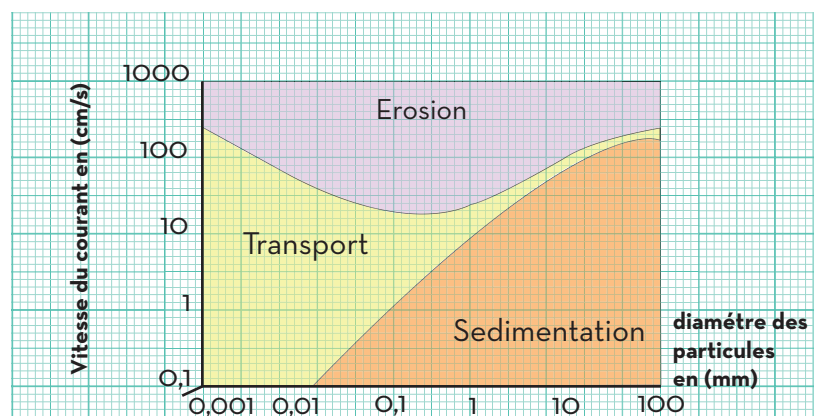
Inventaire des produits recueillis dans le bac de récupération après 4 minutes



Commenter le tableau et **proposer** une explication tenant compte de la force du courant et de la taille des matériaux transportés.

Doc.2 Diagramme de Hjulström

Le diagramme de Hjulström illustre le comportement des particules en fonction de leur taille et de la vitesse du courant. Ce diagramme a été basé sur des expériences en laboratoire afin de déterminer la vitesse minimale d'un courant nécessaire pour mobiliser, transporter et déposer des grains (aussi connue comme vitesse critique de mise en mouvement).



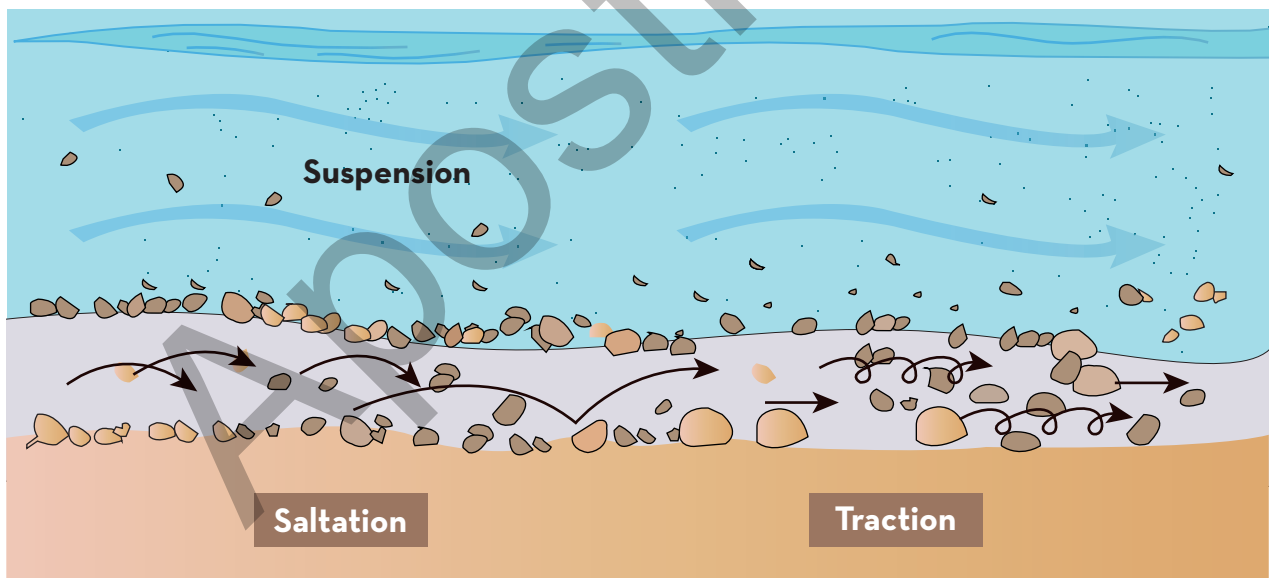
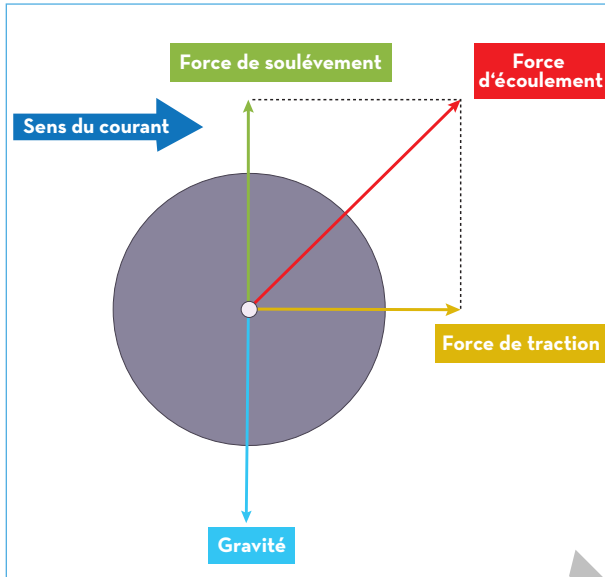
- Analyser** le diagramme de Hjulström et **déterminer** les facteurs influençant le comportement d'une particule sédimentaire dans un milieu.
- Avec une vitesse de 10 cm/s, à partir de quelle taille les particules détritiques subissent une sédimentation.
- Déterminer** la vitesse minimale permettant l'érosion d'une particule de 0,01 de diamètre.

Apoptose

Doc.3 Modes de transport des particules détritiques

Dans une situation hydraulique donnée, le comportement des sédiments varie selon la taille des particules : Trois types de forces s'exercent sur les particules : les forces hydrodynamiques, la gravité et les forces de contact interparticulaires.

- Lorsque les forces hydrodynamiques (le courant) dominent, on parle de transport en suspension. C'est généralement le cas des sédiments fins.
- Lorsque la force de gravité est suffisamment grande pour confiner le transport, les sédiments se déplacent par roulement. Ce type de transport concerne les sédiments les plus grossiers (sable, galets, blocs rocheux), on parle de charriage ou traction.
- Lorsque les grains sont de taille intermédiaire, ils font des successions de sauts, on parle de saltation.



Établir la relation entre la vitesse du courant, la taille des particules et leur mode de transport.

Lexique

- **Chariage** : transport des sédiments plutôt grossiers sur le fond du lit par roulement.
- **Saltation** : désigne les mouvements irréguliers de sauts d'un point à un autre.
- **Suspension** : rester dans le fluide et se déplacer sans toucher le fond, phénomène observé chez les matériaux fins (faible gravité).

Apostrophe

ACTIVITÉ 6

CONDITIONS DE SÉDIMENTATION DANS LES MILIEUX CONTINENTAUX

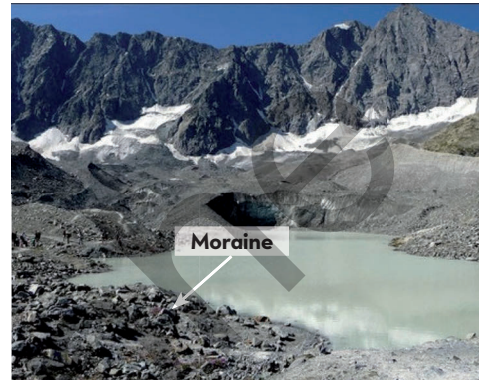
Les éléments destinés à former un sédiment sont d'abord généralement transportés à l'état solide ou en solution. Ils se déposent ou précipitent ensuite dans un milieu de sédimentation, qui est une unité géomorphologique de taille et de forme déterminée où règne un ensemble de facteurs physiques, chimiques et biologiques suffisamment constants pour former un dépôt caractéristique. Les bassins continentaux comprennent les milieux glaciaires, fluviaux, désertiques et lacustres.

- Quels sont les caractéristiques des différents milieux de dépôt continentaux ?

Doc.1 Les caractéristiques de la sédimentation glaciaire

Le glacier se répand sur une certaine distance, à une altitude très forte où les températures moyennes sont au-dessous de 0°C, les pentes trop raides facilitent l'arrachement des matériaux au substrat rocheux; tout ce matériel sédimentaire produit porte le nom général de moraine.

Les moraines sont des accumulations détritiques très complexes et variées, caractérisées par l'absence de stratification et l'hétérogénéité de la granulométrie (mauvais classement). Les blocs et les galets sont anguleux, striés parfois à cause de la force du frottement. Les grains de quartz sont non usés.



Doc.2 Les caractéristiques de la sédimentation désertique

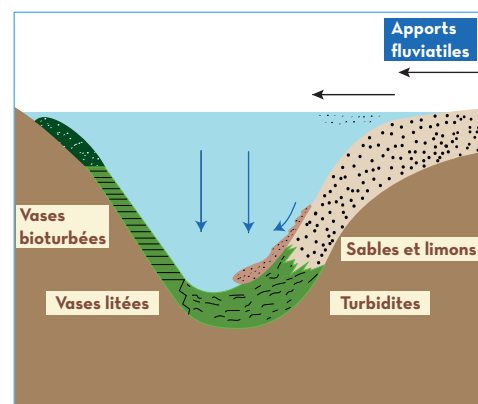
Dans les milieux désertiques, ce sont les dépôts éoliens qui constituent la majeure partie des sédiments actuels. Les roches sédimentaires d'origine désertique sont caractérisées par des grains sableux arrondis et dépoli (rond-mat) bien classés et à matrice argileuse pauvre et des galets à trois faces dépolies. Les dépôts de sables forment des dunes à formes et tailles différentes selon la dynamique du courant éolien.



Doc.3 Les caractéristiques de la sédimentation lacustre

Un lac est un corps d'eau permanent enclavé dans le continent et généralement constitué d'eau douce. Les caractères des lacs varient en fonction du climat, de l'apport des rivières, de l'environnement géologique, de la végétation sur les berges et de l'activité biologique dans le lac.

Les matériaux apportés par les rivières se déposent dans un lac selon une zonation concentrique assez théorique qui dépend de l'hydrodynamisme : galets le long des rives, sables dans les zones périphériques soumises à l'action des vagues, vases dans le centre plus calme. Dans les parties profondes du lac, se déposent des turbidités contenant des éléments grossiers.



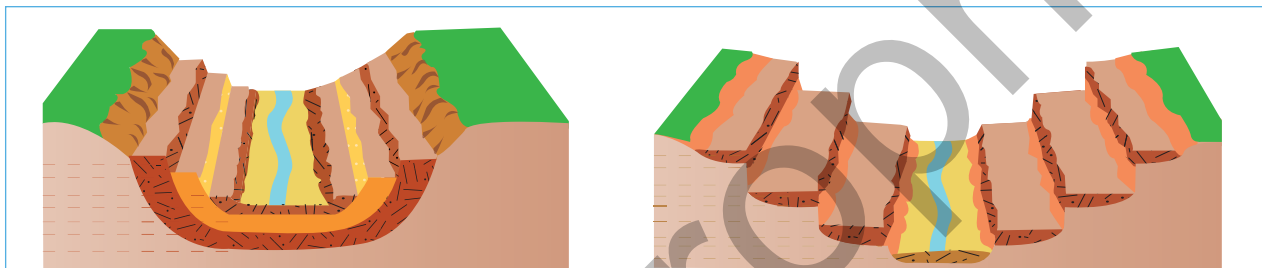
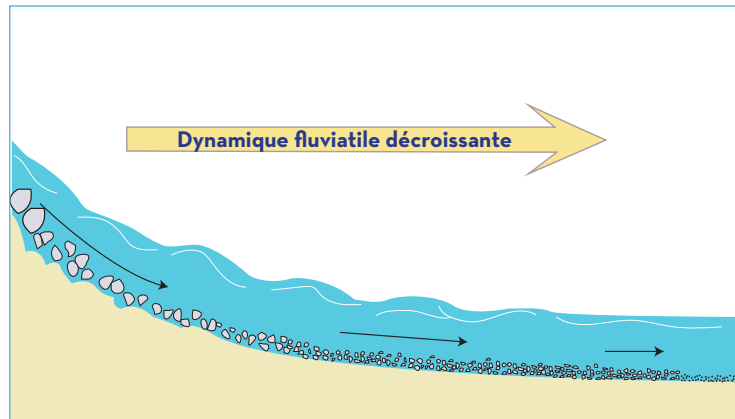
Doc.1+2+3: Dégager sous forme de tableau les caractéristiques des différents milieux de dépôt continentaux (caractères du milieu, caractères des sédiments et conditions de sédimentation).

Abostrophe

Doc.4 Les caractéristiques de la sédimentation fluviale

Les rivières sont surtout des agents de transport, qui déposent néanmoins aux endroits où la vitesse diminue. Le long de leur cours est marqué par un granoclassement décroissant d'amont vers l'aval.

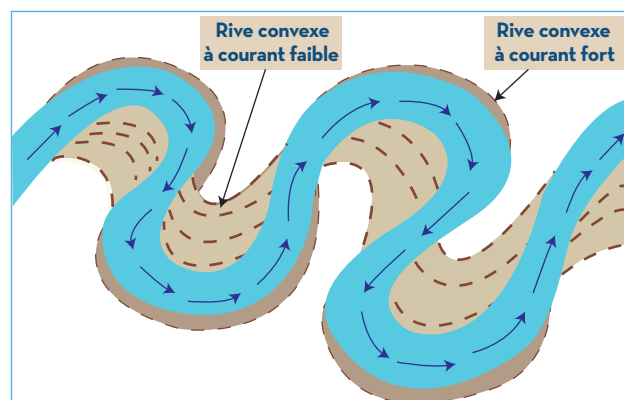
Les galets sont usés, aplatis et brillants; Les sables sont mal ou bien classés, selon la longueur du transport; les grains sont peu usés ou anguleux et montrent des traces de chocs. La proportion d'argile est toujours notable. L'alternance des périodes d'érosion et de sédimentation dans l'histoire d'une rivière produit des niveaux fluviaux étagés (à phase érosive dominante) ou emboîtés (à phase de sédimentation dominante) appelés terrasses. Une terrasse alluviale, ou terrasse fluviale, est une zone plane, située sur les versants d'une vallée et constituée par des alluvions (sédiments), sa formation est due à une variation de la dynamique du cours qui dépend du climat, pente, débit et quantité de matériel transporté.



▲ Terrasses emboîtées.

▲ Terrasses étagées.

Les méandres que peut former un cours d'eau sont des lieux de dépôt particuliers. En effet, dans un méandre, l'érosion se produit sur la rive concave, à pente raide, là où la vitesse du courant est la plus grande. Le dépôt se réalise sur la rive convexe, là où la vitesse du courant est la plus faible. Le couple érosion - dépôt entraîne une migration latérale du méandre causant alors un élargissement de la vallée.



a- Dégager les caractéristiques du milieu fluviale, ses éléments sédimentaires et ses conditions de sédimentation.

b- Comparer et **expliquer** la différence entre les terrasses emboîtées et celle étagées.

c- Expliquer comment les méandres permettent l'élargissement d'une vallée.

Lexique

- **Turbidité** : présence dans l'eau de particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques ...
- **Vases** : matériaux sédimentés fins non sableux.
- **Berge** : bord d'un cours d'eau ou d'un lac, en pente.
- **Méandre** : sinuosité, généralement répétée, décrite par un fleuve.

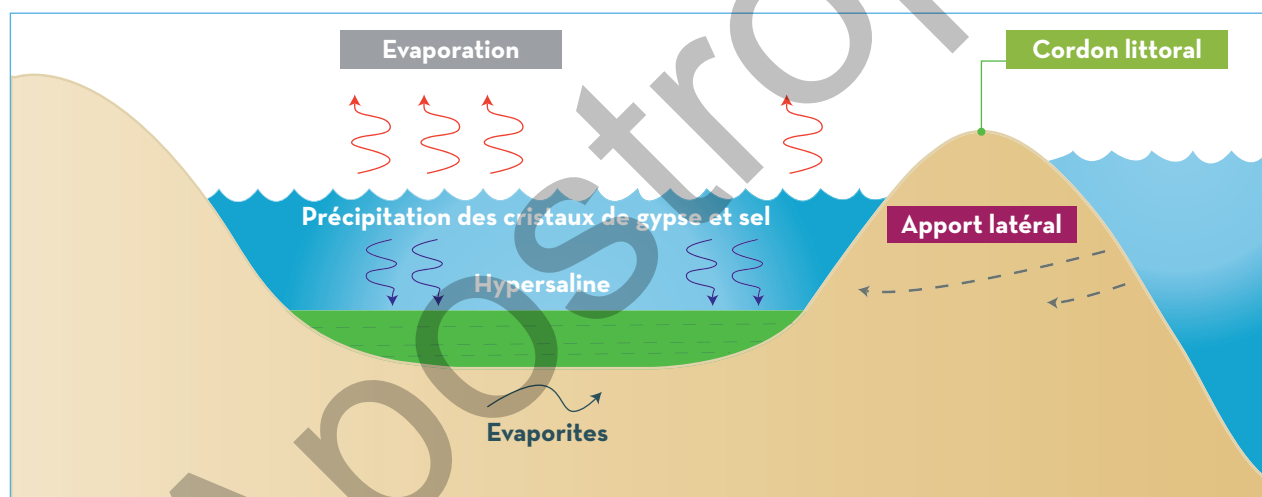
Apostrophe

Les milieux de dépôt intermédiaires sont des bassins transitoires qui marquent des stades de déséquilibre temporaire dans la morphogenèse globale. Ils sont situés aux limites du domaine marin et du domaine continental et présentent des caractères mixtes. Parmi eux on cite les lagunes, les deltas et estuaires et les plages.

- Quels sont les caractéristiques des différents milieux de dépôt intermédiaires ?

Doc.1 Les caractéristiques de la sédimentation lagunaire

Le lagune est un plan d'eau littoral de faible profondeur, séparé de la mer par un cordon littoral constitué essentiellement de sables fins. Ce plan d'eau est alimenté par l'eau de mer grâce à une ou plusieurs ouvertures étroites et par les eaux douces continentales issues des bassins versants. Les lagunes sont soumises à une forte évaporation qui favorisent le dépôt des sédiments carbonatés et des particules détritiques (sable à granulométrie très variable), et en manque d'apport latéral, l'eau se concentre jusqu'à la formation des cristaux de gypse, calcite et de sel qui tombent au fond (Les évaporites).



Doc.2 Les caractéristiques de la sédimentation côtière

La **plage** est un dépôt sédimentaire meuble, elle se rencontre là où les vagues et les courants littoraux n'ont plus assez d'énergie pour transporter les sédiments de taille supérieure à la **vase**. La granulométrie des sédiments d'une plage est gouvernée par trois facteurs essentiels qui sont : les sources de sédiments, le niveau d'énergie des vagues, la pente générale du plateau sur lequel la plage s'est constituée.

Sur les plages, le sable est bien trié à grains de quartz émoussés luisants, et peut être riche en fragments de coraux, de gastéropodes, de galets et de coquilles brisées rejetés du large par la houle.

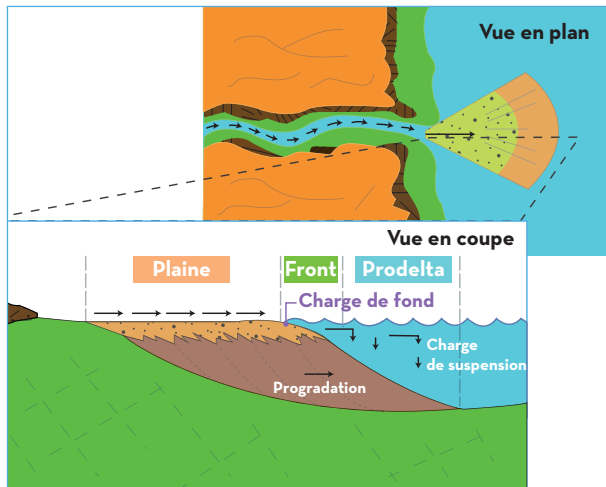


Abostrophe

Doc. 3 Les caractéristiques de la sédimentation à l'embouchure

L'embouchure d'un cours d'eau dans la mer représente un domaine intermédiaire où s'affrontent les influences marines et fluviales. Le fleuve apporte des matériaux qui s'accumulent et gagnent sur la mer; la mer déblaie et remanie les matériaux apportés. Le résultat dépend du rapport de force existant entre le fleuve et la mer. Lorsque le fleuve a une influence dominante, il construit un delta (**fig. a**); lorsque la mer est dominante, l'embouchure est un estuaire (**fig b**).

A une vitesse assez élevée, la charge du cours d'eau arrive dans la mer, le courant perd son énergie et les sédiments se dispersent, en s'étalant sur une zone d'accumulation triangulaire en plan (de là le terme de delta). C'est au front deltaïque que se déposent les sédiments les plus grossiers, sables et graviers. La charge de suspension, se dépose plus au large pour former ce qu'on appelle le prodelta. Ces sédiments fins sont gorgés d'eau et forment des pentes assez fortes.



▲ Fig : a

L'embouchure est un estuaire quand le fleuve apporte peu de matériaux grossiers, surtout des suspensions fines et des matières en solution, et quand l'hydrodynamisme marin est fort : fortes marées, forte houle.

La marée montante refoule l'eau douce en amont sur une distance qui peut être importante, la vitesse du courant fluviale diminue et les matériaux en suspension se sédimentent; les argiles s'agglomèrent en flocons (floculation) sous l'action des ions de l'eau de mer et forment un «bouchon vaseux». Le sédiment caractéristique est la vase.



▲ Fig : b

1. Doc. 1+2+3 : Dégager sous forme de tableau les caractéristiques des différents milieux de dépôt intermédiaires (caractères du milieu, caractères des sédiments et conditions de sédimentation).

2. Doc. 3 : Comparer et **déduire** les facteurs déterminants la morphologie et la dynamique de l'embouchure.

Lexique

- **Evaporites** : dépôt riche en chlorures et sulfates alcalins, qui précipitent, par sursaturation due à l'évaporation.
- **Coraux** : animaux marins des mers chaudes qui vivent en colonie et sécrètent un squelette calcaire arborescent appelé polypier, de couleur rouge ou blanche.
- **Embouchure** : partie terminale, simple (estuaire) ou ramifiée (delta) d'un fleuve.

Apostrophe

ACTIVITÉ 8

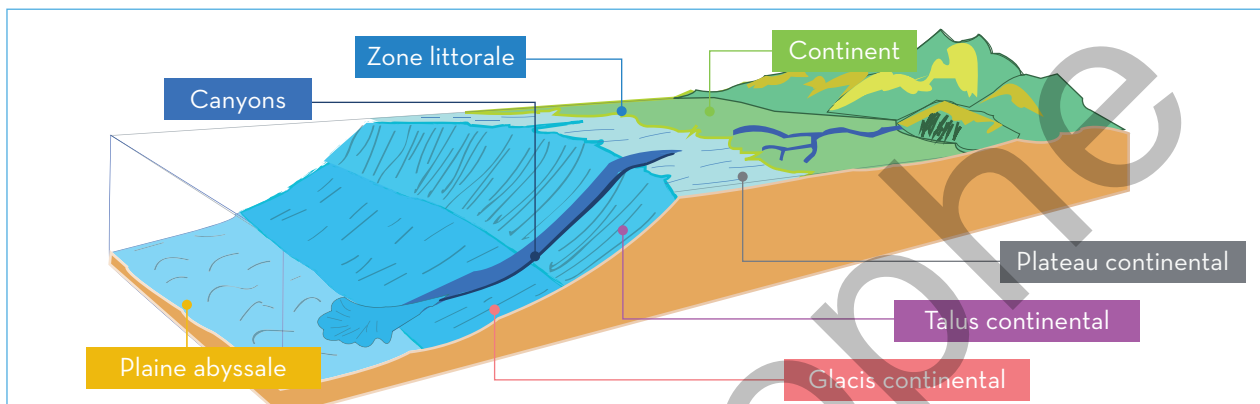
CONDITIONS DE SÉDIMENTATION DANS LES MILIEUX MARINS

Les dépôts ne sont qu'en transit dans les milieux continentaux du fait de l'action de la gravité. Tôt ou tard, ils sont repris et transportés finalement jusqu'au point le plus bas, la mer. Les milieux sédimentaires continentaux sont locaux et transitoires par rapport aux milieux marins qui fournissent la majeure partie des roches sédimentaires.

- Quels sont les caractéristiques des différents milieux de dépôt marins ?

Doc.1 Topographie du milieu marin

La sédimentation marine dépend indirectement des mêmes conditions que la sédimentation continentale, mais elle est surtout liée, d'une part, à l'hydrosphère et à tous les phénomènes associés (vagues, courants, marées, etc.) et, d'autre part, au relief océanique qui permet d'identifier plusieurs milieux de sédimentation.



Déterminer les différents milieux de sédimentation marine.

Doc.2 Les caractéristiques de la sédimentation au niveau de la zone littorale et du plateau continental

La zone littorale est une bande sinueuse où s'établit le contact entre la mer et la terre, elle s'étend jusqu'à 10 m de profondeur, poursuivie par le plateau continental qui descend jusqu'à environ 200 mètres de profondeur. Dans ces milieux les sédiments détritiques sont généralement de plus en plus fins en s'éloignant des côtes. Le sable est limité aux zones d'eaux peu profondes en perpétuelle agitation sous l'action des vagues et des marées, tandis que le limon et l'argile se déposent dans les eaux plus profondes et plus calmes situées plus au large. Sur le plateau, la vie benthique est abondante, grâce à la combinaison de trois éléments essentiels à sa prolifération: une intensité lumineuse élevée parce que le milieu est peu profond, une température chaude et une bonne oxygénation de l'eau. Tous ces facteurs contribuent à une sédimentation carbonatée importante qui consiste à des récifs coralliens et des vastes zones d'accumulation de débris et squelettes calcaires d'organismes planctons.



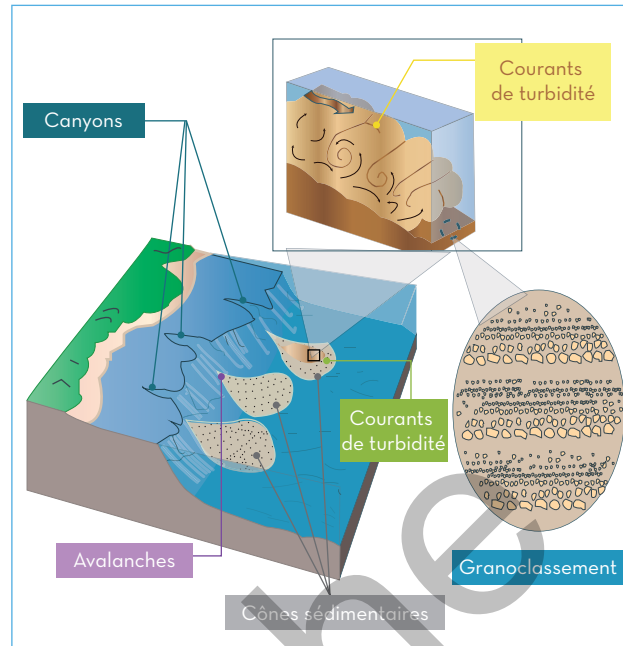
Expliquer la richesse en carbonates au niveau des sédiments du plateau continental.

Apoptose

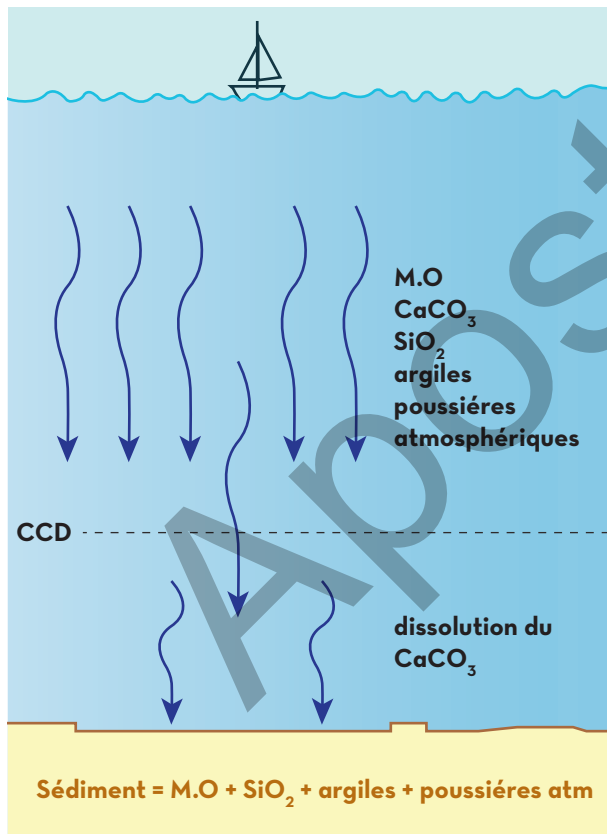
Doc.3 Les caractéristiques de la sédimentation au niveau du talus continental

Le talus continental, est la zone sous-marine, en pente, qui assure la liaison entre le **plateau continental** et la **plaine abyssale** située généralement entre 4000 et 5000 mètres de profondeur.

La charge sédimentaire du littoral, soit les sédiments plus grossiers, sables et graviers, est apportée à la base du talus, sur le **glacis continental**. Ces sédiments sont chenalisés dans les **canyons sous-marins** qui, à plusieurs endroits, entaillent le plateau continental. Les sédiments y sont transportés par divers mécanismes, tels les **avalanches**, le glissement en **masse**, les courants de **turbidité**, ou la simple reptation (un glissement très lent de la masse sédimentaire). Il se forme des **cônes sédimentaires** très volumineux à l'embouchure des canyons, de véritables deltas des grandes profondeurs, caractérisés par un granoclassement parfait.



Doc.4 Les caractéristiques de la sédimentation au niveau de la plaine abyssale



La plaine abyssale est la partie plate de la zone abyssale océanique (grands fonds marins), en général entre 5000 et 6000 mètres de profondeur, c'est un milieu très calme, riche en faune, caractérisé par l'obscurité et la température froide et recouvert de sédiments qui proviennent de deux origines :

- Particules terrigènes argileuses d'origine continentale apportées en suspension par les courants océaniques et poussières transportées par les vents.
- Une pluie de particules issues du plancton (squelettes et débris carbonatés et siliceux).

Il existe une limite naturelle en milieu océanique qu'on appelle la CCD (carbonate compensation depth = niveau de compensation des carbonates) et qui a une influence importante sur la composition des sédiments des fonds océaniques. Lorsque des particules de CaCO_3 , qui viennent du plancton, atteignent ce niveau, elles sont dissoutes et se retrouvent dans l'eau sous leur forme ionique Ca^{2+} et HCO_3^- . Ce niveau est contrôlé par la température de l'eau.

Doc. 2 + 3 + 4 : Dégager sous forme de tableau les caractéristiques des différents milieux de dépôt marin (caractères du milieu, caractères des sédiments et conditions de sédimentation).

Lexique

- **Topographie :** représentation des reliefs d'un milieu.
- **Glacis :** base du talus continental qui se raccorde à la plaine.
- **Canyons :** passage encaissé entre deux reliefs résultant de l'érosion hydraulique sur tout type de roche.
- **Avalanche :** chute d'une masse de matière sur une pente.

Apostrophe

ACTIVITÉ 9

RECONSTRUCTION DE LA CARTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU BASSIN PHOSPHATÉ AU MAROC

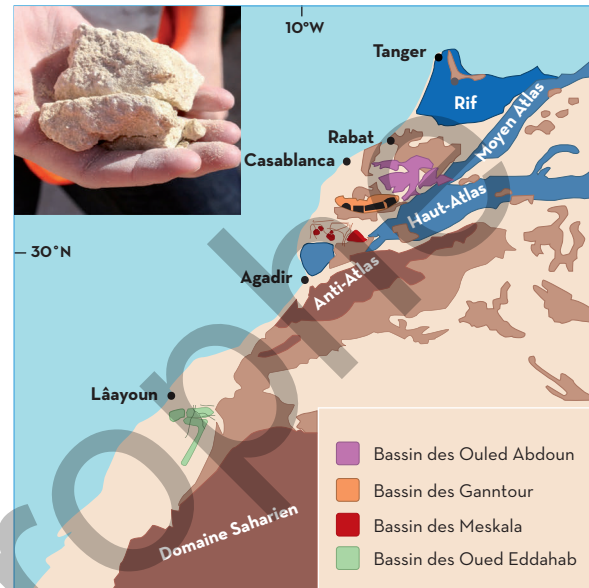
Les réserves marocaines en phosphates (roches exogènes riches en P_2O_5), constituant l'une des principales ressources minières du Maroc, elles représentent près de 75% des réserves mondiales identifiées et se distinguent, en plus, par leur richesse exceptionnelle en phosphore.

- Quels sont les conditions de sédimentation des bassins phosphatés au Maroc ?
- Comment peut-on reconstituer la paléogéographie des bassins phosphatés du Maroc ?

Doc.1 Caractéristiques des gisements de phosphate au Maroc

Les 4 principaux bassins phosphatés marocains sont : Ouled Abdoun, Maskala, Gantour, et Oued Eddahab dans le sud. Il y en a deux familles de phosphate. La première dite phosphorites, La deuxième est liée à l'apatite dite phosphatite, dont les composants sont :




- **Particules squelettiques (PS) ou bioclastes** : sont les fossiles et les débris biogènes d'organismes vertébrés ou invertébrés (dents, vertèbres, os... etc.).
- **Grains phosphatés (GP)** : sont des grains sphériques à ovoïdales de taille entre 100 μm à 400 μm .
- **Coprolithes (Copro)** : excréments d'espèces animales constitués de sédiments divers, souvent agglomérés par mucus.
- **Grains composites (G.C)** : ils sont issus soit d'un remaniement de débris de roches phosphatées, soit d'une agglomération de particules phosphatées.



Décrire la répartition des gisements de phosphate au Maroc et **déterminer** les caractéristiques de ses sédiments.

Doc.2 Les fossiles du phosphate du gisement Ouled Abdoun

Les sédiments phosphatés marocains sont riches en fossiles, les plus communs sont :

Fossiles	Les oolites	Mâchoire Mosasaure	Dents Otodus obliquus
			
Caractéristiques	Petites concrétions de 0.2 à 2 mm, formées de couches concentriques de sable précipitant autour d'un nucleus généralement calcaire.	Grand reptile préhistorique semi-aquatique qui peut atteindre 18 m de long, adapté à la vie marine.	Genre éteint de requin, qui devrait mesurer plus de 6 m de long. Ses dents fossiles sont très abondantes dans les gisements marocains
Paléoenvironnement	Zone subtidale à profondeur < 5 m, très agitée sous l'action des courants et des vagues.	Les côtes maritimes peu profondes et vaseuses	Large plate forme épicontinentale peu profonde à eaux tempérées à chaudes.

Dégager les informations renfermées dans les fossiles du phosphate Ouled Abdoun, concernant leur paléoenvironnement.

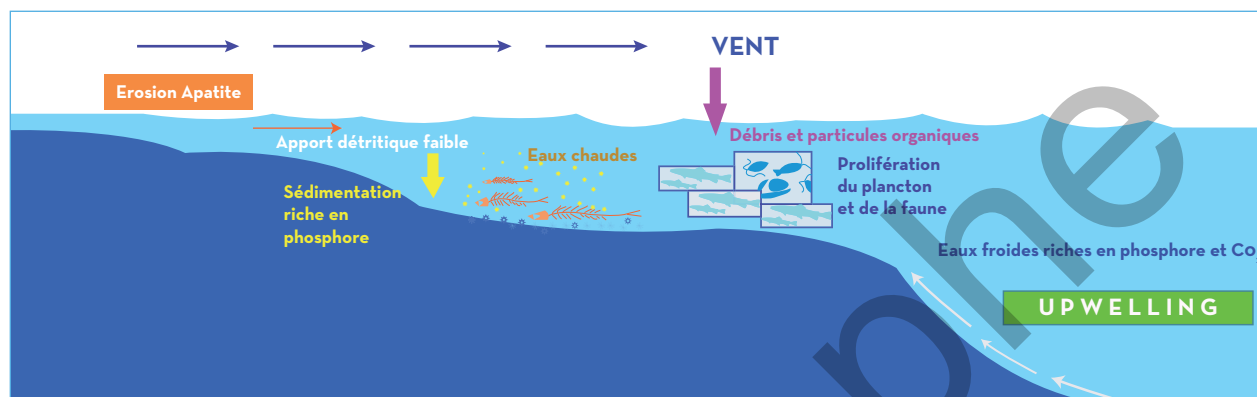
Apoptose

Doc.3 Paléoenvironnement des bassins phosphatés du Maroc

La genèse des phosphates sédimentaires est un phénomène très complexe qui a engagé un nombre considérable d'hypothèses et de différentes interprétations qui divergent sur les points essentiels, tels que la source du phosphore, les processus de formation des éléments phosphatés et conditions favorisant cette formation.

Mécanisme de genèse des phosphates selon la théorie de KAZAKOV (1937) : théorie des UPWELLING :

- Communication du bassin de sédimentation (à profondeur < 100 m) avec l'atlantique.
- Ouverture au courants ascendants (**upwellings**), provoquant une remontée des eaux froides riches en phosphate, augmentation de la température et du pH et diminution de la pression partielle de CO_2 .
- Précipitation chimique des carbonates et des débris de l'apatite : saturation du milieu en phosphore.
- Développement d'algues et de plancton et attraction de la faune qui s'en nourrissait.
- Mort de ces animaux, décomposition et enrichissement du milieu en phosphore.
- Dépôt des sédiments phosphatés.



Déterminer les conditions de sédimentation du phosphate et **expliquer** l'importance des courants upwelling.

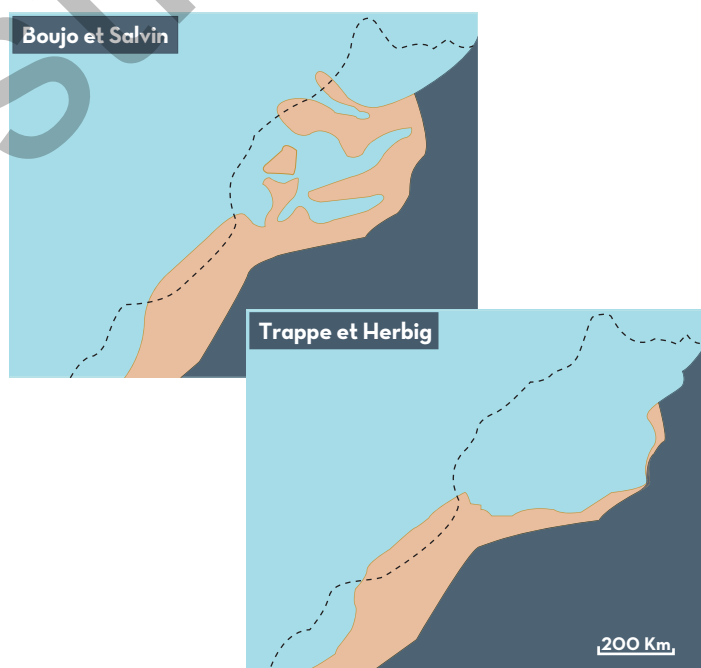
Doc.4 Reconstitution de la Paléogéographie des bassins de phosphate marocains

Reconstitution de la paléogéographie des bassins de phosphate Marocains.

Il y a deux théories qui ont été abordé à propos de la paléogéographie des bassins phosphatés du Maroc :

- **Boujo (1976) et Salvin (1960)** : proposent un système de golfes, en provenance de l'océan Atlantique, séparés, y compris le golfe du nord dans laquelle le dépôt du phosphate de Ouled Abdoun.

- **Trappe (1989 - 1994) et Herbig (1986)** : Pro-
posent une extension Marine reliée à l'océan Atlantique et passe par le centre et l'ouest du Maroc. Pour la répartition des gisements de phosphate dans ce cas, elle peut être expliqué par la présence de fonds faibles à conditions favorable de dépôt et d'autres hauts qui ne favorisait pas le dépôt.



Débattre les deux théories de reconstitution de la paléogéographie des bassins phosphatés du Maroc.

Lexique

- **Biogène** : ce qui est produit par les êtres vivants, ou qui est nécessaire à la vie.
- **Concrétion** : réunion de différents corps chimiques et physiques qui se solidifient ensemble.
- **Golfe** : vaste avancée de la mer à l'intérieur des terres.
- **Zone Subtidale** : zone située en deçà des variations du niveau de l'eau dues aux marées, et par conséquent toujours immergée.

Apostrophe

ACTIVITÉ 10

RECONSTRUCTION DE LA CARTE PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU BASSIN HOILLER DE JERADA AU MAROC

Le charbon est un combustible fossile d'origine organique, ses gisements se situent sous terre et sous les planchers continentaux des océans. Ils peuvent être enfouis à plusieurs kilomètres de profondeur ou affleurer à la surface du sol. Le gisement de charbon le plus important au Maroc est le bassin de charbon à Jerada à l'est du pays.

- Quelles sont les caractéristiques du charbon dans le bassin de Jerada ?
- Quelles sont les conditions de sédimentation et la paléogéographie de ce bassin ?

Doc.1 Le charbon du bassin houiller de Jerada

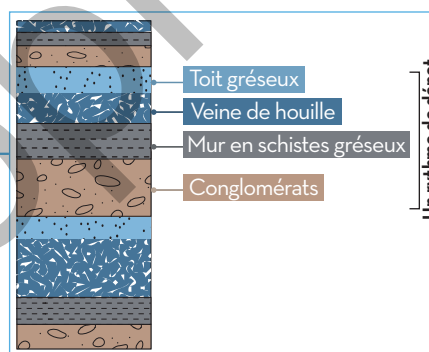
Le charbon est une roche sédimentaire riche en matière organique qui s'est lentement transformée de la tourbe en lignite puis en houille, le dernier stade étant l'anhracite. Le charbon du bassin houiller de Jerada est de ce type. Anthracite (une roche noire plus riche en carbone que la houille, plus massive, plus homogène avec une teneur en eau et en matières volatiles très réduite, elle présente plus de dureté et sa cassure est brillante). Dans un bassin houiller de Jerada, les couches de charbon ne représentent que 3 à 4/100 de l'épaisseur totale des sédiments et alternent avec des roches détritiques : schistes, grès et conglomérats. L'agencement des sédiments par rapport à une veine de houille obéit à des lois précises. Il y a un rythme dans le dépôt même du charbon, puisqu'on observe un grand nombre de fois la succession : mur, veine, toit.



▲ Roche Anthracite.



▲ Affleurement d'un gisement de charbon.

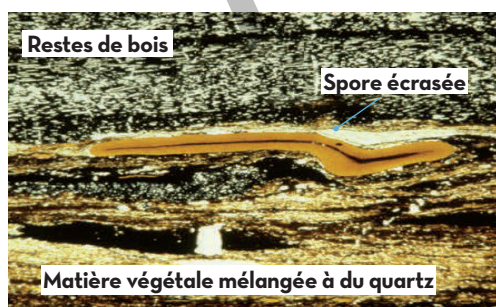


▲ Détail d'une couche de houille.

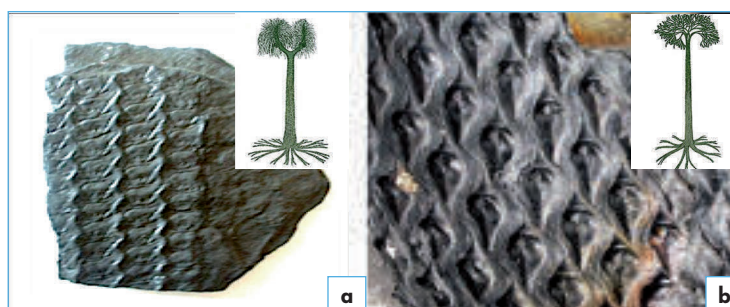
Dégager les caractéristiques du charbon de Jerada et **expliquer** sa disposition.

Doc.2 Les fossiles du charbon du bassin houiller de Jerada

Les couches de grès et de schistes alternant avec les veines de houille de Jerada montrent la présence de nombreux fossiles de végétaux disparus.



▲ Une lame mince de charbon (MO x 500).



▲ Empreintes d'écorce de sigillaire (a) et lépidodendron (b) : arbres caractéristiques des forêts du carbonifère.

Analyser et **déterminer** les preuves de l'origine biologique du charbon.

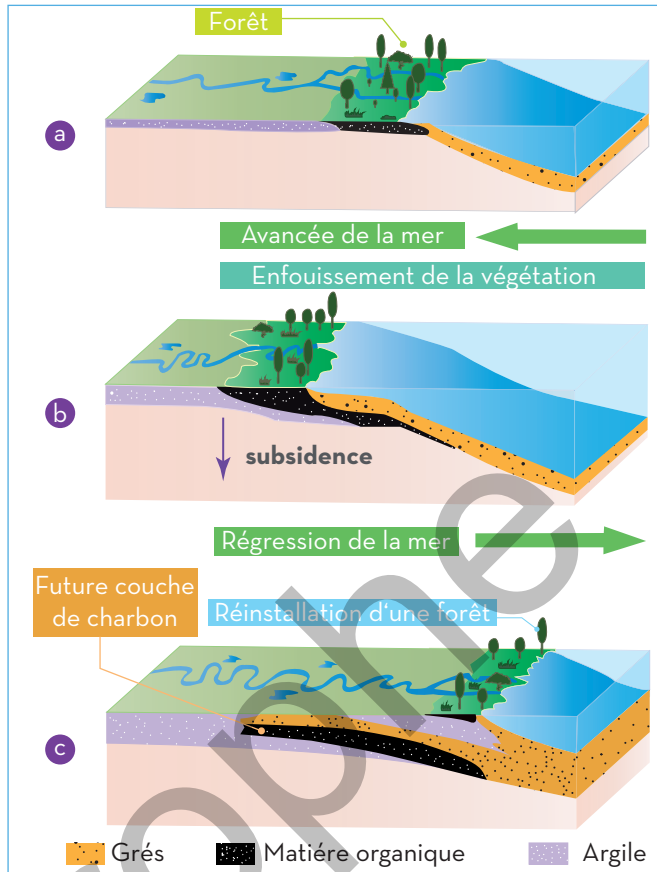
Apoptose

Doc.3 Les étapes de formation du bassin houiller de Jerada

Les étapes de la formation du charbon au bassin houiller de Jerada sont les suivantes :

- 1- Dépôt des végétaux morts au fond d'un bassin sédimentaire sous une couche d'eau. Ils se retrouvent ainsi dans un milieu pauvre en dioxygène favorable à leur fossilisation.
- 2- Enfoncement progressif du fond du bassin sédimentaire ou subsidence.
- 3- Dépôt de sédiments provenant de l'érosion des massifs hercyniens, qui se mélangent à la couche de végétaux puis la recouvrent et servent de support pour une nouvelle végétation.
- 4- Transformation des sédiments et des végétaux morts en roches sous l'action d'une augmentation de la température due à l'enfouissement et des bactéries anaérobies qui transforment les molécules organiques en libérant les molécules volatiles (O_2 , H_2 , N_2) et concentrent le carbone (d'où la couleur noire).

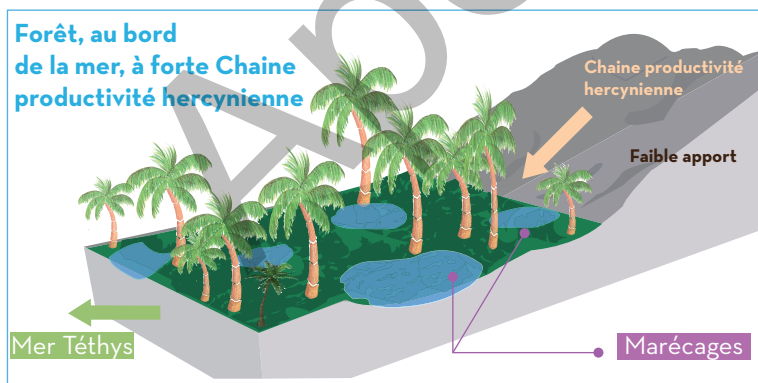
Ce processus prend plusieurs millions d'années. Ces étapes peuvent se renouveler, ce qui permet d'obtenir en sous-sol une alternance de couche de charbon avec des couches de roches sédimentaires comme l'argile ou le grès.



Décrire les étapes de formation du charbon de Jerada et **déduire** l'importance de la subsidence dans ce phénomène.

Doc.4 Conditions de sédimentation et paléogéographie du bassin houiller de Jerada

L'étude du charbon du bassin houiller de Jerada a permis de reconstituer la paléogéographie et les conditions de sédimentation.



▲ Reconstitution de la forêt houillère au carbonifère.

Reconstituer la paléogéographie et les conditions de sédimentation du paysage houiller du bassin de Jerada.

Lexique

- **Houille** : le charbon le plus ancien, riche en carbone, à faible teneur en eau et en matières volatiles.
- **Carbonifère** : période géologique de l'ère paléozoïque ou primaire
- **Subsidence** : un lent affaissement de la lithosphère entraînant un dépôt progressif de sédiments sous une profondeur d'eau constante.

Apostrophe

L'ESSENTIEL À RETENIR

Act. 1 Caractères et classification des sédiments dans différents milieux de dépôt

La classification des éléments solides d'un sédiment permet d'ordonner et de nommer les particules dont la taille varie de quelques microns (argile) à plusieurs mètres (bloc). L'étude de la répartition de ces éléments dans deux milieux différents, un cours d'eau et une plage, montre la distribution des mêmes classes d'éléments solides, avec un granoclassement décroissant au fur et à mesure que le trajet est plus long.

Act. 2 Étude statistique de la composition d'un sédiment

La granulométrie est l'étude de la distribution des grains dans une roche ou un sédiment en fonction de leur taille. Cette étude se base sur la séparation des différentes catégories de grains par le tamisage, puis les résultats des pesées des différents refus, sont exploités pour une représentation graphique soit sous forme de diagramme et courbe de fréquence afin d'estimer le degré d'homogénéité du sédiment, soit sous forme de courbe cumulative à fin de déterminer le degré de classement d'un sédiment, et ceci après la détermination des quartiles Q_1 et Q_3 et le calcul de l'indice de classement (S_o), qui indique la qualité du classement. Plus le sédiment est bien classé, plus S_o est petit.

Act. 3 Étude morphoscopique de la composition d'un sédiment

La Morphoscopie des grains de quartz, permet de retracer l'histoire, le milieu origine, et les conditions de transport de ces grains, et ceci en observant les diverses traces visibles à la surface des quartz détritiques. Une analyse morphoscopique des grains de quartz par une observation à la loupe binoculaire permet de distinguer trois types :

- **Grains non usés NU** : transparents ou colorés, aux arêtes tranchantes. Ils proviennent des arènes, des dépôts glaciaires et sont généralement d'origine proximale de la roche mère.
- **Grains émoussés luisants EL** : avec des arêtes sub-arrondies. L'aspect de la surface poli et brillant, signe un long transport aquatique. Ces grains sont caractéristiques des embouchures et des plages littorales.
- **Grains ronds mats RM** : à surface dépolie, translucide, mate et arrondie par un long transport éolien. Ils sont typiques des dunes littorales et/ou des déserts sableux.

La forme et l'aspect des galets, reflètent leur histoire de trajet et leur environnement de dépôt :

Act. 4 Études des figures sédimentaires et leur signification

Les éléments qui constituent les sédiments s'organisent au cours de la sédimentation pour former des structures, dites figures sédimentaires, qui sont des outils importants pour déterminer les conditions de transport et de dépôt des sédiments, donc de reconstituer le paléoenvironnement. Il est aussi possible de les classer selon leur processus de genèse (hydrodynamique, biologique ou climatique).

La stratification entrecroisée apparaît dans des zones où les conditions hydrauliques varient, comme les rivières (alternance de crues et décrues), les deltas, et les milieux marins littoraux.

- **Figures sédimentaires liées à la dynamique de l'eau ou du vent** : les rides et les dunes
- **Figures sédimentaires liées au climat** : comme les fentes de dessiccation ou les traces de gouttes de pluie
- **Figures sédimentaires liées à l'activité biologique** : La Bioturbation

Act. 5 Dynamique de transport des éléments sédimentaires

Le comportement des particules solides est en fonction de leur taille et de la vitesse du courant. Chaque élément sédimentaire est soumis à deux types de forces la gravité qui dépend de sa masse et la force du courant, et c'est la résultante R , qui détermine son comportement, érosion, sédimentation ou transport, ce dernier peut se faire de différentes façons, les particules de plus grande dimension (jusqu'à 2 mm) roulent ou glissent à la surface du sol (traction); les particules plus petites peuvent être transportées par une série de sauts de faible amplitude (saltation); les plus fines particules, une fois projetées en l'air ou dans l'eau, peuvent être transportées en suspension, sur de longues distances.

Act. 6 Conditions de sédimentation dans les milieux continentaux

Un milieu de sédimentation est une unité géomorphologique de taille et de forme déterminée où règne

un ensemble de facteurs physiques, chimiques et biologiques suffisamment constants pour former un dépôt caractéristique. Les milieux continentaux les plus importants sont :

- **Le milieu désertique** : où les dépôts de sables forment des dunes à formes et tailles différentes selon la dynamique du courant éolien, caractérisées par des grains sableux bien classés et à matrice argileuse pauvre.
- **Le milieu glaciaire** : avec des moraines sont des accumulations détritiques très complexes et variées, caractérisés par l'absence de stratification et l'hétérogénéité de la granulométrie (mauvais classement).
- **Le milieu lacustre** : où les sédiments se déposent selon une zonation concentrique assez théorique qui dépend de l'hydrodynamisme, de l'apport des rivières, de l'activité biologique et de la profondeur du lac.
- **Le milieu fluvial** : la sédimentation est marquée par un granoclassement décroissant de l'amont vers l'aval, qui résulte de la dynamique du courant d'eau, qui peut former des lieux de dépôt particuliers : les méandres et les terrasses fluviales.

Act. 7 Conditions de sédimentation dans les milieux intermédiaires

Les milieux de dépôt intermédiaires, sont situés aux limites du domaine marin et du domaine continental et présentent des caractères mixtes, comme :

- **L'embouchure** : qui dépend du rapport de force existant entre le fleuve et la mer.
- **La lagune** : dans ce milieu de sédimentation peu profond, la faune et la flore sont euryhalines, l'eau piégée est soumise à une forte évaporation, une fois à forte densité, elle dépose ses particules détritiques et les ions qu'elle contient précipitent sous forme de sels. Les matériaux déposés constituent une séquence évaporitique.
- **Le littoral (plage)** : où les sables sont bien triés. Parfois la surabondance de sédiments grossiers provient de fragments de coraux, de gastéropodes, de coquilles brisés. La sédimentation dans une plage est gouvernée par trois facteurs essentiels qui sont : - Les sources de sédiments. ; - Le niveau d'énergie des vagues. ; - La pente générale sur laquelle la plage s'est constituée.

Act. 8 Conditions de sédimentation dans les milieux marins

Le milieu marin est subdivisé en plusieurs zones selon le relief, la profondeur des eaux, et les caractéristiques biologiques et dynamiques qui règnent :

- **Le plateau continental** : est recouvert de sédiments terrigènes, qui proviennent de l'érosion des continents, et qui deviennent de plus en plus fins lorsque l'on s'éloigne des côtes, grâce à l'action des vagues. Une sédimentation carbonatée résulte de la richesse de la vie benthique.
- **Le talus continental** : les sédiments grossiers sont chenalisés dans les canyons sous-marins, par glissement, reptation, ou par avalanche, vers le glacis continental, ou ils se déposent sous forme de cônes sédimentaires très volumineux caractérisés par un granoclassement parfait.
- **La plaine abyssale** : est recouverte de sédiments qui proviennent de deux origines : particules terrigènes argileuses d'origine continentale, une pluie de particules issues du plancton.

Act. 9 Reconstruction de la carte paléogéographique du bassin phosphaté au Maroc

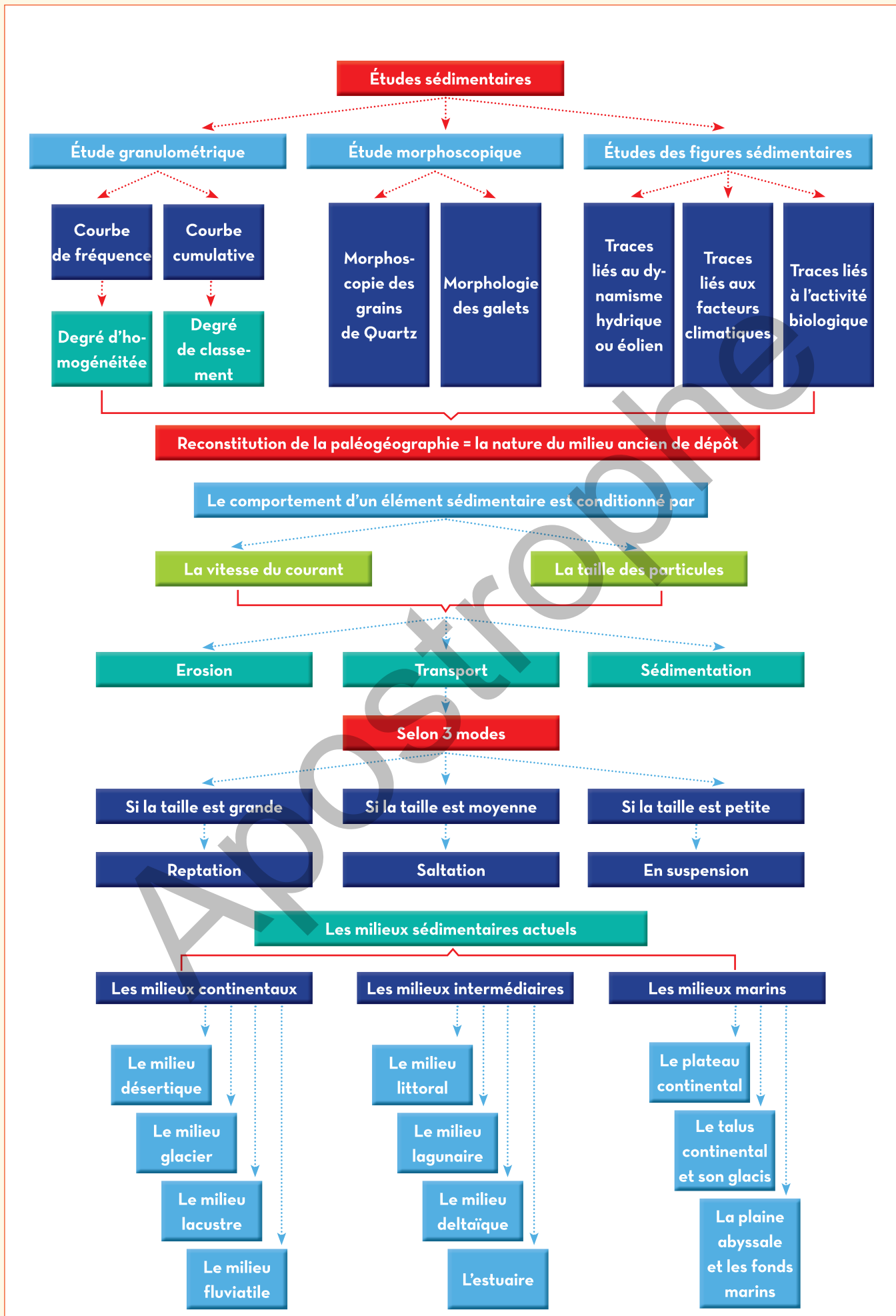
Les études sédimentologiques (phosphate sableux) et fossilifères (fossiles du littoral et pélagiques) ont permis la reconstitution de la paléogéographie du bassin des phosphates au Maroc. La genèse du phosphate du Maroc a nécessité des conditions écologiques et géographiques bien précises :

Des golfes ouverts sur la mer, à faible profondeur, à eaux chaudes, faiblesse des apports détritiques issus du domaine continental, grande abondance biologique grâce à la montée des eaux froides (Upwelling), et enfin un climat tropical à subtropical.

Act. 10 Reconstruction de la carte paléogéographique du bassin du charbon au Maroc

La richesse de l'antracite, roche typique du bassin houiller de Jerada, en fossiles de fougères et d'arbres spécifiques des zones humides, prouve que la paléogéographie de ce bassin était une forêt d'arbres dans un milieu continental marécageux, qui a permis l'accumulation de débris de végétaux, puis leur enterrement avec les racines suite à une sédimentation après transgression marine.

SCHÉMA-BILAN



Je teste mes connaissances

1 Choisir la fausse réponse pour chaque proposition :



Les particules solides issues de l'érosion se déposent dans les cours d'eau :

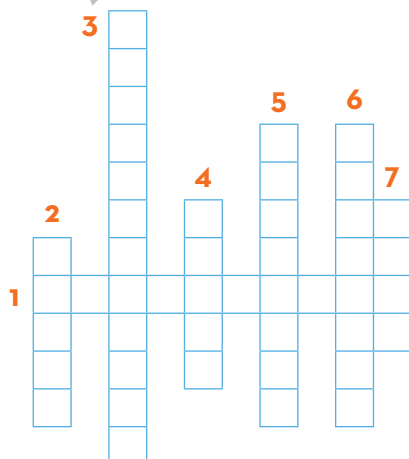
- quand la vitesse du courant diminue,
- quand la vitesse du courant augmente,
- plus ou moins loin en fonction de leur taille,
- cela s'appelle la sédimentation.

Sur la rive A de ce cours d'eau :

- le courant est moins fort que sur la rive B,
- les particules solides transportées par l'eau peuvent se déposer,
- il y a érosion,
- il y a sédimentation.

2 Recopie la grille et complète-la à l'aide des définitions suivantes :

1. Principe qui permet de reconstituer le passé à partir du présent.
2. Sédiment qui est à l'origine de la formation d'un grès.
3. Adjectif qui qualifie une roche formée à partir d'un dépôt.
4. Milieu de sédimentation marin actuel où se dépose du sable.
5. Traces d'êtres vivants dans une roche.
6. Dépôt qui se solidifie par la suite pour donner une roche sédimentaire.
7. Roche sédimentaire formée de grains de sable.



3 L'analyse granulométrique d'un sable a donné les résultats représentés dans le tableau suivant :

Diamètre des mailles	1.19-0.84	0.84-0.59	0.59-0.42	0.42-0.30
Refus en % pondéral	0.2	0.4	1.2	25.5

Diamètre des mailles	0.30-0.21	0.21-0.15	0.15-0.105	0.105-0.062
Refus en % pondéral	44.3	17.4	9.3	1.5

1. Tracer l'histogramme, la courbe de fréquence et la courbe cumulative de ce sédiment.
2. Déterminer les quartiles et déduire le degré de classement du sédiment.
3. Proposer une hypothèse sur son milieu de dépôt et son moyen de transport.

Sur un prélèvement de 400 g du même sable, on ajoute de l'eau oxygénée, après séchage on en trouve 390 g de sédiment.

Puis on isole la fraction argilo-limoneuse par tamisage, il nous reste 370 g de sédiment, on y fait agir de l'acide chlorhydrique, on attend jusqu'à ce que l'effervescence cesse, puis lavage et séchage, on en trouve 100 g de sédiment.

$S_o < 1.23$ Très bon classement
$1.23 < S_o < 1.41$ Bon classement
$1.41 < S_o < 1.74$ Classement modéré
$1.74 < S_o < 2$ Classement mauvais
$S_o > 2$ Classement Très mauvais
Indice de classement de Trask S_o

- a. Expliquer l'ajout de l'eau oxygénée.
- b. Quelle a été l'action de l'acide chlorhydrique ?
- c. Calculer les pourcentages respectifs de la matière organique, du calcaire, de la fraction argilo-limoneuse et du quartz, sachant que la fraction du sédiment qui a résisté à l'acide peut-être considérée comme constituée uniquement de quartz.

La morphoscopie effectuée sur les grains de quartz de ce sable a donné la composition suivante : NU 20%, EL 10%, RM et EM 70 %.

5. L'analyse des résultats obtenus te permet t-elle de valider l'hypothèse proposée ?