

Sédiments – Sols & Evolution

Poly de TD « Sédiments Sols » 2008

Introduction à la Pétrographie sédimentaire

Notes à lire avant le reste de ce document

Ce document correspond au polycopié qui vous sera distribué à la première séance de TD. Le programme prévu des TD-TP est le suivant :

- Un TD sur les roches détritiques : dans ce document, page 1 à 4. Pour ce TD, les exercices d'application sont les exercices 1, 3 et 4.
- Un TP illustrant ce TD
- Un TD sur les roches carbonatées : dans ce document, page 5 à .8. Pour ce TD, les exercices d'application sont les exercices 2, 5 et 6.
- Un TP illustrant ce TD
- Un TP d'introduction à la reconnaissance des lames minces de roches sédimentaires au microscope.

Les réponses aux exercices vous seront données au cours des TD

La page 15 comporte une feuille semi-log nécessaire pour tracer les courbes granulométrique de l'exercice 1.

Introduction à la Pétrographie sédimentaire

La pétrographie est la description des roches. Une bonne description de la roche et de ses caractéristiques est la base de tout travail en sédimentologie et est indispensable à toute interprétation paléoenvironnementale.

A - Présentation générale des roches sédimentaires

Dès l'instant où une roche approche de la surface de la Terre, quelque soit son origine (magmatique, sédimentaire ou métamorphique), elle va subir une succession de processus fondamentaux qui vont conduire à la fabrication de roches sédimentaires. Les matériaux à l'origine des roches sédimentaires sont transportés jusqu'au lieu de dépôt sous deux formes, à l'origine de la définition des deux plus grandes familles de roches sédimentaires :

- Transport en suspension (particules) → Roches **détritiques** terrigènes.
- Transport en solution (substances dissoutes) → Roches **chimiques** et **biochimiques**.

Les roches sédimentaires peuvent être **meubles** ou **consolidées**

Les roches sédimentaires sont constituées de deux composants fondamentaux :

1- Les **grains**.

2- La **phase de liaison** pour les roches consolidées. Si celle-ci est contemporaine des grains (matériel fin déposé entre les grains) on parle de **matrice**. Si elle est postérieure au dépôt des grains, on parle de **ciment**.

Grains et matrices peuvent aussi bien être détritiques que (bio)chimiques. Par définition, un ciment est (bio)chimique.

B - Les roches détritiques

1- Définition

Roches dont plus de 50% des éléments (matrice et grains) sont détritiques.

2 - Les critères de classification des roches détritiques

2.1 - La taille des éléments : la texture

La classification des roches détritiques est essentiellement basée sur la taille des grains (détritus) constituant la roche ou le sédiment. La progression entre les classes la plus utilisée est celle de Udden et Wenworth qui correspond au standard international (tableau 1, p. suivante).

Selon que la roche est consolidée ou non, la terminologie est différente. Ainsi, un sable actuellement rencontré sur une plage pourra se transformer au cours de la diagenèse en un grès.

Les limites les plus significatives sont 2 et 0,063 mm. Elles séparent les rudites des arénites et les arénites des lutites. Les valeurs limites entre les différentes classes de sable et de silts constituent une suite géométrique de raison 1/2.

Souvent les grains qui constituent la roche appartiennent à plusieurs classes granulométriques. On nomme alors la roche en fonction de la fraction qui domine puis des fractions mineures (nom dérivé de la proposition de Folk) :

Proportion des grains >2mm

- > 80% : conglomérat
- 30 à 80% : conglomérat gréseux (ou silteux ou argileux)
- 5 à 30% : grès (ou siltite ou argilite) conglomératique
- < 5% : utiliser le triangle ci-dessous

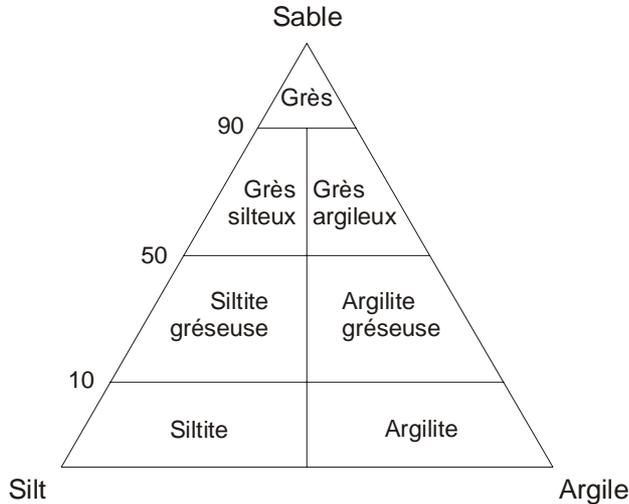


Figure 1. Classification triangulaire des sédiments détritiques

Diamètre (Φ)	Diamètre (mm)	Roche non consolidée		Roche consolidée		Classe
-3,32	10	Cailloutis et blocs		Conglomérat		Rudites
-1	2	Gravier		Microconglomérat		
0	1	Très grossier	Sable	Très grossier	Grès	Arénites
1	0,5	Grossier		Grossier		
2	0,25	Moyen		Moyen		
3	0,125	Fin		Fin		
4	0,063	Très fin		Très fin		
5	0,0315	Très grossier		Silt		
6	0,016	Grossier	Grossier			
7	0,008	Moyen	Moyen			
8	0,004	Fin	Fin			
9	0,002	Très fin	Très fin			
		Argile		Argilite		

Tableau 1. Classification des roches détritiques

2.2 - L'analyse granulométrique

L'analyse granulométrique d'un sédiment a pour but d'étudier en détail la répartition de la taille des grains. Cette répartition renseigne le géologue sur la manière dont s'est déposé le sédiment. Dans le cas des grosses particules, la taille est mesurée directement (cas des rudites), pour les particules de la taille des sables, on procède au tamisage à sec ou sous eau courante sur des colonnes de tamis.

Les tamis présentent des mailles carrées de dimensions normalisées dont les mailles sont calculées selon une progression géométrique. D'autres techniques plus élaborées existent aujourd'hui. Elles ne seront pas développées.

On dispose sur un plateau vibrant une colonne de tamis. Les tamis présentant les plus petites mailles sont disposés à la base de la colonne, ceux de plus grande maille au sommet. On renverse ensuite dans le tamis supérieur, une masse de sable connue (généralement 100 g dans le cas d'un sable fin, davantage si le sédiment est plus grossier). Le plateau vibrant est mis sous tension durant environ 15 minutes. On récupère ensuite dans chaque tamis une certaine quantité de sable appelée refus de tamis. Le refus d'un tamis donné contient les grains dont la taille est comprise entre celle du tamis et celle du tamis disposé immédiatement au dessus. Chaque refus de tamis est ensuite pesé et pour chaque classe granulométrique on obtient un pourcentage de refus. A partir de ces données, un histogramme et une courbe cumulative peuvent être tracés. L'histogramme permet d'évaluer le classement du sédiment tandis que la courbe sert à mesurer un certain nombre de valeurs : les percentiles, utilisés pour calculer les paramètres de médiane et classement. La médiane est représentée par le percentile P_{50} .

L'échelle des tailles peut s'exprimer dans une unité métrique (mm, micromètres, ...) mais l'on se heurte au problème de manipulation de chiffres très grands et très petits nécessitant souvent une échelle logarithmique. Il est donc parfois fait appel à une échelle arithmétique, l'échelle Φ (Phi, Voir le tableau 1). Le passage de l'échelle millimétrique à l'échelle Phi se fait par l'intermédiaire de la formule suivante :

$$\Phi = -[\log(\text{mm})/\log(2)]$$

La valeur du classement peut être calculée avec la formule suivante :

En millimètres : Classement = $\sqrt{(P_{75}/P_{25})}$. P_{75} et P_{25} étant les percentiles 75 et 25.

Plus la valeur obtenue est proche de 1, meilleur est le classement.

$$\text{En Phi : Classement} = [(\Phi_{84} - \Phi_{16}) / 4] + [(\Phi_{95} - \Phi_5) / 6,6]$$

Quand le classement est exprimé en unité Phi, il est possible d'associer à la valeur trouvée une échelle verbale :

< 0,35	sédiment très bien classé
0,35 à 0,50	bien classé
0,50 à 0,71	modérément bien classé
0,71 à 1	modérément classé
1 à 2	mal classé
> 2	très mal classé

En sédimentologie, on préférera l'unité Phi plus utilisée de façon internationale. Dans ce cas, la représentation graphique des résultats de granulométrie se fait pour l'axe des abscisses dans le sens croissant des valeurs de Phi, c'est à dire dans le sens décroissant des valeurs de tailles exprimées en millimètres.

Application : *Exercices*

3 - La nature des éléments

Le second critère de classification est la nature des éléments ou de la phase de liaison ; nature chimique, minéralogique, biologique, pétrographique ...

a) LES GRAINS

La plupart des **minéraux** des roches détritiques ne sont pas propres aux roches sédimentaires. Nous les retrouverons également lors des observations des roches magmatiques.

Les grains détritiques sont principalement des silicates: quartz, feldspaths, micas, argiles
 Les autres minéraux correspondent souvent à des grains autochtones (formés dans la zone de sédimentation)

Carbonates : calcite (bioclastes), dolomite

Sulfates : gypse

Oxydes : limonite

Phosphates, glauconie ...

A ces minéraux il faut ajouter les **débris lithiques**. Il s'agit de morceaux polycristallins de roches de natures variées sédimentés avec les grains isolés. Ces débris lithiques se rencontrent, bien entendu, essentiellement dans les roches les plus grossières.

b) LA PHASE DE LIAISON

Elle peut avoir des natures variées : calcaire, argileuse, siliceuse, ferrugineuse ...

Exemples : Sable bioclastique
 Grès glauconieux à ciment calcaire
 Poudingue à galets de quartz et de granite ...

Si cette phase est contemporaine des grains les plus gros alors il s'agit d'une matrice.
 Si elle est postérieure au dépôt des grains, il s'agit d'un ciment.

4 - Comment nommer une roche détritique ?

En fonction de tous les paramètres que nous venons de détailler, il devient possible de donner un nom à la roche détritique décrite. Après s'être assurés que nous sommes en présence d'une roche détritique, il faut étudier successivement la texture de la roche, la nature des constituants et, le cas échéant, des indications qui nous seront précieuses pour reconstituer le milieu de dépôt : les figures sédimentaires.

Grande famille	Texture Taille des grains tri ...	Nature des constituants grain matrice ciment ...	Figures sédimentaires litage, laminations, bioturbations ...
Roche détritique	sable fin bien trié	à ciment calcaire, à débris de coquilles	à laminations obliques

Description d'une roche détritique. Principe et exemples.

5 - Le milieu de plateforme détritique

Exercices

C - Les roches chimiques et biochimiques

Cet ensemble de roches comprend trois familles principales :

- les roches siliceuses : radiolarites par exemple ;
- les roches évaporitiques résultat de l'évaporation d'eaux sursaturées : gypse, sel ou potasse par exemple ;
- les roches carbonatées. Il s'agit de la famille essentielle qui est principalement développée en TD et illustrée en TP.

1 - Les critères de classification des roches carbonatées

Les roches carbonatées contiennent au moins 50% de carbonate, le plus souvent du carbonate de calcium : la calcite et l'aragonite CaCO_3 mais également du carbonate double de calcium et de magnésium : la dolomite $\text{Ca Mg} (\text{CO}_3)_2$. Chez les roches carbonatées, les calcaires *s.l.*, la classification est basée principalement sur la part des grains et de ce qui les lie : la texture mais également sur la nature des constituants.

1.1 - La nature des éléments

Outre les grains de natures diverses déjà cités pour les roches détritiques, les roches carbonatées peuvent, en plus, contenir des éléments particuliers tels que :

- les bioclastes (mollusques, foraminifères, brachiopodes, échinodermes ...),
- les oolithes : grains sphériques généralement <2mm à structure concentrique,
- les pellets (ou péloïdes) : agrégats de calcaire fin, de forme généralement arrondie <2mm, sans structure interne, correspondent souvent à des pelottes fécales d'animaux
- les intraclastes : fragments de sédiment sub-contemporain plus ou moins consolidé, détruit et redéposé.

1.2 - La part des grains et de ce qui les lie : la texture

La classification retenue est celle de Dunham (*Tableau 2*). Dans cette classification, il importe de distinguer les grains et ce qui les relie. Pour cette seconde phase, deux possibilités :

- La phase de liaison est constituée par de la boue carbonatée. Elle est aisément reconnaissable à l'œil nu par son caractère mat.
- La phase de liaison n'est pas de la boue. Dans ce cas, il s'agit le plus souvent d'un ciment qui est fréquemment brillant et/ou translucide à l'œil nu (cristaux de calcite). La loupe est souvent indispensable pour s'assurer de cette détermination.

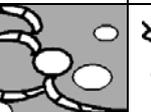
La texture de dépôt est reconnaissable ?					
OUI					NON
Le calcaire n'est pas construit					
OUI				NON	
Il y a de la boue entre les grains					
OUI			NON		
La boue porte les grains					
OUI		NON			
Il y a moins de 10% de grains					
OUI		NON			
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Autres calcaires
				Calcaires construits	

Tableau 2 : Classification de Dunham (1962)

S'agissant d'une classification d'origine anglaise, voici (pour mémoire) quelques équivalents français des termes anglais. Stone : pierre, roche. Mud : boue. To pack : entasser, serrer. Grain : grain. To bound : agglutiner, cohérer.

Deux classes de calcaires échappent à l'obligation de traquer la présence de boue.

- Il s'agit de la texture cristalline : la roche n'est constituée que de cristaux et aucun élément n'est reconnaissable. Cette texture fait généralement suite à des processus divers tels que la diagenèse ;
- Et de la texture Boundstone : Calcaires construits par des organismes tels que les coraux, certaines algues certains mollusques, etc. Attention si on ne trouve que des fragments de coraux, la roche n'est pas de texture boundstone car les fragments sont considérés comme des grains : des bioclastes.

1.3 Classification granulométrique

Pour les roches carbonatées non consolidées, on peut appliquer une classification granulométrique similaire à celle définie pour les roches détritiques. On parle alors de **calcirudite**, **calcarénite** et **calcilutite**.

2 - Comment classer les roches carbonatées ?

2.1 - La teneur en CaCO_3

Pour définir complètement une roche carbonatée, une mesure de la teneur en carbonate de calcium est nécessaire.

Le dosage du carbonate de calcium est basé sur l'attaque par l'acide chlorhydrique (HCl) dilué d'un échantillon d'une masse donnée à pression et température constantes.

C'est le principe utilisé par le calcimètre de BERNARD.

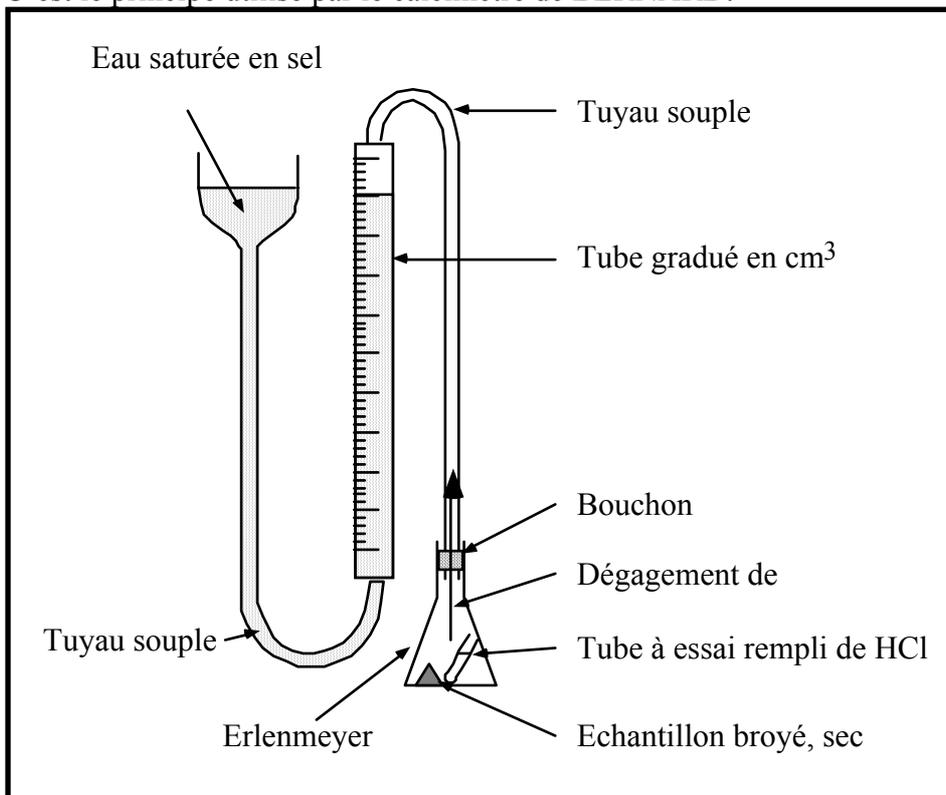


Figure 2 : Le calcimètre de Bernard

Une masse **m** de sédiment broyé finement et sec est pesée. En général : 1, 0,5 ou 0,2 g. Il est introduit dans un erlenmeyer dans lequel on place un tube à essai contenant HCl.

On ferme l'erlenmeyer et note le volume **V₀** le long du tube gradué.

Le tube à essai renversé, une réaction chimique se produit :

Equation :

La quantité de CaCO₃ contenue dans l'échantillon s'obtient en mesurant le volume de gaz dégagé entre le début : **V0** et la fin de la réaction : **V1**.

Ce qui n'est pas attaqué par l'acide chlorhydrique est constitué par les éléments insolubles : argiles, quartz, ...

Application : *Exercice*

2.2 - Les différents types de calcaires

La calcimétrie révèle qu'un calcaire n'est que rarement pur. Il peut contenir des proportions importantes de dolomite, argile ou quartz. Il existe donc des roches de composition intermédiaires entre deux pôles. Les parties en gris ci-dessous correspondent aux roches carbonatées.

- Les dolomies

CaCO ₃ (%)	10	50	90
	Dolomie	Dolomie calcaire	Calcaire dolomitique
Dolomite (%)	90	50	10

- Les marnes

CaCO ₃ (%)	10	33	66	90
	Argile	Marne calcaire	Marne	Calcaire marneux
Argile (%)	90	67	34	10

- Les grès calcaires

CaCO ₃ (%)	10	50	90
	Grès	Grès calcaire	Calcaire gréseux
Quartz (%)	90	50	10

3 - Comment nommer une roche carbonatée ?

En fonction de tous les paramètres que nous venons de détailler, il devient possible de donner un nom à la roche carbonatée décrite. Après s'être assurés que nous sommes en présence d'une roche carbonatée, il faut étudier successivement la texture de la roche, la nature des constituants et, le cas échéant, des indications qui nous seront précieuses pour reconstituer le milieu de dépôt : les figures sédimentaires. C'est exactement le même principe que pour les roches détritiques.

Grande famille	Texture Taille des grains tri ...	Nature des constituants grain matrice ciment ...	Figures sédimentaires litage, laminations, bioturbations ...
Roche carbonatée	grainstone	à ciment calcaire, à oolithes et bioclastes	à bioturbations

Tableau3 : Description d'une roche carbonatée. Principe et exemples.

4 - Le milieu de plateforme carbonatée

Actuellement, les plates formes carbonatées se développent surtout sous climat tropical (Bahamas, Golfe persique, Australie ...) et plus rarement sous climat tempéré (entre Lybie et Tunisie ...). Pour la formation des calcaires, deux facteurs interviennent : la précipitation et la production biologique. La précipitation est régie par des équilibres chimiques dépendant notamment de la température et de la concentration en carbonate des eaux marines. Le rôle de la production biologique est extrêmement important. En effet, de nombreux organismes fixent le calcaire dans leur test : mollusques (bivalves, gastéropodes...), brachiopodes, coraux, échinodermes (oursins, crinoïdes...), algues ou organismes unicellulaires (foraminifères...). D'autres organismes facilitent sa précipitation : micro-organismes, algues ou en concentrent par l'intermédiaire de pelotes fécales. En fonction du type de plate-forme, la zonation des calcaires est différente. La connaissance de cette zonation dans les sédiments actuels est importante pour interpréter les observations géologiques.

Exercice

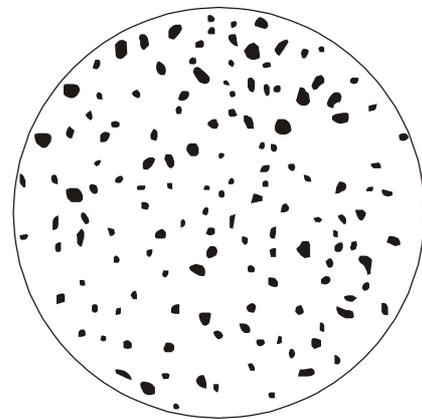
Annexe 1. Matériel nécessaire en pétrographie sédimentaire

Matériel	Utilité	Remarque
Marteau	Casser la roche afin de l'observer selon une cassure fraîche	Uniquement sur le terrain
Loupe (×8 ou ×10)	Observer les éléments constitutifs de la roche ainsi que leur disposition	Vous en procurer une
Acide chlorhydrique dilué	Détecter la présence de calcite	Fourni en TP
Plaque de verre	Tester la dureté de la roche ou des éléments constitutifs	Fourni en TP
Clou en acier	Tester la dureté de la roche ou des éléments constitutifs	Fourni en TP

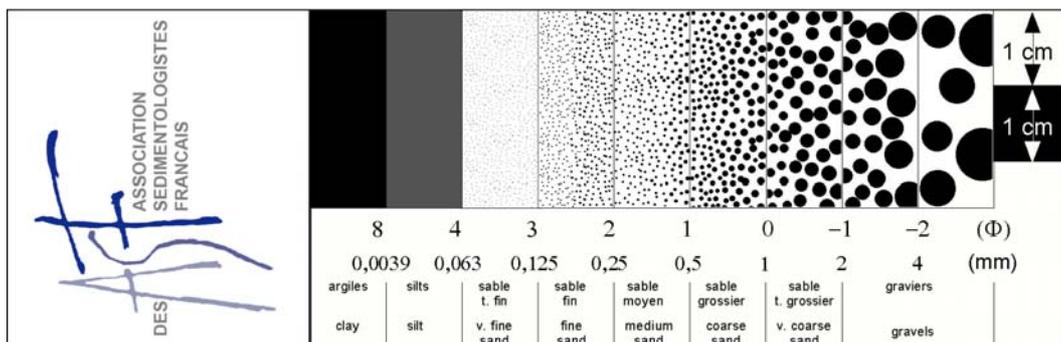
Annexe 2. Echelle de dureté de Mohs

- 1 - Talc
- 2 - Gypse
Ongle (2,2)
- 3 - Calcite
Dolomite
- 4 - Fluorine
- 5 - Apatite
Lame de couteau
- 6 - Orthose
Verre
- 7 - Quartz
- 8 - Topaze
- 9 - Corindon
- 10- Diamant

Annexe 3. Charte d'estimation visuelle (10%)



Annexe 4. Réglette d'estimation des tailles des grains . www.sedimentologie.com



Fiche de description des roches sédimentaires :

Référence :		
Lieu de prélèvement :		
meuble indurée		
Réaction HCl	Grains Oui Non	Phase de liaison Oui Non
Diamètre des grains		
Nature des grains (proportion)		
Phase de liaison (proportion) Ciment Matrice		
Nature de la phase de liaison		
Figures sédimentaires		
Nom de la roche		
Dessin de la texture		

EXERCICE 1 - Granulométrie

Tamais sup.(μm)	Tamais inf. (μm)	Masse (g)	% refus	% cumulé
2500	2000	0		
2000	1600	0,2		
1600	1250	1		
1250	1000	3,3		
1000	800	7,1		
800	630	15,2		
630	500	18,8		
500	400	9		
400	315	4,2		
315	250	2,4		
250	200	2,3		
200	160	2,9		
160	125	11		
125	100	7,3		
100	80	4,5		
80	63	0,8		
63	50	0,1		
		90,1	100	

- A partir des données granulométriques présentées dans le tableau, construire sur papier semi-log l'histogramme et la courbe cumulative.
- Évaluez les proportions relatives en argile, silt et sable.
- Déduisez-en un nom dans la classification des roches détritiques en vous aidant éventuellement du triangle page suivante.
- Combien y a-t-il de modes ?
- Quelle est la valeur du (ou des) modes ? Exprimez le (les) en unité Phi.
- Quelle est la valeur de la médiane ? Exprimez la en unité Phi.
- Comparez mode(s) et médiane.
- Calculez le classement des grains de ce sédiment. Quel adjectif utiliser pour le décrire ?
- que peu-on dire sur l'environnement de dépôt de ce sédiment (énergie, intensité/efficacité du transport, ...)?

EXERCICE 2 - Calcimétrie

Soit une masse m de 0,5 g d'échantillon broyé, sec. On travaille à pression et température normales. Le bouchon fermé, le volume V_0 lu sur le tube est de $40,4 \text{ cm}^3$. Après la réaction le volume V_1 lu est de $135,5 \text{ cm}^3$.

1 - Quelle est la teneur en CaCO_3 de l'échantillon ?

2 - Même question pour $V_0 = 40,4 \text{ cm}^3$ et $V_1 = 61,5 \text{ cm}^3$.

L'observation macroscopique indique que ces deux roches sont un grès à ciment calcaire et un calcaire argileux. De quels échantillons s'agit-il ?

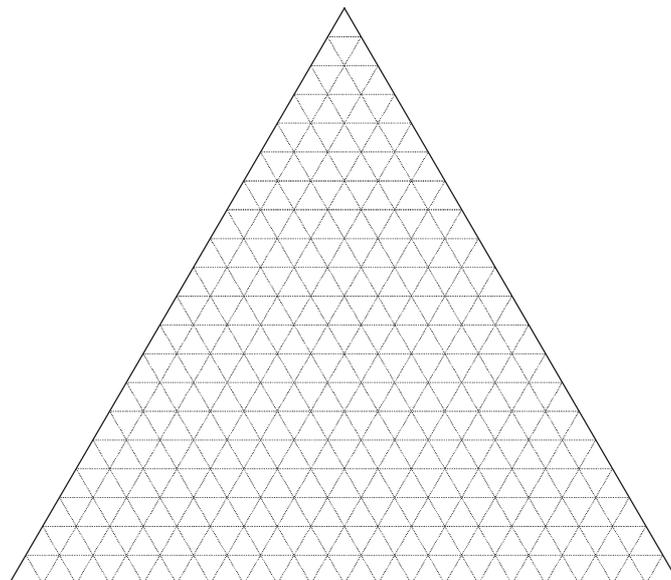
Les teneurs en CaCO_3 sont-elles compatibles avec les observations ?

Masses atomiques : C = 12 ; O = 16; Ca = 40

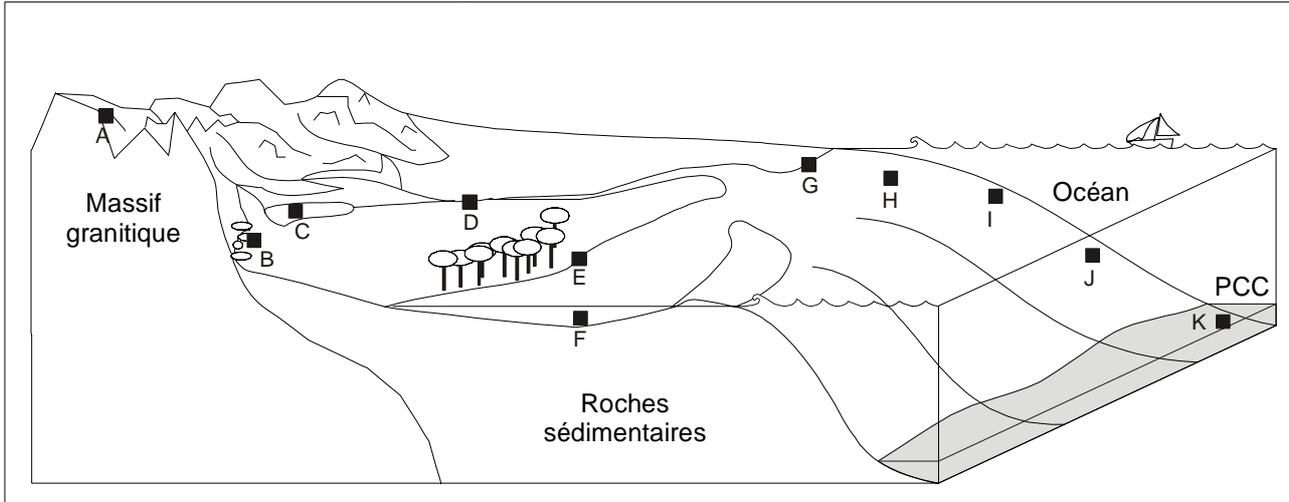
EXERCICE 3- Granulométrie

Tamis sup.(Φ)	Tamis inf. (Φ)	Masse (g)	% refus	% cumulé
2	2,33	0		
2,33	2,66	0,1		
2,66	3	0,2		
3	3,33	0,6		
3,33	3,66	9,9		
3,66	4	46,4		
4	4,33	18,3		
4,33	4,66	3,3		
4,66	5	0,4		
5	5,33	0,2		
5,33	5,66	0,6		
5,66	6	0,1		
		80,1	100	

- A partir des données granulométriques présentées dans le tableau, construire sur papier millimétré l'histogramme et la courbe cumulative.
- Évaluez les proportions relatives en argile, silt et sable.
- Déduisez-en un nom en vous aidant éventuellement du triangle ci-dessous.
- Combien y a-t-il de modes ?
- Quelle est la valeur du (ou des) modes ? Exprimez le (les) en millimètres.
- Quelle est la valeur de la médiane ? Exprimez la en millimètres.
- Comparez mode(s) et médiane.
- Calculez le classement des grains de ce sédiment. Quel adjectif utiliser pour le décrire ?
- que peu-on dire sur l'environnement de dépôt de ce sédiment (énergie, intensité/efficacité du transport, ...) ?



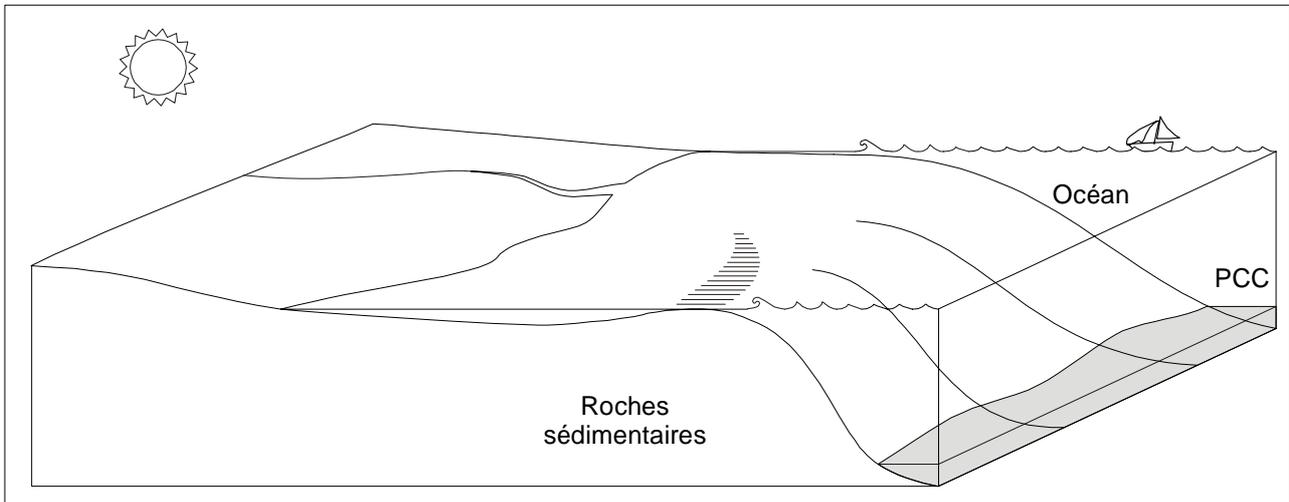
EXERCICE 4 – Plate-forme détritique



- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 Argile calcaire (marne) marine | 7 Gravier + sable+ argile |
| 2 Arène granitique | 8 Argile à foraminifères et pollens |
| 3 Sable à huitres brisées | 9 Granite (roche non meuble) |
| 4 Sable très fin marin | 10 Sable marin vaseux |
| 5 Sable grossier avec traces de racines | 11 Argile riche en pollens |
| 6 Sable à coquilles (ni huitres ni moules) | |

Associez les roches prélevées sur le terrain et numérotées de 1 à 12 avec le lieu de leur prélèvement noté de A à L.

EXERCICE 5 – Plate-forme carbonatée



- | | |
|---|---|
| 1 Boundstone | 6 Mudstone à foraminifères planctoniques |
| 2 Grainstone à oolites | 7 Argile rouges |
| 3 Mudstone à foraminifères benthiques | 8 Evaporite (gypse) |
| 4 Wakestone à péloïdes | 9 Dolomite |
| 5 Packstone bioclastique
(Foraminifères, mollusques) | 10 Grainstone/packstone coquiller
(Foraminifères, mollusques, algues vertes) |

Associez les sédiments prélevés sur le terrain et numérotés de 1 à 10 avec leur lieu probable de prélèvement.

EXERCICE 6 – Plate-forme carbonatée

Afin de trouver du pétrole, une compagnie a foré 7 puits espacés de 10 km. Les puits rencontrent tous un niveau repère NR1 et s'arrêtent 250 m plus bas. Ce repère NR1 est horizontal.

- A partir des indications des puits, en corrélant les indications lithologiques, reconstituez l'architecture de la plate-forme.
- De quel côté est la côte ?
- De quel type de plate-forme s'agit-il ? Sous quel climat ?
- Comment expliquer les deux types d'argilite ?
- Sur quels critères les distinguer ?
- De quoi peuvent être constitués les grains du grainstone ?
- Commentez les variations verticales de faciès. A quoi peuvent-elles être dues ?
- Observe-t-on la même évolution pour chacun des puits.
- A votre avis, quelle zone a le plus de chance d'être un réservoir de pétrole ? Pourquoi ?

Le niveau zéro correspond à la position de NR1

Puits 1	Puits 2	Puits 3	Puits 4	Puits 5	Puits 6	Puits 7
0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Argilite du large 10 m	Argilite du large 40 m	Argilite du large 60 m	Argilite du large 70 m	Argilite du large 40 m	Argilite du large 110 m	Argilite du large 210 m
Sable 30 m	Argilite de lagon 60 m	Argilite de lagon 90 m	Argilite de lagon 90 m	Boundstone corallien 140 m	Grainstone bioclastique 160 m	NR2 211 m
Conglomérat 60 m	Sable 80 m	NR2 91 m	Grainstone bioclastique 110 m	NR2 141 m	Boundstone corallien 180 m	Argilite du large 250 m
NR2 61 m	NR2 81 m	Argilite du large 250 m	Boundstone corallien 120 m	Argilite du large 250 m	NR2 181 m	
Argilite du large 250 m	Argilite du large 250 m		NR2 121 m Argilite du large 250 m		Argilite du large 250 m	

