

دراسات رسوبية و صخرية لاسترداد الجغرافيا

الدراسة لمنطقة معينة

تذكير حول مميزات الصخور الرسوبية:

تشكل الصخور الرسوبية معظم الصخور المكونة للمناظر الجيولوجية الظاهرة في السطح، وهي تتناثر بالتطبيق الأفقي، المائل أو المشوه. دراسة عينات من مختلف الأوساط (قارية، بحرية) بينت أنها صخور نادرة التبلور و أنها عبارة عن بقايا صخور قديمة سابقة الوجود و بقايا صلبة لكائنات حية، أو مكونة من عناصر بلورية قابلة للذوبان في الماء مثل الملح؛ جبس؛ الشب....أو في الماء الحمل بالحمض الكربوني مثل جميع أنواع الكلس.

كل هذه الصفات تضيف لهذا النوع من الصخور خصائص تمكن من معرفة شكل المنطقة الذي كان عليه قديماً أي خلال أزمة جيولوجية معينة.

مراحل نشوء الصخور الرسوبية:

I - أصل مكوناتها :

← عناصر حثائية :

- حسب قدها:

قطر المكونات mm ب	أكبر من 256	من 64 إلى 256	من 4 إلى 64	من 2 إلى 4	من 0,0625 إلى 2	أقل من 0,0625
الرواسب	جلاميد	حصى كبير	حصى و حصى صغير	حبيبات	رمل	طين

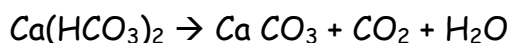
العناصر الدقيقة تلعب دور إسمنت.

- حسب الأوساط الرسوبية: مشاهدة بعض الصور مثل:



← العناصر الدائبة في الماء :

مثل: - الكلس الذي يذوب في الماء المحمل بال CO_2 :



خلال انخفاض الضغط الجزيئي للـ CO_2 يترسب الكلس.

- الصخور الملحية و المبخرات: و هي كل الصخور التي تترسب بعد عملية تبخر ماء وسط الترسيب، مثل ملح الطعام ، جبس ، الشب ...

← **نراكم البقايا الصلبة للكائنات الحية حيوانية أو نباتية : قوقع، أوراق و أشجار ...**

II – الحث:

هناك نوعين من الحث:

1- الحث المطبائي:

a- تغيرات درجة الحرارة و تغيرات في نسبة الرطوبة:

← تغيرات درجة الحرارة: و ذلك بتناوب فترات باردة و فترات ساخنة. إما بارتفاع حرارة النهار و انخفاضها في الليل أو بتناوب فترات التجمد و فترات الذوبان، فأتاء التجمد يتمدد الماء الموجود في المسام فيحدث شقوق التي تتسع بدورها بفضل نفس الظاهرة، أما خل فترة الذوبان فتبقى شقوق فتفتت الصخرة، فيعطي مهيل أنقاض (Eboulis).

← تغيرات في نسبة الرطوبة: و ذلك بتناوب فترات رطبة و أخرى جافة، الشيء الذي يجعل الصخرة تتشقق و تتفتت.

← كل هذه التغيرات تحدث مناطق ضعف في الصخور: إما تمطط القشرة الخارجية فتتقشر أو ترتفع حرارة البلورات الداكنة أكثر من الفاتحة فتتمدد أكثر مما يحرقها مما يتلف توازنها فتسقط على شكل رملة (مثل الرملة الكرائيتية).

b- جريان المياه:

تقتلع المياه الجارية الصخور أو أجزاء منها، ذلك حسب قوة جريانها، مثل الوديان و الأنهار و السيول و الجداول...

c- هبوب الريح:

خلال الزوايا الريحية تحمل بعض العناصر الحثائية قدها يكون حسب قوة الرياح إما رمل أو غبار (طين غير متماسك) و بفضل هذه العناصر الحثائية يتمكن الريح من حك الصخور الأخرى.

2- الحث الكيميائي الفيزيائي:

يعتبر الماء هو العامل الرئيسي في هذا النوع من الحث، و ذلك

✓ لوجود بعض المعادن القابلة للذوبان في الماء مثل الملح و الجبس و ... فعند مرور المياه في سيل، وادي أو أي مجرى مائي فهو يذيب هذه المعادن (و هي ظاهرة فيزيائية) و يحملها إلى حيث تتوفر ظروف الترسيب فيتركها (يرسيها) و هي منطقة التبخر: فعند تبخر الماء يرسب الملح مثلاً؛ فهذا نسمي مثل هذه الصخور بالمبخرات (Evaporites) و هو حث فيزيائي.

✓ لإمكانية تشبعه بمادة تسهل و تزيد في قدرته على إذابة المعادن و حتى التي لا يمكنه إذابتها لوحده؛ مثل الكلس إذا كان محملاً ب CO_2 هو حث كيميائي.

ملحوظة:

أنواع الحث تتداخل فيما بينها و هي تكمل بعضها بعض.

III – نقل المواد الرسوبية:

A – دراسة الرمل كنموذج:

1- دراسة الشكل الخارجي: Etude morphoscopique

نأخذ عينة من الرمل، نقوم بغسلها بواسطة حمض الكلوريدريك لإزالة العناصر الكلسية، ثم بماء المؤكسجن لإزالة العناصر العضوية، بحيث لا نحتفظ إلا على حبات المرو، وبعد الغسل بالماء عدة مرات و تجفيفها، نشاهدها بواسطة الكبر الروجي؛ و نصنف و نحسب الحبات: الرمل عبارة عن عناصر حثائية يتراوح قد حبيباتها ما بين 0.05mm و 2mm؛ و ذات أشكال مختلفة نجد منها: حبات غير محزة = Non Usé (NU) و مدملكة براقعة = Emoussé Luisant (EL) و مستديرة غير لامعة = (RM) Rond Mat.

نجد هذه الأشكال في جميع أنواع الرمل أي نهريّة، بحريّة، ريحيّة ... لكن في نسب مختلفة الشيء الذي يمكن استغلاله للتمييز بين—ها وفرزها:

- ✓ الرمل النهريّة معظم حباتها من الشكل NU، لكن كلما تقدّمنا نحو السافلة إلا و نقصت نسبة NU و زادت نسبة EL.
- ✓ الرمل البحريّة معظم حباتها من الشكل EL، لكن كلما زادت الرياح الشاطئية تجعل نسبة RM مهمة.
- ✓ الرمل الريحيّة معظم حباتها من الشكل RM.

ملحوظة:

الدراسة الميدانية تمكن من الحصول على أنواع رملية يصعب ترتيبها ضمن هذه الأنواع. بسبب تداخل عوامل الحث.

2- دراسة إحصائية للرمل كمّون للرواسب: Etude Granulométrique

نحضر الرمل بنفس الطريقة السالفة الذكر، وبعد تخفيفها نغربلها غربلة أولية بواسطة غربال ذو ثقب قطرها 0.05mm. بعد ذلك نمرر 100g من هذه الرمل عبر سلسلة من الغربال يتراوح قطر ثقبها بين 2mm و 0.05mm؛ باستعمال الغربال الآلي لمدة تتراوح بين 15mn و 20mn. و عند انتهاء عملية الغربلة نزن محتوى كل غربال.

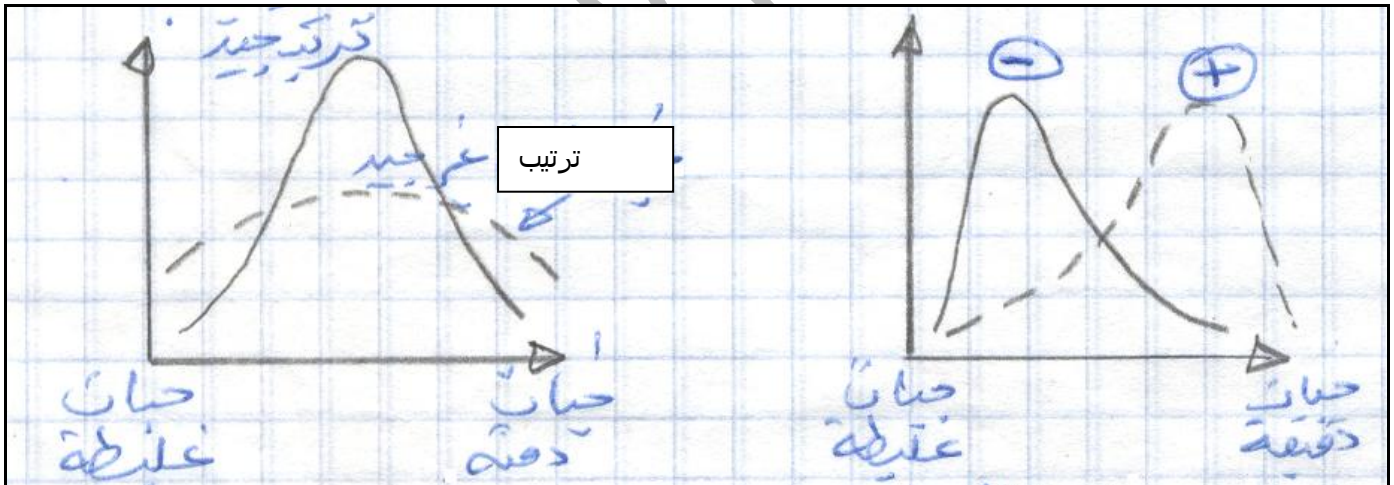
← استثمار نتائج التجربة:

نضع الأرقام المحصل عليها في جدول؛ ثم تستعمل لإنجاز بعض المنحنيات منها:

a - منحنى الترددات: Courbe de fréquence

نضع بمحور الأفصيل معايير الغربال حسب السلم اللوغارتمي و نضع بمحور الأرتيب كتل الأجزاء المحصل عليها.

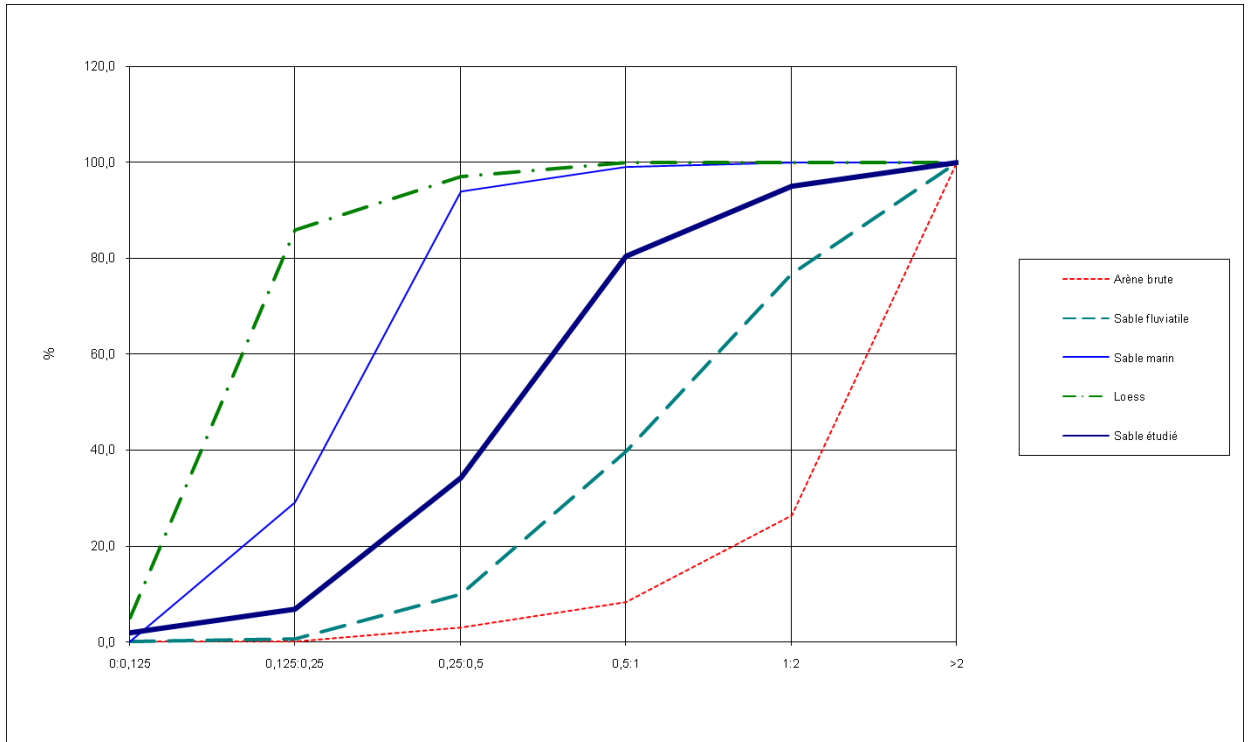
- ✓ إذا كان منحنى الترددات وحيد المنوال (Uni modal) نستنتج أن الرمل مرتب ترتيباً جيداً أي قد يكون صحراوي أو شاطئي.
- ✓ أما إذا كان عديد المنوال (Pluri modal) فالرمل غير مرتب مثل الرمل النهري.
- ✓ كما يمكن استغلال شكل المنحنى الذي يعطينا فكرة عن مدى ترتيب الرمل:



في حالة كون المنحنى يدل على ترتيب الرمل ترتيباً جيداً فإذا كان المنوال جهة الحبات الغليظة نقول أن الترتيب جيد جهة الحبات الغليظة، و اللاتماثل سالب، في حالة العكس اللاتماثل يكن موجب.

b - منحنى التراكمي: (Courbe cumulative)

يمكننا شكل المنحنى التراكمي من تمييز نوع الرمل المدروس (الوثيقة...) و كذلك تحديد بعض المدلات (Indices).



◀ مدل تراسك (S₀) Trask

لحساب مدل ترسك نحدد الأرباع (Quartiles).

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

- Q₁ هي قيمة قد الحبات التي تمثل 75%.
- Q₂ هي قيمة قد الحبات التي تمثل 50%.
- Q₃ هي قيمة قد الحبات التي تمثل 25%.

S₀ < 1,24 ترتيب جيد جداً.

1,24 < S₀ < 2,5 ترتيب جيد.

2,5 < S₀ < 3,5 ترتيب عادي.

3,5 < S₀ < 4,5 ترتيب غير جيد.

4,5 < S₀ غير مرتب.

◀ المتوسط: (Md)
La médiane

$$Q_2 = Md$$

1 < Md < 2mm رمل غليظ جداً.

0,5 < Md < 1 رمل غليظ.

0,25 < Md < 0,5 رمل متوسط.

0,12 < Md < 0,25 رمل دقيق.

0,06 < Md < 0,12 رمل دقيق جد

(Asymétrie) (sk) **مدل الالامائل**

$$s_k = \frac{Q_1 \cdot Q_3}{M d^2}$$

$s_k = 1$ التماثل صحيح.

$sk < 1$ الترتيب يبلغ أقصاه جهة الحبات الغليظة

$sk > 1$ الترتيب يبلغ أقصاه جهة الحبات الدقيقة

تطبيقات

—

تمرین 1:

أثناء خرجة دراسية قام بها مجموعة من التلاميذ تم جمع عينات من الرمل في منطقة معينة ثم قاموا بقياس قد المكونات و كذا نسبها المئوية فحصلوا عل النتيجة المبينة في الجدول التالي:

النسبة المئوية من الوزن	قطر الحبيبات ب mm
6,25	8 إلى 16
11,25	4 إلى 8
20	2 إلى 4
24,4	1 إلى 2
22	$\frac{1}{2}$ إلى 1
12,25	$\frac{1}{4}$ إلى $\frac{1}{2}$
2,5	$\frac{1}{8}$ إلى $\frac{1}{4}$
1,35	$\frac{1}{16}$ إلى $\frac{1}{8}$

س1- ذكر بالطريقة التي تم بها فصل المكونات.

س2- أحسب النسب التراكمية.

س3- أنجز مدرّاج و منحني التردد لهذه العينة.

س4- حلل المنحنى و استنتج.

س5- أنجز المنحنى التراكمي.

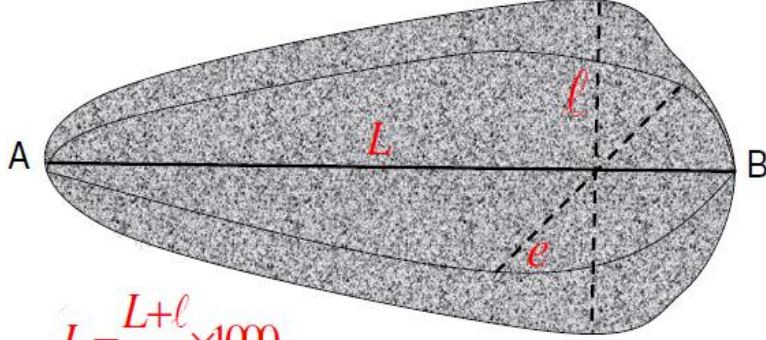
س6- حدد على المنحنى الأرباع الثلاثة: Q_1 و Q_2 و Q_3 .

س7- أحسب مدل الترتيب Trask و استنتج الترتيب.

B- دراسة الحصى:

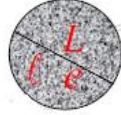
1- القياسات

مدل التسطيح



$$I_a = \frac{L+l}{2e} \times 1000$$

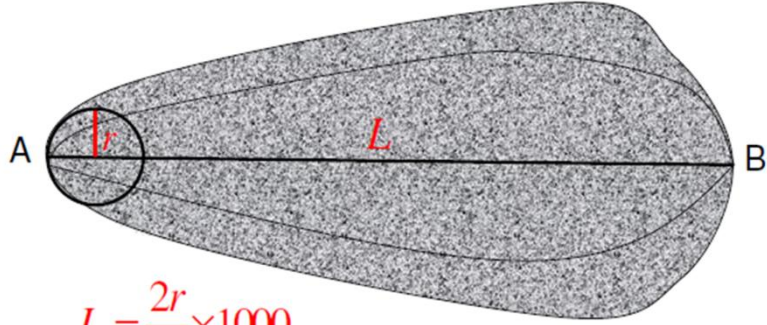
* يرتبط هذا المؤشر بالطبيعة العيدانية للصخرة الأم، ويرتفع كلما كانت مدة نقل الحصى كبيرة.



* تساوي قيمته 1000 إذا كان شكل الحصى كرويا $L = l = e$

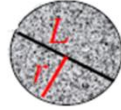
* تفوق قيمته 1000 في الحالات الأخرى.

مدل الدملة



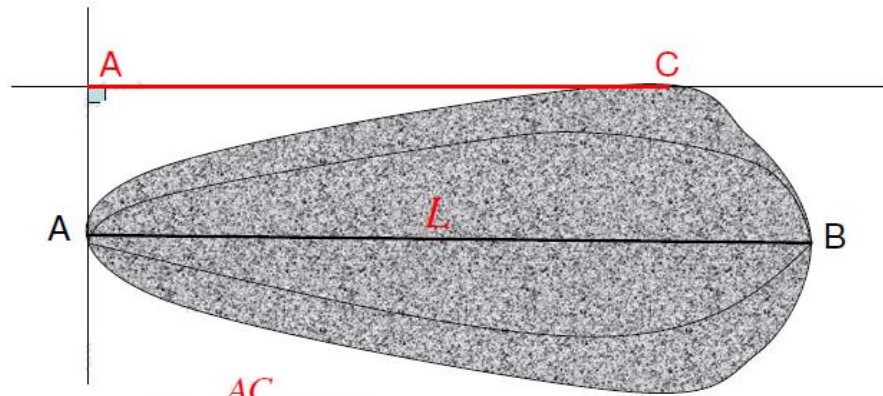
$$I_e = \frac{2r}{L} \times 1000$$

* يعكس هذا المؤشر تأثيرات الحت التي خضعت لها الرواسب الحثائية .



* تساوي قيمته 1000 إذا كان شكل الحصى كرويا

* يتغير بين 0 و 1000 في الحالات الأخرى.



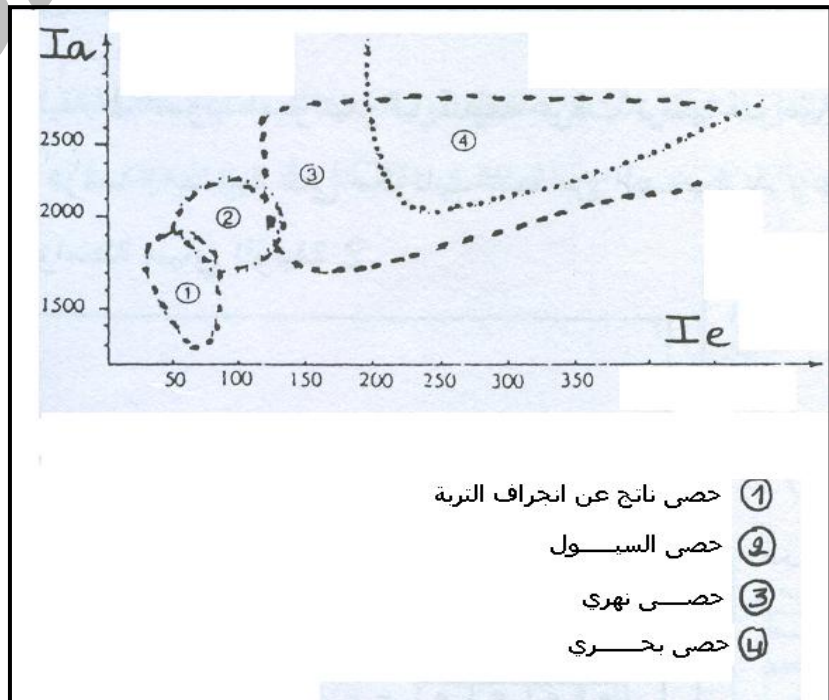
$$I_d = \frac{AC}{L} \times 1000$$

- * يعطي معلومات حول عامل الحث.
- * تساوي قيمته 500 إذا كان شكل الحصى كرويا
- * يتغير بين 500 و 1000 في الحالات الأخرى
- * يكون I_d الحصى النهري أكبر من I_d الحصى البحري.

2- تطبيقات

اكتشف عامل النقل بالنسبة للحصى التالي مستعملا بيان J. TRICART:

عامل النقل	I_E	I_A	الحصى
...	100	1950	العينة-1
...	310	1960	العينة-2
...	410	2460	العينة-3



IV- الترسيب

A- الترسيبات الحالية:

الترسيبات تختلف حسب البيئات الترسيبية و السحنات:
يقصد بالبيئة الترسيبية: ذلك الجزء من سطح الأرض الذي يمكن تمييزه عن غيره من الأجزاء المجاورة له بناءً على مجموعة من العوامل الطبيعية، الكيميائية و الحياتية الخاصة بها؛ و التي تأثر و تتحكم بطبيعة الرواسب المتوسية فيها.
أما السحنة (facies) فيقصد بها كتلة أو مجموعة من الصخور الرسوبية ذات مظاهر مميزة لها عن السحنات الأخرى. وذلك بالدلالة على الصفات و الخصائص و المميزات الصخرية الطبيعية للمكونات الصخرية مثل: العناصر الحثائية (القوام)، و كيفية تركيبها (البنية)، و اللون، و التراكيب الرسوبية و مكوناتها الطبيعية والإحيائية والكيميائية، و المحتوى الأحفوري (الإستحاتي). وبذلك يمكن تقسيم العمود الطبقاتي الصخري إلى عدد من السحنات الوصفية اعتماداً على صفاتها الطبيعية و الإحيائية والكيميائية.
بسبب تنوع العوامل و الظروف الطبيعية و المميزة لكل بيئة رسوبية، نجد عدد كبير من البيئات الرسوبية، نذكر منها البيئات الرئيسية الثلاث و التي يمكن تقسيمها لبيئات ثانوية أخرى متعددة:

1- البيئة الترسيبية القارية:

← الرواسب الجليدية:

هي رواسب تتميز بتعدد العناصر ذات الأحجام المختلفة بحيث نجد الجلاميد و الأجراف الكبيرة، الحصى المزوا المخطط مبعر داخل رحم من الرواسب الدقيقة ينعدم فيها الترتيب و وديانها على شكل حرف "U".

← الرواسب الريحية:

تتميز الرواسب الريحية في المناخ الصحراوي أو في المجال الشاطئي بكتبان رملية ذات تطبيقات متقاطعة أما حبات الرمل فتكون أغلبها مستديرة غير لامعة "R.M" و حجمها صغير.

← الرواسب النهرية:

تمتاز الرواسب النهرية بوجود الحصى، الجراول، و الرمل الذي يحتوي على مرو أغلبه غير محز "N.U" نجد كذلك وحل و طين؛ تكون هذه الرواسب واضحة الترتيب أفقياً و عمودياً نتيجة وضع النهر لحمولته حسب التناقص التدريجي لقوته. و هذا الترتيب يساعدنا على معرفة مناحه و جغرافيته القديمة من خلال دراسة رواسبه القديمة.

2- البيئة الترسيبية الانتقالية و البيئية:

← الرواسب الاغونية:

الاغونات عبارة أوساط بها مياه راكدة تتصل بمياه البحر عبر قنوات ضيقة و نتيجة عملية التبخر التي تفوق تجديد المياه فأغلب رواسبها كبروناتية و مخراتية مثل الملح و الجبس...

← رواسب مصب النهر (الدلتا):

يشكل المصب النهر وسطاً بينياً و انتقالياً بين البيئة القارية و البيئة البحرية؛ فحمولة النهر تكون غنية بالمواد المذابة العناصر الحثائية العالقة لكن ضعيفة من حيث العناصر الرسوبية الغليظة أما البحر فتأثيراته قوية بحيث يحولها تقريباً لخليج عند ضعف حمولته؛ مما يجعل هذا الوسط يتميز بأحوال طينية غنية بآثار الكائنات الحية.

الدلتا بيئة انتقالية الناتجة عن تداخل أنشطة العمليات الرسوبية البحرية والنهرية. و تتشكل رواسب الدلتا في مناطق التقاء الأنهار بأجسام مائية (بحار أو بحيرات) و ينتج عن ذلك بناء أجسام مخروطية الشكل من الرواسب التي تنقلها النهار و تلقي بها عند مصباتها، حيث يترسب جزء من هذه الرواسب فوق سطح الأرض، أي أنها تكونت عندما ترسب الأنهار رواسب أكثر من أن تزال بتأثير التيارات البحرية. وعلى هذا الأساس قسمت الدلتا إلى قسمين:



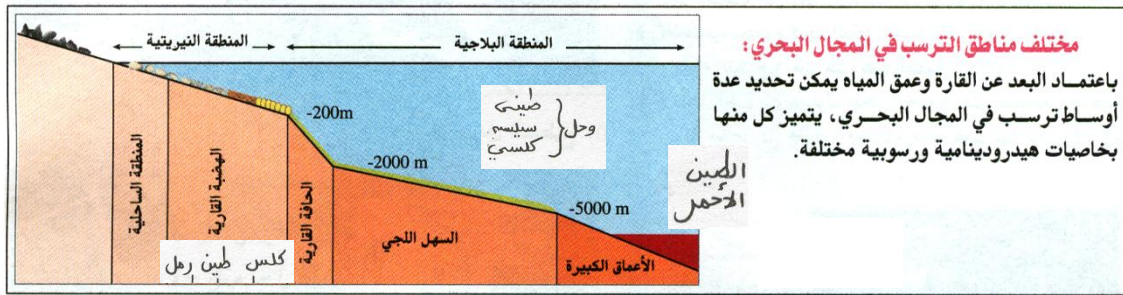
- دلتا ذات تأثير نهرى غالب Fluvially Dominated Deltas
ومثال عليه نهر الميسيسيبي Mississippi.

- دلتا ذات تأثير بحري غالب Marine Dominated Deltas و ذلك
بتأثير الأمواج مثل نهر النيل و الرون Nile و Rhone .

و يكون شكل و انتشار و توجه الدلتا متأثراً بعدة عوامل نذكر منها : المناخ،
الرواسب المحملة، مستوى مياه النهر، سرعة مياه النهر، الأمواج، الرياح،
تيارات المد و الجزر، التيارات البحرية.

3- البيئة الترسيبية البحرية:

تضم هذه البيئة الترسيبية ترسبات البحار و المحيطات؛ تتأثر هذه الرواسب
بمختلف المواد المنقولة من طرف الأنهار على شكل أجزاء حثائية أو محاليل و كذلك المواد المنقولة بواسطة الريح و بصفة عامة يمكن تقسيم
المجال البحري إلى عدة مناطق حسب العمق و البعد عن المجال القاري و كذاك حسب النشاط الإحيائي:



أ- المنطقة الساحلية:

هي منطقة التقاء المجال البحري بالمجال القاري و هي تمتاز ب:
التيارات الساحلية (الأمواج و المد و الجزر) التي تساهم في توزيع منظم للمواد المحمولة و تدفع بها إلى الساحل و أهم
رواسب هذه المنطقة عبارة عن جلاميد "أجراف"، حصى و رمال ذات حبات المرو مدملكة براقعة (E.L) بنسبة تفوق 30%.
وجود إضاءة مهمة و عمق قليل يجعل هذه المنطقة ذات نشاط إحيائي عال و مهم و ذلك بوجود كثرة الكائنات الحية مثل
الرخويات، قشريات، اسفنجيات طحالب... و هذا يجعل الرواسب غنية ببقايا الكائنات الحية.

ب- الهضبة القارية:

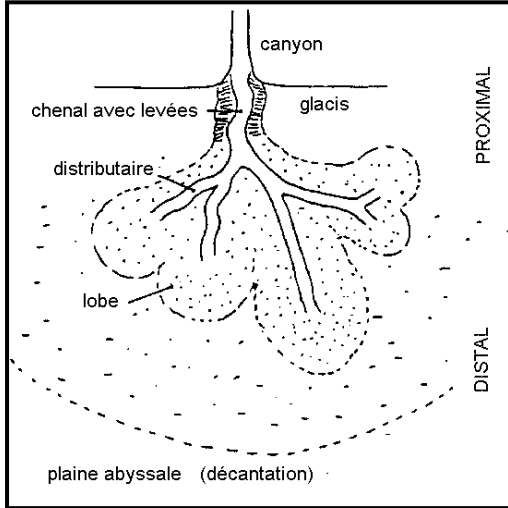
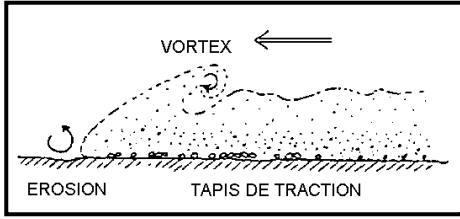
هي منطقة تعتبر امتداداً للقارات عرضها حوالي 50Km أما عنقها فما بين 150m إلى 200m- تمتاز ب:
التيارات الدائمة: التيارات الساحلية الهضبية ذات تأثيرات شبيهة بالأنهار أي نقل الرواسب.
التأثيرات المحيطية ذات انتشار واسع و لها علاقة بنظام الريح.
نشاط إحيائي مهم جداً لكون هذه المنطقة جد مضاعة و هذا يجعلها تمتاز كذلك برواسب غنية بالمستحاثات و الصخور ذات
أصل بيولوجي مثل الكربونات و المرجان في المناطق المدارية الدافئة.

ج- الحافة القارية:

هي منحدر أو حافة شديدة الانحدار، تفصل بين الهضبة القارية وأعماق البحر؛ يتراوح عمقها من 200m إلى 2000m-؛ تشمل على
الرواسب الحثائية لكن تنزلق بسبب الانحدار لتتراكم بقاعدته.

د- السهل اللجى:

كل الرواسب المنزلة من الحافة القارية تستقر بهذه المنطقة، و بسبب التيارات العكرة التي تحدثها هذه الانزلاقات تعطي رواسب على شكل طبقات عكرة من الأوحال مثل الأوحال الزرقاء الطينية السيليسية و الكلسية؛ التي هي عبارة عن صدقات و درعات بعض الكائنات الحية وحيدة الخلية.
- كلسية مثل المنخربات و مجنحات الأقدام
- سيليسية مثل شعاعيات في المياه الدافئة و المشطورات في المياه الباردة.



ع- الأعماق الكبيرة:

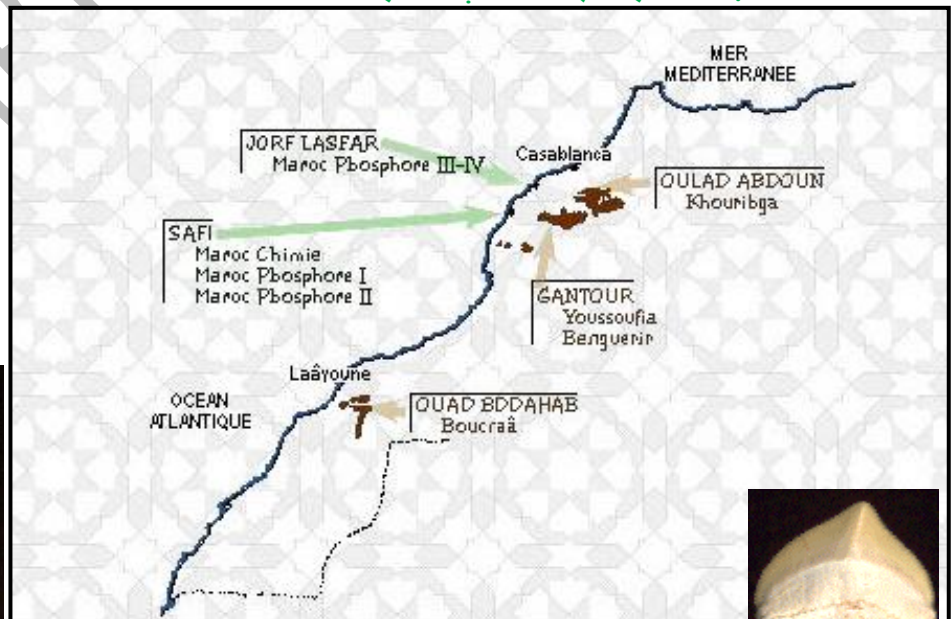
منطقة عمقها أكبر من 5000m.

تتميز بنشاط إحيائي ضعيف جداً يكاد ينعدم بسبب الظلام و ارتفاع كبير للضغط، اللهم بعض الكائنات البلاجية السابحة على السطح مثل البلانكتون و الحيتان الذي يجعل هذه المنطقة تتميز برواسب جد دقيقة مثل الطين الأحمر الخالي في أغلب الأحيان من بقايا الكائنات.



B- تحديد ظروف الترسيب في وسط قديم: بحر الفوسفات كمثال:

1- تحديد انتشار الفوسفات في المغرب:



2- تحليل مقطع جيولوجي لسلسلة رسوبية:

أ- تحديد الخصائص السخنية من خلال سلسلة رسوبية للكتنور:

أهم ما تتميز به السلسلة الرسوبية الفوسفاتية لهذه المنطقة:

✓ تكتنف جد قوي للسلسلة الرسوبية الفوسفاتية يعطيها سمكاً ضعيفاً.

✓ الظهور المفاجئ للسحنات الفوسفاتية و اختفائها السريع، بحيث ظهر بصفة مفاجئة في المايستختيان (Maestrichtien)

وتناوب مع السجل و الكلس حتى اللوتيسيان العلوي (Lutétien sup).

✓ إيقاع الترسيب منتظم بحيث نلاحظ من خلال السلسلة أن الطبقات الكلسية و السجيلية تتناوب مع الطبقات الفوسفاتية و يزداد ذلك كلما اتجهنا نحو أعلى اللوتيسيان.

✓ السحنة الفوسفاتية المغربية ثابتة: ملاحظة الخريطة تبين أن الفوسفات منتشر على مساحات محددة و هي تعاقب للرمل الفوسفاتي و الكلس الفوسفاتي تقطعها تشكيلات سيليسية و أفق سجيلي.

✓ السحنة الفوسفاتية المغربية جد غنية بالفونة الفقيرة (زواحف و أسماك) و تفتقر للفونة الأفقرية.

ب- كيف ترسب الفوسفات المغربي؟:

من خلال ملاحظتنا للعمود السلسلة الترسيبية نستنتج ما يلي:

- الطبقات الفوسفاتية غنية بالمستحاثات البحرية مما يثبت تكونه في وسط بحري، و أغلبها بقايا عظام و أسنان القرش و هذا يعني أن منطقة تكونه كانت نسبياً عميقة و ساخنة قريبة من الشاطئ.
- أما وجود بعض الطحالب الكلسية في بعض الطبقات الفوسفاتية تمكننا من القول أنها تكونت في وسط غير عميق، هادئ ذو قعر مسطح.
- من خلال السلسلة الرسوبية يمكننا استنتاج وقوع تجاوز بحري (ترتيب الرواسب إيجابي) خلال المايستختيان و اللوتيسيان الأسفل للمناطق المتواجد بها الفوسفات حالياً مكوناً خليج.
- التجاوز المذكور كان ضعيف بالنسبة للتجاوز الأقصى الذي وقع في السينوماني (Cénomani) و مع ذلك لم يعطي أي ترسب فوسفاتي.

➤ الفوسفات المغربي ليس له تكون محلي

3- خلاصة: استرداد الجغرافية القديمة للمنطقة.

نستخلص من خلال دراستنا للخرائط و الأعمدة الجيولوجية للترسيبات الفوسفاتية المغربية أن الترسيبات الفوسفاتية تكونت خلال التجاوز البحري الذي وقع في المغرب خلال الفترة من المايستختيان إلى اللوتيسيان بطريقة تناوب منظم للطبقات الفوسفاتية بالطبقات الكلسية و السجيلية؛ ثم حجر رملي سيليسي و رصيص الشيء الذي يعني تراجع بحري (ترتيب سلبي) خلال نهاية اللوتيسيان العلوي. لكن كون الرواسب الفوسفاتية ترسبت خلال تجاوز بحري أقل من التجاوز السينوماني الذي كان مهماً؛ يوحي لنا أن الفوسفات تكون في منطقة ما ثم نقل إلى الأحواض الفوسفاتية المغربية المعروفة الآن. هذه الفكرة تدعمها عدة ملاحظات:

- وجود حبات طويلة مكونة من عصيات كواتزية مكسوة بالفوسفات عارية الجوانب حتماً بواسطة النقل.
- في السلاسل التناوب بين الفوسفات و الكلس و السجل تسجل أن المجلوب الفوسفاتي كان ضئيلاً بالنسبة للمجلوب الكربوناتي و الطيني و هذا يعني أن هذا المجلوب الأخير أصله الأراضي البارزة المجاورة لمناطق الترسيب لهذا كان أوفر، بل اختلط بالفوسفات فأعطى سجل فوسفاتي و رمل فوسفاتي و كلس فوسفاتي...
- و عند نهاية اللوتيسيان العلوي نجد حجر رملي سيليسي و رصيص، الشيء الذي يعني أن هناك تراجع بحري (ترتيب الرواسب ترتيباً سلبي).

C- أهم النظريات حول تشكّل الصخور الفوسفاتية :

1- النظرية البيوليثية: (Biolithique)

اعتمادا على وفرة المستحثات في الفوسفات افترض بعض الباحثون أن هذه المادة المعدنية ما هي إلا تفسخ كيميائي و إحيائي (تمعدن سريع) لبقايا حيوانات ماتت بشكل جماعي و مفاجئ نتيجة تغيير في العوامل الإحيائية داخل الوسط البحري.

← نقد:

- ✓ عدم وجود مستحثات في بعض المناجم الفوسفاتية.
- ✓ صعوبة تصور موت جماعي بهذا الحجم للحيتان و وجود مقبرة على مساحة تقدر ب 4000Km من مصر تقريبا إلى جنوب المغرب (بوكراع) خلال 15 مليون سنة.
- ✓ عدم وجود بقايا و لو مجهرية لعظام أو أسنان الكائنات الحية داخل الحبيبات الفوسفاتية (Nodule).

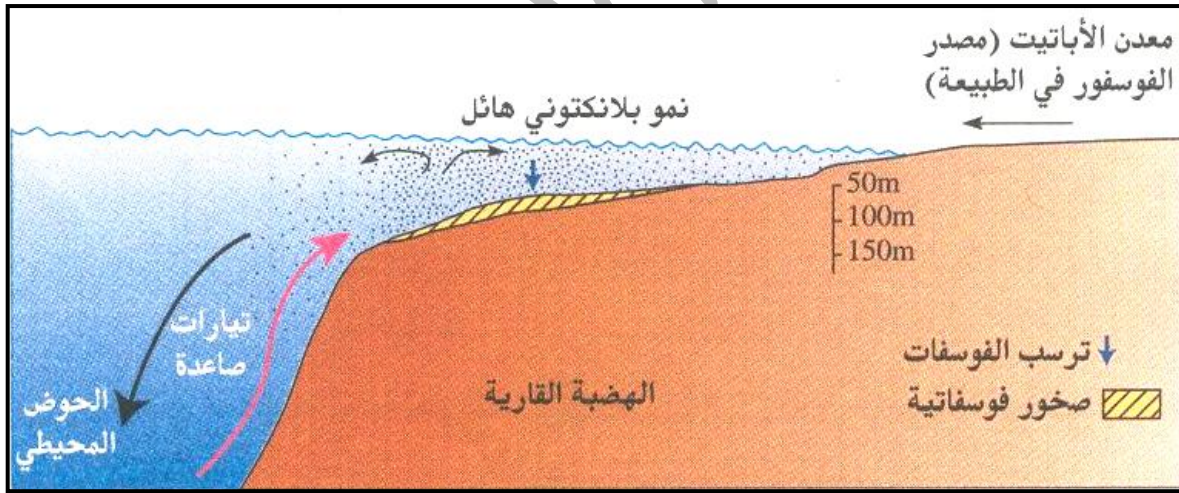
2- النظرية اللابيوليثية: (Abiolithique).

أمام هذا النقد افترض بعض الباحثين أن الفوسفات أصله من تحلل الصخور الغنية بالفوسفات المتواجدة على سطح الأرض مثل السيانيت النيغلييني الغنية بالأباتيت و ذلك بتدخل المياه السطحية.

← نقد:

- ✓ وجود مناجم كبرى للفوسفات لا علاقة لها بالمناطق القارية تحتوي على سيانيت نيغلييني.
- ✓ غياب أحواض رسوبية في المناطق المعروفة بمناجم الأباتيت مثل شبه جزيرة Kola في روسيا الغربية بها مناجم للأباتيت ذات أصل بركاني.

3- النظرية الحديثة:



النظرية الحديثة خليط بين النظريتين السابقتين؛ فهي تحدد أن أصل الفوسفات هو معدن الأباتيت الذي نجده في الصخور البركانية (الاندفاعية) و المتحولة؛ تحليل هذا المعدن يعطي مشتقات الفسفور الذي ينقل بواسطة الأنهار و الأودية في اتجاه الأحواض البحرية؛ حيث يدخل في الدورة البيولوجية، و لا تحرر إلا بعد موت الكائنات الحية.

و نسبة الفوسفات الذائب في مياه البحرية تبلغ أقصاها في عمق 100m. فعند موت الكائنات الحية تحلل أجسامها يحرر الفوسفات العضوي في مياه البحر و يتكون محلول الفوسفات بفضل وجود CO_2 ينتقل للأعماق الكبيرة؛ ولكي يتسرب الفوسفات يتطلب صعود تيارات المياه العميقة الباردة الغنية بالفوسفات إلى السطح، الشيء الذي يحدث انخفاض في الضغط الجزيئي لـ CO_2 فيسبب ترسب الفوسفات في الهضبة القارية بفضل التيارات الصاعدة.