

Royaume du Maroc



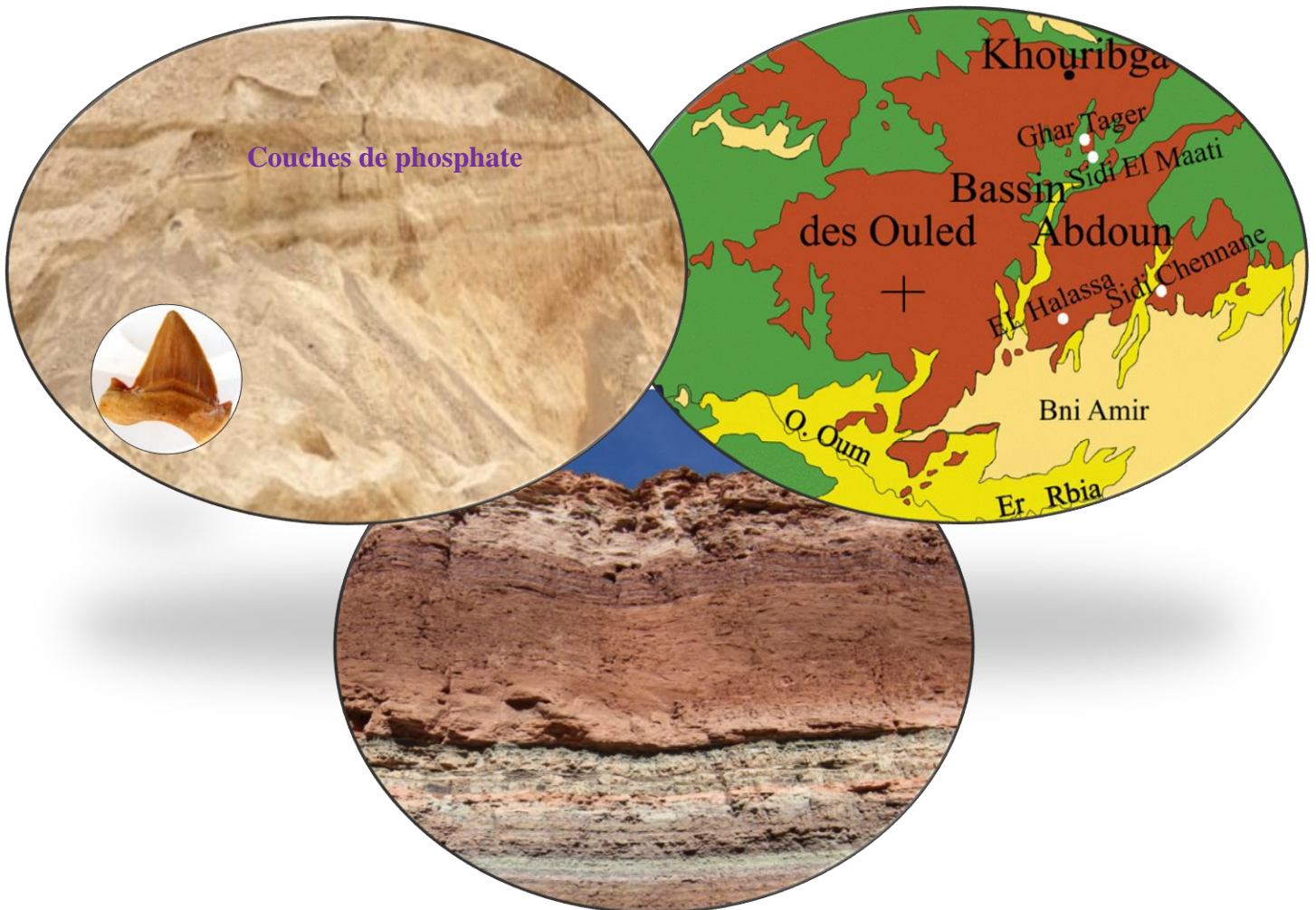
Ministère de l'éducation nationale du préscolaire et des sports  
Académie régionale de l'éducation nationale de Marrakech  
Direction provinciale Marrakech

# Les phénomènes géologiques externes

1<sup>ère</sup> année bac Sciences math

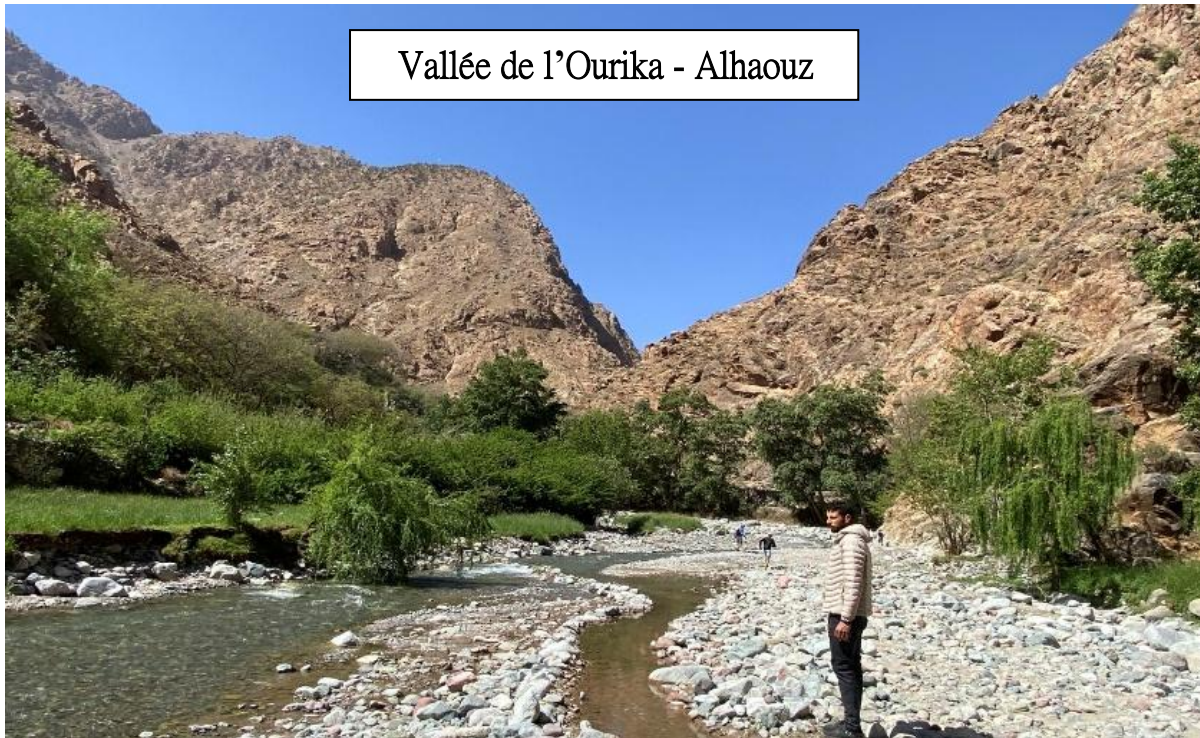
1<sup>ère</sup> année bac Sciences expérimentales

Section internationale, option langue Française



Prof : Khadija Zekrite  
Année scolaire : 2025/2026

# Introduction



Les phénomènes géologiques externes regroupent l'ensemble des phénomènes géologiques qui se déroulent dans la partie la plus externe de la terre (croûte terrestre), directement accessible à l'observation.

Les roches sédimentaires affleurent sur une plus grande partie de la surface de la terre sous forme de couches ou strates superposées, elle se forment selon quatre processus, l'altération et l'érosion, le transport, la sédimentation et la diagenèse.

Les roches sédimentaires évoluent dans le temps et dans l'espace et permettent ainsi aux géologues de reconstituer l'histoire de la terre.

## Problème posé:

Comment les roches sédimentaires permettent-elles de reconstituer l'histoire de la terre ??

## Chapitre 1

### Réalisation de la carte paléogéographique d'une région sédimentaire



Les roches phosphatées du Maroc à titre d'exemple affleurent dans des régions continentales sous forme de couches sédimentaires. Ces roches sont riches en fossiles comme les dents de requin. Ceci montre que ces couches phosphatées se sont déposées dans un milieu marin. Les roches sédimentaires sont donc des archives des paysages anciens.

Les observations des milieux sédimentaires actuels transposées aux phénomènes du passé : principe d'actualisme, permettent de reconstituer les éléments des paysages anciens.

#### Problèmes posés :

- Comment peut-on reconstituer les paysages géologiques anciens à partir des études des milieux sédimentaires actuels ?
- Comment peut-on réaliser une carte de la géographie ancienne (paléogéographie) d'une région donnée ?

## Plan du chapitre :

Activité 1 : Caractéristiques et classification des sédiments.

Activité 2 : Figures sédimentaires

Activité 3 : Etude statistiques des constituants des sédiments

Activité 4 : Etude morphoscopique des constituants des sédiments

Activité 5 : Dynamique et les agents de transport des sédiments

Activité 6 : Conditions de sédimentation dans les milieux actuels

Activité 7 : Conditions de sédimentation dans les anciens milieux de sédimentation (bassin des phosphates) et réalisation de la carte paléogéographique de la mer des phosphates

## Activité 1 : Caractéristiques des sédiments dans quelques milieux de sédimentation

Un sédiment est un ensemble constitué de particules solubles et des éléments détritiques (solides). L'étude de quelques caractéristiques des éléments détritiques permet de connaître quelques modalités de la formation de ces éléments.

- Quelle sont les caractéristiques des sédiments dans les différents milieux sédimentaires ?

### Doc 1 : Observation des sédiments dans différents milieux sédimentaires

Fig 1 : Oued Ourika montrant le transport des sédiments et leur dépôt sur les rives



Fig 2 : des sédiments dans le littoral الساحل



Fig 3 : des dunes de sable dans le Sahara



### Doc 2 : Echelle de classification des constituants de sédiments détritiques

Il existe une grande diversité des roches sédimentaires détritiques classées selon la taille des éléments qui les constituent :

Diamètre des particules en mm	> 256	Entre 64 et 256	Entre 2 et 64	Entre 0,063 et 2	Entre 1/256 et 0,063	< 1/256
<b>Sédiments</b>	<b>Blocs</b>	<b>Galets</b>	<b>Graviers</b>	<b>Sable</b>	<b>Limons</b>	<b>Argile</b>

1/ Doc 1 et 2 : **Déterminez** la nature des éléments détritiques des sédiments et **dégagez** les caractéristiques des sédiments dans les différents milieux sédimentaires.

2/ **Quels** sont les facteurs responsables de la variation de la taille des sédiments dans les différents milieux de sédimentation ?

## Réponses

1/ ■ La nature des éléments détritiques (solides) des sédiments varie d'un milieu sédimentaire à l'autre :

- Dans les fleuves, on observe des blocs, des galets, des graviers, du sable, du limon et de l'argile.
- Dans le littoral الساحل, on observe des galets et du sable.
- Dans le Sahara, on trouve du sable.

■ Le tableau du document 2 donne une classification des éléments détritiques des sédiments selon la taille des particules sédimentaires.

2/ La variation de la taille et de la forme des sédiments dans les différents milieux sédimentaires est expliqué par la nature de la roche mère, la dynamique des agents de transport comme la vitesse des courants d'eau, la force des vagues الأمواج et des marées المد والجزر, la vitesse du vent...

## Activité 2 : Les figures sédimentaires

Au cours de la sédimentation et sous l'effet de facteurs physiques, chimiques et biologiques, les sédiments s'organisent et forment des formes géométriques dites structures ou figures sédimentaires. Ces figures fournissent des indications sur les conditions de sédimentation.

- **Quelles sont les principales figures sédimentaires et comment permettent-elles de donner des informations sur les conditions de dépôt des sédiments.**

### I/ Figures sédimentaires en relation avec les agents de transport :

#### Document 1

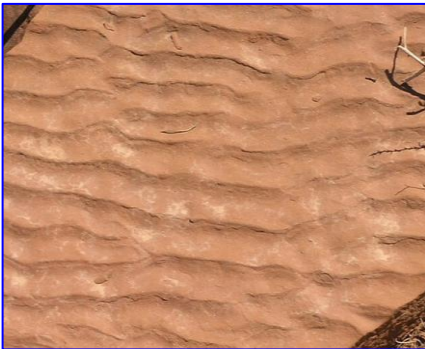


Fig 1 : Rides de vagues préservées dans un grès qui datent de 220 millions d'années



Fig 2 : des rides actuelles dans une plage

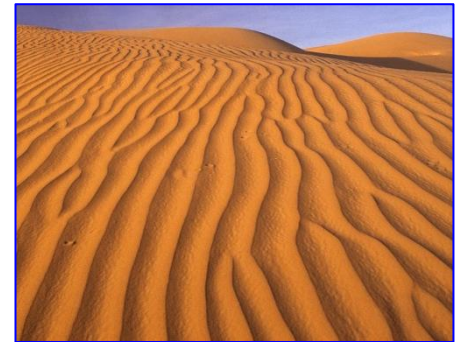


Fig 3 : des rides actuelles dans le Sahara

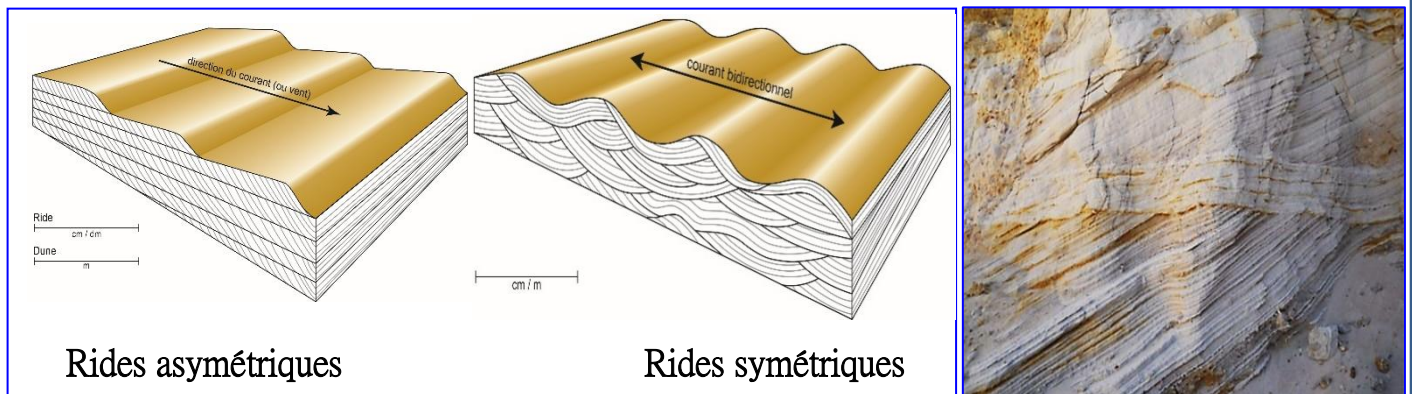


Fig 4 : Modèles explicatifs de la formation des rides

Fig 5 : Stratification entrecroisée observée dans les rivières, les deltas et le littoral

**1/ Définir et décrire** les figures sédimentaires présentées dans le document 1 et **établir** le lien entre leur aspect, leurs milieux de dépôt et la vitesse du courant.

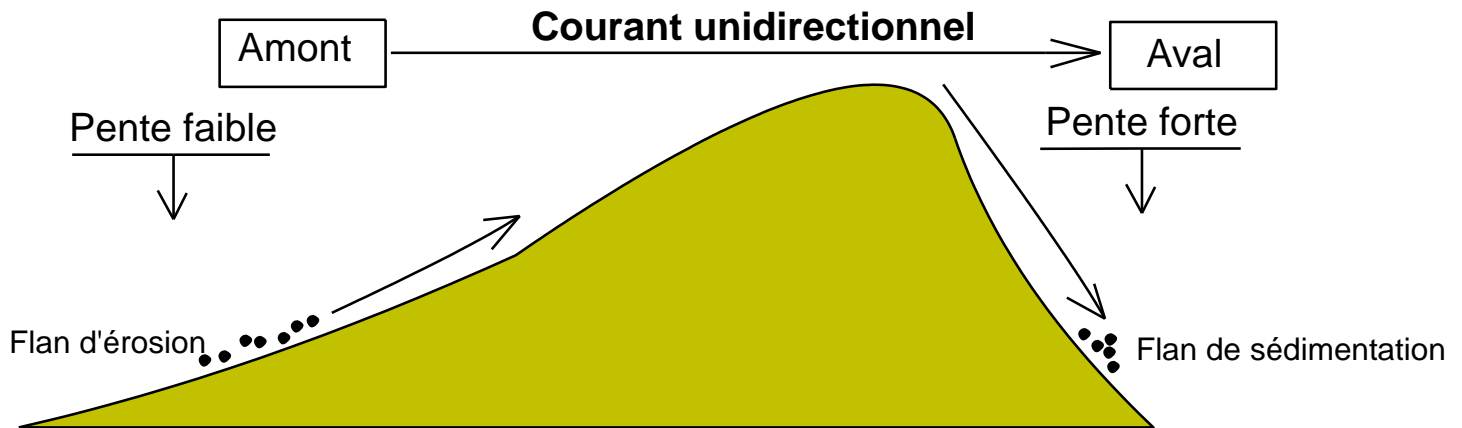
### Réponses

1/ ■ Les rides التجاعيد sont des figures sédimentaires sous forme d'ondulations sableuses dues à l'influence de forces hydrodynamiques (action des courants d'eau) et aérodynamiques (action du vent). Ces rides sont d'ordre centimétrique, mais elles peuvent atteindre quelques mètres dans le cas des dunes côtières ou désertiques.

■ Les rides donnent des informations sur le sens des courants d'eau dans les paysage anciens, ainsi:

- Les rides symétriques sont la conséquence des courants bidirectionnels sous l'action des vagues dans une plage.

- Les rides asymétriques sont la conséquence des courants unidirectionnels sur le fond de l'eau des rivières, en effet la pente est faible en amont جهة المنبع et faible en aval جهة المصب.



Ride asymétrique

### III/ Figures sédimentaires en relation avec les facteurs climatiques et biologiques :



Document 1

◀ Fig 1: fentes de dessiccation actuelles

Fig 2: ➤ fentes de dessiccation fossilisées



Photographie Pierre Thomas



◀ Fig 3: Empreinte des pattes de dinosaure fossilisé

Fig 4: ➤ Empreinte des pattes d'un oiseau sur un sédiment actuel



**2/ Définir** les figures sédimentaires présentées dans le document 2 et **établir** le lien entre ces figures et les conditions de dépôt des sédiments.

## Réponses

2/ ■ Les fentes de dessiccation (ou mud cracks) شقوق التيبس sont des fissures en réseau plus ou moins polygonal, ces fentes résultent de la diminution du volume des sédiments argileux hydratés après évaporation de l'eau. Ils se forment au niveau des lacs temporaires, des plaines d'inondation et des littorales.

Les fentes de dessiccation indiquent donc que le milieu de sédimentation est aquatique non permanent, et connaît une longue phase de sécheresse.

■ Les empreintes d'activité : des traces témoins de l'activité des organismes anciens préservées dans des roches sédimentaires comme les traces de déplacement, les traces de coquilles, d'excréments, des galeries, des morceaux de bois, d'os...

### Bilan :

Les figures sédimentaires sont des formes géométriques préservées dans les couches sédimentaires. Ils permettent de déterminer les conditions de transport et de dépôt des sédiments pour constituer la paléogéographie d'un ancien milieu sédimentaire.

## Activité 3 : Etude granulométrique des constituants des sédiments

L'étude des milieux sédimentaires dans le terrain nécessite la récolte de quelques échantillons de sédiments pour compléter les analyses au laboratoire par une étude granulométrique et tirer des informations sur les modalités de transport et le milieu de sédimentation.

### I/ Préparation d'un échantillon de sable pour l'étude granulométrique

#### Document 1 : technique du tamisage تقنية الغربلة

##### Préparation du sable :

- Mettre 150g d'un échantillon de sable dans un tamis غربال dont le diamètre des mailles est 0,063mm et laver l'échantillon avec de l'eau distillée pour éliminer l'argile et le limon.
- Ajouter de l'acide chlorhydrique (HCl) pour éliminer le calcaire et avec de l'eau oxygéné pour éliminer la matière organique.
- Après ces traitements il reste essentiellement les grains de quartz.
- Sécher l'échantillon à l'étuve الفرن.

##### Tri عزل des grains de sable par tamisage :

- Mettre 100g de l'échantillon préparé dans une colonne de tamis dont le diamètre décroît du haut (2mm) vers le bas (0.063mm).
- Agiter les tamis par vibration pendant 15mn, ce qui permet de répartir les grains de sable sur les différents tamis en fonction de leur taille.
- Peser le contenu (le refus) de chaque tamis et déterminer son pourcentage par rapport à la masse totale de l'échantillon étudié.



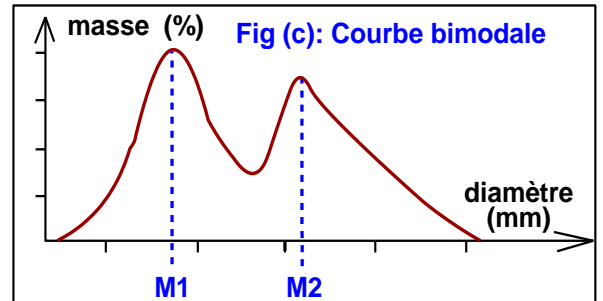
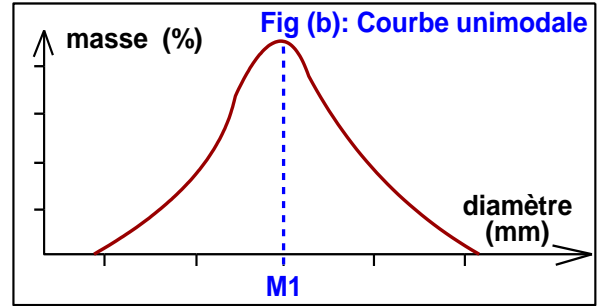
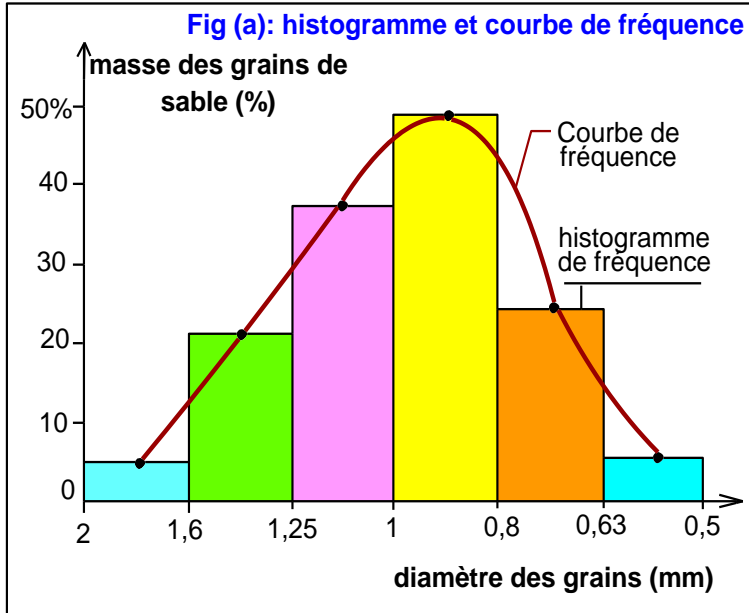
### II/ Représentation graphique : histogrammes et courbes de fréquences

#### Document 2 : histogramme et courbe de fréquence

##### Réalisation de l'histogramme de fréquence

Tracez un graphe à deux axes puis portez :

- En abscisse : le diamètre des mailles des tamis sur une échelle logarithmique d'une manière décroissante.
- En ordonnée : le pourcentage des masses pour le polygone et la courbe de fréquence, et la masse cumulée pour la courbe cumulative.
- Ensuite, on trace :
  - L'histogramme de fréquence : on construit une série de rectangles dont la base a pour valeur les intervalles des diamètres des mailles et comme hauteur la masse des grains de sable en pourcentage (voir figure « a »).
  - La courbe de fréquence : on relie à la main les milieux des rectangles obtenus pour obtenir une courbe.



### Analyse de la courbe de fréquence :

- Si la courbe de fréquence est **unimodale** (un seul pic : fig b), le sable étudié est **homogène**.
  - Si la courbe unimodale est étroite ضيقة: le sable est **bien classé**. S'il est constitué essentiellement de **grains fins**, ce sable a une **origine éolienne**. S'il est constitué essentiellement de **grains grossiers**, ce sable a une **origine côtière**.
  - Si la courbe unimodale est large (sable constitué de grains grossiers et fins) : le sable est **mal classé**. Il s'agit généralement de **sable fluvatile**.
- Si la courbe de fréquence est **bimodale ou plurimodale** (plusieurs pics : fig c): le sable étudié est **hétérogène** et **non classé**, c'est un mélange de deux ou plusieurs sables ayant des origines différentes. On peut rencontrer ce type de sable en **milieu fluvatile**.

### III/ Représentation graphique : la courbe cumulative

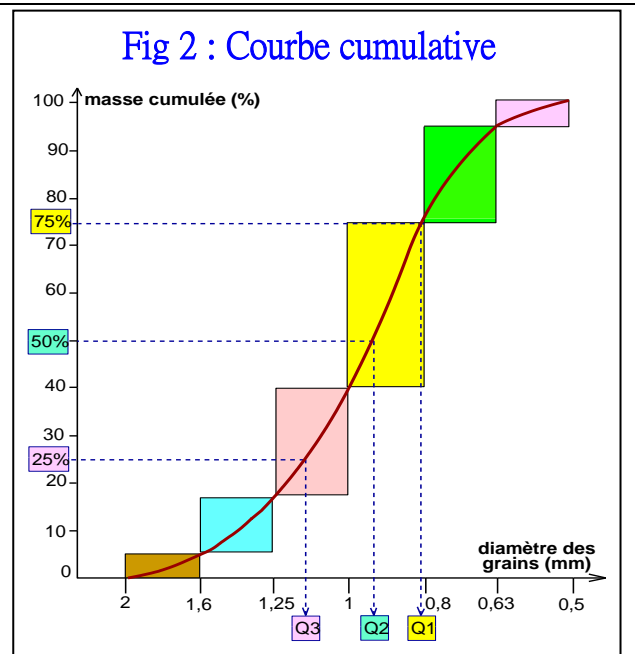
#### Document 3: courbe cumulative

Pour tracer la courbe cumulative :

- ❖ On doit tout d'abord calculer le pourcentage des refus cumulés en ajoutant à chaque refus l'ensemble des autres refus des tamis de taille plus grande (tableau « a »)
- ❖ Mettre en abscisse le diamètre des mailles des tamis selon une échelle logarithmique.
- ❖ Mettre en ordonnée le pourcentage de la masse cumulée.

Diamètre des tamis en mm	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
Masse des grains %	0	5	12	23	35	20	5
Masse cumulée %	0	5	17	40	75	95	100

Fig (a) : Le pourcentage des refus cumulés pour un échantillon de sable



### Document 4

#### Exploitation de la courbe cumulative

Sur la courbe cumulative, on détermine les **quartiles** :

- **Le quartil Q1** : correspond à l'abscisse de l'ordonnée 75%.
- **Le quartil Q2 = médiane Md** : correspond à l'abscisse de l'ordonnée 50%.
- **Le quartil Q3** : correspond à l'abscisse de l'ordonnée 25%.

Les valeurs de Q1 et Q3 permettent de calculer l'indice de classement appelé **indice de Trask (S<sub>0</sub>)** :

$$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

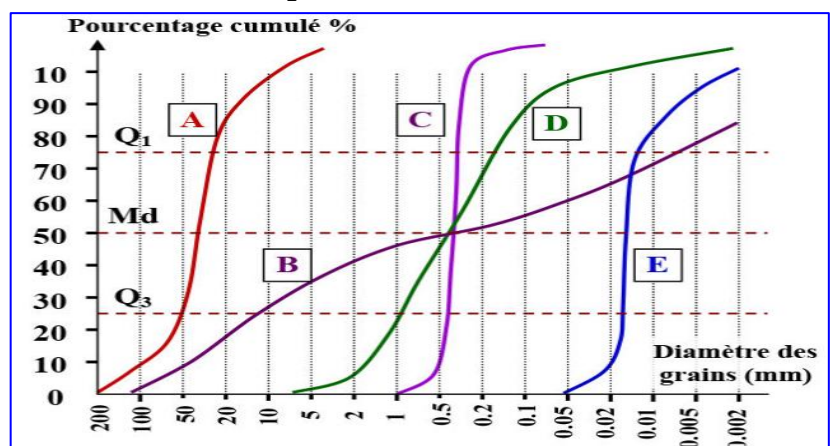
- On utilise les valeurs de l'indice de Trask (S<sub>0</sub>) pour évaluer le classement du sable étudié :

Valeur de S <sub>0</sub>	Classement du sable	Origine du sable
$S_0 < 1,23$	Très bon classement	Sable éolien
$1,23 \leq S_0 < 1,41$	Bien classé	Sable côtier ou fluviatile d'aval المصب
$1,41 \leq S_0 < 1,74$	Classement moyen	Sable fluviatile
$1,74 \leq S_0 < 2$	Mauvais classement	Sable fluviatile d'amont المنبع
$S_0 \geq 2$	Non classé	Sable glacier

- On peut déterminer l'origine du sable étudié en comparant sa courbe cumulative avec des courbes de référence de sables de milieux connus :

**Courbe cumulative** ➔

- A : Gravier fluviatile
- B : Sédiment glacier (moraine)
- C : Sable marin côtier
- D : Sable fluviatile
- E : Sable dunaire éolien



#### IV/ Exercice d'application :

Le tableau suivant représente les résultats de l'étude granulométrique de 3 échantillons de sable de 100g dans 3 localités différentes :

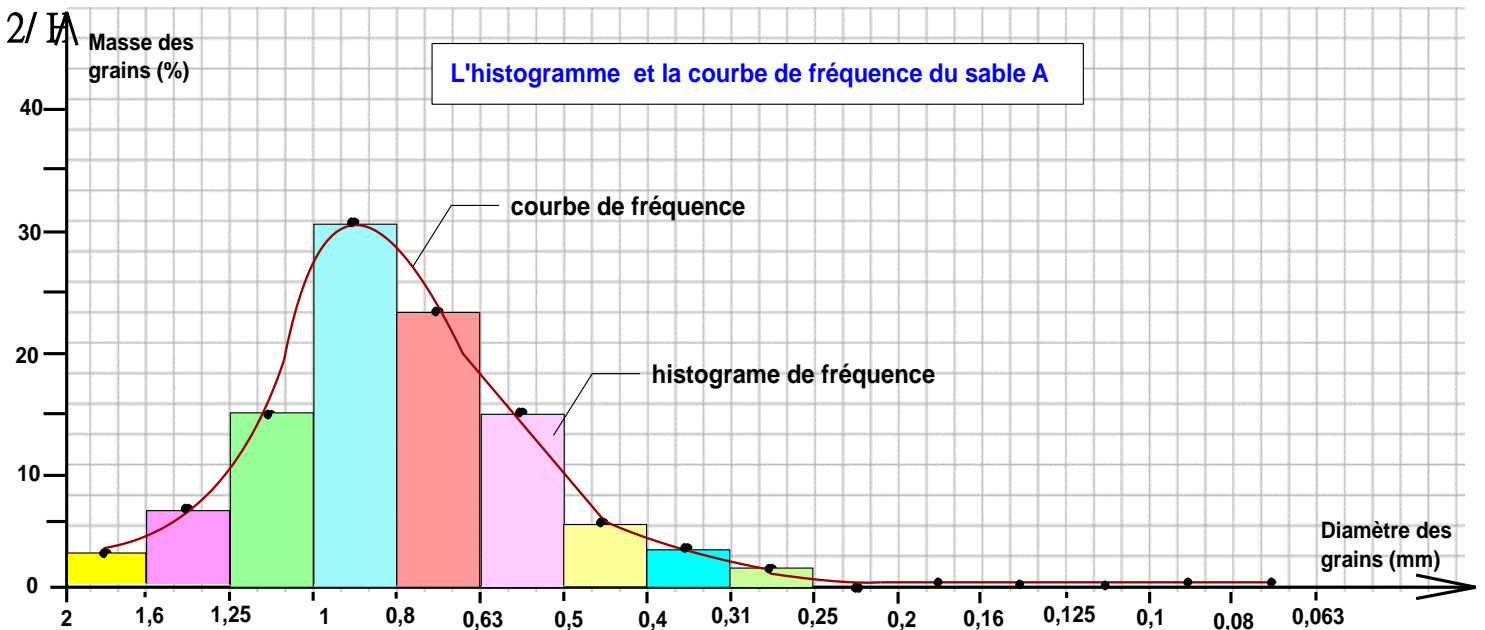
Maille des tamis (mm)	Diamètre des grains (mm)	Refus du tamis pour le sable A			Refus du tamis pour le sable B			Refus du tamis pour le sable C		
		Pesée (g)	Pesée (%)	Masse cumulée (%)	Pesée (g)	Pesée (%)	Masse cumulée (%)	Pesée (g)	Pesée (%)	Masse cumulée (%)
2	> 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,6	1,6-2	2,4	2,4	2,4	04	04	4	0	0	0
1,25	1,25-1,6	6,7	6,7	9,1	09	09	13	0	0	0
1	1-1,25	14,5	14,5	23,6	11,6	11,6	24,6	0	0	0
0,8	0,8-1	31,4	31,4	55	5	5	29,6	0	0	0
0,63	0,63-0,8	23,4	23,4	78,4	4,7	4,7	34,3	0	0	0
0,5	0,5-0,63	14,3	14,3	92,7	08	08	42,3	0	0	0
0,4	0,4-0,5	4,7	4,7	97,4	9,3	9,3	51,6	0,1	0,1	0,1
0,31	0,31-0,4	2,2	2,2	99,6	11,4	11,4	63	5,1	5,1	5,2
0,25	0,25-0,31	0,4	0,4	100	14	14	77	26,1	26,1	31,3
0,2	0,2-0,25	0	0	100	10	10	87	57,4	57,4	88,7
0,16	0,16-0,2	0	0	100	07	07	94	9,1	9,1	97,8
0,125	0,125-0,16	0	0	100	04	04	98	1,6	1,6	99,4
0,1	0,1-0,125	0	0	100	1,5	1,5	99,5	0,6	0,6	100
0,08	0,08-0,1	0	0	100	0,5	0,5	100	0	0	100
0,063	0,063-0,08	0	0	100	0	0	100	0	0	100

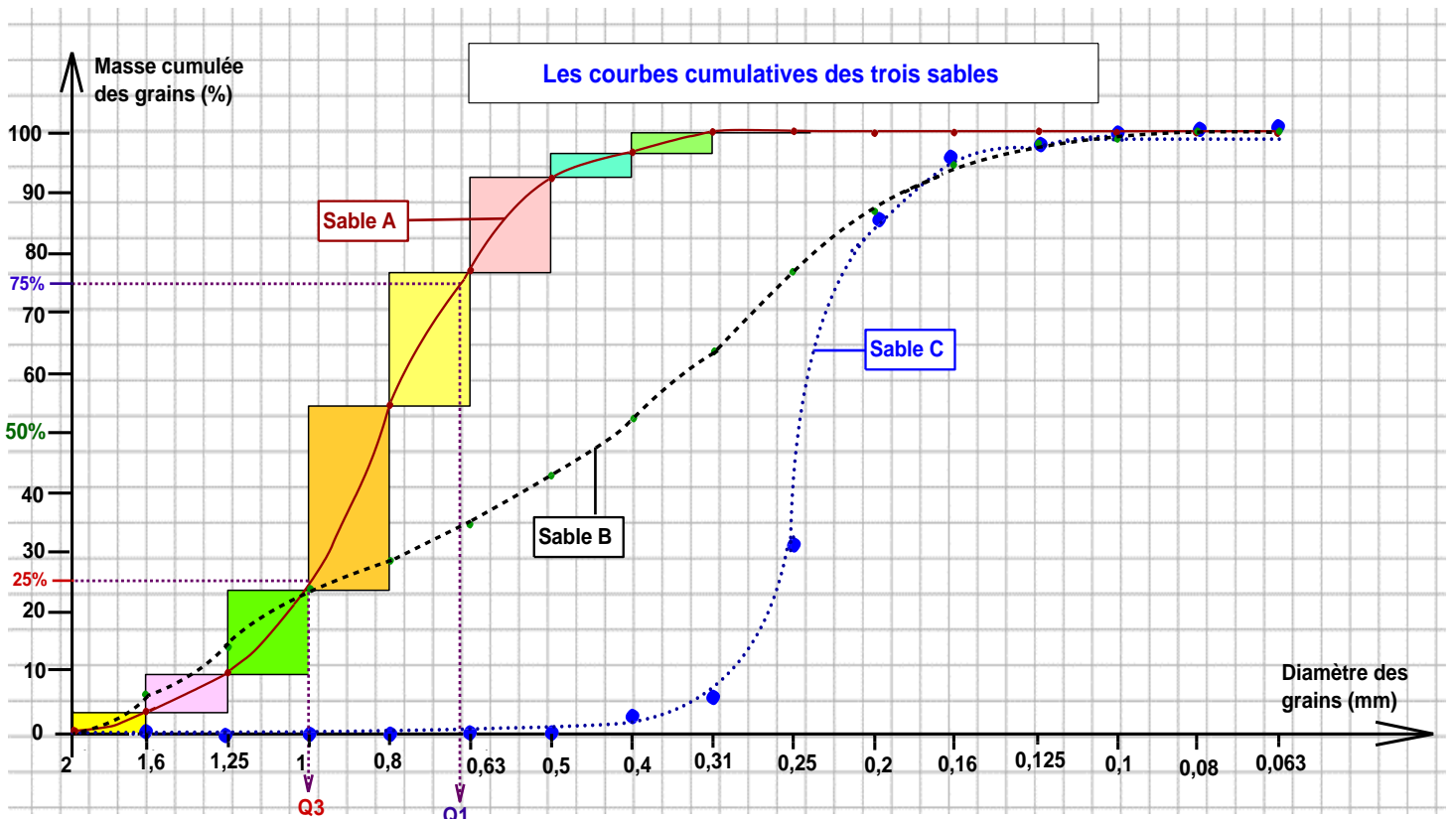
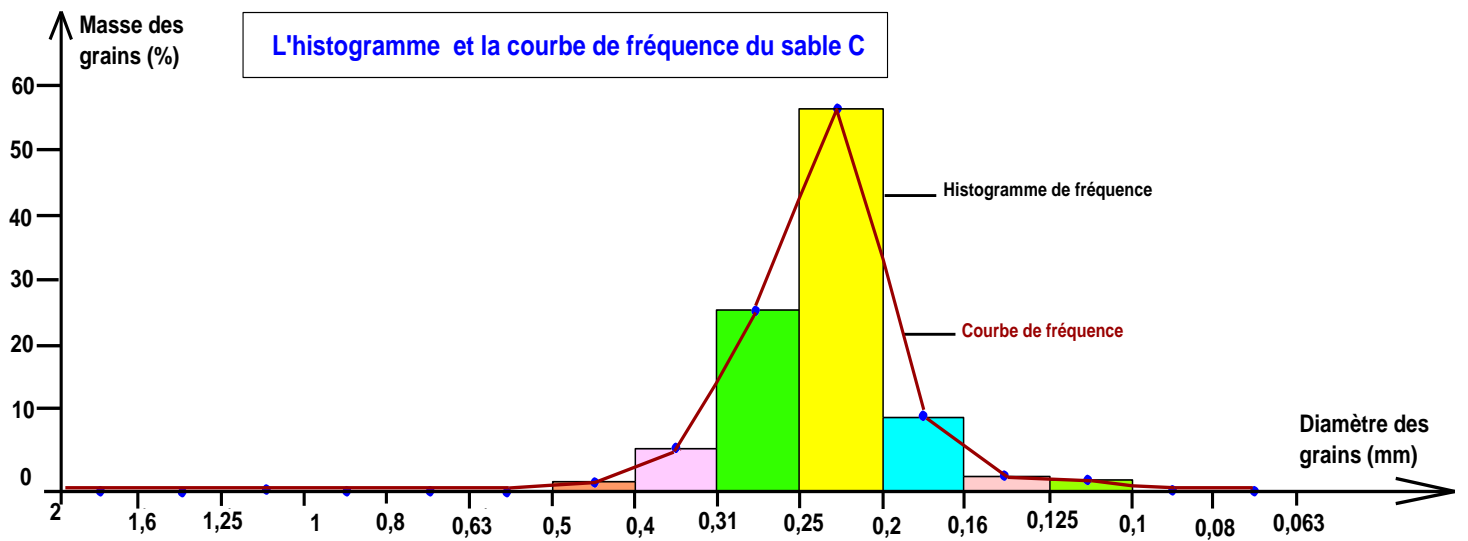
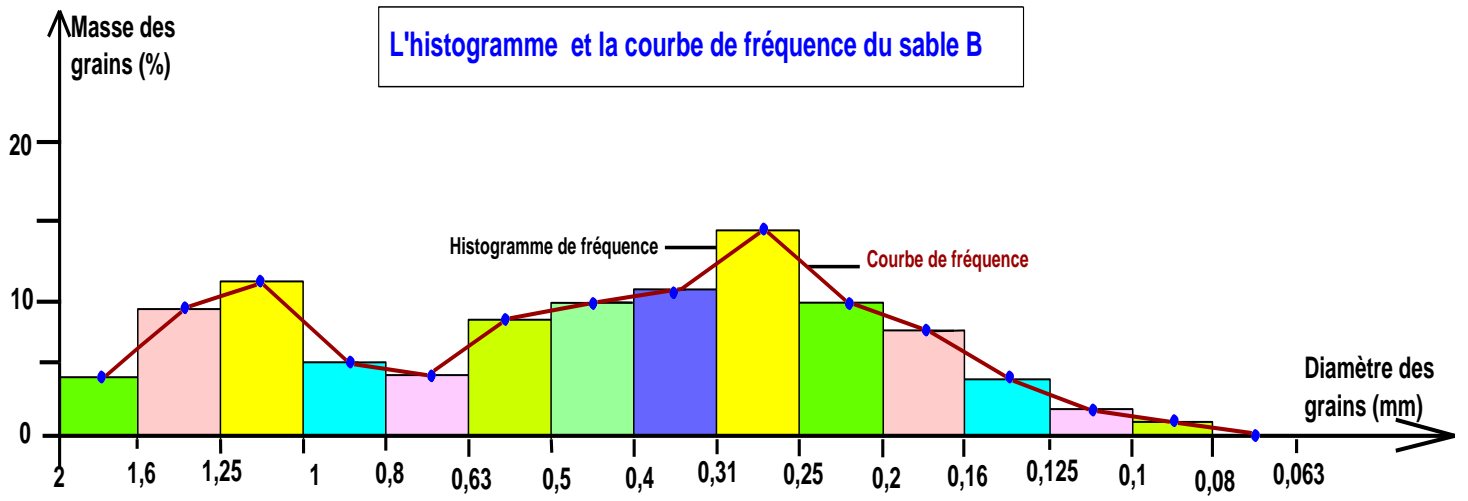
Refus du tamis = وزن الرمل المتبقي في الغربال      masse cumulée = الوزن التراكمي

- 1/ Calculez la masse cumulée pour les trois échantillons en pourcentage.
- 2/ Tracez sur le papier millimétré l'histogramme et la courbe de fréquence pour le sable B et C.
- 3/ Décrire chaque courbe de fréquence, puis conclure le degré d'homogénéité de chaque échantillon.
- 4/ Tracez sur le papier millimétré la courbe cumulative pour le sable B et C.
- 5/ Déterminez les quartiles Q1 et Q3 et calculez l'indice de Trask  $S_0$ , puis déduisez le degré de classement pour chaque échantillon de sable et son origine.

#### Réponses

1/ Voir le tableau





### 3/ Description de chaque courbe de fréquence et conclusion du degré d'homogénéité de chaque échantillon.

- Sable A : la courbe de fréquence est unimodale, donc le sable A est homogène.
- Sable B : la courbe de fréquence est bimodale, donc le sable B est hétérogène et non classé.
- Sable C : la courbe de fréquence est unimodale, donc le sable C est homogène, la courbe est étroite, les grains sont de taille moyenne à grossiers, ce sable peut avoir une origine côtière.

### 4/ Courbe cumulative pour le sable B et C : voir papier millimétré.

### 5/ Détermination des quartiles Q1 et Q3 et calcul de l'indice de Trask S0, et déduction du degré de classement pour chaque échantillon de sable.

	Sable A	Sable B	Sable C
Q1	0,65	0,25	0,22
Q3	1	0,94	0,26
$s_0 = \sqrt{\frac{Q3}{Q1}}$	1,53	3,76	1,18
Degré de classement et origine possible du sable	Classement moyen, sable d'origine fluvatile	Non classé, sable d'origine glaciaire	Bien classé, sable côtier ou fluvatile d'aval

## Activité 4 : Etude morphoscopique des sédiments

دراسة الشكل الخارجي للرواسب

Les éléments détritiques subissent lors du transport des changements morphologiques qui modifient leur aspect d'origine. L'étude morphoscopique des éléments détritiques d'un sédiment donne une idée sur le degré du dynamisme qu'a subi un sédiment.

- Comment l'étude morphoscopique permet-elle de connaître la nature des agents de transport et des milieux de sédimentation.

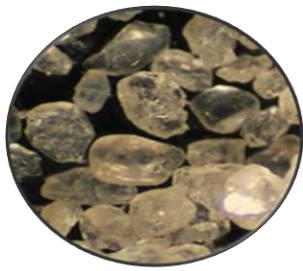


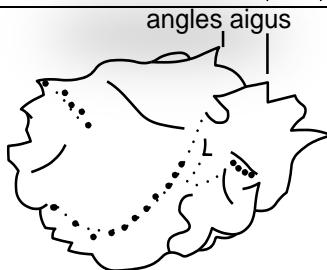
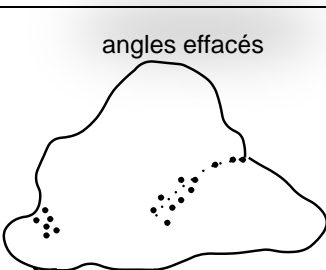
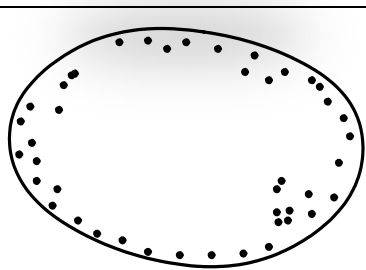
### I/ Etude morphoscopique des grains de quartz d'un sable :

Le quartz est l'élément le plus abondant وافر dans le sable, il est caractérisé par sa forte résistance aux agents d'altération et de transport, c'est la raison pour laquelle ces grains sont utilisés dans l'étude morphoscopique.

#### Manipulation :

- Prépare un échantillon de sable selon les mêmes étapes décrites dans l'étude granulométrique des sédiments.
- Isoler par tamisage des grains de quartz ayant un diamètre compris entre 0,4mm et 1,6mm.
- Observez l'aspect et la forme des grains de quartz à la loupe binoculaire.

#### Document 1 : étude morphoscopique des grains de quartz

Observation à la loupe binoculaire			
Aspect des grains	 <p>angles aigus</p>	 <p>angles effacés</p>	

Observez les différents grains de quartz à l'aide de la loupe binoculaire, décrivez ces différents grains et déterminez l'agent de leur transport et leur milieu de dépôt.

### Réponses

L'étude morphoscopique des grains de quartz permet de distinguer 3 types de formes :

❖ Les grains non usés (NU) حبات غير محزة: grains transparents, anguleux avec des arêtes tranchantes حادة. Ces grains indiquent un transport à courte distance par l'eau des fleuves ou les glaciers. Ils caractérisent donc les dépôts fluviatiles ou glaciers.

❖ Les grains émoussés luisants (EL) حبات مدملكة براقية : grains transparents, polis مصقولة à faces brillantes et à arêtes usés. Ces grains indiquent un transport à longue distance par l'eau. Ils caractérisent donc les dépôts littoraux (plages) et des embouchures des fleuves مصبات الوديان

❖ Les grains ronds mat (RM) حبات دائرية غير براقية : grains mats (non transparents), non polis غير مصقولة, ronds. Ces grains indiquent un transport à grande distance par le vent (transport éolien). Ils caractérisent donc les dépôts des dunes littorales ou désertiques.

## II/ Etude morphoscopique de trois types de sable :

### Document 2 : étude morphoscopique de 3 types de sable

Après traitement de 3 échantillons de sable A, B et C (rinçage à l'eau distillée, ajout d'acide chlorhydrique et l'eau oxygénée, séchage et tamisage), on prend 100 grains de quartz et on dénombre sous la loupe binoculaire le pourcentage des grains NU, EL et RM. Le tableau ci-dessous présente les résultats de ce dénombrement :

Grains de quartz	Pourcentage des types de grains de quartz		
	Sable A	Sable B	Sable C
NU	64	10	06
EL	20	20	68
RM	16	70	26

- 1/ Représentez les pourcentages de chaque type de grains de quartz sur un graphe circulaire.
- 2/ Décrivez les résultats et déterminez l'agent et la durée de transport et le milieu de sédimentation de chaque type de sable.

## Réponses

1/ Représentation graphique par un graphe circulaire.

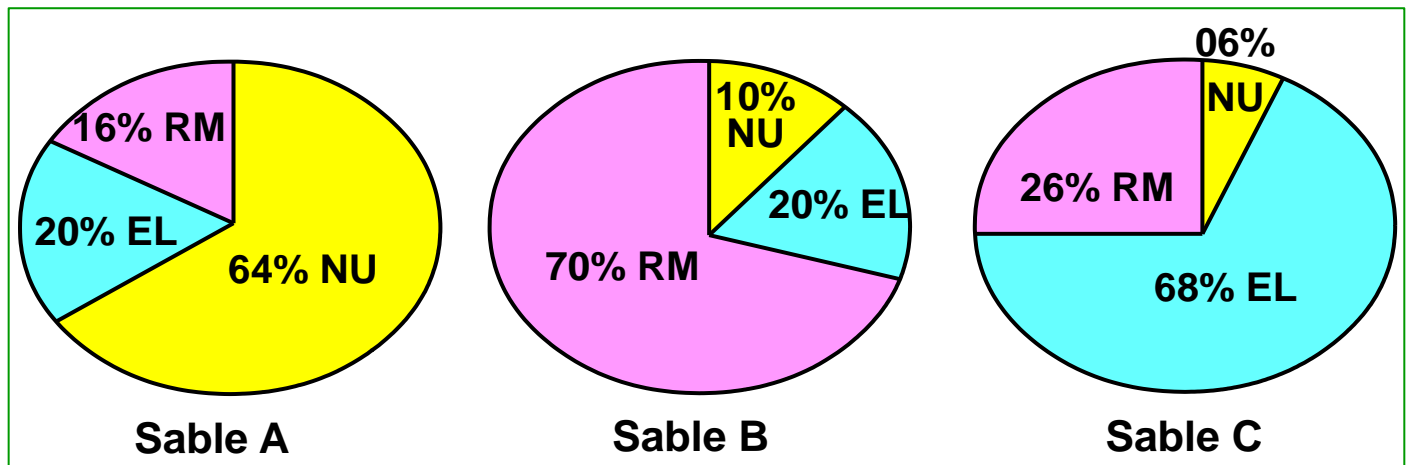
- Détermination de la valeur de l'angle correspondant à chaque type de grains :

$$360^\circ \rightarrow 100\%$$

$$x^\circ \rightarrow 64\%$$

$$x = 360 \times 64 / 100 = 230,4^\circ$$

- De la même manière on calcule les valeurs des angles des autres types de grains




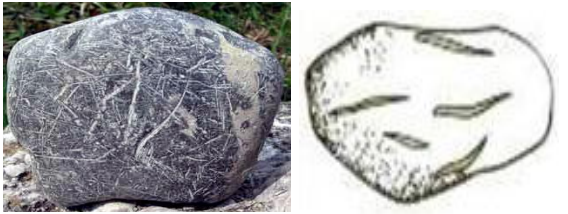


2/ Description et détermination de l'agent et la durée de transport et le milieu de sédimentation de chaque type de sable.

- **Sable A** : dominance des grains NU donc le transport est court par l'eau ou les glaciers, il s'agit d'un dépôt fluviatile d'amont ou glacier.
- **Sable B** : dominance des grains RM donc le transport est long par le vent, il s'agit d'un dépôt des dunes littorales ou désertiques.
- **Sable C** : dominance des grains EL donc le transport est long par l'eau ou les glaciers, il s'agit d'un dépôt littoral ou fluviatile d'aval.

### III/ Etude morphoscopique des galets:

Les galets sont des cailloux de taille comprise entre 20mm et 200mm. Leur étude porte sur le degré d'arrondissement, sur leur orientation liée aux courants, sur l'aspect de leur surface : ces éléments caractérisent les types d'érosion et de transport et le milieu de leur sédimentation.

Type des galets et leur aspect	Caractéristique
<p><b>Galets fluviatiles</b></p> 	Galets circulaires, aplatis. Le degré d'émoussement dépend de la durée et de la distance du transport.
<p><b>Galets côtiers (de Plage)</b></p> 	Galets aplatis ou plus au moins arrondis, Présence de trous arqués <b>ثقوب مقوسة</b> qui sont le résultat des chocs dus à la force des vagues.
<p><b>Galets éoliens</b></p> 	Galets lisse de forme émoussée, ont des bords coupés dus à l'action du vent chargé de sable
<p><b>Galets glaciaires</b></p> 	Galets polis <b>مصقولة</b> , très émoussés, Présence de stries dues aux frottements avec le lit ou les murs rocheux au cours du transport par les glaciers.
<b>Document 3 : Les types de galets</b>	

↪ En utilisant les données du tableau précédent, identifie le type des galets présentés par ton professeur.

## Activité 5 : Dynamique et agents de transport des sédiments

Le transport des sédiments provenant de l'érosion peut être assuré par différents agents : l'eau, le vent, les glaciers, la gravité...etc.

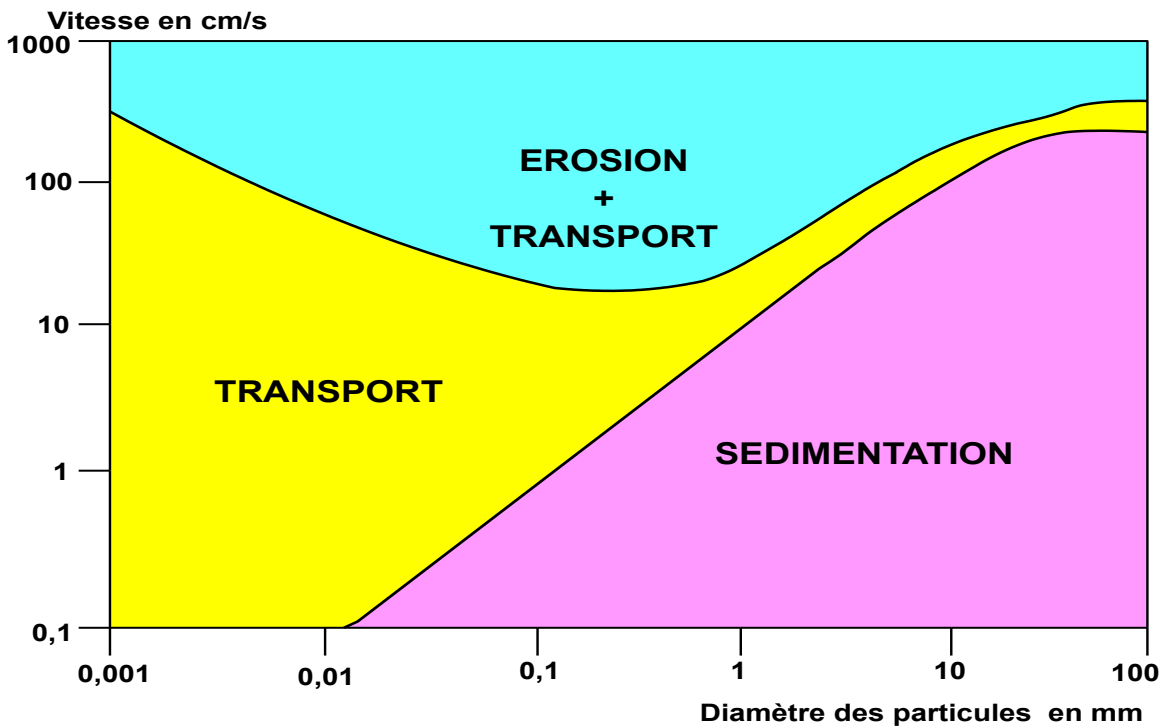
↳ De quoi dépend les différentes particules issues de l'érosion ?

↳ Quels sont les différents modes de transport des particules détritiques ?

### 1/ Comportement des particules détritiques en fonction de leur taille et la vitesse du courant

#### Document 1 : Diagramme de Hjulstrom

Le document suivant représente le diagramme de Hjulstrom qui permet de relier la vitesse d'un courant d'eau à son action sur des particules de tailles différentes.



1/ Quel est le devenir des particules de diamètre respectifs de 10mm, 2mm et 0,01mm si la vitesse du courant d'eau est 10cm/s et 100cm/s

2/ Que va-t-il se passer pour une particule de 100mm de diamètre dans un courant d'eau d'une vitesse de 10cm/s?

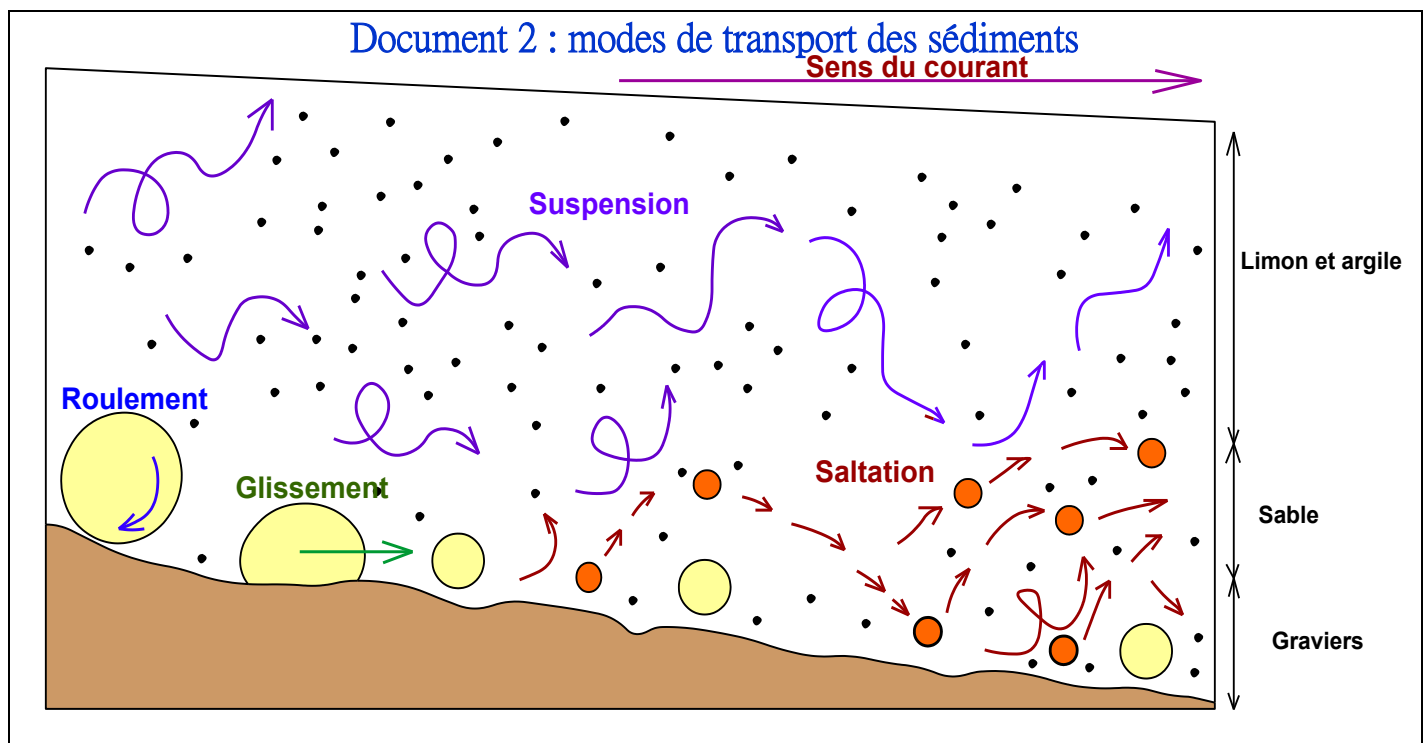
### Réponses

1/ Devenir des particules de diamètre respectifs de 10mm, 2mm et 0,01mm si la vitesse du courant d'eau est 10cm/s et 100cm/s

Diamètre \ Vitesse du courant	10mm	2mm	0,01mm
10cm/s	Sédimentation	Sédimentation	Transport
100cm/s	Transport	Erosion	Erosion

2/ Une particule de 100mm de diamètre dans un courant d'eau d'une vitesse de 10cm/s va sédimenter

## II/ Modes de transport des particules détritiques par un courant d'eau



↳ Déterminez à partir du document 2 les différents modes de transport des particules le long d'un cours d'eau en établissant le lien entre la vitesse du courant, la taille des particules et chaque mode de transport

### Réponses

Selon la taille des sédiments, on distingue différents modes de transport :

- **Roulement** التدرج et glissement الانزلاق pour les sédiments de grande taille (les blocs et les galets et les graviers).
- **Saltation** القفز: pour les sédiments de taille moyenne (le sable).
- **En suspension** عالقة: pour les sédiments les plus fins (le limon et l'argile).
- **En dissolution** محلول: pour les éléments solubles dans l'eau (comme le sel, le calcaire...)

## Activité 6 : Les conditions de sédimentation dans les milieux de sédimentation actuels

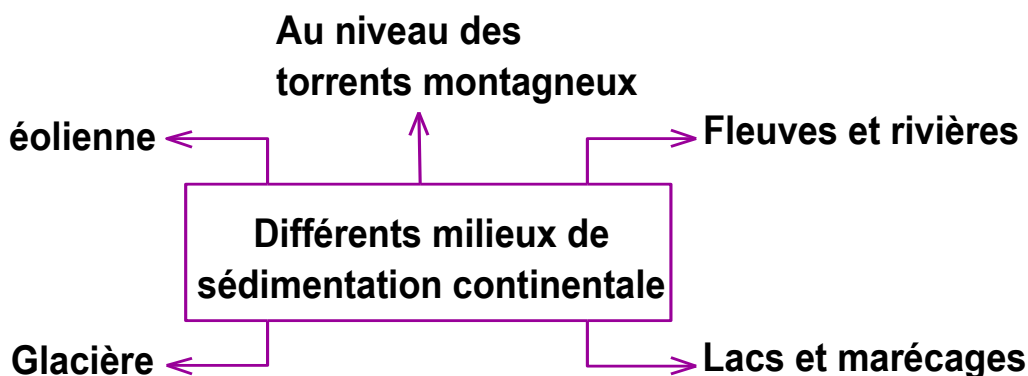
Les éléments altérés et érodés sont transportés soit à l'état solide ou en solution, ces différentes particules vont se déposer ou se précipiter dans les différents milieux de sédimentation : les milieux continentaux, les milieux intermédiaires, et les milieux marins

↳ Quelles sont les caractéristiques et les conditions de sédimentation dans ces différents milieux ?

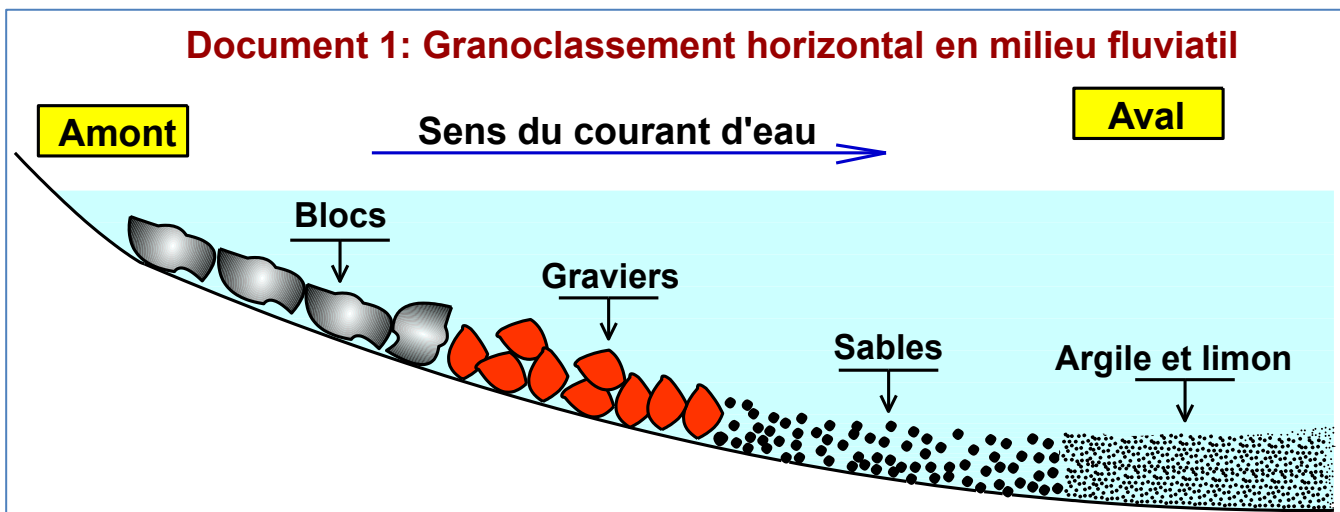
### I/ Les caractéristique et les conditions de sédimentation dans les milieux continentaux :

#### 1/ Différents milieux de sédimentation continentale :

Citez les lieux de sédimentation au niveau des continents



#### 2/ Sédimentation le long d'un cours d'eau (rivière, fleuve)



↳ Expliquez le dépôt des éléments détritiques le long du fleuve suivant ce granoclassement horizontal.

### Réponses

Explication des dépôts détritiques le long du fleuve :

✿ La sédimentation fluviale dépend de deux facteurs principaux : la densité des sédiments et la vitesse du courant.

✿ Depuis l'amont du fleuve vers l'aval, la diminution de la force du courant conduit à un

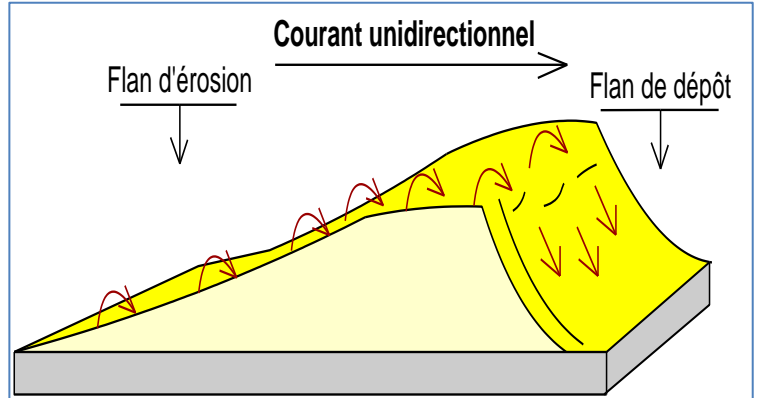
### granoclassement horizontal négatif:

- Les sédiments les plus grossiers en amont où la force du courant est forte,
- et les plus fins en aval où la force du courant est faible.

### 3/ Sédimentation éolienne

#### Document 3 : Les dunes de sable

Les dunes sont des reliefs de sable modelés par le vent, hauts de quelques mètres à plus de 100m, On trouve ces formes dans les déserts sableux et les milieux littoraux.



Dune de sable dans le Sahara de Merzouga

Accumulation du sable en arrière d'un obstacle

↳ Montrez comment se forment les dunes

### Réponses

- Le vent doit être assez puissant pour soulever ou pousser les grains : les grains roulent au sol (roulement), ou sautent par petits bonds (saltation).
- Quand le vent rencontre un obstacle (caillou, plante, morceau de bois...), le sable transporté perd de l'énergie et commence à s'accumuler derrière cet obstacle.
- La dune, comme la ride, se caractérise par une pente douce du côté du vent, et une pente raide du côté abrité.
- Si le vent souffle régulièrement dans la même direction, la dune se déplace lentement : du sable s'érode du côté du vent et se redépose sur la face abritée.

### **II/ Les caractéristique et les conditions de sédimentation dans les milieux intermédiaires:**

#### 1/ Différents milieux de sédimentation intermédiaires ou mixtes :

↳ Définir les milieux de sédimentation intermédiaires et citez les types de ces milieux

Les milieux intermédiaires sont les milieux situés aux limites entre le domaine marin et le domaine continental

Les lagunes

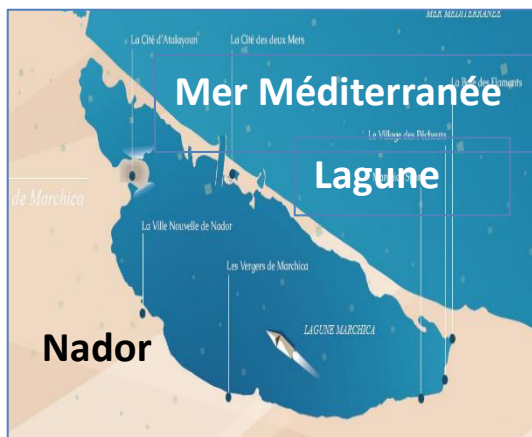
Les deltas

Les estuaires

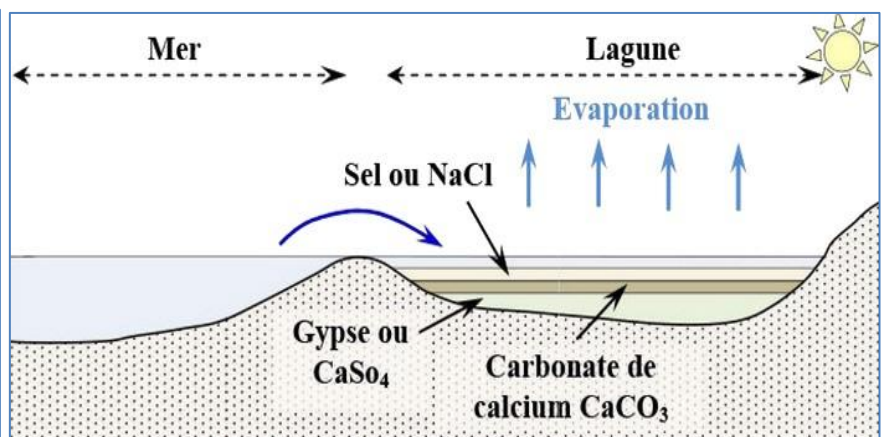
## 2/ La sédimentation dans les milieux lagunaires :

### Document 4 : La sédimentation dans les milieux lagunaires

La lagune **اللاغون** est une étendue d'eau salée, peu profonde, séparée de la mer par un cordon de sable et qui communique avec la mer par des ouvertures étroites



▲ Lagune de Nador



▲ Sédimentation lagunaire



▲ Le gypse



▲ Le sel gemme



▲ La calcite

↳ Dégagez les conditions de la sédimentation lagunaire

### Réponses

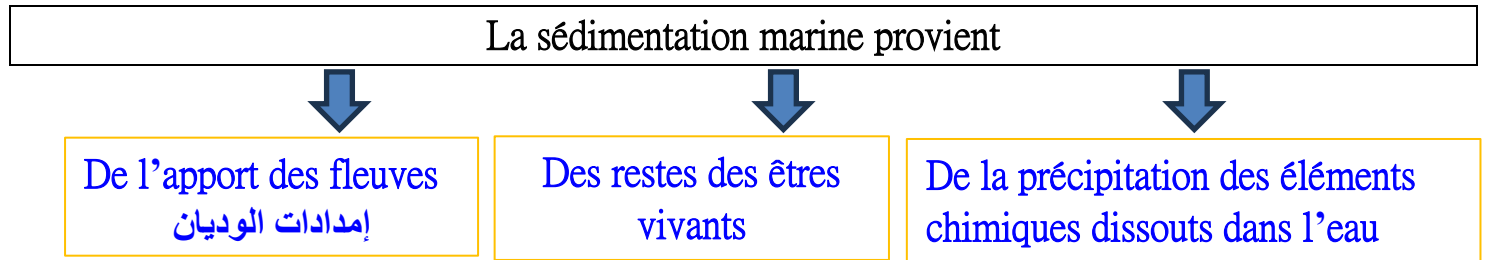
- Dans la lagune, l'eau de mer est piégée temporairement **محصور مؤقتا**. Cette eau est soumise à l'évaporation ce qui provoque la précipitation **ترسب** des évaporites **المبخرات**
- Les évaporites sont des roches sédimentaires salines **مالحة** caractéristiques des lagunes comme le gypse, le sel gemme et la calcite.

Faire une recherche au sujet des deltas et estuaire : la différence et les caractéristiques sédimentaires entre les deux milieux

### III/ Les caractéristique et les conditions de sédimentation dans les milieux marins :

#### 1/ Origine des sédiments marins

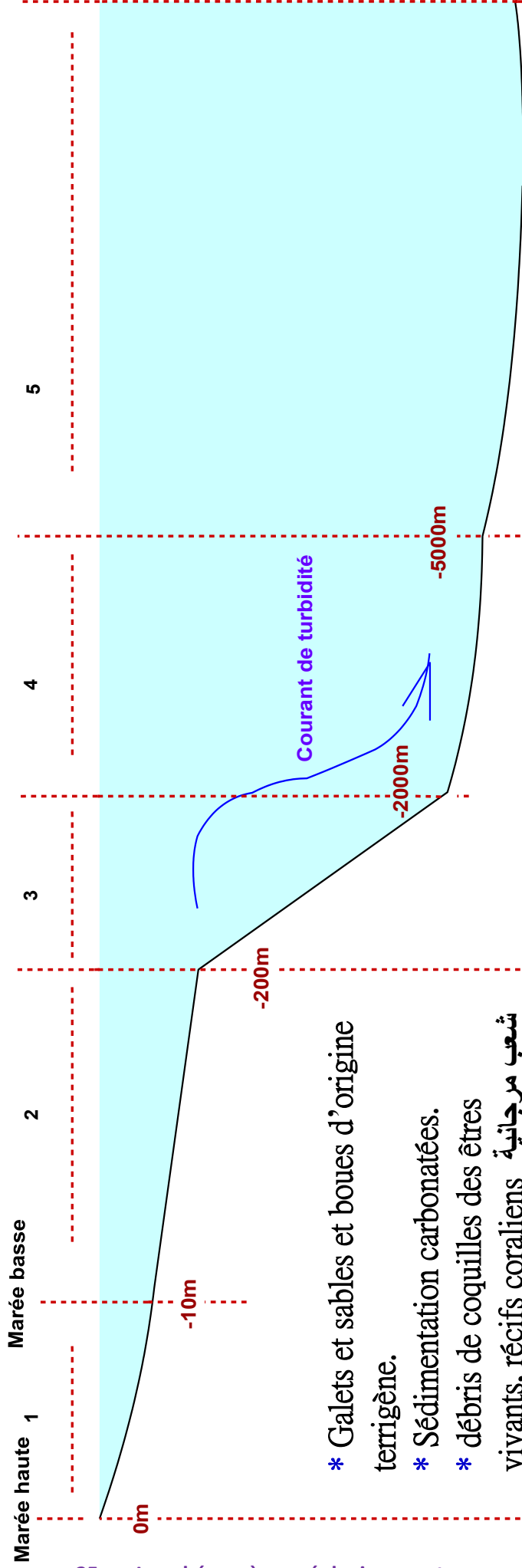
↳ D'où provient la sédimentation des milieux marins ?



#### 2/ La sédimentation dans les milieux marins

Voir le document 5 dans la page suivante

## Document 5: les zones de sédimentation marine



- \* Galets et sables et boues d'origine terrigène.
- \* Sédimentation carbonatées.
- \* débris de coquilles des êtres vivants, récifs coraliens شعب مرجانية



- \* **Foraminifères et radiolaires: animaux à coquille (test)**

- \* La forte pente du talus entraîne le glissement des sédiments détritiques créant des courants de turbidité تيارات العكر niveau du glacis.
- \* Glacis : argile, calcaire, débris des planctons.

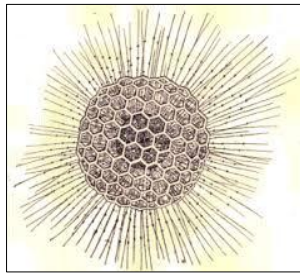
- \* Boues calcaires provenant des coquilles calcaires des foraminifères (entre -4km et -5km).
- \* Boues siliceuses provenant des coquilles siliceuses des radiolaires (entre -7 et -8km).
- \* Argile rouge dans les grands fonds.

### 3/ Quelques facteurs qui influencent la sédimentation marine

#### Document 6 : Quelques facteurs qui influencent la sédimentation marine

❖ Les microorganismes marins possèdent des squelettes siliceux (diatomées, radiolaires...) ou calcaires (foraminifères...)

Test des radiolaires ➤  
(test siliceux)



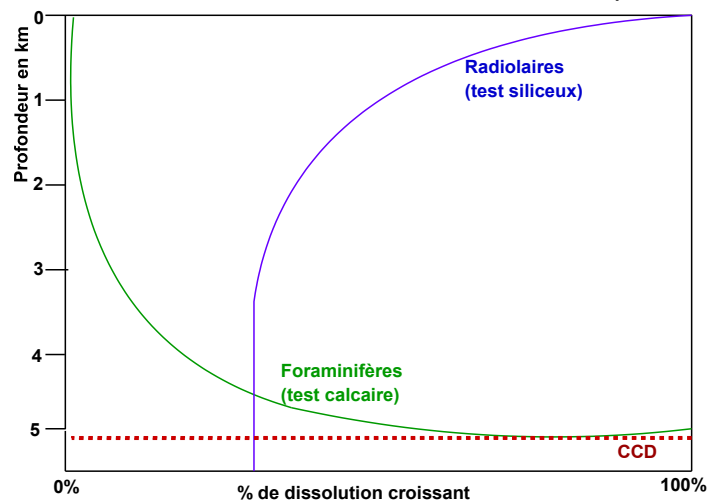
← Test des foraminifères  
(test calcaire)

❖ Après leur mort, ces microorganismes tombent dans les profondeurs océaniques et ils participent à la constitution des sédiments. Cependant ces tests vont subir une dissolution qui est en fonction de la profondeur et la température de l'eau et la teneur de CO<sub>2</sub> dissout dans l'eau.

❖ Le diagramme suivant décrit la dissolution des tests siliceux et calcaires selon la profondeur.

1/ Décrire l'évolution de la solubilité des tests calcaires et siliceux en fonction de la profondeur, expliquez cette évolution.

Courbes de dissolution des tests siliceux et calcaires en fonction de la profondeur



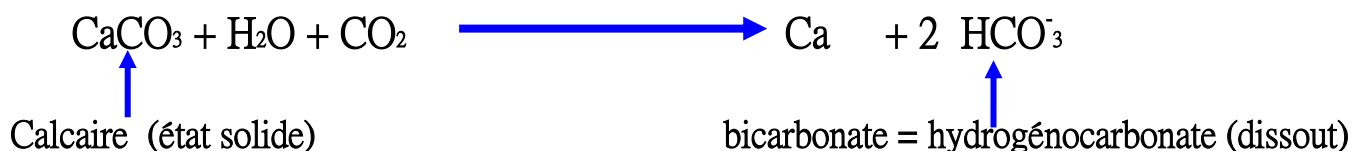
CCD: profondeur de compensation des carbonates

### Réponses

1/ Description de l'évolution de la solubilité des tests calcaire et siliceux en fonction de la profondeur, et explication de cette évolution.

⊗ La dissolution des tests calcaires augmente avec la profondeur, ce phénomène est dû à la teneur en CO<sub>2</sub> qui est grande à basse température et sous pression.

⊗ La dissolution du calcaire (CaCO<sub>3</sub>) se fait selon la réaction suivante:



⊗ Au-delà d'une certaine profondeur tous les tests calcaires sont dissous, et le sédiment ne contient plus de calcaire : cette limite est la profondeur de compensation des carbonates ou CCD, elle est située vers -4500m.

⊗ La dissolution des tests siliceux est très importante dans les faibles profondeurs, la sédimentation siliceuse domine dans les grandes profondeurs froides et riches en CO<sub>2</sub>.

## Activité 7 : Conditions de la sédimentation dans les anciens milieux de sédimentation (mer des phosphates)

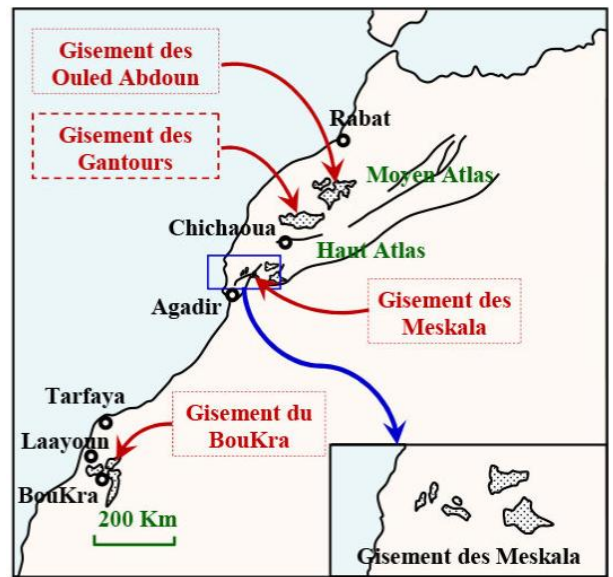
Les phosphates sont des roches sédimentaires riches en minerai  $P_2O_5$  à intérêt économique, ces roches sédimentaires se sont formées dans des conditions bioclimatiques et géomorphologiques particulières.

- Quelles sont les caractéristiques des sédiments phosphatés ?
- Quelles sont les conditions de formations des sédiments phosphatés ?

### I/ Les gisements de phosphate au Maroc :

Doc 1 : Localisation des gisements de phosphate au Maroc

Les principaux bassins phosphatés au Maroc sont :  
 Le bassin d'Ouled Abdoun à Khouribga.  
 Le bassin Elgantour à Youssoufia et Benguerir.  
 Le bassin Meskala à Chichaoua.  
 Le bassin d'Oued Eddahab à Boukraâ.



### II/ Caractéristiques sédimentologiques et paléontologiques des roches phosphatées.

#### Document 2 : Les types de roches phosphatées

Le gisement des phosphates au Maroc présente trois types essentiels de roches phosphatées:

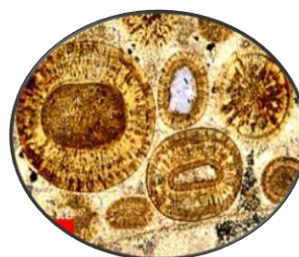
- **le phosphate sableux granulaire**: est constitué de grains minéraux phosphatés très fins comme les oolites, les grains de glauconie : minéral riche en fer se formant en milieu marin peu profond et par des tests de foraminifères
- **Le calcaire phosphaté** : roche compacte constituée d'éléments phosphatés cimenté par du calcaire cristallisé.
- **Le silex phosphaté**: contient un faible taux de phosphate.



Phosphate sableux



Silex phosphatique



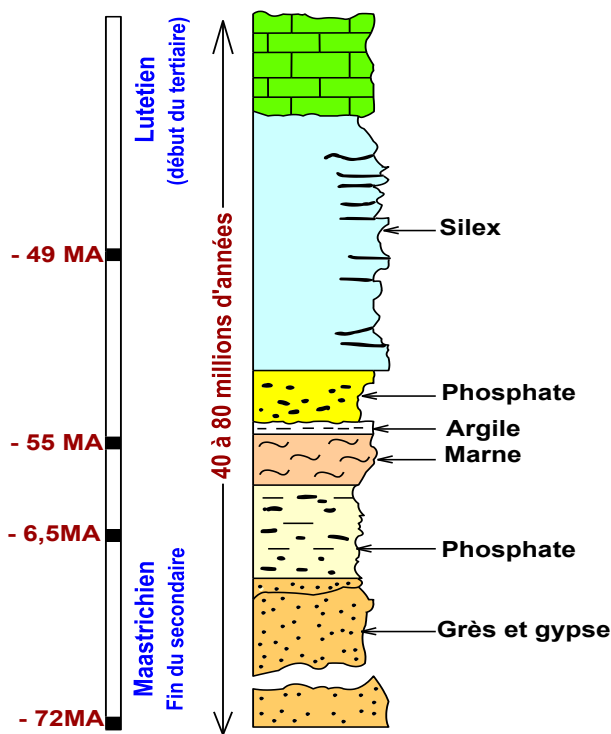
Grains d'oolites



Nodules de glauconies

### Doc 3 : Colonne stratigraphique de la série phosphatée d'Oled Abdoun

(Khoribga)



### Doc 4 : Quelques fossiles des gisements phosphatés au Maroc

Dans les strates phosphatées du Maroc, on rencontre de nombreux restes des Mosasaures (grands reptiles marins), des crocodiles marins, des restes de poissons osseux comme les dents de requins, la plupart de cette faune est caractéristique des mers peu profondes à climat tempéré معتدل à chaud comme celui qui règne actuellement dans les mers tropicales البحار المدارية للمناطق الاستوائية



Mosasaure



Dent de requin

↳ En exploitant les données des documents 2, 3,4 et vos connaissances précédentes, décrire les caractéristiques des couches phosphatées au Maroc et déduire le milieu et le climat de sédimentation.

### Réponses

Description des caractéristiques des couches phosphatées au Maroc et déduction du milieu et du climat de sédimentation.

Les phosphates du Maroc sont composés

- Des grains minéraux comme les oolites (grains phosphatés), la glauconie (minéral riche en fer qui se forme en milieu marin peu profond), les coprolithes (excréments phosphatés des vertébrés et des invertébrés).
- Divers fossiles marins (dents de requin, restes de reptiles comme les mosasaures), ces animaux ont des analogues actuels vivants dans les mers tropicales البحار المدارية (mers tempérées à chaudes comme la mer rouge, l'océan indien...)
- Les dépôts phosphatés se présentent sous forme de séquences de couches en alternance avec des niveaux d'argile, de marne de silice ou du calcaire.
- L'épaisseur des couches varie d'un gisement à un autre et d'un niveau à un autre.
- La période de dépôt des couches phosphatées s'étale sur une période allant de -80 à -40 millions d'années (de la fin du crétacé au début du Tertiaire).

**Conclusion :** Les couches phosphatées du Maroc sont déposées dans un un milieu marin peu profond (plateau continental) caractérisée par un climat tempéré à chaud comme celui régnant actuellement dans les mers tropicales, ces conditions se sont rassemblées de la fin du crétacé au début du Tertiaire.

### III/ Comment se sont formés les bassins de phosphate au Maroc ?:

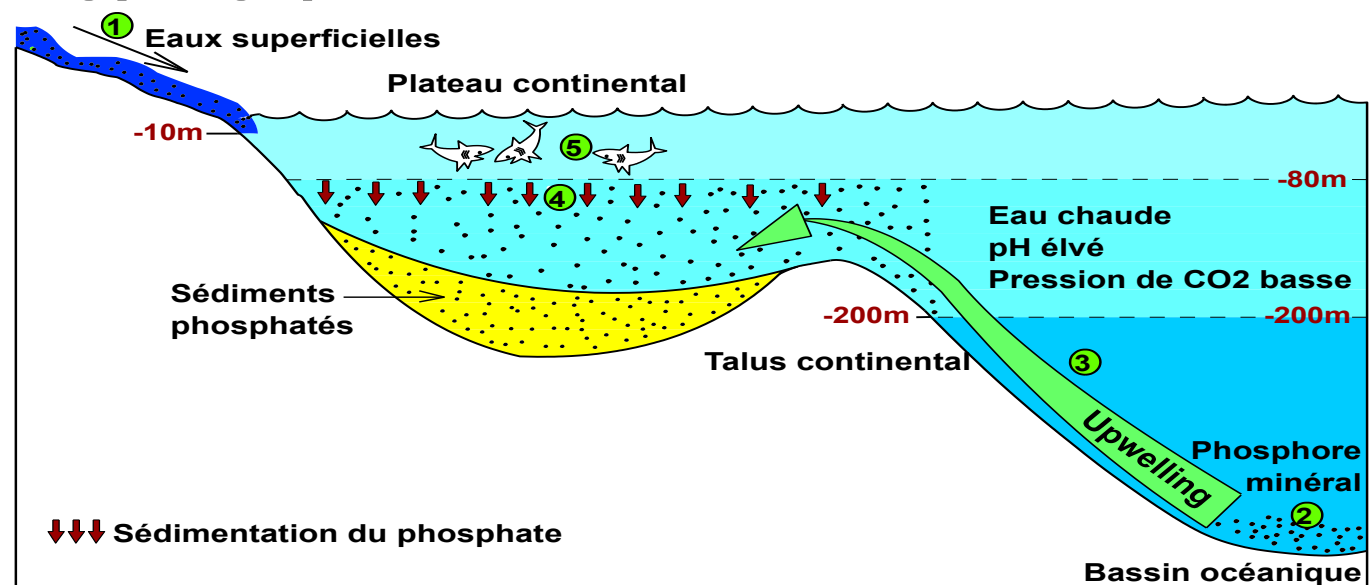
#### Document 4 : Théories expliquant la genèse des roches phosphatées

Les phosphates peuvent être soit d'origine organique ou minérale. Trois théories différentes ont tenté d'expliquer l'origine des apports phosphatés, mais la théorie de Kasakov reste la plus soutenue. Ces principales théories sont :

☀ **Théorie d'origine minérale :** alimentation directe en phosphore due à l'altération et au lessivage des roches volcaniques continentales riches en phosphore (P), comme l'apatite.

☀ **Théorie d'origine biologique des phosphates :** cette théorie considère que l'origine du phosphore dans les sédiments phosphatés est due à l'altération chimique et biochimique des restes des animaux au fond des bassins sédimentaires.

☀ **Théorie moderne, théorie des courants ascendants ou Upwelling (de Kasakov) :** origine biologique et organique : voir schéma suivant.



- ① Transport du phosphore minéral provenant de l'altération des roches éruptives (apatite riche en phosphore) par les eaux superficielles jusqu'à la mer.
- ② Eau de mer profonde riche en phosphore minéral.
- ③ Les courants froids (upwelling) font remonter le phosphore dissout.
- ④ Précipitation des carbonates et des phosphates et dépôt des sédiments à phosphates.
- ⑤ Multiplication du plancton, des algues et la faune. La décomposition des cadavres des animaux après la mort va enrichir le milieu en phosphore.

#### Données supplémentaires :

- Dans le monde, il y a des gisements d'apatites qui ne contiennent pas les phosphates.
- Les sédiments phosphatés sont très importants au Maroc
- La concentration du phosphore minéral dans la mer est très faible ne dépasse pas 0,06 mg/L

↳ En utilisant les données du document 4 et les données Discutez les trois théories expliquant les conditions de la formation des phosphates en montrant pourquoi la théorie des courants ascendants est la plus soutenue.

## Réponses

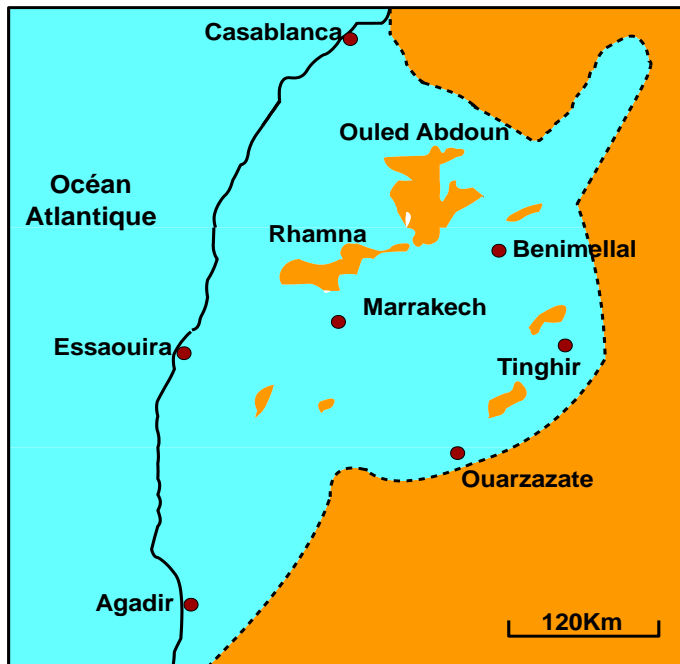
Discussion des trois théories :

- Les 3 théories font différence dans la source du phosphore qui s'est sédimenté pour donner les phosphates : origine minéral seul, origine organique seul, origine minéral et organique.
- L'apport continental seul et l'apport biologique seul du phosphore est faible et insuffisant pour former des gisements de phosphate importants, de ce fait, la théorie de l'origine minérale et celle de l'origine biologique sont rejetées.
- La théorie des courants ascendants énoncée par Kasakov, apparait plus logique, en effet :
  - La teneur du phosphore dissous dans l'eau de mer croit avec la profondeur, elle est maximale dans les fonds océaniques, la faible température et la pression élevée du CO<sub>2</sub> dans les fonds empêchent la sédimentation de ces ions, le phosphore reste dissout après 500m de profondeur.
  - Les courants marins ascendants (upwelling) ramènent les éléments dissout (phosphore, carbonates, nitrates) vers le plateau continental.
  - Cette remontée favorise le réchauffement de ces eaux causant la diminution de la pression du CO<sub>2</sub> (diminution du pH).
  - Ces nouvelles conditions favorisent la précipitation des ions phosphore en sédiments phosphatées (origine minéral).
  - D'autre part l'enrichissement de ces zones par les éléments nutritifs provoque la prolifération des planctons, des algues et de la faune, après la mort de ces organismes, ils se décomposent sous l'effet des bactéries et enrichissent le milieu en phosphore (origine organique).

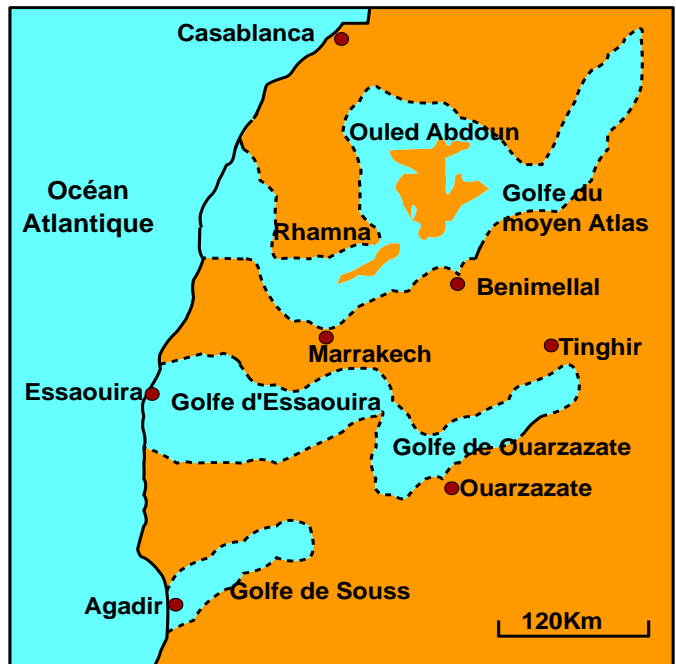
## IV/ Reconstitution de la paléogéographie des bassins de phosphate marocains :

### Document 5: Paléogéographie des bassins phosphatés

La période de sédimentation des roches phosphatées a été suivie par une importante phase d'érosion, ce qui a rendu très difficile la détermination avec précision les limites des bassins phosphatés, c'est pourquoi deux modèles de reconstitution de la paléogéographie des phosphates Marocains (modèle de Trappe et modèle de Boujo) restent valables et on ne peut pas réfuter l'un ou vérifier l'autre



▲ Modèle d'une mer épicontinentale  
(Trappe 1989 et Herbig 1986)



▲ Modèle des bassins fermés  
(Salvin 1960 et Boujo 1976)

↳ Décrivez ces deux modèles explicatifs de la paléogéographie des bassins phosphatés au Maroc.

## Réponses

### ❖ Modèle de Trappe et Herbig:

Ce modèle suppose que le centre et l'Ouest Marocain étaient submergés **مغمور بالماء** par une mer épicontinentale (mer créée par la transgression marine) en liaison avec l'Océan Atlantique. Les sédiments phosphatés se sont déposés sur des fonds de faible profondeur alors que les zones profondes ne connaissaient aucune sédimentation de phosphate.

### ❖ Modèle de Boujou et Salvin:

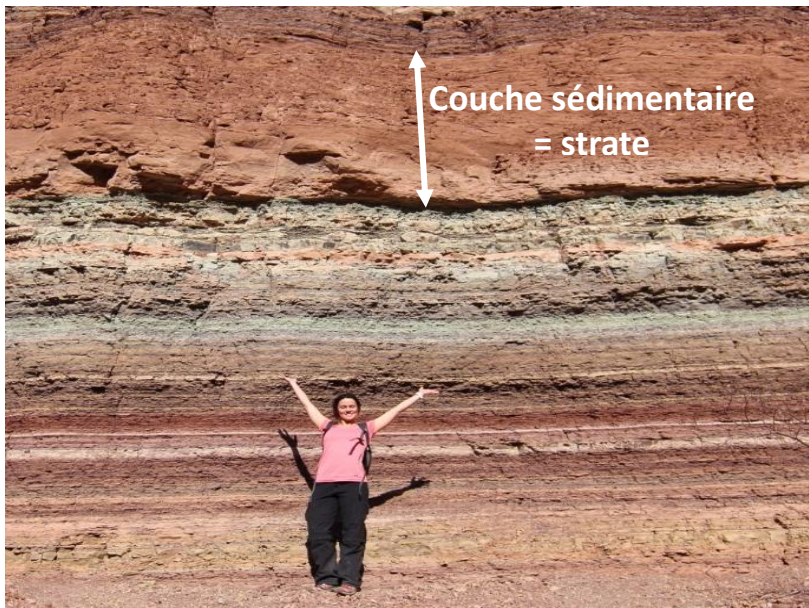
Ce modèle suppose que la mer de phosphate était sous forme de golfes **خلجان** de faible profondeur en liaison avec l'Océan Atlantique. Dans ces golfes les phosphates se sont déposés.

## Chapitre 2

### La stratigraphie et les subdivisions du temps géologique

La stratigraphie est une science qui étudie la succession des dépôts sédimentaires. Ces dépôts s'organisent généralement en couches ou strates.

La stratigraphie permet de reconstituer les événements géologiques qui se sont succédés dans la région étudiée et établir l'échelle stratigraphique



Ere	Période	Age MA
Tertiaire	Quaternaire	-1,7
	Néogène	-2,3
	Paléogène	-65
Secondaire	Crétacé	-135
	Jurassique	
	Trias	-250
Primaire	Permien	
	Carbonifère	
	Dévonien	-408
	Silurien	
	Ordovicien	
	Cambrien	-540
<b>Echelle stratigraphique</b>		

#### Questions posées:

- Comment les études stratigraphiques permettent-elles de dater les événements géologiques qu'a connu une région donnée ?
- Comment les géologues ont mis en place l'échelle des temps géologique?

#### Plan du chapitre :

Activité 1 : les principes stratigraphiques

Activité 2 : à la recherche des subdivisions géochronologiques

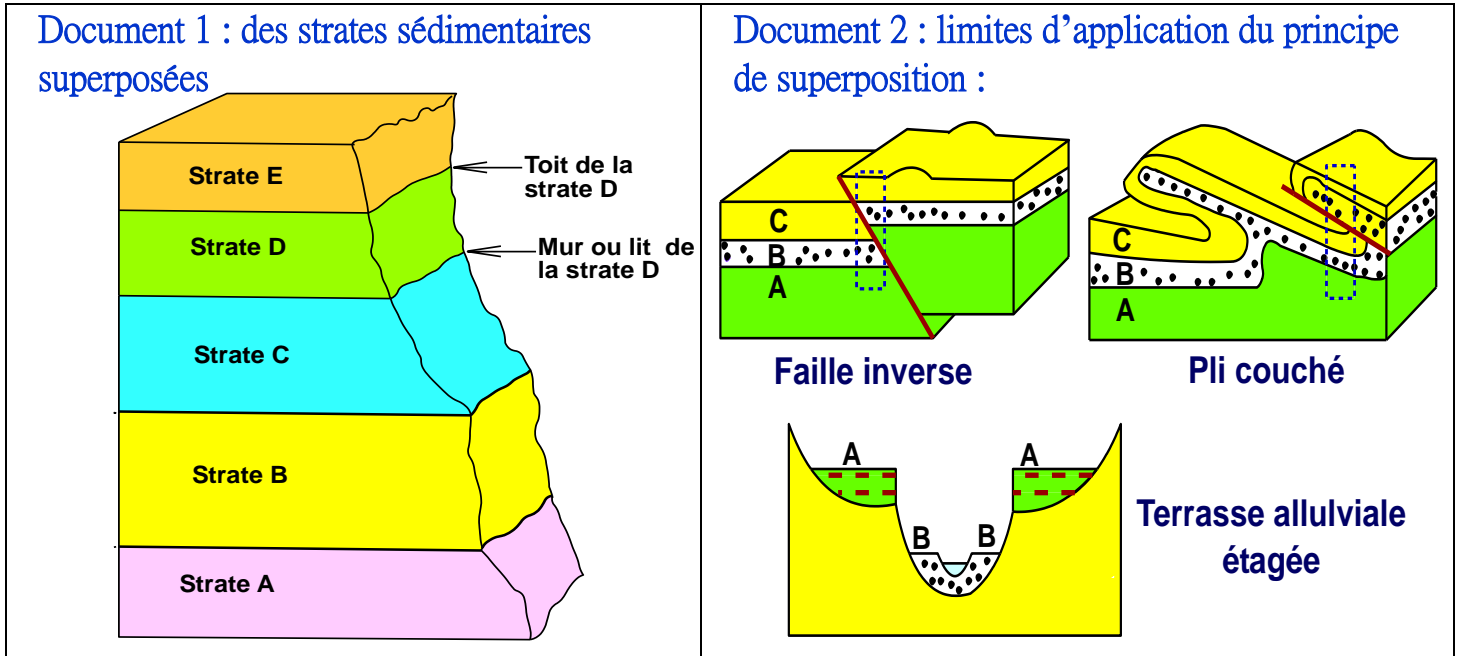
Activité 3 : l'échelle stratigraphique.

## Activité 1 : Les principes stratigraphiques

La disposition des strates sédimentaires les unes par rapport aux autres permet aux géologues d'utiliser un certain nombre de principes stratigraphiques pour établir une datation relative des événements géologiques d'une région donnée.

- Quels sont ces principes stratigraphiques ?

### 1/ Le principe de superposition مبدأ التراكب



1/ Document 1 : **Déterminez** l'ordre chronologique de dépôt des différentes strates A, B, C, D et E. puis **énoncez** le principe de superposition

2/ Document 2: **dégager** les exceptions du principe de superposition.

## Réponses

1/ \* L'ordre chronologique de dépôt des différents strates:

La strate sédimentaire A est plus ancienne que la couche B, celle-ci est plus ancienne que la couche C, cette dernière est plus ancienne que la couche D, cette dernière est plus ancienne que la strate E.

\* Principe de superposition :

En absence de toutes déformations, une couche sédimentaire est plus récente que celle qu'elle recouvre et plus ancienne que celle qui la recouvre.

2/ On ne peut pas appliquer le principe de superposition dans le cas :

- Des plis couchés
- Des failles inverses
- Des terrasses alluviales étagées.

## II/ Le principe de continuité مبدأ الاستمرارية

### Document 3 : Principe de continuité:

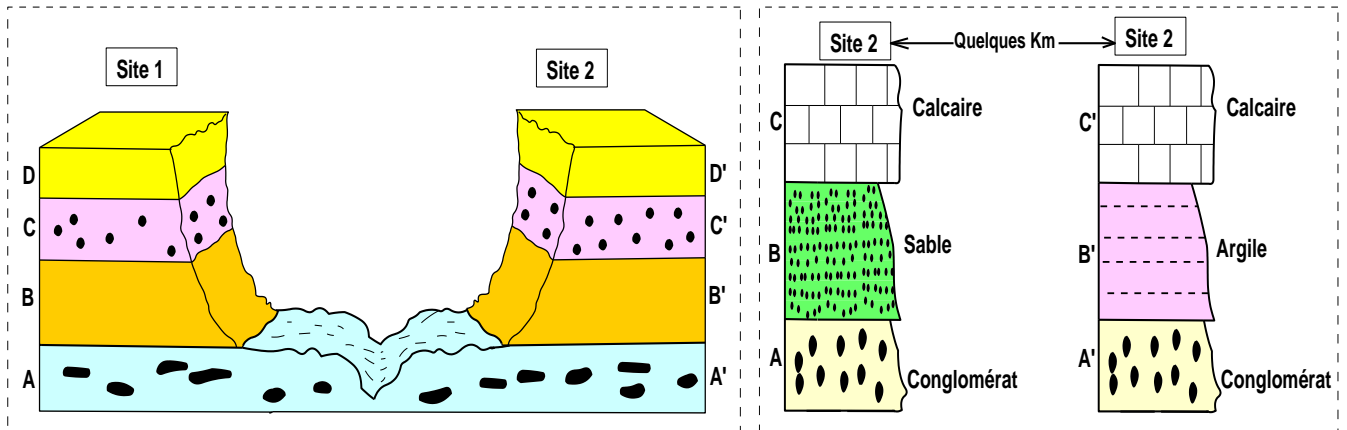


Figure 1 : Principe de continuité sans changement de faciès

Figure 2 : Principe de continuité avec changement de faciès

Un faciès géologique est un ensemble des caractères lithologiques (composition minérale, structures sédimentaires, géométrie, etc.) ou paléontologiques (fossiles) d'une roche ou d'un terrain.

- 1/ Fig 1 : montrez que les couches sédimentaires B et B' ont le même âge
- 2/ Fig 2 : comparez le faciès et l'âge de la couche B et B' puis proposez une explication au changement du faciès observé
- 3/ Enoncez le principe de continuité.

### Réponses

- 1/ Les couches **B et B'** ont le même âge car elles sont sur **le même étendu** et ont la même nature pétrographique (rocheuse)
- 2/ \* Les couches **B et B'** ont des faciès différents : du sable pour la couche B et l'argile pour la couche B'.
  - \* Les couches **B et B'** sont limitée par le même lit (couche de conglomérat) et le même toit (couche de calcaire), donc les couches B et B' ont le même âge, malgré le changement latéral du faciès.
  - \* On explique la différence du faciès des couches B et B' par le **changement du milieu de dépôt**.

### 3/ Principe de continuité :

- \* Une strate a le **même âge sur toute son étendue**, quel que soit son faciès, à condition qu'elle soit limitée par les mêmes couches à la base et au sommet.
- \* Ce principe ne peut pas être appliqué dans Les séquences sédimentaires constituées de plusieurs couches semblables répétitives.

### III/ Le principe de recoupement مبدأ التقاطع

Document 4 : Principe de recoupement :

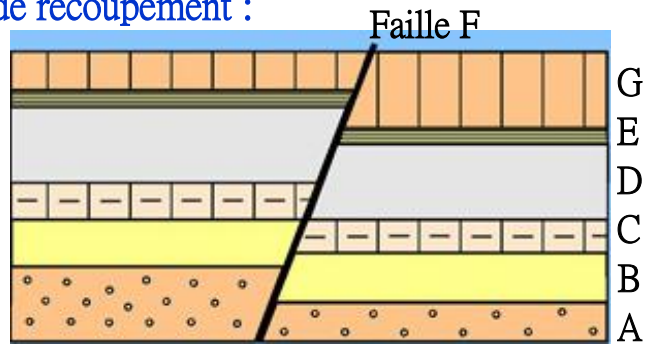


Figure 1 : faille affectant des strates

Figure 2 : schéma de strates affectées par une faille

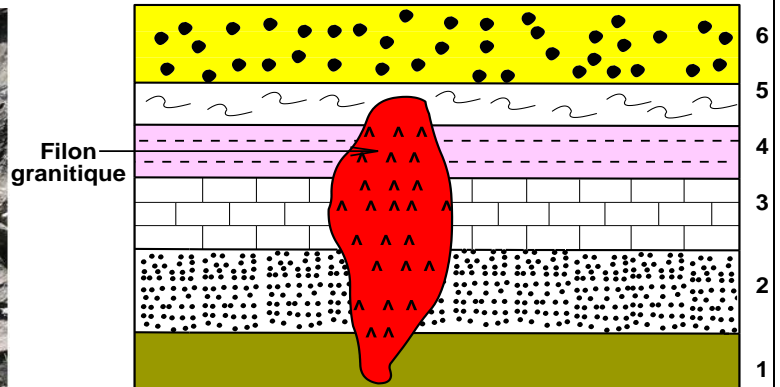


Figure 3 : filons granitiques recoupant des strates

Figure 4 : schéma de strates traversées par un filon

1/ Fig 2 : déterminer la chronologie relative de la faille (F) par rapport aux strates A, B, C, D, E et G.

2/ Fig 4 : Déterminer la chronologie relative du filon granitique par rapport aux strates nommées 1, 2, 3, 4, 5, 6.

3/ Énoncez le principe de recoupement

### Réponses

1/ Chronologie relative de la faille (F) par rapport aux strates A, B, C, D, E et G.

La faille (F) coupe les couches A, B, C, D, E et G, donc la faille est postérieure (plus récente) à la couche A, B, C, D, E et G

2/ Chronologie relative du filon granitique par rapport aux strates nommées 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Le filon granitique recoupe les couches 1, 2, 3, 4 et 5 et ne recoupe pas la strate 6, donc le filon est postérieur (plus récent) que la couche 1, 2, 3, 4, 5 et antérieur (plus ancien) que la couche 6.

3/ Principe de recoupement مبدأ التقاطع

Toute structure géologique (faille, massif granitique, filon, ...) qui recoupe une autre structure géologique est plus récente que cette dernière.

## IV/ Le principe d'inclusion مبدأ التضمن

### Document 5 : Principe d'inclusion :



Figure 1 : Inclusion d'un basalte dans une couche de granite

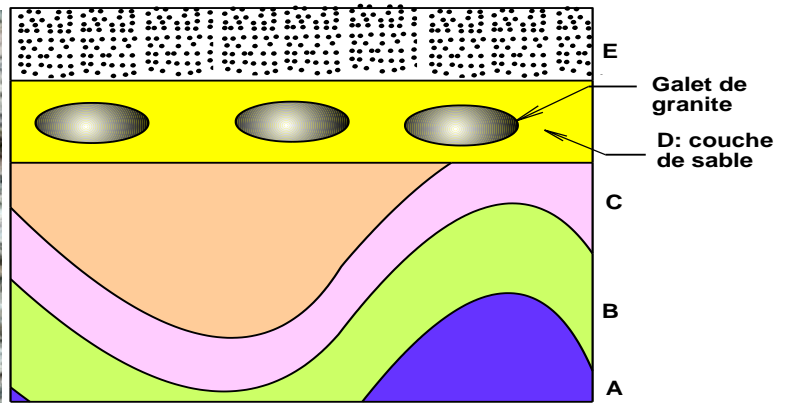


Figure 2 : Schéma d'une inclusion dans une couche de sable

1/ Fig 2: Etablir la chronologie relative de l'inclusion (galet granitique) par rapport à la couche de sable (couche D) et la couche (E).

2/ Enoncer le principe d'inclusion.

## Réponses

1/ Chronologie relative de l'inclusion granitique par rapport à la couche D et la couche (E). L'inclusion granitique est contenue dans la strate D, elle est donc plus ancienne que la couche D et bien évidemment l'inclusion est plus ancienne que la couche E, mais on ne peut pas dater relativement l'inclusion granitique par rapport à la couche C.

2/ Principe d'inclusion :

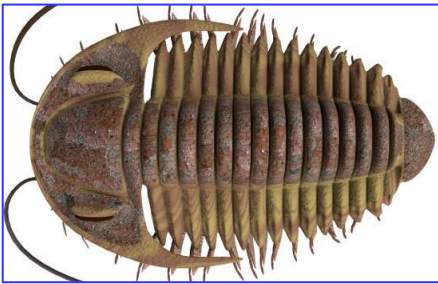
Un objet inclus dans une couche sédimentaire est plus ancien que la couche qui la renferme.

## V/ Le principe d'identité paléontologique مبدأ تماثل المحتوى الاستحاثي

### 1/ Les types de fossiles

## Document 6 : Les types de fossiles

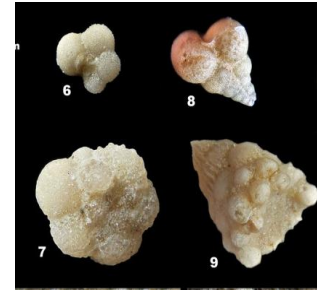
- Un fossile est un reste ou une trace d'un organisme vivant (plante ou animal) qui s'est minéralisé et conservé dans une roche sédimentaire.
- On distingue entre deux types de fossiles :
  - \* **Les fossiles stratigraphiques** : se caractérisent par :
    - Une faible extension dans le temps (courte durée de vie).
    - Une grande extension géographique. (on les trouve dans toutes les régions étudiées)
    - Une grande abondance.
    - Exemples : les trilobites (ils ont vécu et disparu pendant l'ère primaire), les ammonites (ils ont vécu et disparu pendant l'ère secondaire).



▲ Trilobite



▲ Ammonite



▲ Les foraminifères

\* **Les fossiles de faciès** : se caractérisent par

- Une existence plus importante à l'échelle des temps géologiques.
- Une répartition géographique limitée (on les trouve dans des régions limitées)

Exemples: les récifs coralliens qui sont caractéristiques des milieux marins peu profonds

Récifs coralliens ➤

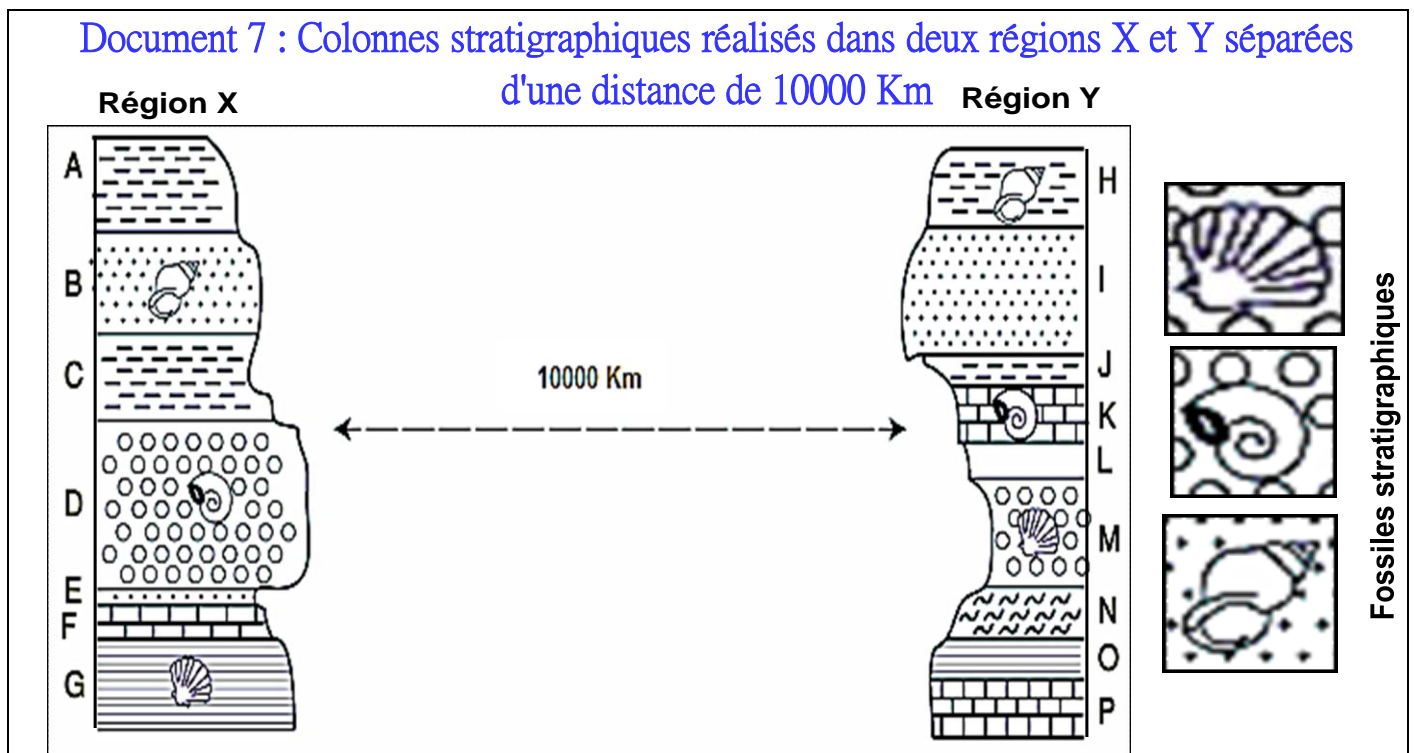


↳ D'après les caractéristiques de ces deux types de fossiles, conclure l'utilité de chaque type en stratigraphie.

## Réponses

- **Les fossiles stratigraphiques** permettent de dater relativement les roches sédimentaires qui les contiennent et de reconstituer l'histoire de la vie au cours des temps géologiques
- **Les fossiles de faciès** renseignent sur le milieu de sédimentation

## 2/ Principe d'identité paléontologique



1/ **Etablir** la corrélation chronologique entre les couches de la zone X et les couches de la zone Y.

2/ **Enoncer** le principe d'identité paléontologique

### Réponses

1/ - La couche B et H ont le même âge parce qu'ils contiennent le même fossile stratigraphique.

- La couche D et K ont le même âge parce qu'ils contiennent le même fossile stratigraphique.

- La couche G et M ont le même âge parce qu'ils contiennent le même fossile stratigraphique

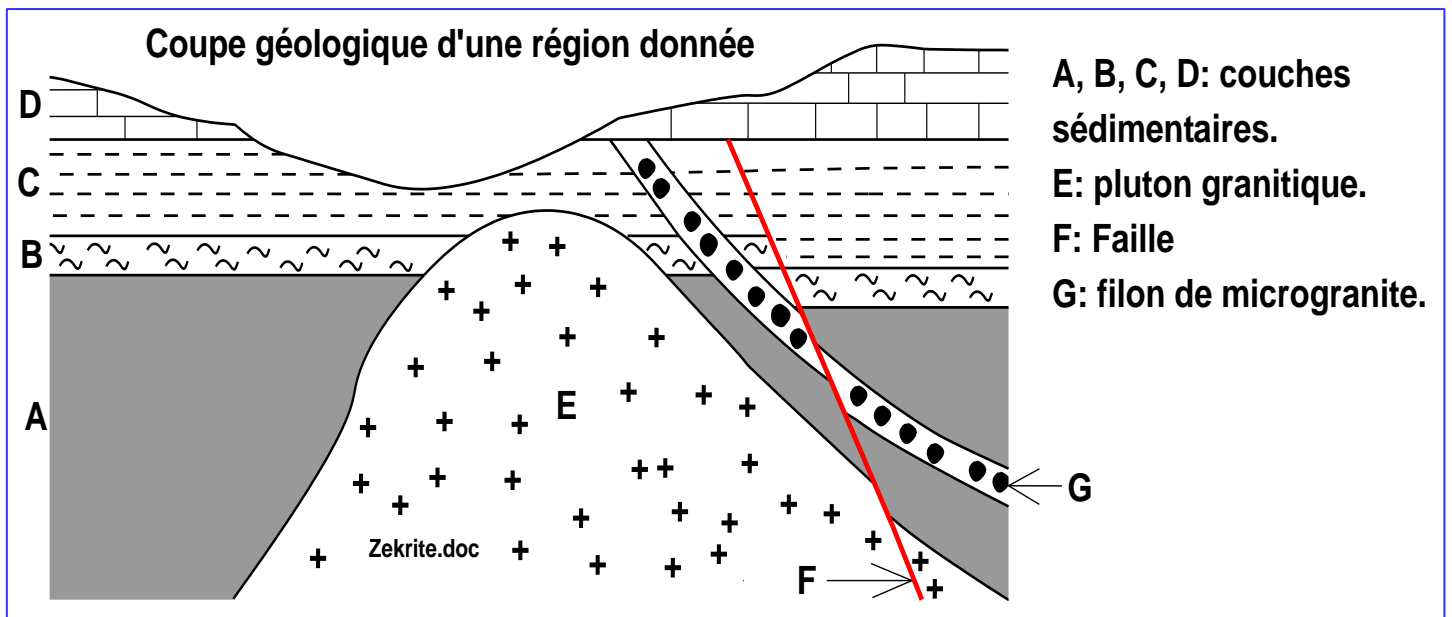
2/ Principe d'identité paléontologique :

Deux couches contenant les mêmes fossiles stratigraphiques, ont le même âge.

## Exercice d'application : principes stratigraphiques

Le document suivant représente une coupe géologique d'une région :

Reconstituer la chronologie relative des événements que cette région a connu.



## Réponses

On peut résumer la chronologie relative des événements que la région a connu comme suit :

- 1/ Dépôt de la couche A puis B puis C (principe de superposition).
- 2/ Montée du pluton granitique et du filon de microgranite (G) (principe de recoupement).
- 3/ Faille (F) (principe de recoupement).
- 4/ Erosion des structures précédentes.
- 5/ Dépôt de la couche D.

## Activité 2 : À la recherche des subdivisions géochronologiques

Les principes stratigraphiques et d'autres événements géologiques ont permis le découpage de l'histoire de la terre en plusieurs subdivisions géochronologiques et l'établissement d'une échelle stratigraphique.

↳ Quelles sont les critères de subdivisions géochronologiques qui ont permis la réalisation d'une échelle stratigraphique ?

### I/ Le stratotype, une référence stratigraphique mondiale

#### Document 1 : L'étage et le stratotype :

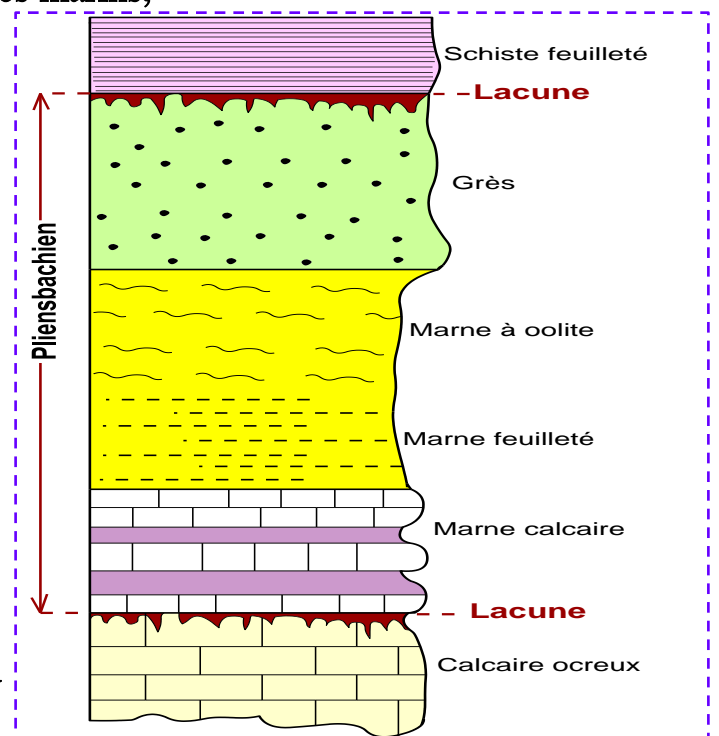
✱ Dans des régions bien précises des séquences sédimentaires sont pris comme « modèle » pour la datation relative d'autres séquences sédimentaires. Ces séquences modèles appelées stratotypes, présentent plusieurs caractéristiques :

- L'absence de déformations tectoniques,
- La richesse en fossiles stratigraphiques marins,
- L'homogénéité du faciès,
- Des limites faciles à distinguer.

✱ Chaque stratotype détermine une unité chronostratigraphique appelée « étage », cette dernière correspond à une unité de temps appelé « âge », généralement comprise entre 3 et 10 MA.

✱ Généralement le nom de l'étage est obtenu en ajoutant le suffixe « ien » au nom géographique de la région du stratotype.

✱ Exemples : le Pliensbachien dont le stratotype est à pliensbach en Allemagne et le Maastrichtien dont le stratotype a été défini à Maastricht, aux Pays-Bas.



▲ Le stratotype de l'étage Pliensbachien

↳ Définir la notion de stratotype et déterminer les limites du pliensbachiens ?

### Réponses

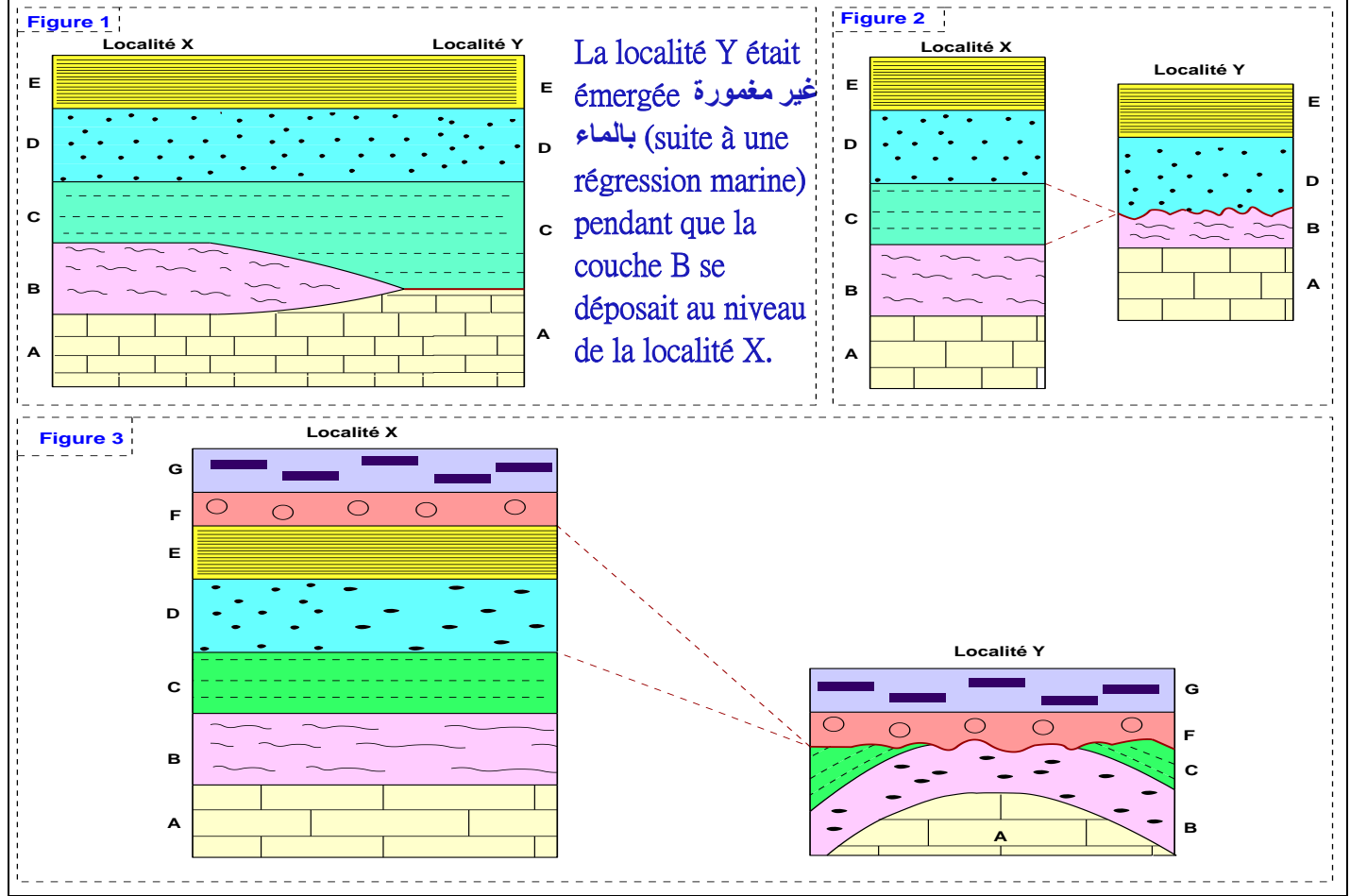
✱ Le stratotype **التشكيلة النمطية** est un ensemble de couches sédimentaires qui affleurent dans une région donnée et qui sert comme référence pour dater relativement des séquences dans d'autres régions

✱ Le stratotype du Pliensbachien est délimité par des lacunes stratigraphiques **فجوات استراتيغرافية**.

✱ Le stratotype peut être délimité par d'autres discontinuités : les discordances, le changement de faciès...

## II/ Les limites du stratotype : notion de lacune stratigraphique الفجوة الاستراتيجرافية

### Document 2: Schéma simplifié de la lacune stratigraphique



1/ Fig 1 et 2 : Comparez la succession des strates dans les deux localités X et Y.

2/ Fig 1, 2 et 3 : Expliquez la formation des lacunes stratigraphiques et en déduire la définition et les types de lacunes stratigraphiques.

3/ Dégager l'importance des lacunes stratigraphiques dans la subdivision du temps géologique.

## Réponses

1/ Comparaison et définition

• Fig 1 : Dans la localité Y, manque la strate B.

• Fig 2 : Dans la localité Y, manque la strate C.

• Cette absence est appelée **lacune stratigraphique**.

2/ Explication et définition du terme lacune et ses types :

• Fig 1 : L'absence de la couche B dans la localité Y est due à l'arrêt de la sédimentation suite à une régression marine qui a touché la localité Y, on parle dans ce cas de **lacune de sédimentation**.

• Fig 2 : L'absence de la couche C dans la localité Y est due à une érosion, en effet la couche C qui manque a été déposée puis elle a été érodée, puis la sédimentation a repris pour donner la couche D en laissant une lacune stratigraphique appelée **lacune d'érosion**. La surface d'érosion qui sépare la couche B et D s'appelle **une discordance parallèle**.

● Fig 3 : Dans la localité Y, il y'a eu dépôt des couches A, B, C, D et E à l'horizontale, ces couches ont subi un plissement qui a soulevé les couches qui deviennent émergents غير مغمورة بالماء, ce qui entraîne l'érosion partielle de la couche C et l'érosion complète des couches D et E, cette érosion a été suivi par le dépôt des couches F et G. Donc l'absence des couches D et E dans la localité Y s'explique par **une lacune d'érosion**. La surface d'érosion qui sépare **les couches plissées A, B, C** s'appelle **une discordance angulaire**.

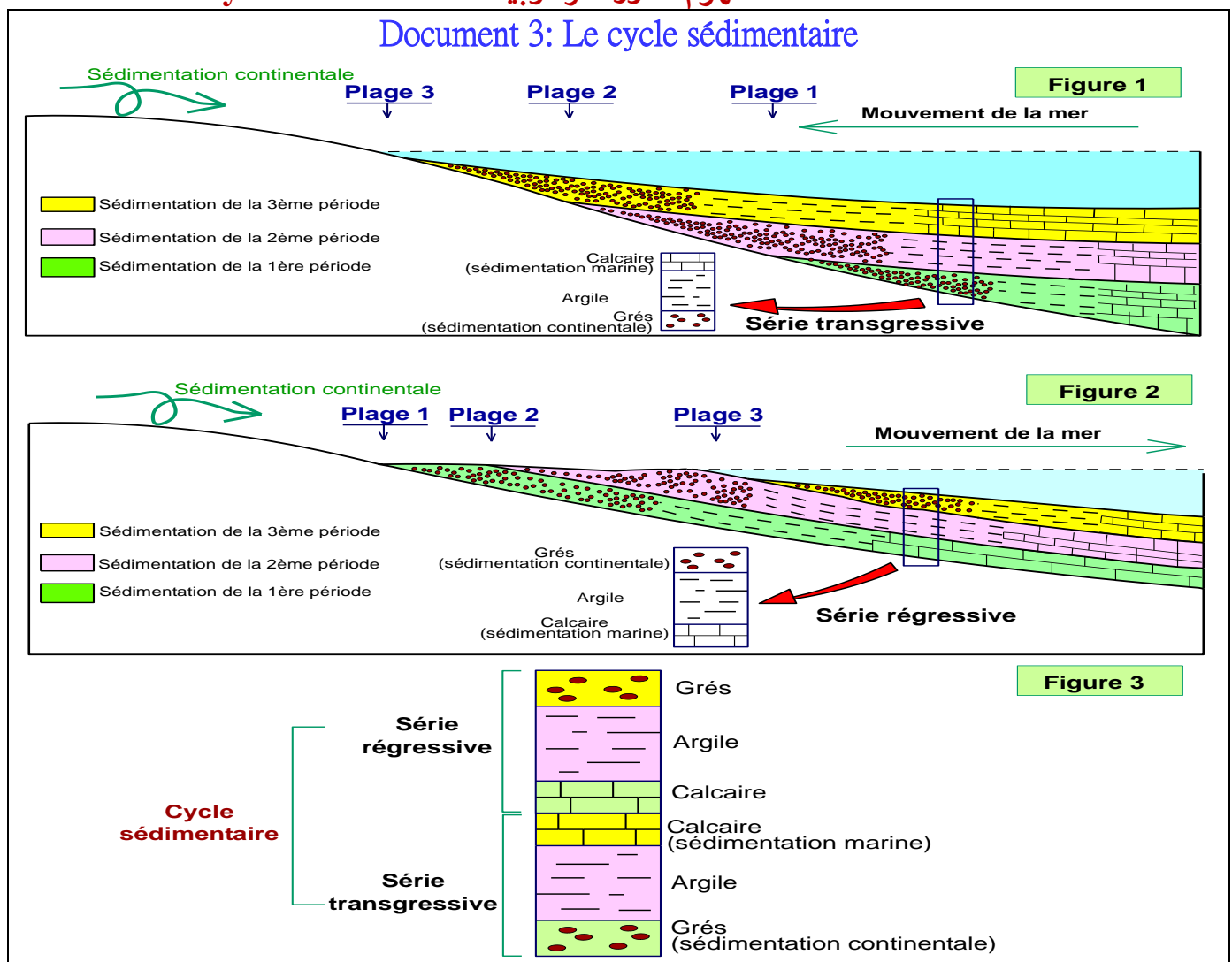
**Conclusion :**

● On parle de **lacune stratigraphique** lorsqu'il y'a absence d'une ou plusieurs couches dans une série sédimentaire.

● On distingue deux types de lacunes stratigraphiques : les **lacunes de sédimentation** et les **lacunes d'érosion**.

● La surface entre les couches manquantes et les couches plus jeunes déposées après la lacune s'appelle **discordance**. Si les couches inférieures et supérieures par rapport à la lacune sont parallèles entre elles la discordance est dite **discordance parallèle**. Si la surface de contact se situe entre des couches rocheuses plus anciennes plissées et érodées, et des couches plus jeunes déposées horizontalement par-dessus la discordance est nommée **discordance angulaire**.

**III/ Notion de cycle sédimentaire مفهوم الدورة الرسوبية**



En exploitant les données du document 3 :

1/ Définir et déterminer les caractéristiques de la transgression, la régression, et le cycle sédimentaire.

2/ Quelle est l'importance des séries régressives et transgressives et du cycle sédimentaire dans les subdivisions géochronologiques

## Réponses

1/ Définition et caractéristiques de la transgression, la régression, et le cycle sédimentaire.

• Une transgression التجاوز se traduit par une progression de la mer qui envahit تكتسح une surface continentale. Elle résulte soit d'une ascension ارتفاع du niveau de la mer suite à la fonte des glaces (cause climatique), soit d'un abaissement انخفاض du continent (cause tectonique).

• La séquence transgressive se caractérise par :

- Le dépôt de sédiments marins (sédiments carbonatés) sur des couches d'origine continental (sédiments détritiques grossiers), ainsi les couches représentent un granoclassement vertical décroissant du bas vers le haut.
- La strate la plus récente couvre entièrement toutes les autres strates.

• Une régression التراجع se traduit par un retrait تراجع de la mer suite à un abaissement du niveau marin ou un soulèvement ارتفاع du continent ou par un apport important des sédiments.

• La séquence régressive se caractérise par :

- Le dépôt de sédiments continentaux (sédiments détritiques à grains grossiers) sur des sédiments marins (sédiments carbonatés à grains fin), ainsi les couches représentent un granoclassement vertical croissant du bas vers le haut.

- La strate la plus récente ne couvre pas entièrement les autres strates.

• Un cycle sédimentaire est constitué par la succession d'une transgression suivie par une régression.

2/ Importance des séries régressives et transgressives et du cycle sédimentaire

Les séquences transgressives ou régressives Les cycles sédimentaires sont utilisés dans les subdivisions chronologiques, en effet :

- Les séquences transgressives ou régressives peuvent déterminer les étages.
- Les cycles sédimentaires déterminent des subdivisions géologiques plus grandes que les étages, appelées : systemes = périodes.

## IV/ Notion de cycle orogénique

### Document 4: Le cycle orogénique

⊗ Un cycle orogénique : est le temps pendant lequel se prépare, se développe, se déforme et s'érode une chaîne de montagnes.

⊗ Chaque cycle orogénique est marqué à sa limite par une discordance angulaire très importante appelée discordance majeure et comprend en général 3 phases :

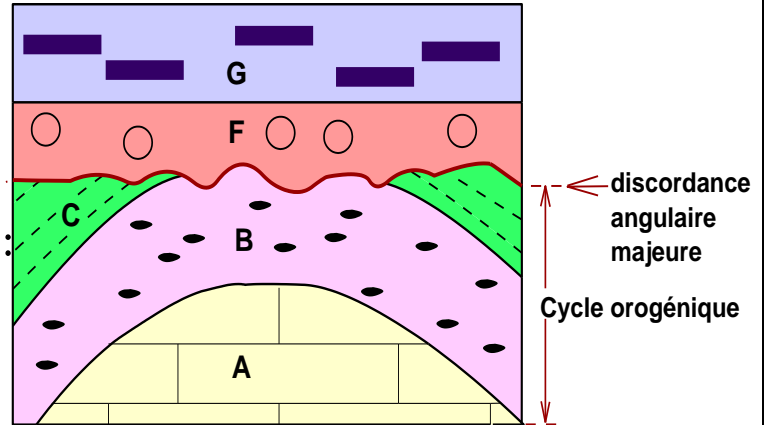
- La sédimentation dans un bassin sédimentaire.

- L'orogénèse : plissement des

sédiments accumulés dans le bassin et soulèvement d'une chaîne de montagne.

- Pénéplanation (érosion) de la chaîne montagneuse.

- Dépôt De couches de roches sédimentaires sur la surface érodée en discordance.



### Document 5: Les cycles orogéniques majeurs dans l'histoire de la terre

Dans l'histoire de la terre, on distingue en général 4 cycles orogéniques majeurs :

- ♦ Le cycle cadomien.

- ♦ Le cycle hercynien.

- ♦ Le cycle calédonien.

- ♦ Le cycle alpin

Ere	Système = période	Age en Ma	Cycle orogénique
Tertiaire	Néogène	-2,3	Cycle alpin
	Paléogène	-65	
Mésozoïque = ère secondaire	Crétacé	-135	
	Jurassique		
	Trias	-250	
Paléozoïque = ère primaire	Permien		Cycle hercynien = varisque
	Carbonifère		
	Dévonien	-408	Cycle calédonien
	Silurien		
	Ordovicien		
	Cambrien	-540	
Précambrien			Cycle cadomien

↳ Déterminez l'importance des cycles orogéniques dans les subdivisions géochronologiques.

Les cycles orogéniques majeurs, ont permis de subdiviser l'histoire de la terre en unités géologiques appelées **ères** الحقب.

## V/ Les crises biologiques, des critères paléontologiques des subdivisions géochronologiques

### Document 6: Les crises biologiques

- ⊗ On appelle crise biologique une période assez courte durant laquelle, à l'échelle du globe, un grand nombre d'espèces animales et végétales disparaissent simultanément.
- ⊗ Les géologues connaissent ces crises grâce aux fossiles qui laissent des traces de ces disparitions massives.
- ⊗ On distingue :
  - Les crises majeures qui permettent de subdiviser le temps en ères (entre le primaire et le secondaire, et entre le secondaire et le tertiaire).
  - Les crises mineures : qui permettent de subdiviser les ères en périodes (entre l'ordovicien et le silurien, et entre le dévonien et le carbonifère).

Bio-événements	Ere	Période	Groupes affectés par les extinctions	
Présence de l'Homme	-1,65MA	Quaternaire	Holocène	
			Pléistocène	
Developpement des mammifères dans tous les milieux	-65MA	Tertiaire	Néogène	
			Paléogène	← Ammonite, Dinosaurés
Présence des reptiles dans tous les milieux	-245MA	Secondaire	Crétacé	
			Jurassique	← Mollusques bivalves
			Trias	← Trilobites
Apparition des premiers vertébrés (les poissons)	-570MA	Primaire	Permien	
			Carboifère	
			Dévonien	← Brachiopodes
			Silurien	
			Ordovicien	← Coraux solitaires, graptolites
Les formes vivantes sortent du milieu marin et colonisent le milieu terrestre	-3800MA		Cambrien	
Rareté des fossiles, la vie est essentiellement aquatique			Précambrien	

↳ Proposez les causes possibles des crises biologiques, déterminer les fossiles qui correspondent aux deux crises majeures (primaire/ secondaire et secondaire/tertiaires) , et Montrer leur importance.

### Réponses

- Les causes des crises biologiques sont différentes : la chute d'une météorite, une activité intense des volcans, la tectonique des plaques, les variations climatiques...
- La crise majeur 1: les trilobites constituent la limite entre l'ère primaire et l'ère secondaire.
- La crise majeur 2: la disparition des ammonites constitue la limite entre l'ère secondaire et l'ère tertiaire.

## VI/ La datation absolue

### Document 7: La datation absolue

La datation absolue donne un âge précis en années (ex: 300 000 ans) aux objets et roches, contrairement à la datation relative qui donne un ordre (avant/après). Elle fonctionne grâce à **la radiochronologie** : certains éléments radioactifs dans les roches se désintègrent à un rythme constant (leur demi-vie). En mesurant le rapport entre l'élément "père" (instable) et l'élément "fils" (stable) obtenu après désintégration, les scientifiques calculent combien de temps s'est écoulé depuis la formation de la roche, comme une horloge naturelle

### Bilan de l'activité

Les géologues ont découpé le temps géologique en se basant sur plusieurs critères :

- Les crises biologiques majeures, les cycles orogéniques qui permettent de découper l'âge de la terre en de grandes subdivisions appelés ères.
- Les crises biologiques mineurs et les grands cycles sédimentaires qui permettent de subdiviser les ères en périodes ou systèmes.
- Le stratotype, les lacunes stratigraphiques, les séquences transgressives et régressives qui permettent de subdiviser les périodes étages.
- La datation absolue

## Activité 3 : L'échelle stratigraphique

Age (MA)	Ere الحقب	Systeme = Périodes النظام	Epoques	Etages	
-1,65	Quaternaire الحقب الرابع	Holocène	Calabrien Flandrien		
		Pléistocène			
	Tertiaire (cénozoïque) الحقب الثالث	Néogène النيوجين	Pliocène		Gélacien
					Plaisancien
					Zancléen
			Miocène		Messinien
					Tortonien
					Serravallien
					Langhien
					Burdigalien
				Aquitaniens	
				Chattien	
Paléogène الباليوجين	Oligocène		Rupélien		
			Priabonien		
			Bartonien		
	Eocène		Lutécien		
			Hyprécien		
			Thanicien		
Paléocène		Danien			
-65	Secondaire (mésozoïque) الحقب الثاني	Crétacé الطباشيري	Supérieur	Maestrichien	
				Campanien	
				Santonien	
				Coniacien	
				Turonien	
				Cénomaniens	
			Inférieur	Albien	
				Aptien	
				Barrémien	
				Hauteriviens	
		Valaginiens			
		Jurassique الجوراسي	Supérieur		Berriasien
					Tithonien
					Kimméridgien
			Moyen		Oxfordien
					Calloviens
					Bathonien
					Bajociens
			Inférieur		Aaléniens
					Thoarciens
	Pliensbachien				
Trias الترياس	Supérieur		Sinemuriens		
			Hettangien		
			Rhétien		
	Moyen		Norien		
			Carnien		
			Ladinien		
Inférieur		Anisien			
		Scythien			
-245	Primaire (paléozoïque) الحقب الأول	Permien البيرمي			
		Carbonifère التفحمي			
		Dévonien الديفوني			
		Silurien السيلوري			
		Ordovicien الأردوفيسي			
		Cambrien الكمبري			
-570	Précambrien قبل الكمبري	Protérozoïque			
		Archien			
-3800					

## Chapitre 3

### La carte géologique et la reconstitution de l'histoire géologique d'une région

La carte géologique est un outil indispensable aux géologues de toute spécialité, dans des domaines divers : les mines, l'exploitation pétrolière, le génie civil, l'hydrogéologie...

L'étude de la carte géologique d'une région et des coupes géologiques réalisées à partir de cette carte permettent de reconstituer l'histoire géologique de la région étudiée.

#### Problèmes posés :

- Quels sont les éléments de la carte géologique et des coupes géologiques ?
- Comment réaliser une coupe géologique à partir d'une carte géologique ?
- Comment lire et analyser les cartes et les coupes géologiques ?
- Comment reconstituer l'histoire géologique d'une région à partir des cartes géologiques et des coupes géologiques ?

#### Plan du chapitre :

Activité 1 : la carte géologique ; bilan synthétique des études stratigraphiques

Activité 2 : réalisation de la coupe géologique

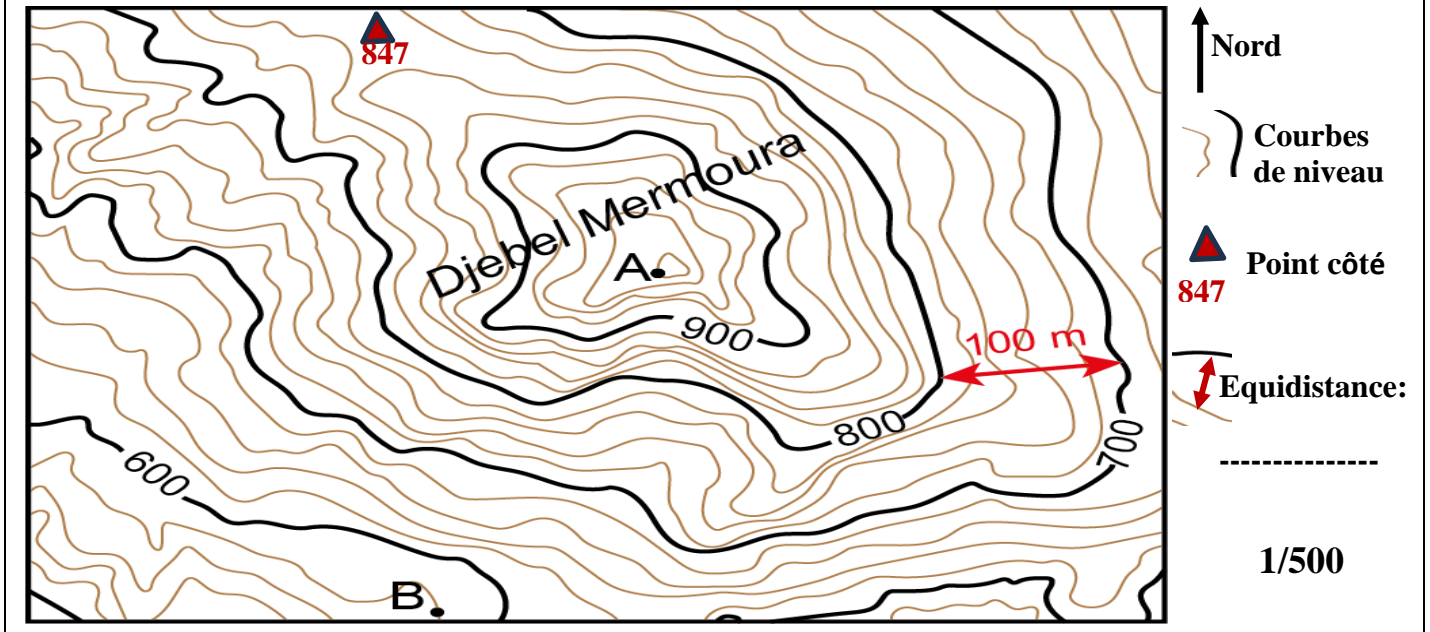
Activité 3 : reconstitution de l'histoire géologique d'une région donnée

## Activité 1

### La carte géologique ; bilan synthétique des études stratigraphiques

#### I/ Rappel de la carte topographique

Document 1: Carte topographique d'une région donnée



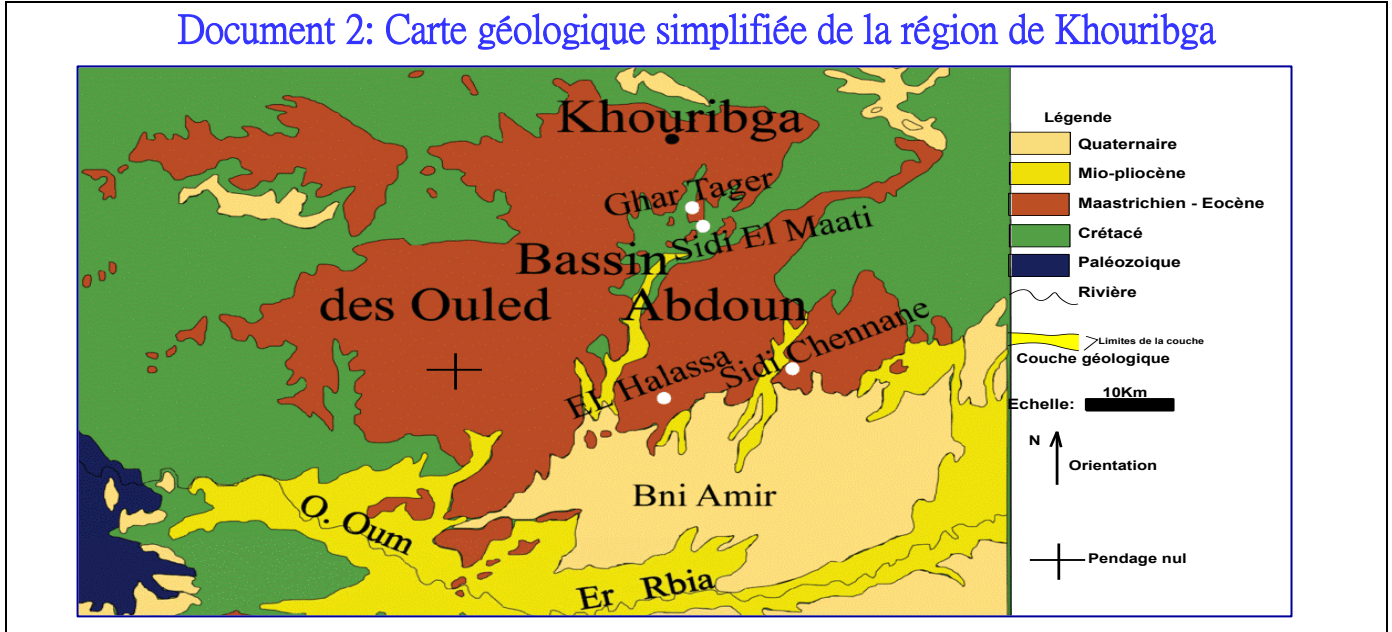
→ Définir le terme carte topographique, Comment, on représente les reliefs sur ces cartes ?

#### Réponses

- Une carte topographique est une représentation sur un plan horizontal du relief التضاريس d'une région.
- Les principaux éléments de la carte topographique sont: le titre, l'échelle, l'orientation, les repères, la légende, l'équidistance.
- Le relief est représenté sur la carte topographique par des courbes de niveau et des points cotés.
- Une courbe de niveau est une ligne reliant tous les points situés sur la même altitude.
- Dans une carte donnée, la différence d'altitude qui sépare deux courbes de niveau successives est identique, on appelle cette valeur équidistance.
- Les points cotés indiquent l'altitude de points particuliers (sommets, cuvettes...)

## II/ La carte géologique

Document 2: Carte géologique simplifiée de la région de Khouribga



### → définir une carte géologique

- ⊗ Une carte géologique est la représentation sur un fond topographique, des formations géologiques visibles à l'affleurement, par des couleurs et des symboles conventionnels.
- ⊗ Une carte géologique sert à représenter la nature des roches (données pétrographiques), leur âge (données stratigraphiques), ainsi que les déformations qui l'ont affecté (données tectoniques).

## III/ Eléments de la carte géologique

### 1/ Représentation des données stratigraphiques et pétrographiques :

Document 3: Représentation des données stratigraphiques et pétrographiques

Dans une carte géologique, l'âge de chaque roche est représenté par une couleur septique, la nature de la roche est représentée par un symbole conventionnel.

Ere	Période	Notation	Couleur	Figuré	Roche sédimentaire
Quaternaire			A, a, q	Beige	
Cénozoïque (Tertiaire)	Pliocène	p			
	Miocène	m	Jaune		Sable
	Oligocène	g	Orange		
	Eocène	e			
Mésozoïque (Secondaire)	Crétacé	c	Vert clair		Calcaire
	Jurassique	J	Bleu		
	Trias	t	rose		Argile
Paléozoïque (Primaire)	Permien	r	Violet		
	Carbonifère	h	Gris		Conglomérat
	Dévonien	d	Marron		
	Silurien	s	Vert		Marne
	Ordovicien	o	Brun beige		
	Cambrien	k	Brun beige		
Précambrien		x	Rouge		Sel

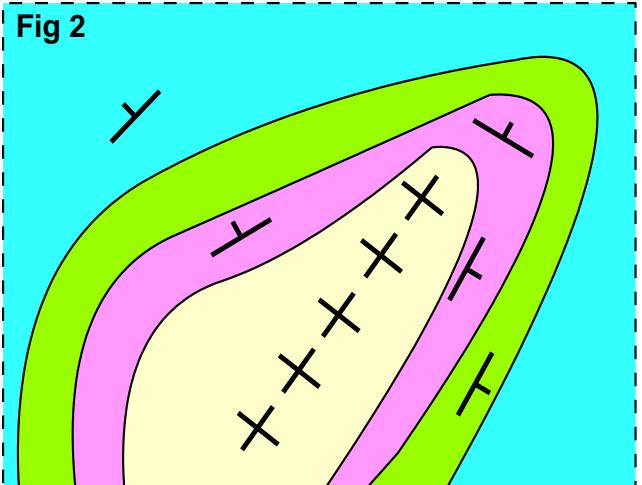
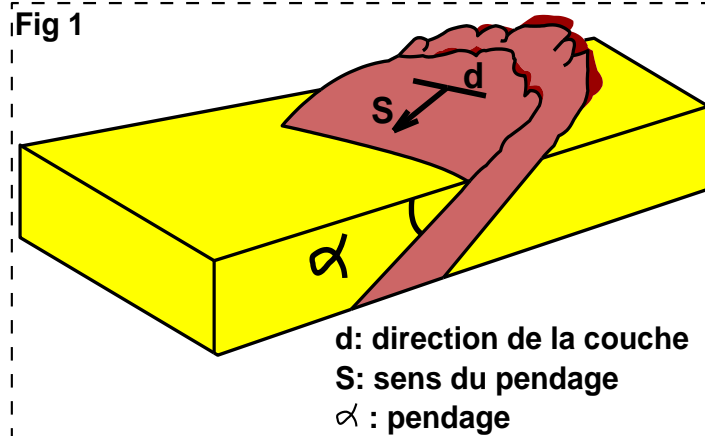
▲ Données stratigraphiques

▲ Données pétrographiques

## 2/ Représentation des données tectoniques :

### Document 4: les symboles du pendage

- Le pendage d'une couche sédimentaire est l'angle d'inclinaison de cette couche par rapport au plan horizontal.



- Le tableau suivant présente les symboles conventionnels utilisés pour représenter le pendage des couches sédimentaires dans la carte géologique

						Fig 3
Degré du pendage	Pendage nul $\alpha = 0^\circ$	Pendage faible $30^\circ \leq \alpha \leq 10^\circ$	Pendage moyen $60^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	Pendage fort $80^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	Pendage vertical $\alpha = 90^\circ$	Pendage inversé $\alpha > 90^\circ$
Symbol	+	T	T	T	-.-	f

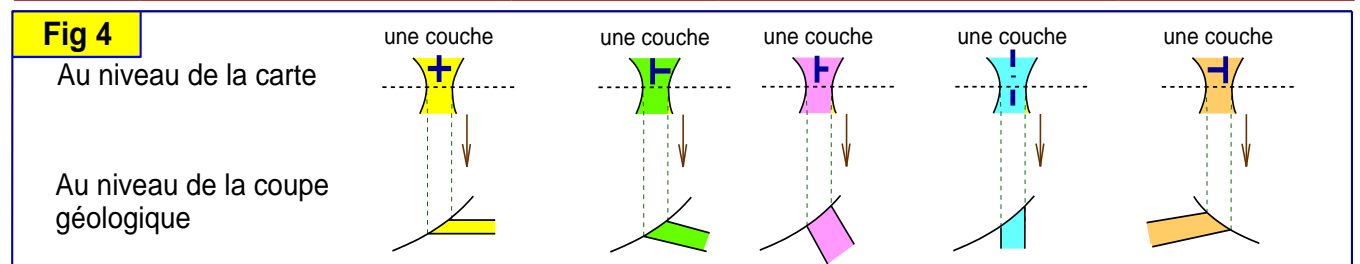


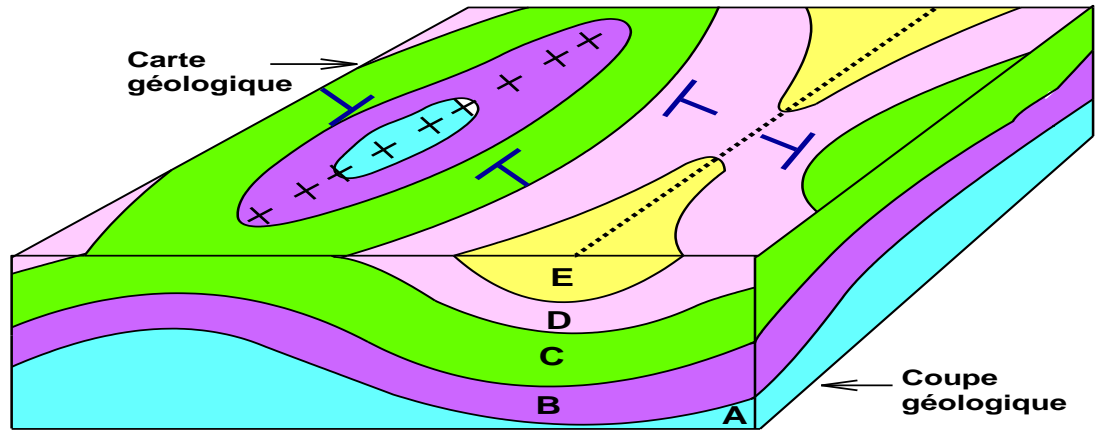
Fig 4 : En exploitant les symboles de pendage, présentez les couches géologiques au niveau de la coupe géologique.

## 3/ Symboles caractéristiques des plis :

## Document 5: Symboles utilisés pour représenter les plis

- Les plis sont des déformations souples des couches sédimentaires sous forme d'ondulations :

Complétez le tableau par les symboles correspondant.

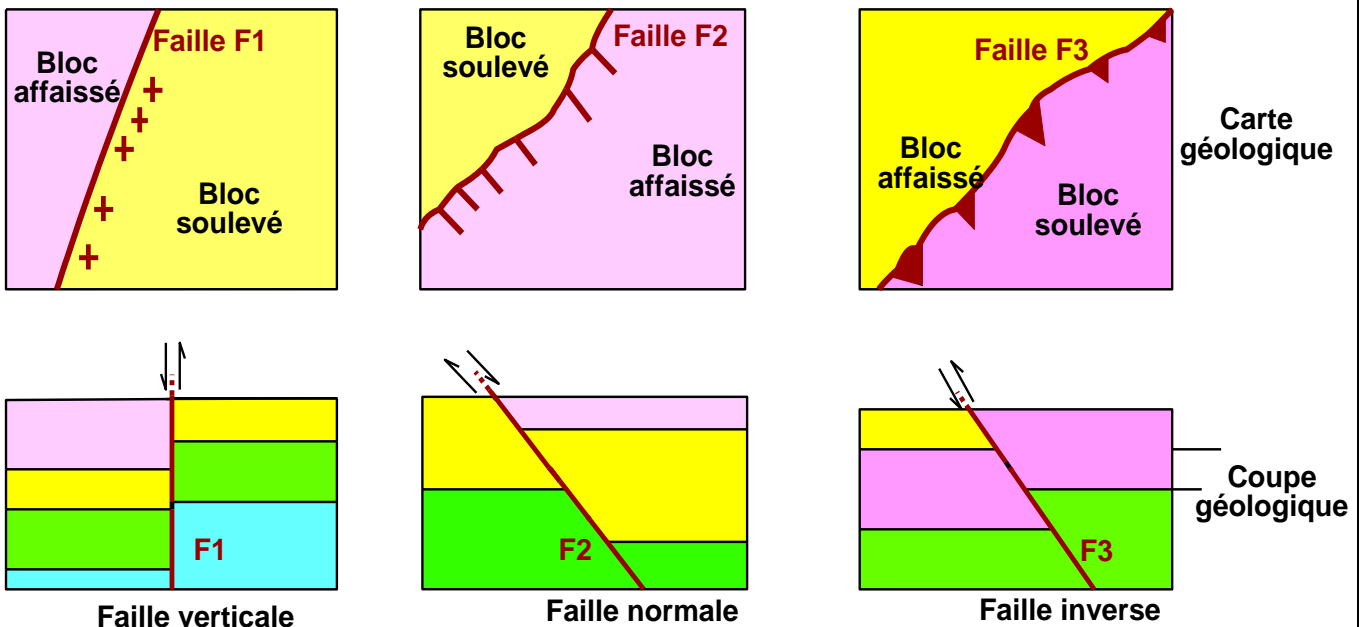


Forme des symboles de pendage de part et d'autre la couche centrale	Synclinal	
	Anticlinal	Synclinal
Symbole de l'axe du pli		

### 4/ Symboles caractéristiques des failles :

#### Document 6: Symboles utilisés pour représenter les failles

- Une faille est une cassure tectonique des couches, accompagnée d'un déplacement relatif des deux compartiments résultant de cette cassure.
- Sur la carte géologique, les failles sont présentées par un trait plus épais que celui des limites des couches

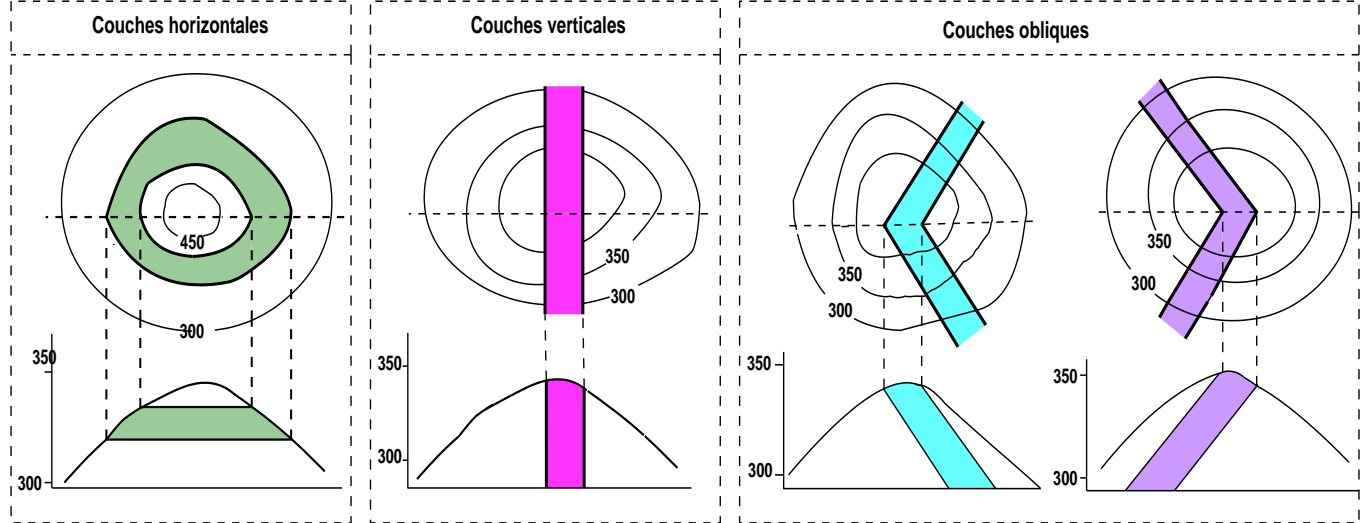


### 5/ Comment déterminer le pendage s'il n'y a pas de symboles de pendage

a/ Cas des couches qui coupent une colline :

## Document 7: Couches sédimentaires qui coupent une colline :

- Lorsque les courbes de niveau sont concentriques **متمركزة** et que l'altitude croît, cela représente un sommet sous forme d'une colline **هضبة** (ou une montagne).



Etablissez la relation entre l'intersection des limites des couches géologiques et les courbes de niveau d'une part et le sens du pendage des couches au niveau des collines.

Au niveau d'une colline :

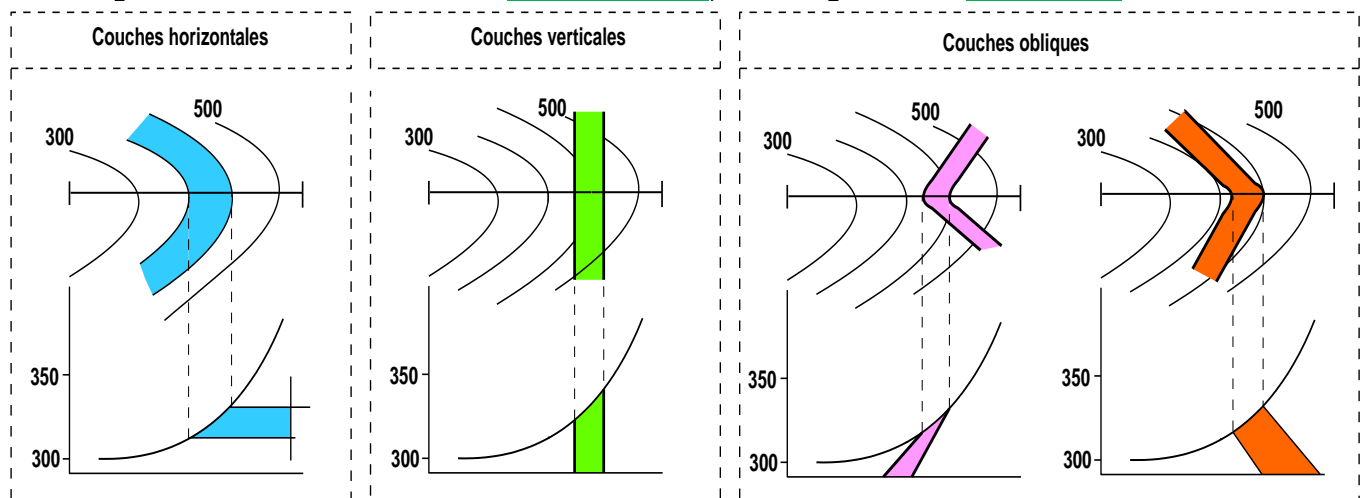
- Si les limites des affleurements sont parallèles aux courbes de niveau, cela signifie que les couches sont horizontales
- Si les limites des affleurements sont rectilignes **مستقيمة** cela signifie que les couches sont verticales
- Si les limites des affleurements recoupent les courbes de niveau en dessinant un V, cela signifie que les couches sont inclinées.
- Pour déterminer le sens d'inclinaison de la couche, on se base sur le sens du V.

Dans le cas d'une colline : La pointe du V est dirigée vers le sens du pendage de la couche.

## b/ Cas des couches qui coupent une vallée:

### Document 8: Couches sédimentaires qui coupent une vallée:

- Lorsque les courbes de niveau sont ouvertes, cela représente une vallée **وادي**



Etablissez la relation entre l'intersection des limites des couches géologiques et les courbes de niveau d'une part et le sens du pendage des couches au niveau des vallées.

Au niveau d'une vallée :

- ✿ Si les limites des affleurements sont parallèles aux courbes de niveau, cela signifie que les couches sont horizontales.
- ✿ Si les limites des affleurements recoupent les courbes de niveau en dessinant un V, cela signifie que les couches sont inclinées.
- ✿ Dans le cas d'une vallée : la pointe du V est dirigée vers le sens opposé du pendage de la couche.

## Activité 2

### Réalisation de la carte géologique

#### I/ Définition d'une coupe géologique :

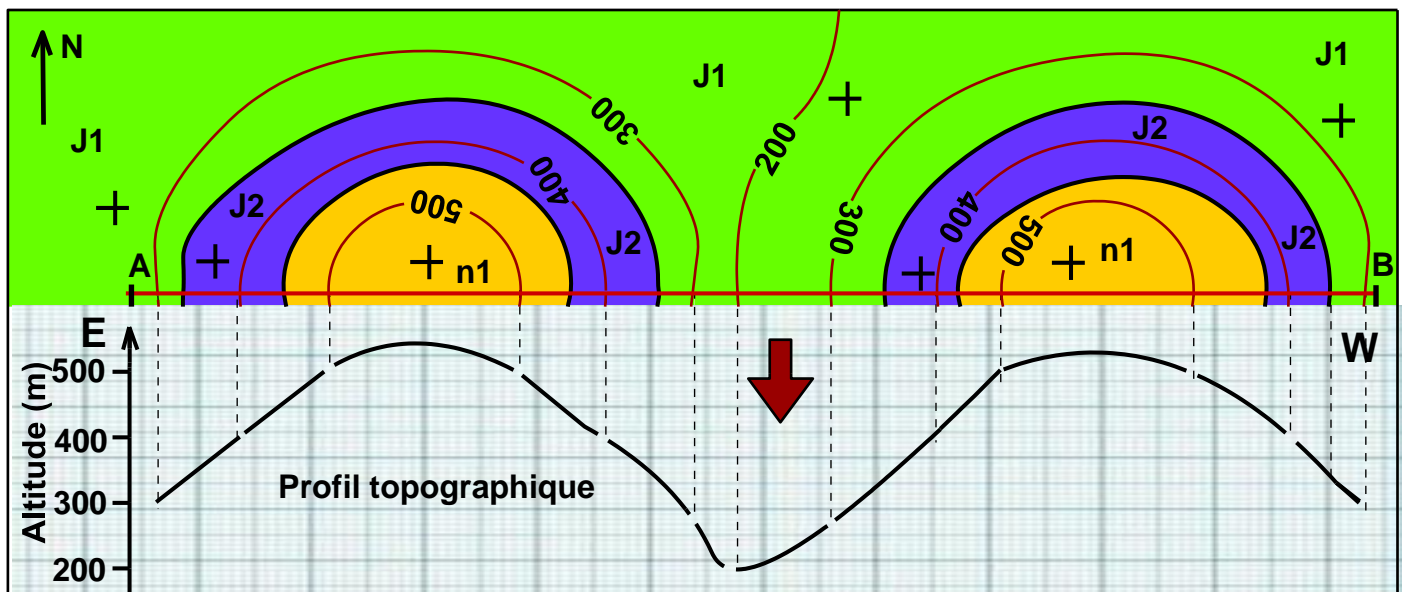
La coupe géologique, réalisée à partir de la carte géologique, est une représentation d'une coupe verticale des roches. Elle matérialise la superposition et les structures géologiques.

#### II/ Etapes de réalisation d'une coupe géologique :

Pour réaliser une coupe géologique à partir d'une carte géologique, on suit les étapes suivantes :

##### 1/ Réalisation du profil topographique sur un papier millimétré :

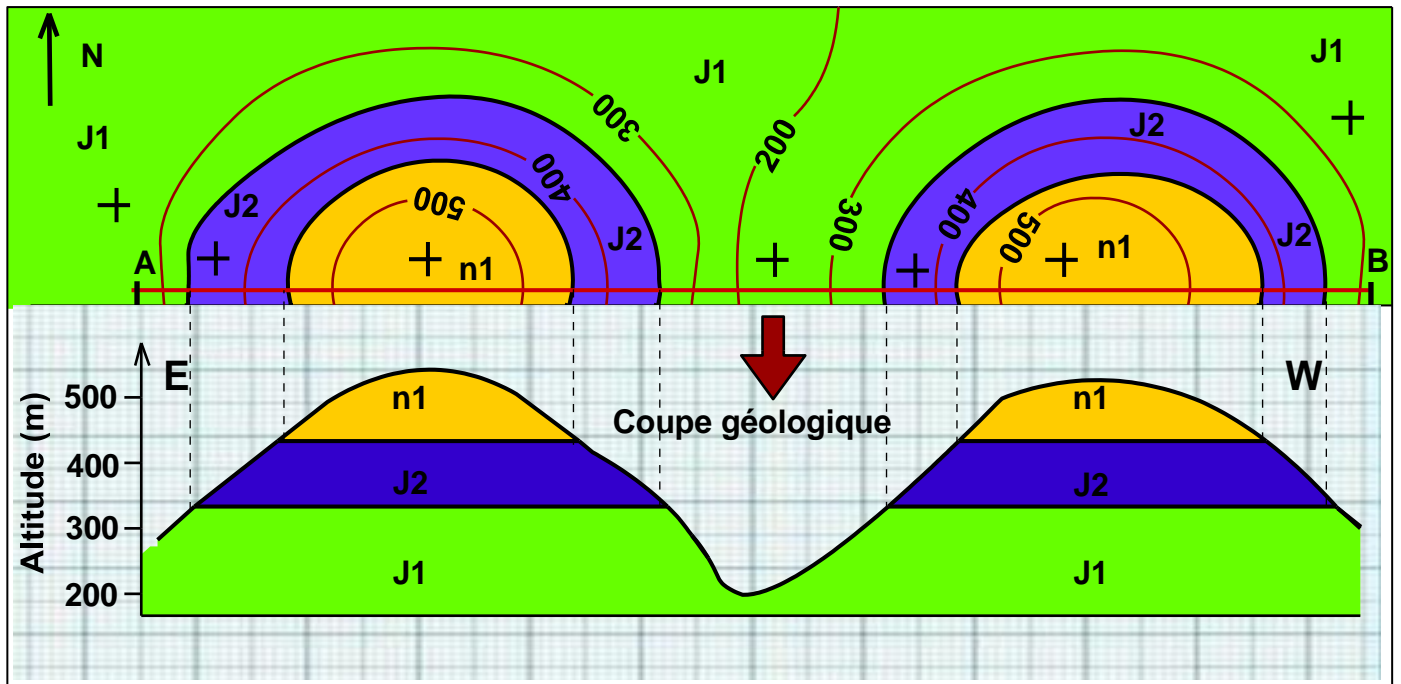
- Tracer sur le papier millimétré un axe horizontal pour la distance et un axe vertical pour les altitudes en respectant l'échelle.
- Placer le bord du papier millimétré le long du segment AB.
- Chaque fois qu'une courbe de niveau recoupe le ligne AB, marquer l'altitude sur le bord du papier millimétré.
- Reporter l'altitude à sa valeur sur l'axe des altitudes.
- Tracer le profil topographique en reliant les points entre eux.
- Indiquer sur le profil topographique : l'orientation, les repères, l'échelle...



2/ Projection verticale des limites des affleurements (des couches) qui coupent le segment AB sur le profil topographique.

3/ Dessiner les couches en respectant leur épaisseur et leur pendage. On commence par dessiner la couche la plus récente dont on connaît le toit et le mur, l'épaisseur d'une couche doit rester constante tout le long de son tracé sauf s'il s'agit d'une couche superficielle horizontale qui a été soumise à l'érosion.

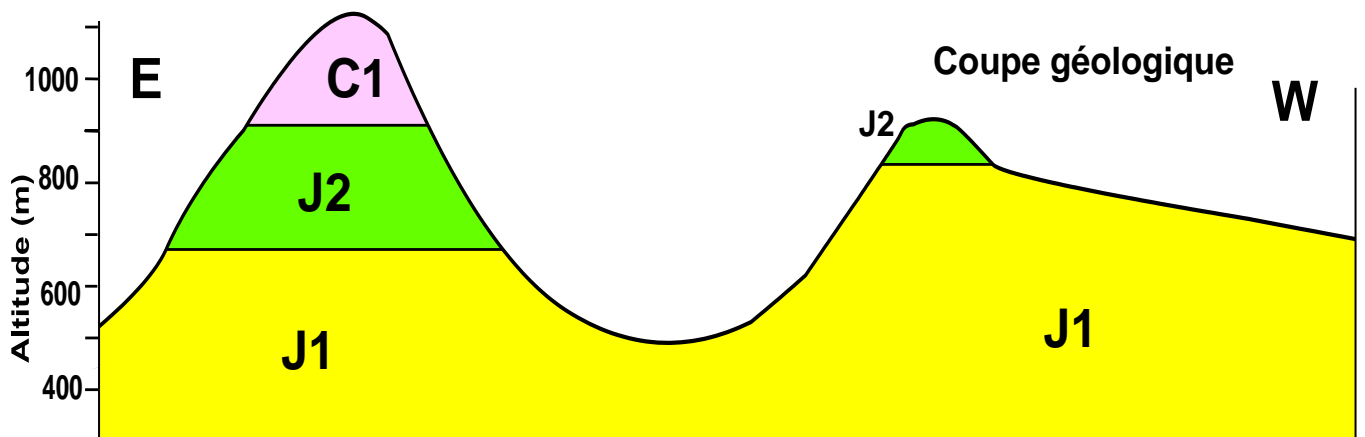
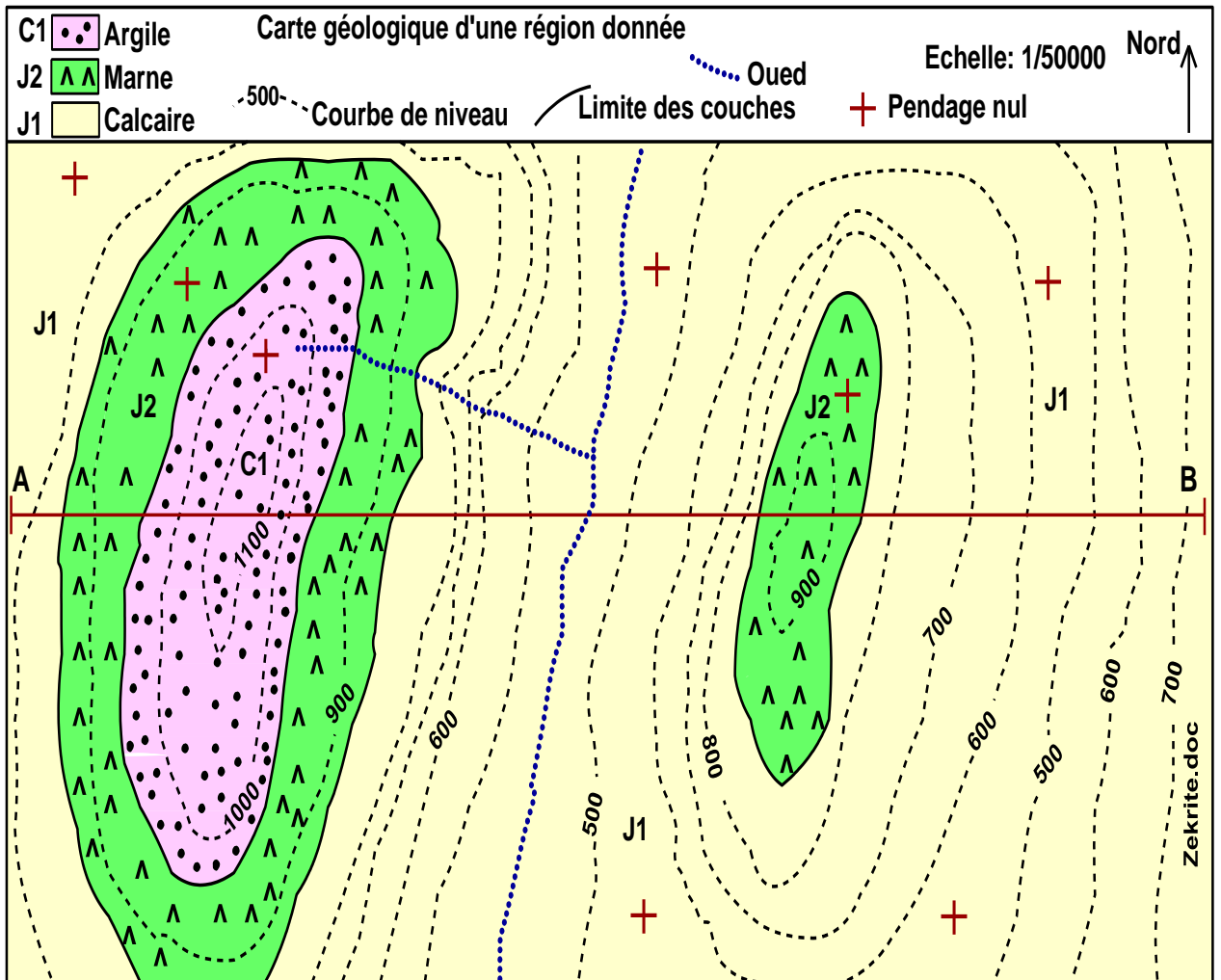
4/ Mettre correctement les figurés et avec beaucoup de soin.



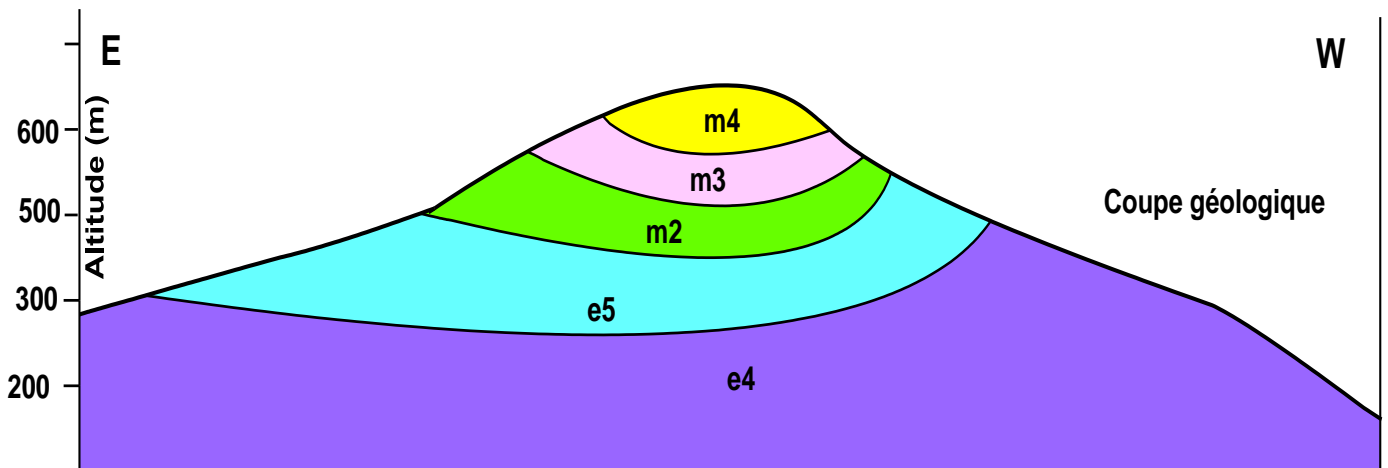
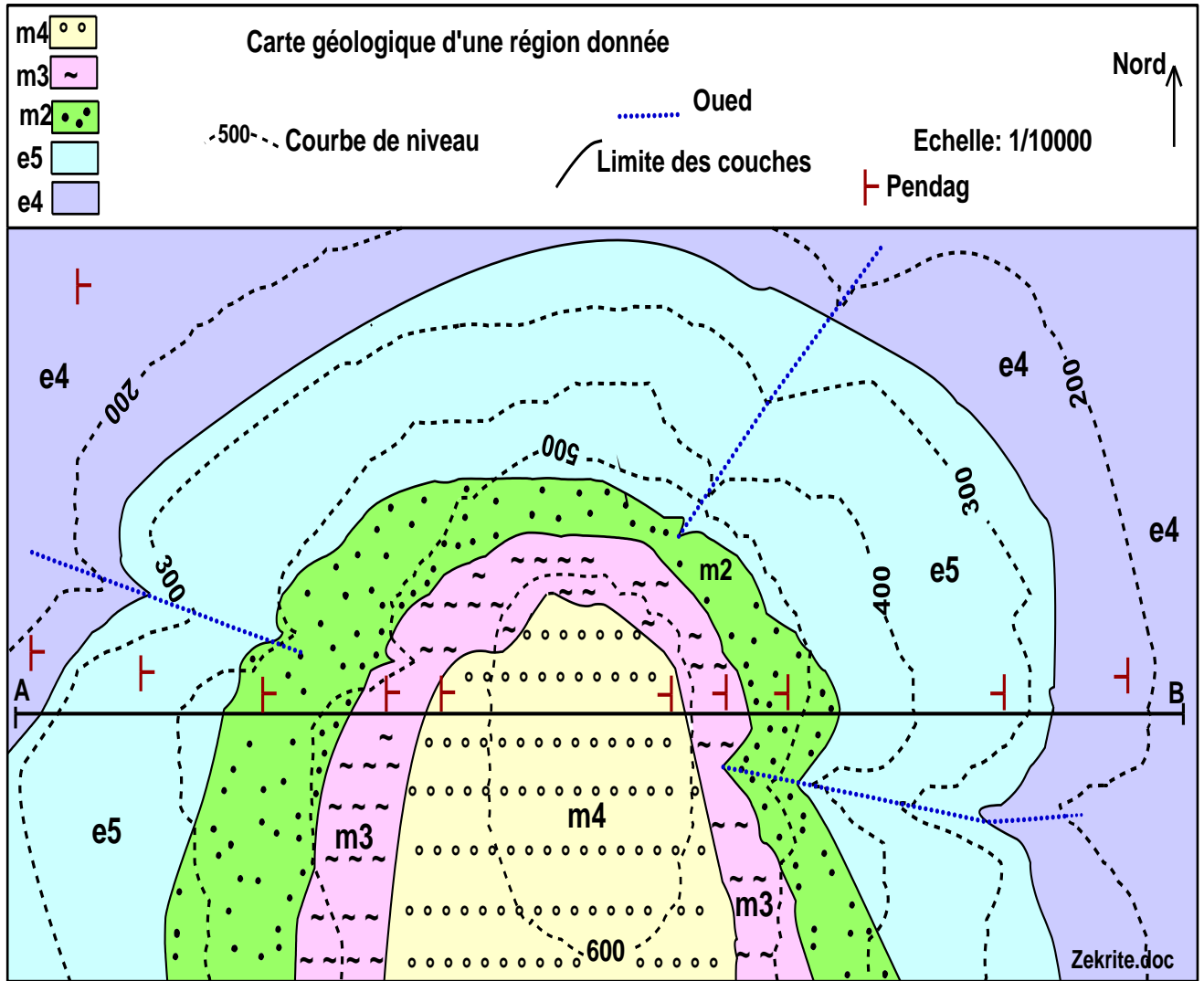
### **III/ Exercices d'application :**

Dessiner les coupes géologiques selon les segments AB dans les différents cas suivants

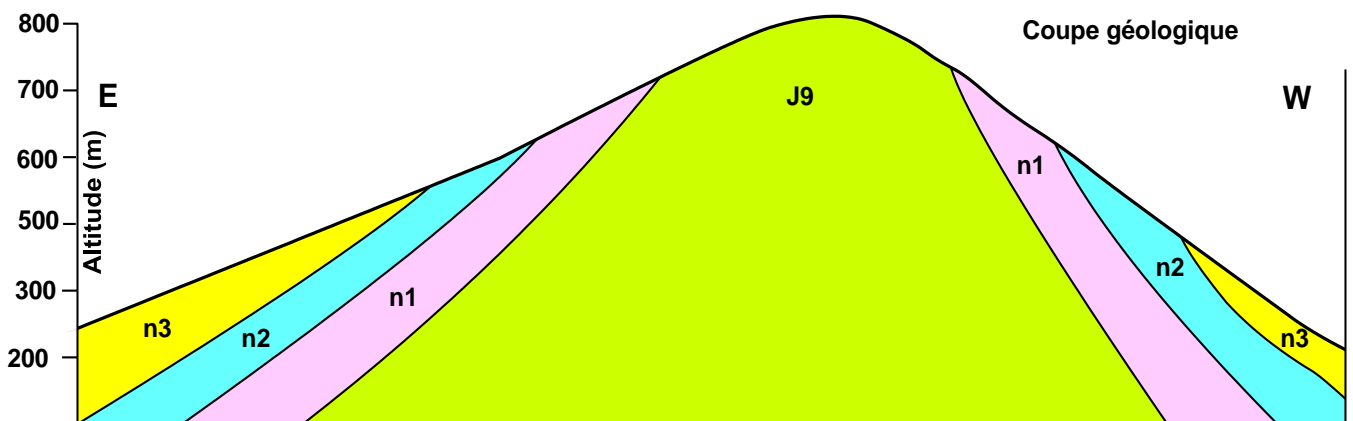
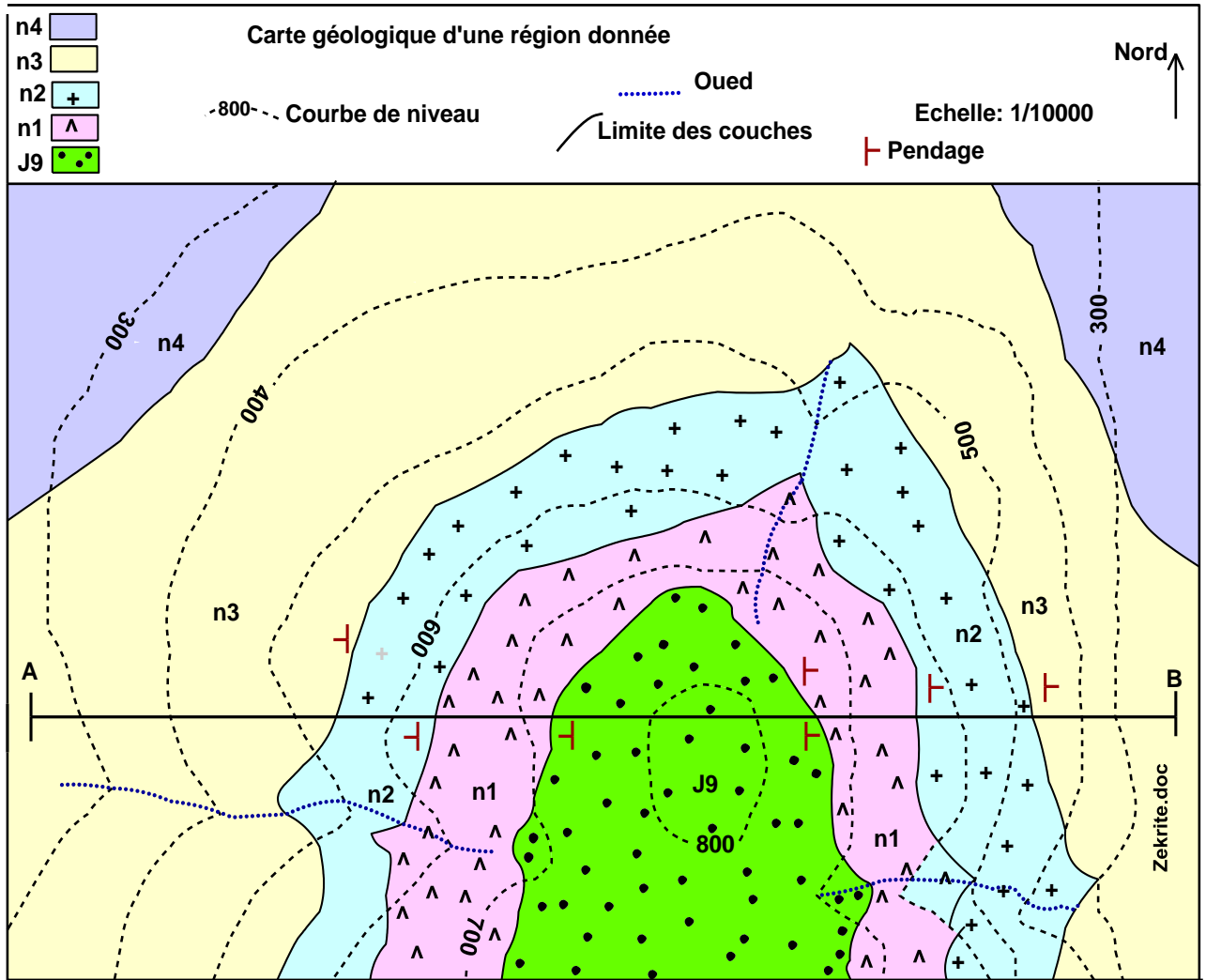
# 1/ Exercice 1 :



# 1/ Exercice 2 :



# 1/ Exercice 3:



**1<sup>ère</sup> partie : Restitution des connaissances**

**I/ Définir** les termes suivants : lagune, fentes de dessiccation.

**II/ Donner** les renseignements qu'indique chaque figure sédimentaire parmi les suivants :

Figures sédimentaires	Les renseignements (Signification)
Rides symétrique	
Rides asymétrique	

**III/ Pour quelle raison** on utilise l'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) et l'acide chlorhydrique (HCl) lors du traitement du sable avant l'analyse granulométrique ?

**IV/ Reliez** chaque proposition, concernant les types des galets, à ses caractéristiques.

Types des galets	Caractéristiques
1. Galet fluviatile	a- Galet poli, émoussé et présentant des stries.
2. Galet de Plage	b- Galet lisse présentant plusieurs facettes et arêtes.
3. Galet éolien	c- Galet émoussé.
4. Galet glacier	d- Galet aplatie ou globulaire avec des trous arqués.

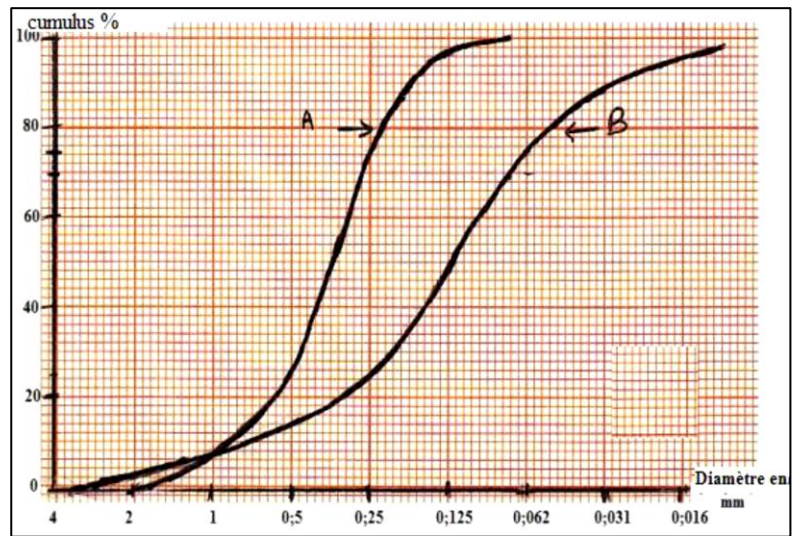
**2<sup>ème</sup> partie : Raisonnement scientifiques et communication écrite et graphique**

**Exercice1:**

✿ Pour déterminer l'origine du sable de deux échantillons A et B, on a effectué une étude granulométrique de ces échantillons. Le document ci-contre donne les courbes cumulatives obtenues suite à cette étude.

1/ Déterminer les quartiles Q1 et Q3 et calculer l'indice de classement de Trask S<sub>0</sub>.

2/ Déterminer le degré de classement des échantillons A et B. Déduire l'origine de chaque échantillon.



Valeurs de S <sub>0</sub>	Degré de classement	Origine du sable
S <sub>0</sub> ≤ 1.23	Très bien classé	Éolien
1.23 < S <sub>0</sub> ≤ 1.41	Bien classé	Fluviatile d'amont ou côtier
1.41 < S <sub>0</sub> ≤ 1.74	Classement moyen	Fluviatile
1.74 < S <sub>0</sub> ≤ 2	Mal classé	Fluviatile d'aval
S <sub>0</sub> < 2	Non classé	Glacier

✿ Le tableau ci-dessous représente les résultats de l'étude granulométrique d'un échantillon de sable (C) pris d'un milieu sédimentaire ancien.

Diamètre des tamis en mm	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
Poids en g	0	8	14	30	38	8	2
Pourcentage des refus %							
Pourcentage cumulé %							

4/ Complétez le tableau

5/ Tracez l'histogramme et la courbe de fréquence.

6/ Décrire la courbe de fréquence du sable C, que peut-on conclure ?

### Exercice2:

✿ Dans le cadre d'une étude statistique des sédiments d'un cour d'eau fluvial, 4 échantillons A ,B ,C et D ont été pris à partir de points différents le long du cour d'eau, le tableau ci-dessous donne les pourcentages des différents constituants.

Les constituants des sédiments	Les pourcentages des constituants (%)			
	A	B	C	D
Argile	3	2	75	11
Sable	10	8	19	60
Graviers	74	24	6	29
Blocs	13	66	0	0

1/ Classer les points A, B, C et D de l'amont à l'aval de la rivière.

✿ On isole des grains de quartz de deux échantillons pris des points B et C, on a remarqué que le grand pourcentage est soit de type **EL** ou **NU** selon l'échantillon.

2/ Déterminer en justifiant votre réponse, le point dans lequel dominant les grains **EL** et le point dans lequel dominant les grains **NU**.

### Exercice 3 :

Un sable contient 85% de grains de quartz RM, 10%NU, 5%EL :

1/ Représenter par un diagramme circulaire la composition de ce sable.

2/ Déterminer le milieu de dépôt de ce sable

Etablissement Elbilia Année scolaire : 2025/2026	Devoir à domicile n° 2 Sciences de la vie et de la terre	1 <sup>ère</sup> année BAC SM
---	---	-------------------------------

**1<sup>ère</sup> partie: Restitution des connaissances**

**I/ Définir** les termes suivants : cycle sédimentaire, fossile stratigraphique

**II/ Donner :**

- Deux exceptions d'utilisation du principe de superposition.
- Le principe d'inclusion

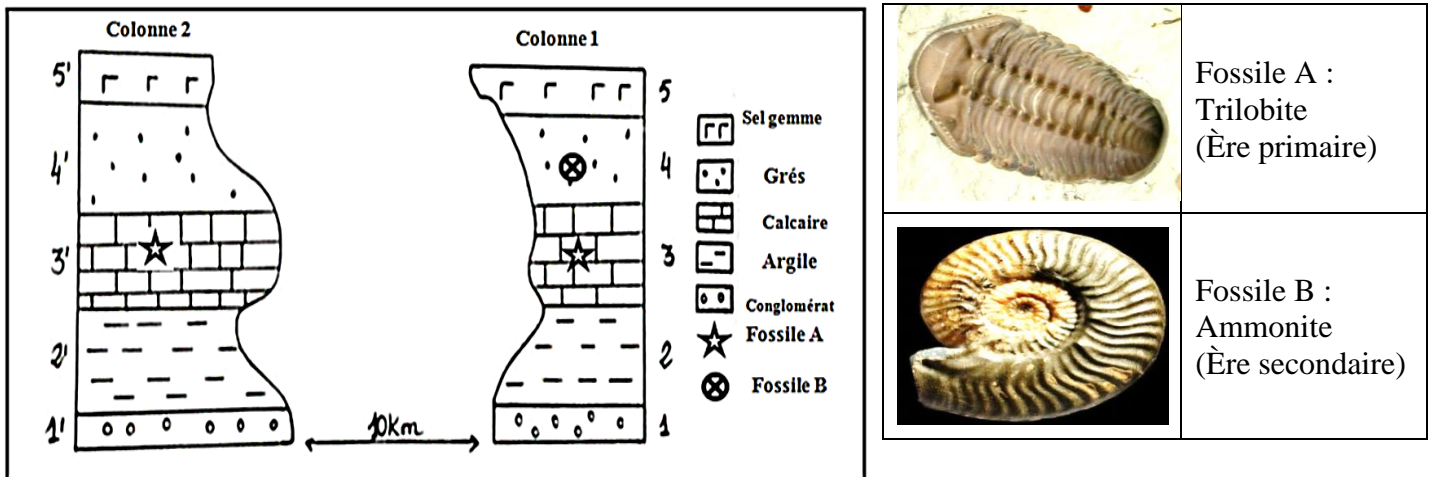
**III/ Répondre** par vrai ou faux.

1- Le stratotype est caractérisé par la richesse en fossiles de faciès	
2- Le stratotype est limité par des lacunes stratigraphiques	
3- Le principe de recoupement permet de dater des couches très éloignées	
4- Le cycle orogénique correspond à la succession d'une série transgressive et une série régressive	

**2<sup>ème</sup> partie: Raisonnement scientifiques et communication écrite et graphique**

**Exercice 1:**

Le document ci-dessous représente 2 colonnes stratigraphiques réalisées au niveau de deux stations proches d'une même région.



**1/ Classer** les strates de la colonne 1 de la plus ancienne à la plus récente en précisant le principe stratigraphique utilisé.

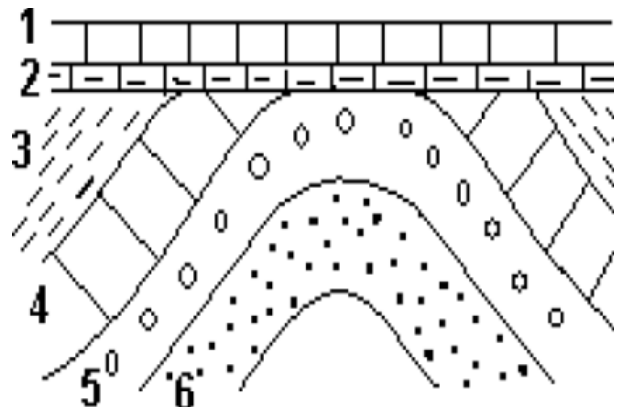
**2/ Montrer** que la couche 2 de la colonne 1 et la couche 2' de la colonne 2 ont le même âge relatif en précisant le principe utilisé.

**3/ Déterminer** l'âge géologique de la strate 4 dans la colonne n° 1. Justifier votre réponse.

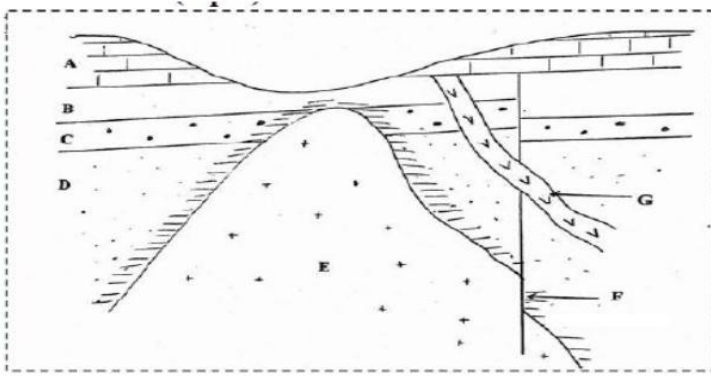
**Exercice 2:**

Le document ci-contre présente un schéma simplifié d'une coupe géologique dans une région sédimentaire.

**1/ Classer** les événements géologiques figurés dans le document du plus ancien au plus récent en précisant le principe stratigraphique adopté dans ce classement.



**2/ Déterminer** le phénomène géologique subie par les couches (3, 4, 5, 6) et le nom de la limite entre ces formations et les formations (1, 2)



A,B,C et D : sont des couches sédimentaires

G est un filon granitique

F est la faille

E est un pluton granitique

**3/ Dater** le pluton granitique par rapport aux couches A, B, C, D, **justifier** votre réponse et **citer** le principe stratigraphique appliqué

**4/ Reconstituer** l'histoire géologiques de cette région

**1ère partie: Restitution des connaissances**

I/ Définir les termes suivants

☼ **La carte géologique** -----  
-----  
-----

☼ **La courbe de niveau** -----  
-----  
-----

II/ Répondre par vrai ou faux.

Proposition	Vrai ou faux
1/ Un point côté peut indiquer un sommet ou un point de basse altitude	
2/ Un pli anticlinal est une déformation tectonique sous forme d'une cassure suivie par un mouvement relatif des compartiments	
3/ Le signe de pendage ( ⊥ ) signifie que la couche sédimentaire est horizontale	
4/ Un pli synclinal est représenté sur la carte par un très plus épais que les limites des couches.	

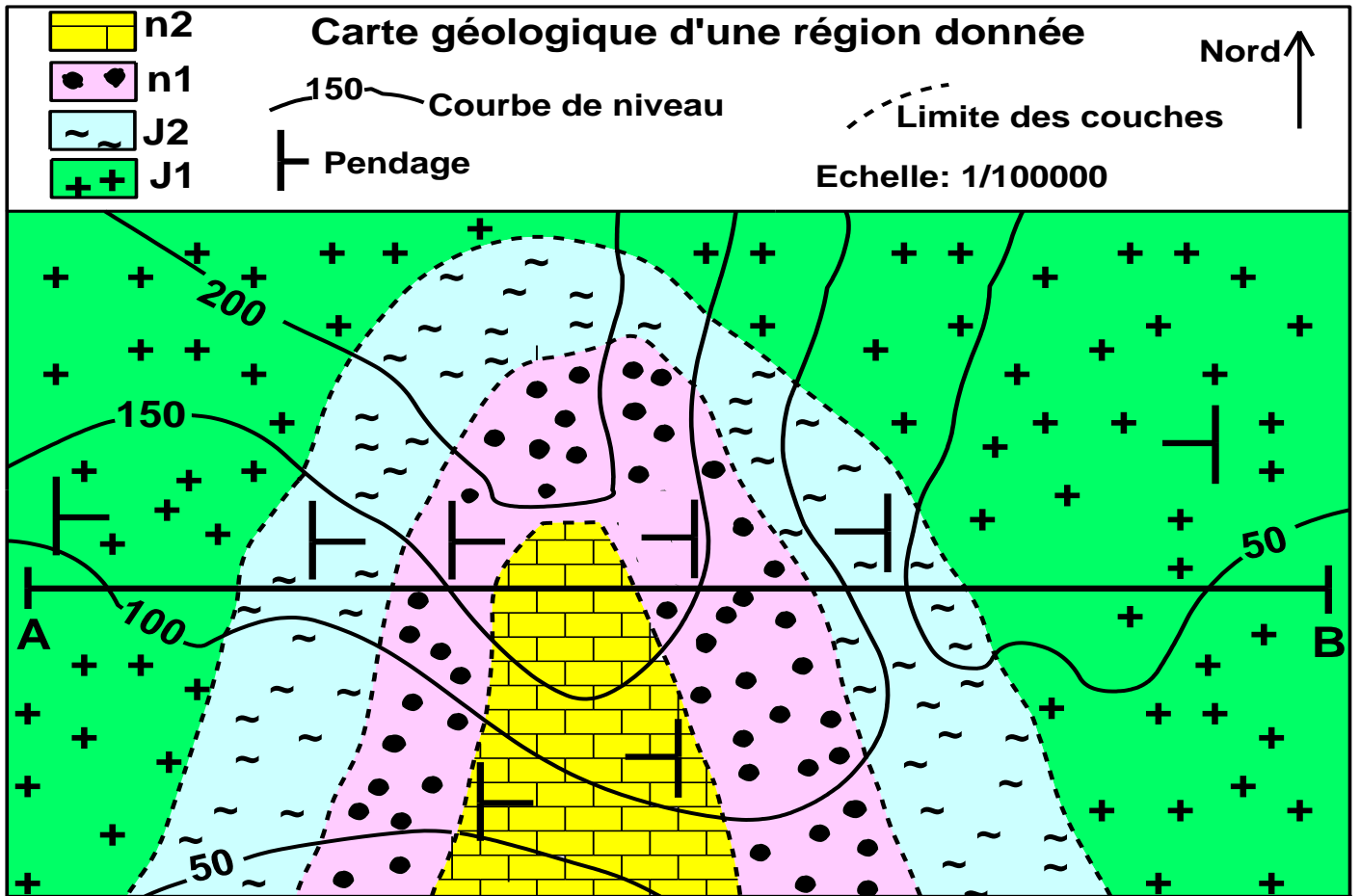
III/ Les figures de la ligne A, représentent l'aspect de quelques couches sédimentaires sur la carte géologique, les figures de la ligne B représentent l'aspect respectif de ces couches sur la coupe géologique, correspondre à chaque figure de la ligne A son aspect correct sur la ligne B et compléter le tableau suivant :

1	2	3	4

Ligne A : carte géologique				
Ligne B : coupe géologique				

**2ème partie: Raisonnement scientifiques et expression écrite et graphique (10 points)**

La figure ci-dessous représente un extrait d'une carte géologique d'une région donnée.



**1/ Déterminer** l'équidistance de cette carte.

**2/ Déterminer** la structure (déformation) qui a affecté cette région en justifiant comment vous l'avez repéré sur la carte.

**3/ Réaliser** un profil géologique selon le segment AB.

# Éléments de réponses – devoir à domicile n° 1

## 1ère partie : Restitution des connaissances

### I/ Définitions :

**Moraine** : amas de débris rocheux, érodé et transporté par un glacier.

**Lagune** : étendue d'eau salée littorale de faible profondeur, séparé de la mer par un cordon essentiellement sableux, la lagune est alimentée par l'eau de mer grâce à une ou plusieurs ouvertures étroites, la sédimentation de ce milieu intermédiaire est surtout caractérisée par des évaporites.

**Fentes de dessiccation** : un type de figure sédimentaire qui se forme lorsqu'un sédiment argileux gorgé d'eau se dessèche se contracte du fait de la réduction de sa teneur en eau par évaporation

Figures sédimentaires	les renseignements (Signification)
Rides symétrique	Le courant est bidirectionnel
Rides asymétrique	Le courant est unidirectionnel.

III/ On utilise l'acide chlorhydrique pour éliminer le calcaire

On utilise l'eau oxygénée pour éliminer la matière organique.

IV/ (1: c) (2: d) (3: b) (4: a)

## 2ème partie : Exploitation de documents et résolution de problèmes scientifiques

### Exercice1:

1/ Détermination des quartils et calcul de l'indice de classement de Trask :

	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>	L'indice de classement de Trask S <sub>0</sub>
<b>Echantillon A</b>	<b>0.25</b>	<b>0.5</b>	$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}} = 1.41$
<b>Echantillon B</b>	<b>0.062</b>	<b>0.25</b>	$S_0 = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}} = 2.03$

2/ Pour l'échantillon A: On a  $1.23 < S_0 = 1.41 \leq 1.41$  donc le sable étudié est Bien classé, il provient d'un milieu côtier ou de l'aval d'un fleuve.

Pour l'échantillon B: On a  $S_0 = 2.03 > 2$  donc le sable étudié est non classé, il provient d'un milieu glaciaire.

3/ Le sable de l'échantillon A est Bien classé donc peut être littoral ou fluviatile dans l'aval.

Le sable de l'échantillon B est non classé donc peut être glaciaire ou fluviatile dans l'amont

4/ Compléter le tableau

Diamètre des tamis en mm	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
Poids en g	0	8	14	30	38	8	2
Pourcentage des refus %	0	8	14	30	38	8	2
Pourcentage cumulé %	0	8	22	52	90	98	100

Poids total des grains : 100g

5/ Réalisation de l'histogramme et du polygone de fréquence.

6/ Le polygone de fréquence est unimodal sable mal classé, il peut avoir une origine fluviatile.

### Exercice2:

1/ B -----> A -----> D -----> C

2/ Le point B est proche de l'amont car se caractérise par la dominance des blocs. Donc le sable de ce point va subir un transport de courte distance ainsi que les grains qui dominent sont de type NU.

Le point C est très éloigné de l'amont (l'aval) car se caractérise par la dominance des argiles. Donc le sable de ce point va subir un transport de longue distance ainsi que les grains qui dominent sont de type EL.

### Exercice 3:

1/ Représentation par un diagramme circulaire correcte

2/ Détermination du milieu de dépôt de ce sable : dominance des grains EL, donc **le transport est long par l'eau, il s'agit d'un sable du littoral.**

# Eléments de réponses – Devoir à domicile n° 2

## 1ère partie: Restitution des connaissances

### I/ Définition:

**Cycle sédimentaire** : est une période donnée constituée par la succession d'une transgression suivie par une régression. Les cycles sédimentaires sont utilisés dans les subdivisions chronologiques, en effet les grands cycles sédimentaires déterminent des subdivisions géologiques appelées: systèmes = périodes.

**Fossile stratigraphique** : c'est un fossile qui renseigne sur le temps géologique, il se caractérise par:

- Une faible extension dans le temps (courte durée de vie).
- Une grande extension géographique. (on les trouve dans toutes les régions étudiées)
- Une grande abondance.

II/ ❁ On ne peut pas appliquer le principe de superposition dans le cas :

- Des plis couchés
- Des failles inverses
- Des terrasses alluviales étagées.

❁ Principe d'inclusion مبدأ التضمن

Un objet inclus dans une couche sédimentaire est plus ancien que la couche qui la renferme.

III/ Répondre par vrai ou faux. (2pts)

5- Le stratotype est caractérisé par la richesse en fossiles de faciès	F
6- Le stratotype est limité par des lacunes stratigraphiques	V
7- Le principe de recoupement permet de dater des couches très éloignées	F
8- Le cycle orogénique correspond à la succession d'une série transgressive et une série régressive	F

## 2ème partie: Exploitation de documents et résolution de problèmes scientifiques

### Exercice 1:

1/ Classement des strates de la colonne 1 de la plus ancienne à la plus récente en précisant le principe stratigraphique utilisé.

La couche 1 est plus ancienne que la couche 2, plus ancienne que la couche 3 plus ancienne que la couche 4 plus ancienne que la couche 5 ; le principe appliqué : **principe de superposition**.

2/ La couche 2 de la colonne 1 et la couche 2' de la colonne 2 ont le même âge relatif en parc qu'elles sont ont la même constitution lithologique (argile), en plus elle soit limitée par les mêmes couches à la base et au sommet : **principe de continuité**.

3/ L'âge géologique de la strate 4 de la colonne1 : elle s'est déposée pendant le secondaire parce qu'elle contient des ammonites qui sont de bons **fossiles stratigraphiques** caractéristiques du secondaire.

### Exercice 2:

1/ Classement des événements géologiques en précisant le principe stratigraphique adopté dans ce classement.

\* La couche 6 est plus ancienne que la couche 5, plus ancienne que la couche 4, plus ancienne que la couche 3, plus ancienne que la couche 2, plus ancienne que la

couche 1 : principe de superposition.

\* La contrainte tectonique à la base du plissement des couches (6, 5, 4, 3) est plus récente (postérieure) à l'époque de dépôt de la couche 3 et plus ancienne (antérieure) que l'époque de dépôt de la couche 2 : **principe de recoupement**.

2/ Le phénomène géologique subie par les couches (3, 4, 5, 6) et le nom de la limite entre ces formations et les formations (1, 2)

Phénomène : **pli anticlinal**.

Le nom de la limite : **discordance angulaire**

3/ Datation du pluton granitique par rapport aux couches A, B, C, D, justification et principe stratigraphique appliqué:

Le pluton granitique coupe les couches D, C et B, donc il est plus récent que ces couches, précisément plus récent que la couche B : principe de recoupement.

Le pluton granitique ne coupe pas la couche A, donc il est plus ancien que cette couche: principe de recoupement.

4/ Reconstitution de l'histoire géologiques de cette région

✱ Dépôt de la couche D puis C puis B : principe de superposition.

✱ Montée du pluton granitique E qui coupe les couches D, C et B : principe de recoupement.

✱ Faille F qui a affecté les couches D, C, B et le pluton granitique E.

✱ Montée du filon granitique G qui n'est pas affecté par la faille, ce qui indique que le filon G est plus récent que le filon G.

✱ Dépôt de la couche A.

## Éléments de réponses – devoir à domicile n° 3

### 1<sup>ère</sup> partie: Restitution des connaissances

#### I/ Définitions

✿ **La carte géologique** est la représentation sur un fond topographique, des formations géologiques visibles à l’affleurement, par des couleurs et des symboles conventionnels. La carte géologique sert à représenter la nature des roches (données pétrographiques), leur âge (données stratigraphiques), ainsi que les déformations qui l’ont affecté (données tectoniques).

✿ **La courbe de niveau** est une ligne reliant tous les points situés sur la même altitude.

#### II/ Répondre par vrai ou faux.

Proposition	Vrai ou faux
1/ Un point coté peut indiquer un sommet ou un point de basse altitude	<b>Vrai</b>
2/ Un pli anticlinal est une déformation tectonique sous forme d’une cassure suivie par un mouvement relatif des compartiments	<b>Faux</b>
3/ Le signe de pendage ( $\perp$ ) signifie que la couche sédimentaire est horizontale	<b>Faux</b>
4/ Un pli synclinal est représenté sur la carte par un très plus épais que les limites des couches.	<b>Faux</b>

#### III/ (4 pts)

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>d</b>	<b>a</b>	<b>c</b>	<b>b</b>

1/ L’équidistance de cette carte : **50m**

2/ Structure (déformation) qui a affecté cette région.

**Pli synclinal, La couche centrale est la plus récente, entourée par des couches inclinées plus anciennes avec des signes de pendage :** 

3/ Réalisation du profil géologique selon le segment AB.

Réalisation correcte de la coupe : profil topographique correcte, projection des limites des couches correcte : pli synclinal.