

الفصل الثاني

استرداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة رسوبية

مقدمة:

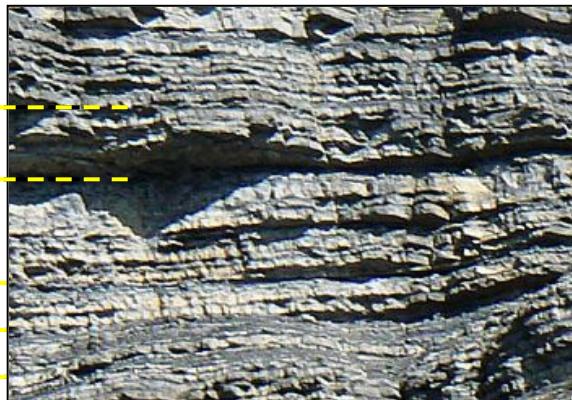
إن معرفة التسلسل الزمني للأحداث الجيولوجية مسألة جوهرية بالنسبة لعلوم الأرض. فما هي الطرائق المتتبعة والوسائل المستعملة لاسترداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة رسوبيّة.

١ - المبادئ الاستراتيجافية والتاريخ النسبي للتشكلات الجيولوجية.

① خاصية التطبيق لدى المجموعات الرسوبيّة. (أنظر الوثيقة ١)

الوثيقة ١: تطبيق الصخور الرسوبيّة

بعد تعريف الطبقات الرسوبيّة، حدد على الوثيقة مختلف الطبقات الرسوبيّة، ثم رقمها من الأقدم إلى الأحدث.



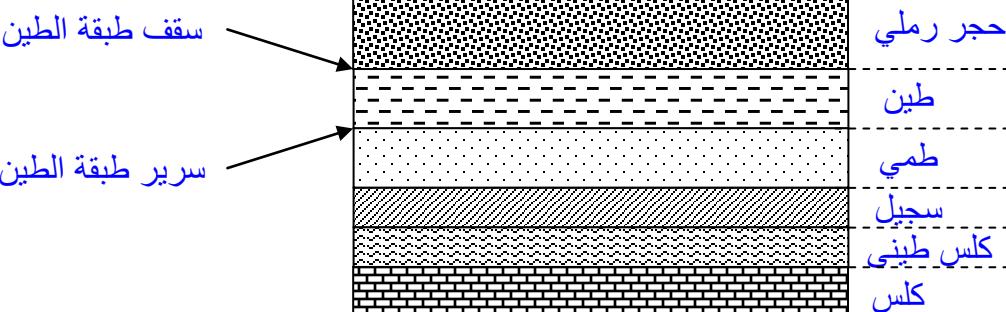
تختلف الصخور الرسوبيّة عموماً من حيث السمك (من بعض سنتيمترات إلى بضع أمتار) واللون والطبيعة الصخرية، لكنها تتميز بتطبقها.

تمثل الطبقة وحدة رسوبيّة متواجدة بين مساحتين متوازيتين تقريباً، معبرتين عن توقف أو تغير مفاجئ في المادة الصخرية بشكل يجعل الطبقة تتميز عن الصخور المجاورة.

نسمى المساحتين المتوازيتين بسرير (mur) وسقف (toit) للطبقة، ونرمز لهما بالتطبيق S_0 . Stratification (Anظر الرسم التفسيري).

الطبقات من الأقدم إلى الأحدث هي:

$a \leftarrow b \leftarrow c \leftarrow d \leftarrow e \leftarrow f$



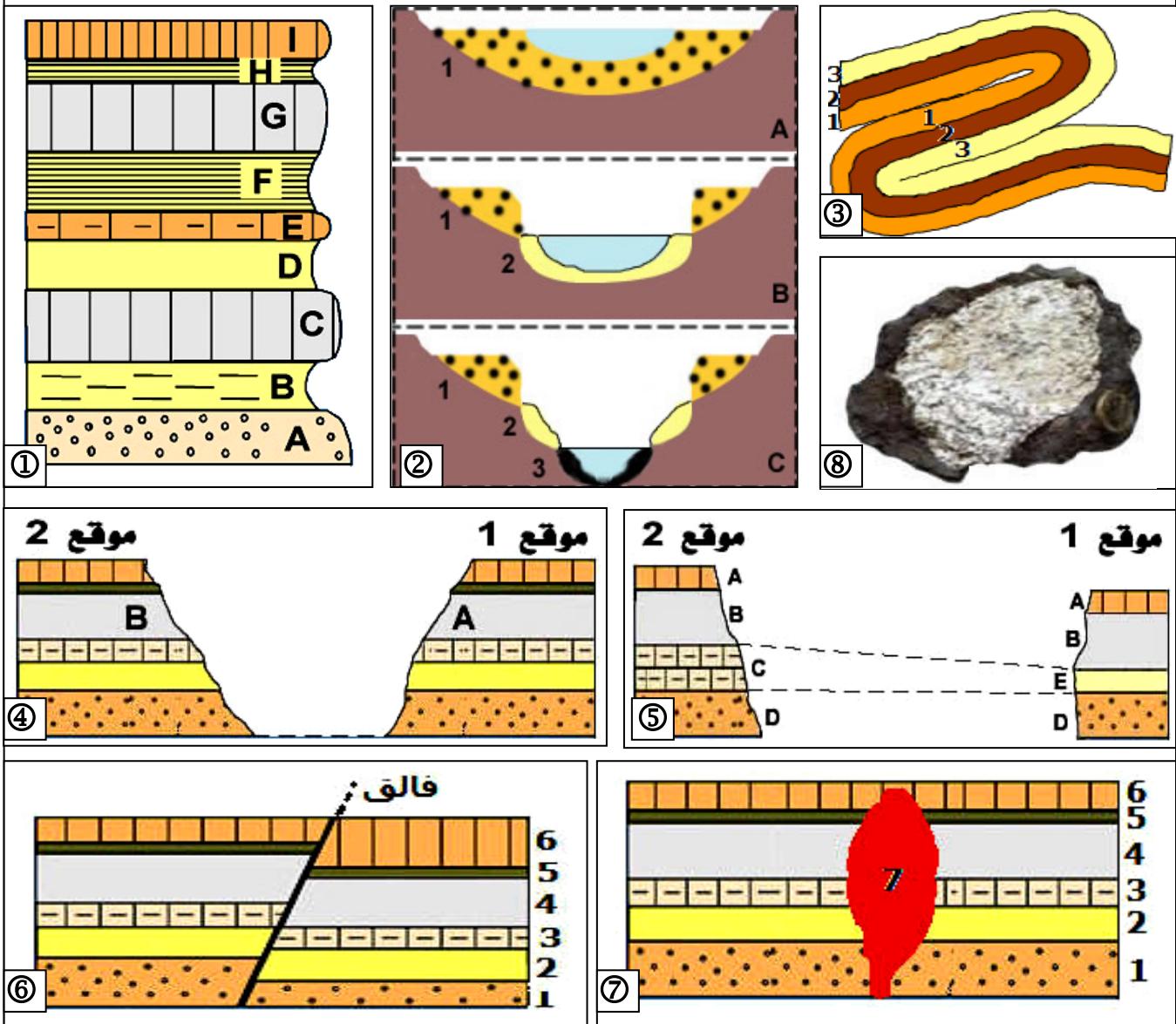
رسم تفسيري : المكونات الهندسية للطبقة الجيولوجية

② المبادئ الاستراتيجافية. Les principes stratigraphiques.

يعتمد التاريخ النسبي للطبقات الرسوبيّة على مقارنة هذه الأخيرة ببعضها البعض، أو مقارنتها ببعض الأحداث التي طرأت عليها (ترسب، حث، تشوّه، انكسار...) وكذلك محتواها الاستحاشي. وقد استخلصت من هذه الملاحظات والدراسات الميدانية مجموعة من المبادئ تسمى مبادئ استراتيجية. (أنظر الوثيقة ٢)

الوثيقة 2: المبادئ الاستراتيجية والتاريخ النسبي للتشكلات الجيولوجية .

- 1) أرخ نسبياً الطبقات C,B,A,...,I من العمود الاستراتيجي ①، ثم صنع مضمون مبدأ التراكب، وبين حدود استعمالاته الجيولوجية بالاعتماد على الشكل ② والشكل ③ من الوثيقة.
- 2) قارن بين الطبقتين A و B في الموقعين 1 و 2 المتبعدين ببعض كيلومترات (الشكل ④ من الوثيقة)، فيما تقييدك نتائج هذه المقارنة بخصوص تاريخهما النسبي؟
- 3) اقترح التاريخ النسبي للعناصر الجيولوجية الممثلة في الأشكال ⑤ و ⑥ و ⑦ من الوثيقة.



أ - مبدأ التراكب (Principe de superposition) (الشكل ①)

على العمود الاستراتيجي ① تعتبر الطبقة A أقدم من الطبقة B وهذه الأخيرة أقدم من الطبقة C، التي تعتبر أقدم من الطبقة D، بينما تعتبر أحدث طبقة هي الطبقة I.

b - مضمون مبدأ التراكب:

من بين طبقتين رسوبيتين في وضع تراكب، تكون الطبقة السفلية هي الأقدم.

c - حدود مبدأ التراكب:

- في الشرفات النهرية المترفة تعلو الشرفات القديمة الشرفات الحديثة، مما يصعب معها تطبيق مبدأ التراكب. (الوثيقة 2 الشكل ②)
- تتعرض الأرضي الرسوبي لبعض الظواهر الجيولوجية كالتكتونية أو انزلاق التربة، فتجعل الصخور الرسوبي في وضع معاكس للوضع الأصلي، فيصعب بذلك تطبيق مبدأ التراكب. (الوثيقة 2 الشكل ③)

ب - مبدأ الاستمرارية Principle de continuité (الوثيقة 2 الشكل ④)

يتبيّن من الوثيقة أن الطبقة A في الموقع 1 هي امتداد للطبقة B في الموقع 2، وبالتالي فالطبقة A والطبقة B نفس العمر. ملحوظة (الشكل ⑤) : تعتبر طبقتان صخريتان من نفس العمر رغم اختلاف سحتيّهما، إذا كانتا محصورتين بنفس الطبقات. نتكلّم عن التغيير الجانبي للسحنة.

a - مضمون مبدأ الاستمرارية:

نفس الطبقة نفس العمر على طول امتدادها.

b - حدود مبدأ الاستمرارية:

- يصعب تطبيق مبدأ الاستمرارية عندما تكون السلسلة الرسوبيّة مكونة من تعاقب إيقاعي لطبقات مشابهة.
- يصعب تطبيق مبدأ الاستمرارية عندما تتغيّر السحنة الصخرية مع امتدادها، نظراً للتغيير أو سطح التربّ.

ج - مبدأ التقاطع والتضمن P. Recoupe et inclusion (الوثيقة 2 الشكل ⑥ ، ⑦ ، ⑧)

a - مضمون مبدأ التقاطع:

من بين عنصرين جيولوجيَّين (طبقة، فالق، عرق...) يعتبر الأحدث العنصر الذي يخترق الآخر.

b - حدود مبدأ التضمن:

كل قطعة صخرية متضمنة داخل طبقة أخرى تعتبر أقدم منها.

د - مبدأ تماثل المحتوى الاستحاثي P.d'identité paléontologique

a - بعض المستحاثات الموجودة في السلسلة الفوسفاطية: (الوثيقة 3)

الوثيقة 3: بعض أنواع المستحاثات : اعتماداً على معطيات هذه الوثيقة، استخرج خاصية المستحاثة الاستراتيجية، واستنتج أهميتها في التقسيم الكرونوولوجي.

التوزيع الطبقي Répartition stratigraphique		بعض أنواع المستحاثات الموجودة في السلسلة الفوسفاطية بأولاد عبادون		
الكريتاسي Crétacé	الإيوسين Eocène	Lamna-bia	Lamna-asc	Odontaspis
أسپون	أسپون	+	Odontaspis substriata	
أسپون	أسپون	+	Lamna aschersoni	
أ	أ	+	Lamna biauriculata	
أ	أ	+	Rhombodus binkhorsti	
أ	أ	+	Enchodus libycus	
أ	أ	+	Corax pristodontus	
أ	أ	+	Ostrea canaliculata	
أ	أ	+	Pseudaspidoceras	
أ	أ	+	Mosasaurus leidon	

• تحليل واستنتاج:

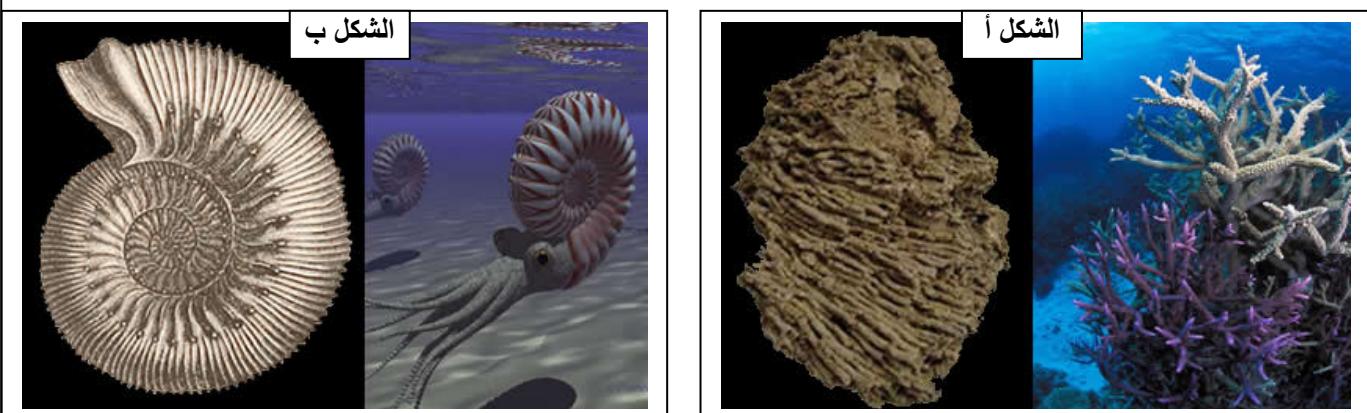
تحتوي الطبقات الفوسفاطية على عدد من أشكال المستحاثات، ومن أشهرها أسنان القرش. نلاحظ أن بعض المستحاثات تتواجد فقط في مستوى معين من المتسلسلة الطبقيّة. يفسّر ذلك بكون بعض الكائنات الحية ظهرت في زمن جيولوجي معين، لتزدهر في فترة معينة وتقرّض في زمان معين.

• أهمية المستحاثات في التقسيم الكرونوولوجي:
تكمن أهمية المستحاثات أساساً في كونها تمثل معلم زمني يمكن من ترتيب الطبقات، كما يمكن اعتماد بعضها في تقسيم الزمن الجيولوجي.

b - خصائص المستحاثات المعتمدة في التاريخ النسبي: (الوثيقة 4)

الوثيقة 4: نعتبر نموذجين من المستحاثات :

- ✓ الشعب المرجانية Récifs coralliens: (الشكل أ) هي حيوانات بحرية ظهرت في الтриاس (الحقب II)، وما زالت تعيش إلى حد الآن في بحر قليل العمق، بمياه ساخنة وغنية بـ CO_2 .
- ✓ الأمونيت Ammonites: (الشكل ب) عبارة عن مستحاثات ظهرت في الatrias، عرفت انتشاراً جغرافياً كبيراً أثناء الجوراسي والكريتاسي. لكنها انقرضت في أواخر الحقب II. قارن بين النموذجين من المستحاثات. بما يفيد كل نوع منها؟



- ✓ النموذج الأول (الشعب المرجانية): يعيش في مناطق محدودة، لأنّه يتطلّب ظروف خاصة، نقول أنّ له امتداد جغرافي أو أفقي ضيق. كما أنه ظهر في الحقب الثاني واستمر حتى الآن، نقول أنّ له امتداد عمودي واسع (الزمن): ادن هو يمكننا من استعادة الظروف الجغرافية (ظروف ووسط الترب) لمنطقة ما، ويسمى بمستحاثة السحنة Fossile de facies. ولا يمكننا من تاريخ الطبقات لأنّه لا يميز فترة زمنية محددة.
- ✓ النموذج الثاني (الأمونيت): يعيش في مناطق غير محدودة، لأنّه لا يتطلّب ظروف خاصة، يعني أنّ له امتداد جغرافي واسع. لكنه عاش في الحقب الثاني فقط، أي له امتداد عمودي ضيق. يمكننا هذا النموذج من إعطاء التاريخ النسبي لطبقة ما، ويسمى بمستحاثة طبقات F.stratigraphique.
- ✓ من خلال هذا يمكننا تاريخ طبقات متباينة رغم تغير ساحتهم، إذا كانتا متوفران على نفس المستحاثة الطبقات الجيدة، وهذا ما يسمى مبدأ تماثل المحتوى الاستحاثي.

c - مضمون مبدأ تماثل المحتوى الاستحاثي:

تعتبر من نفس العمر كل الطبقات التي تحتوي على نفس المستحاثات الطبقات.

II - التقسيمات الجيوكرونولوجية للزمن الجيولوجي.

① الوحدة الاستراتيجية الأساسية: (الطابق Etage). (الوثيقة 5)

الوثيقة 5: مفهوم التشكيلة النمطية . يعطي الشكل أ من الوثيقة، التشكيل النمطي البليونسكي Pliensbachien

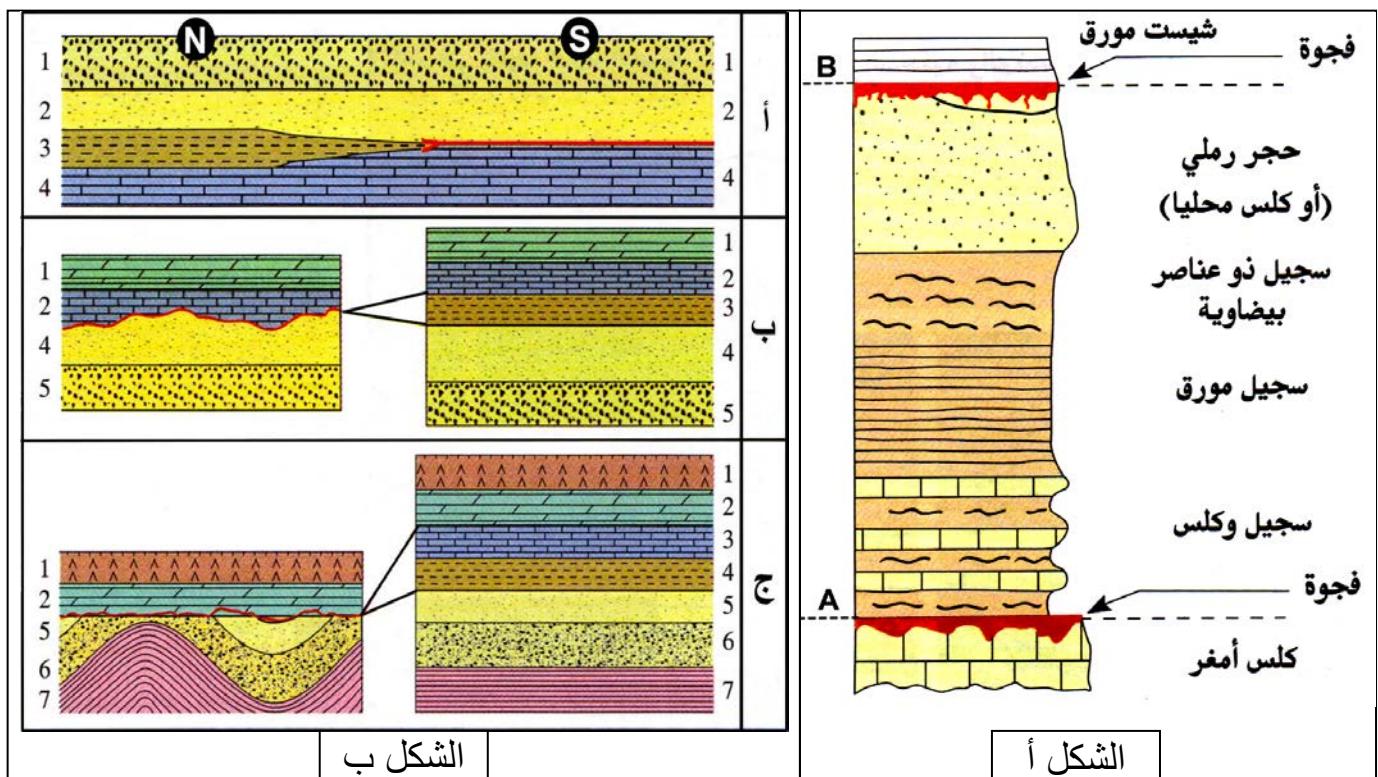
- الحد A به عقيدات فوسفاتية ومستحاثات من أعمار مختلفة مميزة لطبقات غائبة.

- الحد B به حجر رملي وحديد سريري oolithique

1) حدد أهمية التشكيلة النمطية في بناء السلم الاستراتيجي وتاريخ الطبقات.

2) تعرف خصائص حدود التشكيلة النمطية البليونسسكية.

3) من خلال تحليل الشكل ب من الوثيقة، عرف الفجوة الاستراتيجية وأبرز مختلف أنماطها، وبين أهمية الفجوات الطبقات في معرفة حدود التشكيلة النمطية.



(1) اختار الجيولوجيون تشكلاً صخريًّا نموذجيًّا توجَّد في أواسط رسوبيَّة معينة، لا تشهد حركات تكتونية وغنية بالمستحثات الطبقاتيَّة، وتحمل مؤشرات مختلفة ويسهل الفصل بين حدودها. فاعتبروها مرجعيات استراتيغرافية، أطلقوا عليها اسم التشكلاً الاستراتيغرافيَّة النمطيَّة **Stratotype**، تؤرخ تشكلاً جيولوجيًّا آخرًا طبقاً لمبادئ الاستراتيغرافية. ونسبة لها لمنطقة الجغرافية التي وجدت فيها. ويسمى هذا التشكلاً النمطي طابقاً. مثلاً بمنطقة **Pliensbachien** بألمانيا تم تحديد الطابق **Pliensbachien** البليونيَّي، وذلك بإضافة "ien" لاسم المنطقة.

(2) تحديد سقف وسرير الطابق.

- الحد A (سرير الطابق): المساحة الفوقية للكلس الأمغر بها عقيدات فوسفاتية، ومستحثات من أعمار مختلفة مميزة لطبقات صخرية غائبة في المتالية الرسوبيَّة. تسمى هذه المساحة A بمساحة متصلبة، وتعبر عن وجود فجوة استراتيغرافية ناتجة عن قوة التيارات البحريَّة التي حالت دون التربُّ.
- الحد B (سقف الطابق): وجود الحجر الرملي وال الحديد السرئي اللذان يعبران عن سحن بحرية قليلة العمق، وهذا يعلن عن تراجع البحر عن المنطقة مما سبب فجوة استراتيغرافية.

(3) مفهوم الفجوة الاستراتيغرافية:

من خلال تحليل الشكل ب من الوثيقة يتبيَّن أنَّ:

- المقطع أ: غياب الطبقة 3 في الجزء الجنوبي من المقطع، وذلك راجع إلى غياب التربُّ نتيجة بعض العوامل كالتيارات وحركات الأمواج.
- المقطع ب: غياب الطبقة 3 في الجزء الشمالي من المقطع بسبب عملية الحث.
- المقطع ج: غياب الطبقات 3 و4 في الجزء الشمالي من المقطع، نتيجة بروز الطبقات الرسوبيَّة أثر عوامل تكتونية، وتعرضها للحث قبل عودة التربُّ.

انطلاقاً من هذه المعطيات يمكن تعريف الفجوة الاستراتيغرافية كما يلي:

تظهر التشكلاً الصخريَّة في بعض المناطق نقصاً في تسلسل الطبقات الرسوبيَّة مقارنة مع المعطيات الجهوَّية أو العالميَّة. يشار لهذا النقص بالفجوة الاستراتيغرافية، والتي تدل على انقطاع في التربُّ نتيجة عدم التربُّ أو حث بعد التربُّ.

يتبيَّن إذن أنَّ الطوابق تكون محدودة على العموم بانقطاعات في التربُّ، أي فجوات استراتيغرافية.

② مفهوم الدورة الرسوبيّة. (Cycle sédimentaire) (الوثيقة 6)

الوثيقة 6: مفهوم الدورة الرسوبيّة .

يلخص الجدول التالي خصائص الطبقات الرسوبيّة بمنطقة معينة من المغرب.

أتم ملء الجدول بوضع علامات في الخانات المناسبة. ثم اربط هذه العلامات بخطوط، ماذا تلاحظ؟

تراجم	تجاوز	الوسط		السخنة	العمر
		قاري	بحري		
X			X	رسيص بعظام وأسنان قوارض	نيوجين
	X	X		رمل، سجيل، رمل فوسفاطي	باليوجين وكريتاسي
X			X	حجر رملي خشن ورسيص بعظام ديناصورات عاشبة	علوي جوراسي وسيط
		X		كلس وسجل بأمونيت	جوراسي سفلي
		X		كلس مرجاني	تریاس علوي
X		X	X	طين أحمر وحجر رملي خشن وجبس لاغوني	باليوزوی علوي
			X	رسيص بعظام زواحف وسرخسيات	باليوزوی سفلي
				حجر رملي خشن وسجل بثلاثية الفصوص	باليوزوی سفلي

نلاحظ تراجعاً خلال الأزمنة الجيولوجية بين أوساط بحرية وأوساط قارية. ويترجم هذا التراجح تغير مستوى البحار بين تجاوز وترابع بحري.

a - تعريف الدورة الرسوبيّة:

هي الفترة الزمنية التي يتم فيها تجاوز بحري والتراجع المولى بالنسبة لنفس المنطقة. ويطلق كذلك على مجموع الرواسب المتوضعة أثناء هذه الفترة.

b - الخصيّات السخنية للدورة الرسوبيّة: (الوثيقة 7)

a - الخصيّات السخنية للتجاوز البحري: Transgression

لأسباب تكتونية ومناخية يتقدم البحر على منطقة ما ليغطيها تدريجياً، فتتوسع الرواسب تدريجياً على القاعدة الصخرية القديمة حسب درجة تقدم البحر. ويتجلى التجاوز على مستوى تسلسل الطبقات الرسوبيّة بتواضع رواسب تميز مستوى بحري مرتفع فوق أخرى تميز مستوى بحري منخفض. أو تواضع رواسب ذات سحن بحرية فوق أخرى ذات سحن قارية.

b - الخصيّات السخنية للتراجع البحري: Régression

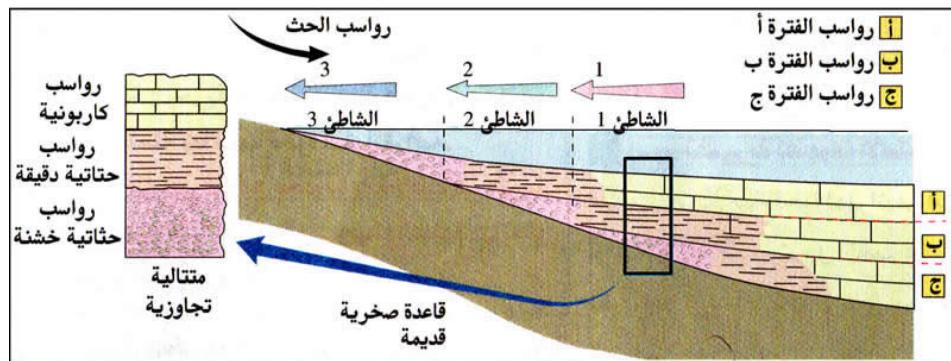
لأسباب تكتونية ومناخية يتراجع البحر عن منطقة ما، فينخفض العمق تدريجياً. وهذا يتجلّى التراجع على مستوى تسلسل الطبقات الرسوبيّة بتواضع رواسب تميز مستوى بحري منخفض فوق أخرى تميز مستوى بحري مرتفع. أو تواضع رواسب ذات سحن قارية فوق أخرى ذات سحن بحرية.

c - الخصيّات السخنية لدورة رسوبيّة:

تتميز الدورات الرسوبيّة على مستوى المقاطع الجيولوجيّة بمتالية رسوبيّة تجاوزية متّبعة مباشرة بمتالية تراجعيّة.

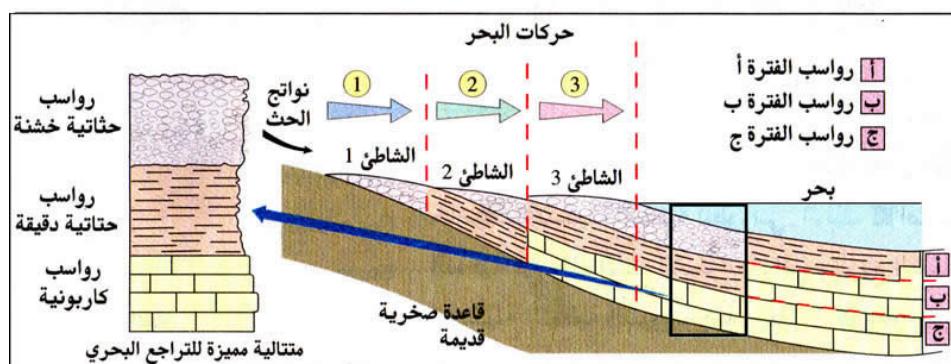
الوثيقة 7: الخصائص السخنية للدورة الروسية.

- 1) اعتماداً على الشكل أ من الوثيقة استخرج الخصائص السخنية للمتالية التجاوزية.
- 2) اعتماداً على الشكل ب من الوثيقة استخرج الخصائص السخنية للمتالية التراجعية.
- 3) اعتماداً على الشكل ج من الوثيقة استخرج الخصائص السخنية للمتالية المميزة للدورة الروسية.



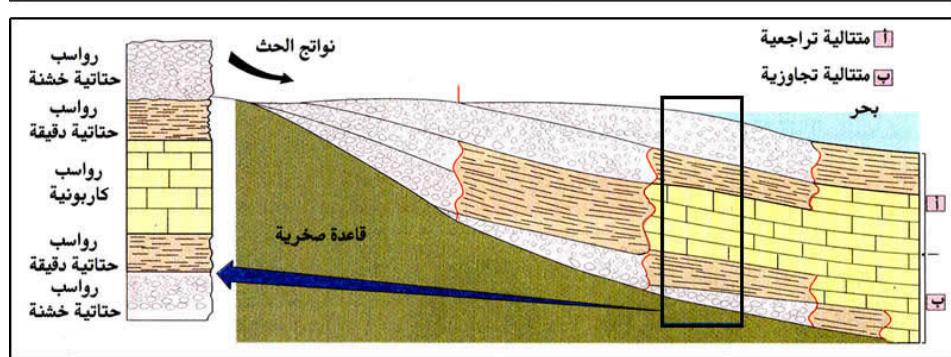
الشكل أ: الخصائص السخنية لتجاوز بحري :

تقدم البحر ليتجاوز حدوده السابقة وذلك لأنسباب تكتونية ومناخية



الشكل ب: الخصائص السخنية لتجاوز بحري :

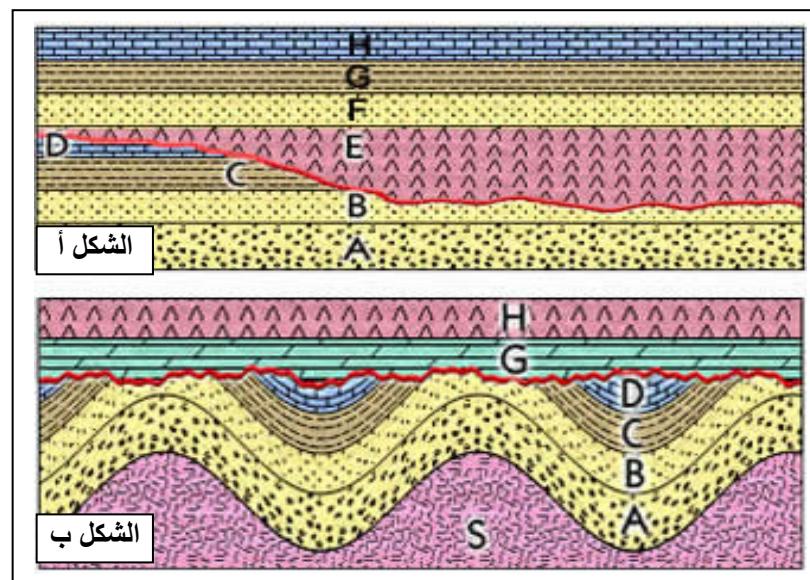
انسحاب البحر خلف حدوده السابقة وذلك لأنسباب تكتونية ومناخية



الشكل ج: الخصائص السخنية لدورة روسية :

بعد تجاوز للبحر متبع بتراجع، نحصل على متالية تجاوزية متتابعة بممتالية تراجعية

ج - وضع الطبقات الروسية بالنسبة لقاعدة الصخرية: (الوثيقة 8)



الوثيقة 8: مفهوم التناور الجيولوجي .

ترسب الطبقات التجاوزية على طبقات القاعدة القديمة وفق تموصعين هندسيين أساسيين: الشكل أ والشكل ب.

قارن بين الحالتين ثم استخلص طبيعة الملامسات بين طبقات هذه المقاطع الجيولوجية.

تتوسط الطبقات الرسوبية التجاوزية أحياناً على قاعدة صخرية تعرضت للحث، ولها بنية مختلفة عن بنية الغطاء الرسوبي.
ويسمى الحد الفاصل بين القاعدة والغطاء الرسوبي بالتنافر الجيولوجي Discordance
يجسد التنافر غالباً فاصلة بين نمطيتين متاليتين، مما يكسبه أهمية في التقسيم الكرونولوجي.

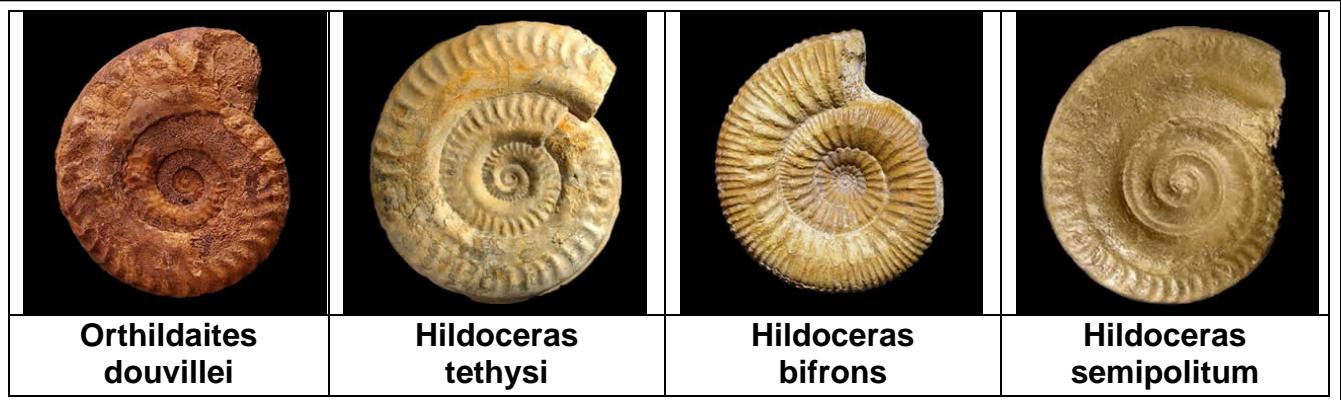
✓ الشكل أ: تغطي الطبقات E, G, F, H طبقات أقدم منها هي D, C, B, A تعرضت للحث ولم تتعرض لأي تشوّه، وبالتالي يحتفظ بالتوازي الأصلي بين الطبقات. نحصل في هذه الحالة على تنافر زاو.

✓ الشكل ب: تغطي الطبقات H و G طبقات أقدم منها هي D, C, B, A تعرضت للتلوّه، وللحوت وبالتالي يغيب التوازي الأصلي بين الطبقات. نحصل في هذه الحالة على تنافر زاو.

③ مفهوم المنطقة الإحيائية: Biozone (الوثيقة 9)

الوثيقة 9: تقسيمات بيوجيografية دقيقة بفضل الأمونيات داخل الطابق الطورسي .

المنطقة الإحيائية تقسيم جيوكرونولوجي داخل الطابق. برر ذلك بالاعتماد على معطيات الوثيقة.



الافق	جزء من التشكيلة النمطية للطورسي	<i>O.douvillei</i>	<i>H.semipolitum</i>	<i>H.bifrons</i>	<i>H.apertum</i>	<i>H.Iusitanicum</i>	<i>H.crassum</i>	<i>H.tethyi</i>	<i>H.sublevisioni</i>	<i>H.caterinii</i>
XIII										
XII			+	+						
XI						+				
X						+	+	+		
IX					+	+	+	+		
VIII										
VII				+	+					
VI										+

- المنطقة الإحيائية : مجموعة من الطبقات المتالية التي توجد بها مجموعة من المستحاثات والمعرفة بوفرة صنف معين من المستحاثات الاستراتيجية الذي يبقى ثابتاً من حيث خاصياته المميزة ويعطي للطبقة الإحيائية اسم هذه المستحاثة.

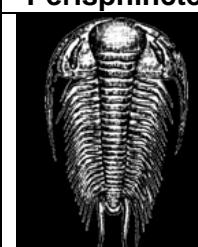
- الأمونيت: مجموعة من رأسيات الأرجل البحرية، تعيش في قوقة ويمكن أن يتجاوز قطرها المتر الواحد. ونميز بين مختلف أصناف الأمونيات بواسطة بعض خصائص القوقة التي تعكس التطور السريع لهذه المجموعة مما يجعلها مستحاثات استراتيجية جيدة تستعمل في تحديد المناطق الإحيائية.

داخل التشكيلة النمطية للطورسي Toarcien تمكن الأمونیتات من التحديد الدقيق لتأريخ الطبقات. وبذلك تساهم هذه المستحاثات الطبقاتية في تقسيم الزمن الجيولوجي داخل الطابق. وهكذا فالمنطقة الإحيائية هي وحدة استراتيغرافية من الطابق، تحدد بطبقة أو مجموعة من الطبقات المتالية التي تحتوي على مستحاثات استراتيغرافية، يبقى نوع منها ثابتًا من حيث خصائصه المميزة. ويعطى لهذه المنطقة اسم هذه المستحاثة.

④ مفهوم الحق والدور. (Ere et Cycle) (انظر الوثيقة 10)

الوثيقة 10: نحو سلم استراتيغرافي للزمن الجيولوجي .

مكنت دراسات جيولوجية في أربع مناطق مختلفة من المغرب من تحديد بعض المستحاثات المتواجدة في هذه المناطق (الجدول أسفله) ، وتوفير الأعمدة الاستراتيغرافية S_4, S_3, S_2, S_1 .

					
Clypeaster	Pectens	Nummulites	Acanthoceras	Hoplites	Perisphincte
					
Harpoceras	Gemmulifera	Latifrons	Caudatum	Goldfussi	Bohemicus
العمود: S_4 منطقة أمصيلة بشمال تازة	العمود: S_3 منطقة أولماس	العمود: S_2 الحافة الجنوبية للأطلس المتوسط	العمود: S_1 السفوح الجنوبي الشرقي للأطلس الصغير الغربي		
سجيل وكلس Clypeaster-pecten	بازلت من بركان المجاور	سجيل وكلس Clypeaster-pecten	شيست وحجر رملي كلسي Phacops latifrons		
كلس سجيلي Nummulites	كلس Nummulites	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	شيست أسود Dalmanite caudatum		
سجل وسجيل Ammonite holrites	كلس وسجل Ammonite acanthoceras	حجر رملي خشن وشيست phillipsia gemmulifera	شيست وحجر رملي خشن Trinucleus goldfussi		
كلس طيني perisphinctes	سجل Ammonite holrites	حجر رملي خشن كلسي Phacops latifrons	شيست Paradoxides boemicus		
كلس طيني harpoceras	كلس وسجل Ammonite harpoceras	شيست Dalmanites caudatum	صخور متقطعة كلسية بدون مستحاثات		
	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	حجر رملي خشن Trinucleus goldfussi			
	شيست جد مطوي Trinucleus goldfussi				

1) وظف المبادئ الاستراتيغرافية وقارن بين الأعمدة S_1 و S_2 و S_3 و S_4 . وضع الطبقات المتشابهة في نفس المستوى على جدول.

2) بين أن النتيجة التي حصلت عليها عبارة عن سلم استراتيغرافي مبسط.

1) تتميز طبقات الأعمدة باختلاف السحنات الصخرية والمستحاثات، ويوجد طبقات بدون مستحاثات. كما تتواجد طبقات متشابهة فيما بينها، أما من حيث السحنة الصخرية أو المستحاثية أو هما معاً.

- باعتماد مبدأ التراكب يمكن القول أن الأمونيتات وثلاثية الفصوص لم تعيش في نفس الزمن الجيولوجي لكون ثلاثيات الفصوص توجد في طبقات أسفل من الطبقات التي تحتوي على الأمونيتات. كما أن مختلف أنواع ثلاثيات الفصوص لم تعيش في نفس الزمن لكونها تتواجد في طبقات صخرية مختلفة متراكبة، مما يدل على أنها تعرضت للتطور عبر الزمن، وهذه ميزة للمستحاثة الطبقاتية.
- يمكن تفسير غياب الطبقات في الأعمدة الاستراتيجية بغياب الترسب أو حد الطبقات بعد ترسبيها. وذلك ما يسمى بالفجوة الروسوبية أو الطبقاتية *Lacune stratigraphique*.
- تمثيل نتائج المقارنة على شكل جدول يمثل عمر مختلف طبقات الأعمدة S_1 و S_2 و S_3 و S_4 . (أنظر الجدول على الصفحة الموقرة).

2) يصعب أن نعتمد فقط على الطوابق كسلم جيوكرونولوجي، نظراً لعددها الهائل ونظرًا لوجود ظواهر جيولوجية وبيولوجية كبيرة (كالانقراضات) ميزت مراحل معينة من الزمن الجيولوجي. لهذا لجأ العلماء إلى البحث عن تقسيمات أخرى تعتمد على معايير مستحاثية ومعايير استراتيجية تكتونية.

• المعايير الاستحاثية: باعتماد هذه المعايير استطاع العلماء تقسيم الزمن الجيولوجي إلى حقب:

- ✓ ما قبل الكمبري *Précambrien* (-570 Ma): يتميز بعدم وجود مستحاثات. وتسمى هذه الفترة أيضًا بفترة الكريبيتوزووي *Cryptozoïque* عكس الأحقب الأخرى التي ظهرت فيها مستحاثات فسميت بذلك الفانيروزووي *Phanérozoïque*.
- ✓ الحقب الأول (الباليوزووي *Paléozoïque*) حيث نجد أغلب الحيوانات التي ظهرت على الأرض والتي أغلبها قد انقرض. مثلاً ثلاثيات الفصوص.
- ✓ الحقب الثاني (الميزوزووي *Mésozoïque*) حيث أن نصف الحيوانات التي ظهرت في هذا الحقب قد انقرض كالديناصورات، والنصف الثاني لا زال يعيش حالياً. ويتميز هذا الحقب بالأمونيتات.
- ✓ الحقب الثالث (السينوزووي *Cénozoïque*) حيث أن أغلب الحيوانات التي ظهرت في هذا الحقب لا زالت تعيش حالياً.

• المعايير الاستراتيجية التكتونية:

يتربّ عن حركة الصفائح المكونة لسطح الأرض، نشأة مجالات للترسب كالبحار والمحيطات، ثم اختفاءها نتيجة الطرد والاصطدام، مما ينتج عنه تكون سلاسل جبلية تحل محل المحيطات المختفية. فتخضع هذه الأخيرة لعوامل الحث لتكون بذلك نهاية دورة تكتونية.

لقد عرفت الكوكبة الأرضية عدة دورات تكتونية اعتمدت في تقسيم الزمن الجيولوجي:

- ✓ الدورات قبل الكمبرية: من نشأة الأرض إلى 570 مليون سنة.
- ✓ الدورة الكلدونية والهرسينية *Hercynien et calédonien* من 570 إلى -245 Ma.
- ✓ الدورة الألبية *Alpin* ابتداء من -245 Ma.

يعرف النظام أو الدور *Système* كمجموعة الطوابق التي توضعت أثناء فترة زمنية تسمى العصر الجيولوجي. وتحدد أسرة وأسقف الأنظمة بواسطة دورات روسوبية. واعتمد في تسميتها معايير مختلفة:

- ✓ التقحمي *Carbonifère*: غنى الطوابق بالفحم.
- ✓ الطباشيري أو الكريتاسي *Crétacé*: وفرة التشكيلات الطباشيرية.

السلم الاستراتيجي	:S ₄ العمود	:S ₃ العمود	:S ₂ العمود	:S ₁ العمود
طبقة البركانية	-----	بازلت من برkan مجاور	-----	-----
	سجيل وكلس <i>Clypeaster-pesten</i>	-----	سجيل وكلس <i>Clypeaster-pesten</i>	-----
	كلس سجيلى <i>Nummulites</i>	كلس <i>Nummulites</i>	-----	-----
طبقة الثعبانية	-----	كلس وسجيل <i>Ammonite acanthoceras</i>	-----	-----
	سجيل <i>Ammonite hoplites</i>	سجيل <i>Ammonite hoplites</i>	-----	-----
	كلس طيني <i>perisphinctes</i>	-----	-----	-----
	كلس طيني <i>harpoceras</i>	كلس وسجيل <i>Ammonite harpoceras</i>	-----	-----
	-----	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	-----
طبقة البيكيم	-----	-----	حجر رملي خشن <i>phillipsia gemmulifera</i>	-----
	-----	-----	حجر رملي خشن كلسي وشيشت <i>Phacops latifrons</i>	شيشت وحجر رملي <i>Phacops latifrons</i>
	-----	-----	شيشت <i>Dalmanites caudatum</i>	شيشت أسود <i>Dalmanite caudatum</i>
	-----	-----	حجر رملي خشن <i>Trinucleus goldfussi</i>	شيشت وحجر رملي خشن بحري <i>Trinucleus goldfussi</i>
	-----	-----	-----	شيشت <i>Paradoxides bohemicus</i>
ما قبل الكمبri	-----	شيشت جد مطوى <i>Trinucleus goldfussi</i>	-----	صخور متقطعة كلسية بدون مستحاثات

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma

⑤ السلم الاستراتيجي. (Echelle stratigraphique) (انظر الوثيقة 11)

يعتمد تقسيم الزمن الجيولوجي أساساً على تطور أشكال الحياة (الأزمات البيولوجية) والدورات الرسوبيّة وكذلك على التغييرات الكبّرى في الجغرافيا القديمة لكوكب الأرض وفي هندسة المجموعات الجيولوجية (الدورات التكتونية).

الوثيقة 11: تمثيل مبسط للسلم الاستراتيجي

Ere بـحـلـا		Système (période) ماضـلـاـ (دور)	Epoque بـحـلـا	قبـاطـلـاـ (Era)	العمر مليون سنة
Phanérozoïque يعود إلى سلالـا	Quater-naire عـارـلـا	Tertiaire الـثـالـثـاـ	Holocène		-2
			Pléistocène		
			Pliocène	Gélacien Plaisancien Zancléen	-6
			Miocène	Méssinien Tortonien Serravallien Langhien Burdigalien Aquitaniens	-23
			Oligocène	Chattien Rupélien	-34
			Eocène	Priabonien Bartonien Lutétien Yprésien	-55
			Paléocène	Thanétien Danien	-65
			Supérieur	Maestrichien Campanien	-95
			Inférieur		-140
			Jurassique يساروجـلا	Malm	-160
				Dogger	-181
				Lias	-210
			Trias سـايـرـتـلـا		-245
			Permien يمـربـلـا		-290
			Carbonifère يمـحـفـتـلـا		-360
			Dévonien ينـوـفـيـدـلـا		-410
			Silurien يرـولـيـسـلـا		-440
Paléozoïque الـبـالـيـزـوـيـ		Primaire لـوـلـا	Ordovicien يسـيـفـوـرـوـأـلـا		-500
			Cambrien يرـبـمـكـلـا		-590
			Protérozoïque		-570
			Archéen		-2500
					-4000
Cryptozoïque	Précambrien ما قبل الكمبري				

III - الخريطة الجيولوجية، حصيلة تركيبة للدراسات الاستراتيجية.

① الخريطة الجيولوجية وثيقة تركيبة.

أ - ذكر الخريطة الطبوغرافية: Carte topographique

الخريطة الطبوغرافية هي تمثيل للتضاريس سطح الأرض، ومميزاتها الميدانية من حيث الارتفاع والشكل، على مساحة مسطحة. ويشار إلى التضاريس بوسائلين:

- نقط الارتفاع: وهي نقطة مرئية تشير إلى ارتفاع نقطة عن مستوى سطح البحر.

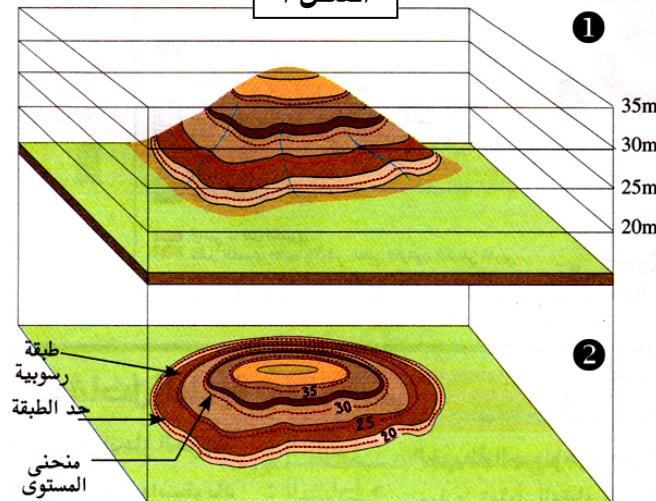
- منحدرات المستوى: وهي خطوط تربط بين نقطتين لها نفس الارتفاع، وتتجزء على الخريطة بفارق ارتفاع ثابت ينبع

- بتساوي البعد Equidistance بين منحدرين متلاين.

ويتم تمثيل التضاريس بين نقطتين من الخريطة الطبوغرافية بانجاز الجانبية الطبوغرافية.

ب - الخريطة الجيولوجية: Carte géologique (الوثيقة 12)

الشكل أ



الوثيقة 12: الخريطة الجيولوجية .

الشكل أ: الإسقاط العمودي لثلة ① على الخريطة ②.

الشكل ب: رموز وألوان تعبر عن عمر الطبقات الصخرية وترتيبها الزمني.

الشكل ج: رموز تمثل المعلومات الصخرية.

الشكل د: رموز اصطلاحية لتمثيل ميلان الطبقات الصخرية.

وظف المعطيات المقترنة وتعرف باستعمال خرائط جيولوجية جهوية أو محلية مختلف المعلومات والرموز، ثم أبرز أهمية المعطيات الاستراتيجية والتكتونية في بناء الخريطة الجيولوجية.

الشكل ب: تمثيل المعلومات الاستراتيجية

اللون	الرمز	النظام	الحقب
بيج	a,q,A...		الرابع
أصفر	p	البليوسين	
	m	الميوسين	
ليموني	g	الأوليوكوسين	الثالث
	e	الإيوسين	
أخضر فاتح	c	الكريتاسي العلوي	
	n	الكريتاسي السفلي	
أزرق	j	الجوراسي الأوسط والعلوي	الثاني
	l	الجوراسي السفلي	
وردي	t	التریاس	
بنفسجي	r	البرمي	
رمادي	h	التفحمي	
بني	d	الديفوني	
أخضر قاتم	s	السيلورى	الأول
	o	الأردوفيسى	
بيج داكن	b,k	الكمبri	
أحمر		قبل الكمبri	

الشكل ج: تمثيل المعلومات الصخرية

الرموز الصخرية	الصخور المقابلة
Calcaire	الكلس
Dolomite	الدولوميت
Argile	الطين
Marne	السجيل
Grès	حجر الرمل
Conglomérat	الرصيص
Sel	الملح

الشكل د: تمثيل الطبقات المشوهة

الرمز	درجة الميلان
+	ميلان منعدم = طبقات أفقية
- - -	ميلان عمودي (90 °) = طبقات عمودية
↓	ميلان ضعيف (30 ° - 10 °)
↓ ↓	ميلان متوسط (60 ° - 30 °)
↓ ↓	ميلان قوي (80 ° - 60 °)
↓ ↓	ميلان معكوس (a > 90 °)

a - تعريف الخريطة الجيولوجية:

تعتبر الخريطة الجيولوجية إسقاطا عموديا على مساحة أفقية للمكونات الجيولوجية لمنطقة معينة، حيث تمثل الاستساطات بالألوان ورموز اصطلاحية، ويراعى في هذا التمثيل عمر الطبقات وطبيعتها الصخرية (السخنة) وتسلسلها الزمني والتشوهات التكتونية التي أصابت الصخور ودرجة الميلان.

b - العناصر الأساسية للخريطة الجيولوجية:

العنوان: عادة المنطقة التي تمثلها الخريطة الجيولوجية بالإضافة إلى موقعها الجغرافي على الكره الأرضية. المقاييس مثل 1/100000. منحنيات المستوى وقيمة تساوي البعد. التوجيه: سهم يشير إلى الشمال الجغرافي. المفتاح: السخنة، العمر، التسلسل الزمني، مجاري المياه، المناجم، الطرق، المساكن... الميلان والاتجاه والفوائق.

c - خلاصة:

تمثل الخريطة الجيولوجية مختلف التشكيلات والظواهر الجيولوجية التي حدثت في حوض تربسي خلال الأزمنة الجيولوجية. وتتطلب قراءة الخريطة الجيولوجية ترجمة المعطيات الخرائطية وتحديد العلاقات الهندسية بين الطبقات وتمثيلها على مقاطع جيولوجية.

② المقطع الجيولوجي. Coupe géologique.

a - تعريف المقطع الجيولوجي:

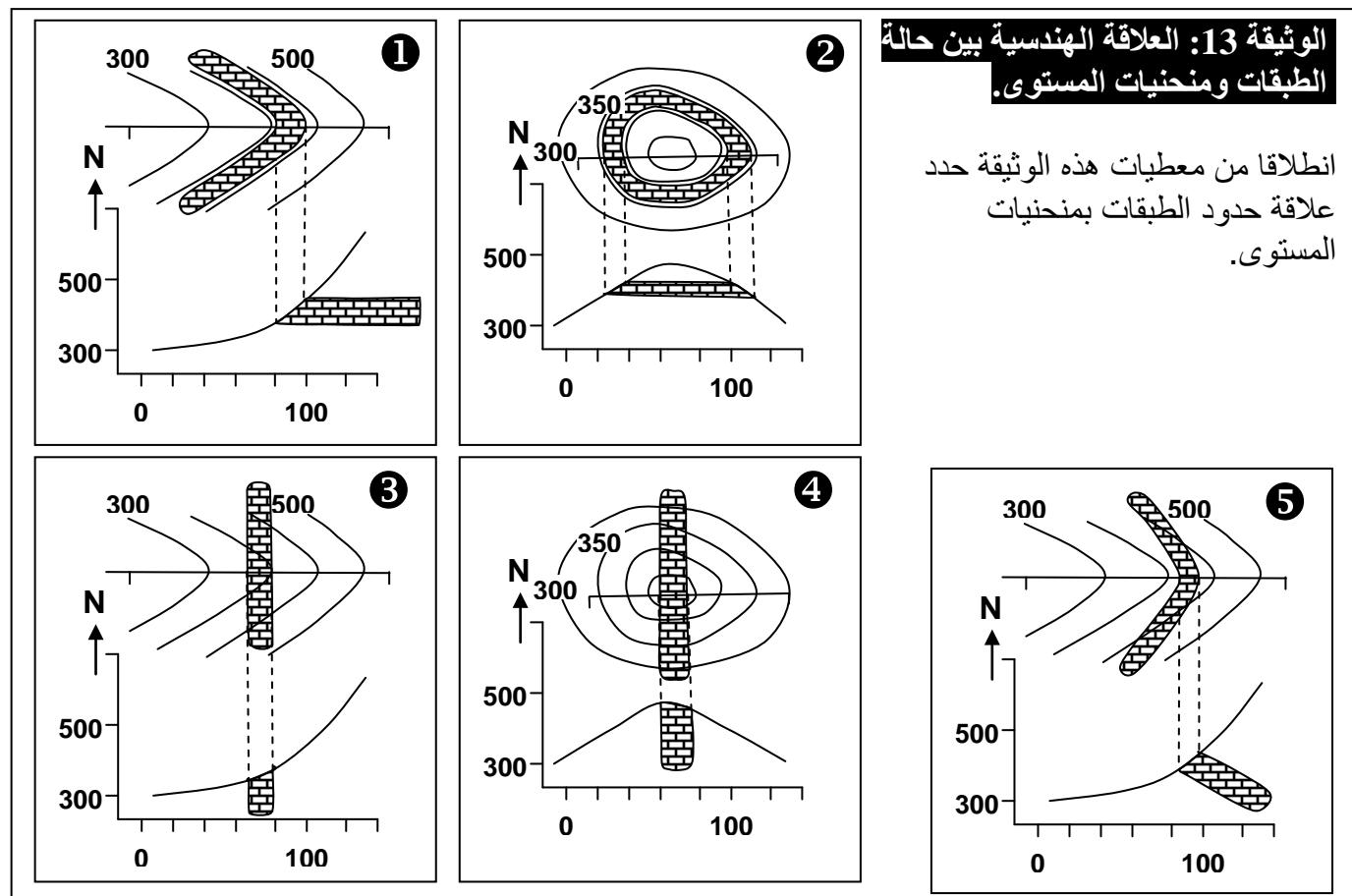
المقطع الجيولوجي هو تمثيل للتشكيلات الصخرية في العمق، انطلاقا من خط طبوغرافي وحسب سطح عمودي.

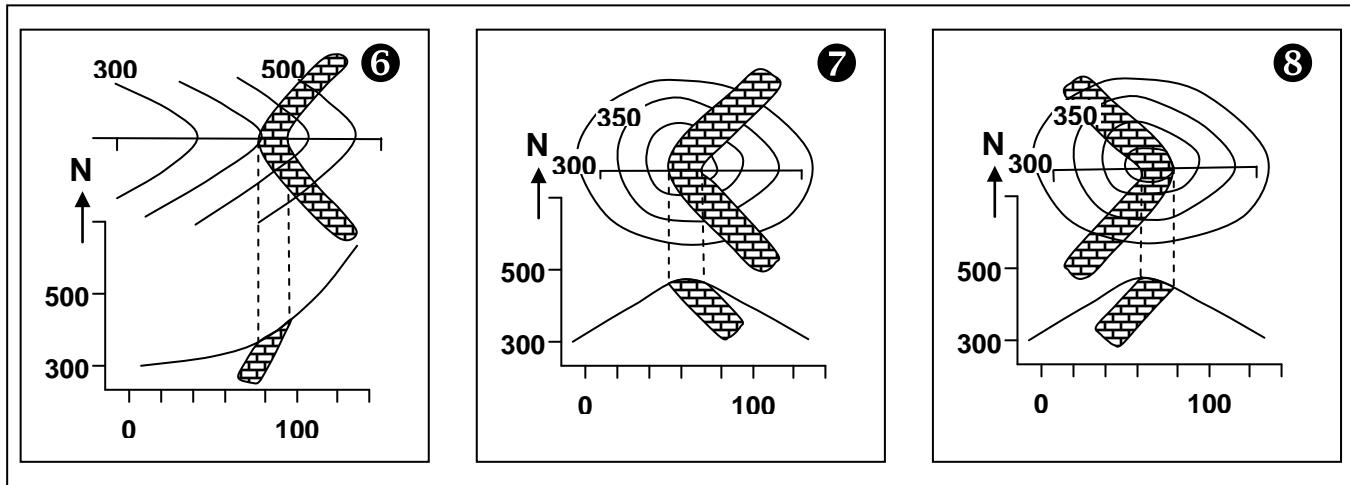
b - عناصر المقطع الجيولوجي:

العنوان: عنوان الخريطة التي هي أصل المقطع. المقاييس: مقاييس الخريطة الأصلي. التوجيه: يحدد على طرفي المقطع التوجيه المناسب. المفتاح: رموز طبقات يشار إليها إلى سمك الطبقات.

ج - طريقة انجاز المقطع الجيولوجي:

a - العلاقة الهندسية بين حالة الطبقات ومنحنيات المستوى: (الوثيقة 13)

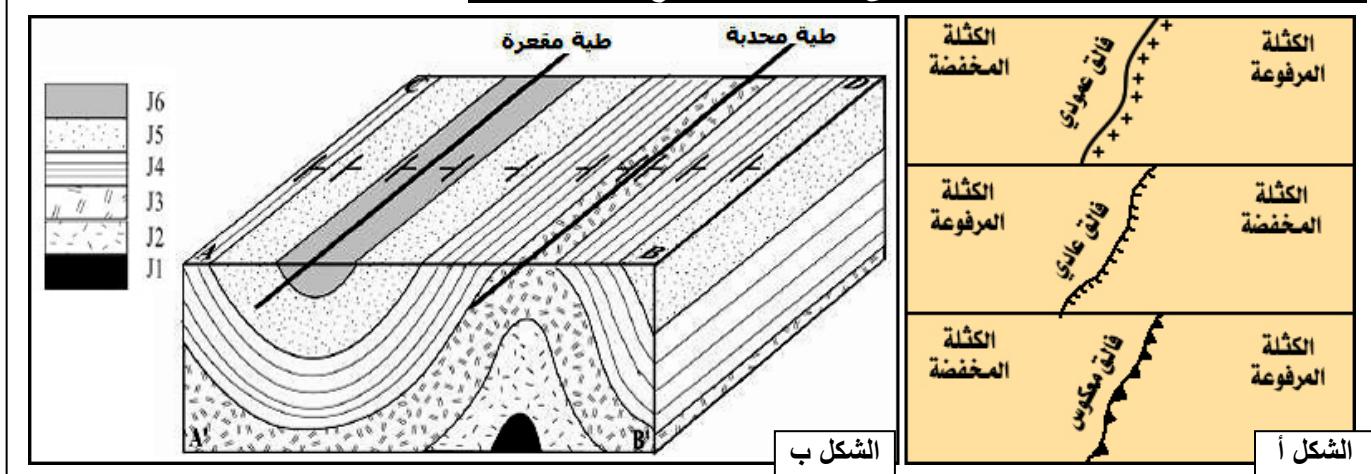




- تعطي حدود استسطاح الطبقات على الخريطة الجيولوجية أشكالاً متعددة يمكن استغلالها في تحديد اتجاه ميلان الطبقات.
- إذا كانت حدود استسطاح الطبقات موازية لمنحنيات المستوى فإن هذه الطبقات أفقية (الشكل ① و ② من الوثيقة).
- إذا كانت حدود استسطاح الطبقات على شكل رسم مستقيم فهذا يعني أن الطبقات عمودية (الشكل ③ و ④ من الوثيقة).
- إذا كانت حدود استسطاح الطبقات تقطع منحنيات المستوى فهذا يعني أن الطبقة مائلة، وهذا التقاطع يرسم حرف V يتجه رأسه نحو اتجاه الميلان في حالة الوادي (الشكل ⑤ و ⑥ من الوثيقة)، ويشير رأسه إلى عكس منحى الميلان في حالة التلال (الشكل ⑦ و ⑧ من الوثيقة).

b - البنية التكتونية على الخرائط والمقاطع الجيولوجية: (الوثيقة 14)

الوثيقة 14: تمثيل البنى التكتونية على الخرائط والمقاطع الجيولوجية .

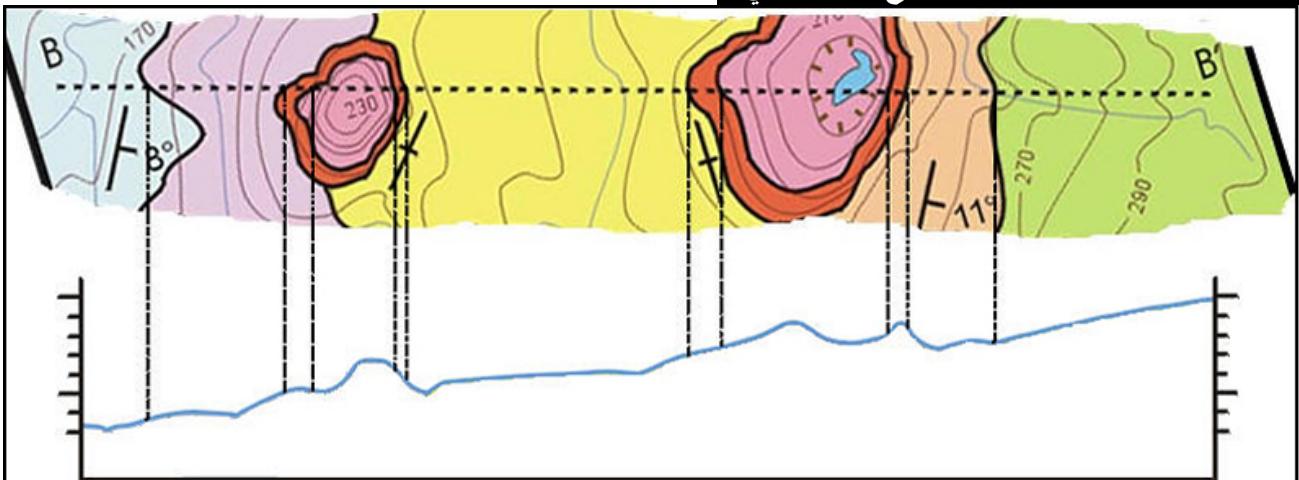


- الفوالق:** (الشكل أ) يعبر عنها في الخريطة الجيولوجية بخطوط أكثر سماكة من حدود الطبقات ويصاحب أحياناً هذه الخطوط رموز تدل على نوع الفالق ومنحى الميلان إذا كان مائلاً.

- الطيات:** (الشكل ب) يتم التعرف على الطيات المحدبة في الخريطة أما برموز الميلان التي تكون كلها ذات منحى خارجي، أو بالترتيب الزمني للطيات حيث يكون قلب الطية أقدم من جوانبها. أما بالنسبة للطيات المقعرة تكون رموز الميلان ذات منحى داخلي، ويكون قلب الطية أحدث من جوانبها.

c - طريقة انجاز المقطع الجيولوجي: (الوثيقة 15)

الوثيقة 15: طريقة انجاز المقطع الجيولوجي .



المرحلة الأولى: انجاز المظهر الجانبي على الورق الميلمترى (في معلم مطابق لمسافة المقطع وعلو التضاريس الممثلة عليه) ، وذلك بإسقاط نقط التقاطع بين منحنيات المستوى وخط المقطع، وربط النقط المحصل عليها. ولا يكون المظهر الجانبي كاملا إلا إذا كان مرفقا بمفتاح يبين اسم الخريطة والسلم المعتمد واتجاه المقطع وبعض المعالم الطبوغرافية كالوديان والمدن ...

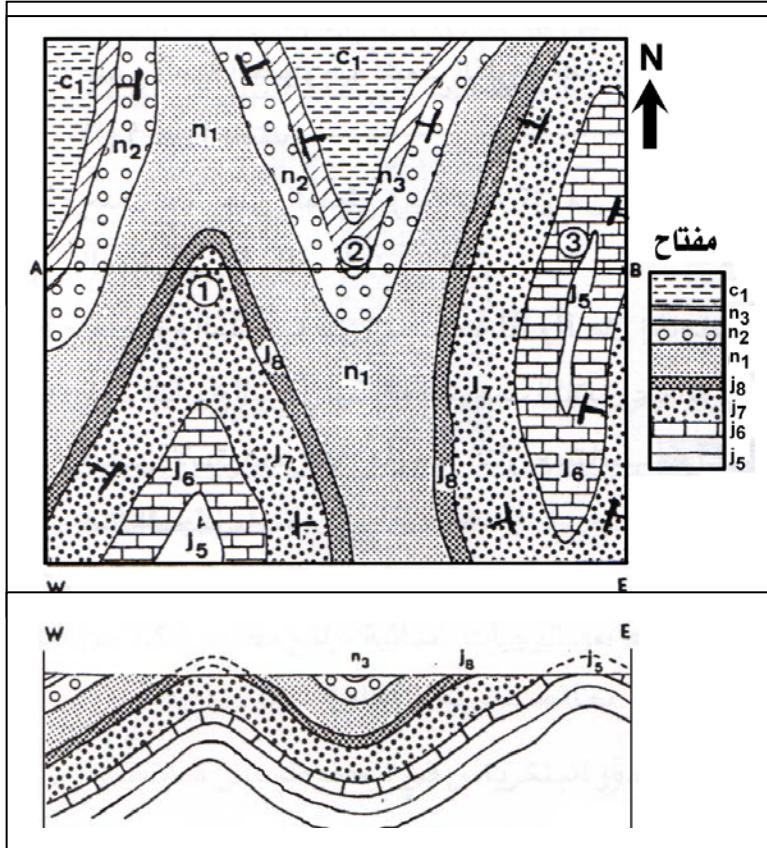
المرحلة الثانية: انجاز المقطع الجيولوجي ويتطلب:

- ✓ فحص الخريطة الجيولوجية لتحديد خصائص الطبقات التي يمر منها المقطع.
- ✓ إسقاط حدود الاستسطاحات على المظهر الجانبي مع كتابة رمز كل طبقة.
- ✓ ربط الحدود العليا والسفلى لكل طبقة على حدة ابتداء من الطبقة الأحدث التي يعرف لها سرير وسقف.
- ✓ إذا كانت الطبقات مشوهة يجب الأخذ بعين الاعتبار قيمة ومنحى الميلان عند تمثيل أول طبقة من هذه الطبقات.
- ✓ تمثيل الطبقات برمز صخري أو لون مناسب، مع تحديده في المفتاح.

d - تمرين تطبيقي: (الوثيقة 16)

الوثيقة 16: تمرين تطبيقي .

- 1) لاحظ الخريطة الجيولوجية الممثلة أسفله وحدد الطبقة الأحدث والطبقة الأقدم (بالنظر إلى الترتيب الوارد في المفتاح).
- 2) حدد البنية التي تظهر في المنطقة.
- 3) أنجز المقطع الجيولوجي AB.



١٧ - استرداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة معينة

يتمثل استرداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة ما في تحديد الأحداث الجيولوجية التي عرفتها المنطقة، وترتيبها حسب تسلسلها الزمني وذلك بالاعتماد على المعطيات الاستراتيجية والمستحاثية والتكتونية للمنطقة، وتحليل الخريطة الجيولوجية والمقطع الجيولوجي والأعمدة الاستراتيجية.

① المثال الأول: هضبة الفوسفات (الوثيقة 17)

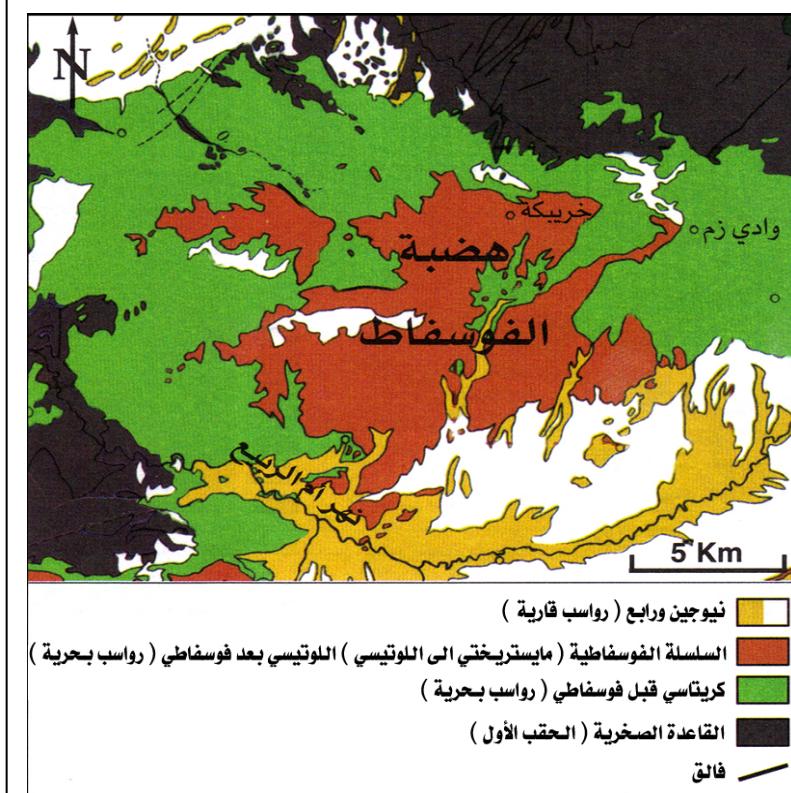
الوثيقة 17: استرداد التاريخ الجيولوجي لهضبة الفوسفات

تمثل السلسلة الفوسفاطية لأولاد عبدن آخر جزء من سلسلة رسوبية تكونت فوق القاعدة الصخرية القديمة (الحقب الأول). وقد تعرضت الطبقات المكونة لهذه القاعدة الصخرية لنشوّهات في آخر الحقب الأول على شكل طيات وفالق، بينما لم تتعرض طبقات الحقب الثاني لأي تشوّه وبقيت منضدية.

نعطي أهم مراحل التاريخ الجيولوجي غير مرتبة:

- (1) تشوّه طبقات القاعدة الصخرية (الدورة الهرسينية).
- (2) تربّب طبقات القاعدة الصخرية (الحقب الأول).
- (3) تجاوز بحري.
- (4) تراجع بحري بعد لوتيسي.
- (5) تراجع بحري (الحقب الأول).
- (6) حت.
- (7) تربّب طبقات الكريتاسي قبل فوسفاطي.
- (8) تربّب السلسلة الفوسفاطية.
- (9) تربّب الطبقات الحديثة (نيجين الرابع) و حت حديث.

بعد تحديد نوع الملائمة بين السلسلة قبل فوسفاطية والقاعدة الصخرية، استرداد التاريخ النسبي لهضبة الفوسفات وذلك بترتيب المراحل من 1 إلى 9.



القاعدة الصخرية مشوّهة (طيات، فالق) بينما لم تتعرض السلسلة قبل فوسفاطية (الحقب الثاني) لأي تشوّه وبقيت منضدية، فالملازمة بين المجموعتين هي إذن تنافر زاوي.

يمكن استرداد التاريخ الجيولوجي للمنطقة بترتيب المراحل على الشكل التالي:

$$9 \leftarrow 8 \leftarrow 7 \leftarrow 3 \leftarrow 6 \leftarrow 1 \leftarrow 5 \leftarrow 2$$

بعد التراجع البحري للحقب الأول تم حت طبقات القاعدة الصخرية المشوّهة خلال الدورة الهرسينية.

خلال الميسترختي (الكريتاسي II) تتوّضع تربّبات بحرية قليلة العمق ذات خاصيّات تجاوزية، أعطت تربّب طبقات الكريتاسي قبل الفوسفاطية.

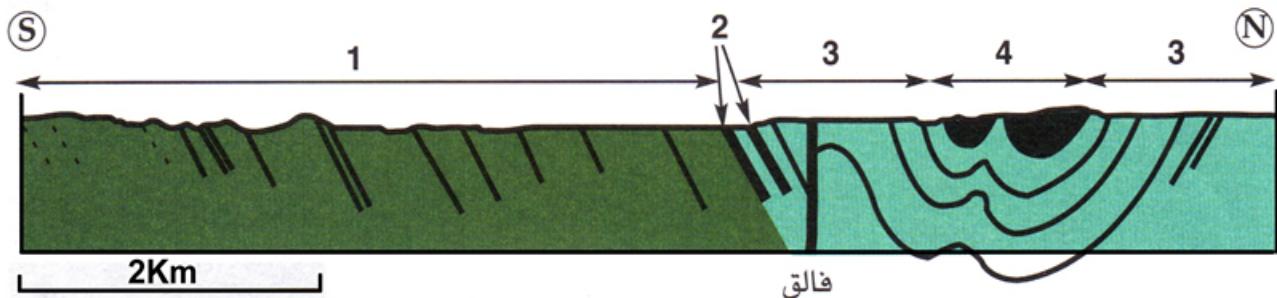
خلال الكريتاسي العلوي والباليوجين (III السفلي) توضّعت الرواسب الفوسفاطية وذلك ابتداءً من الطابق الميسترختي (II علوي) إلى غاية الطابق اللوتسي (III)، تميّزت هذه التربّبات بخاصيّات تجاوزية بحيث تشكّل خليج بحري قليل العمق.

بعد اللوتسي ظهرت رواسب (حجر رملي...) تعبر عن تراجع بحري ناتج عن الحركات التكتونية الأطلسية.

② المثال الثاني: الحوض الفحمي لجرادة (الوثيقة 18)

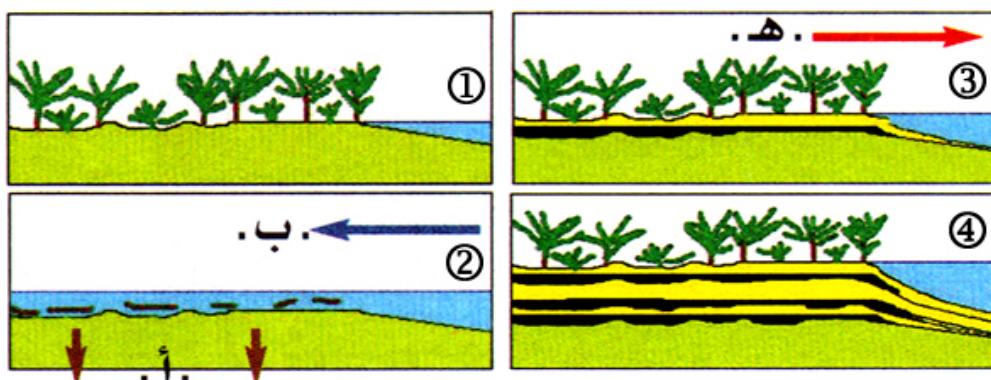
الوثيقة 18: استرداد التاريخ الجيولوجي للحوض الفحمي لجرادة .

يقع حوض جرادا على بعد 60 كم جنوب غرب مدينة وجدة. ويمتد الحوض على مسافة 25 كم، وهو منجم للفحم الحجري ذو أصل تربسي يظهر توالي التربسات البحرية والقارية المناسبة لتكون الفحم، وذلك ما بين -300Ma إلى 315Ma.



- مفتاح: 1 = سلسلة بحرية تحتوي على غونياتيت Goniatite (الحقب الأول).
 - 2 = أول رواسب شاطئية تحتوي على فحم وسرخسيات Fougères (الحقب الأول، ويستفالي).
 - 3 = رواسب بحرية تحتوي على غونياتيت (الحقب الأول، أحدث من السلسلة 1).
 - 4 = سلسلة فحمية مع طبقات جرادا (الحقب الأول، ويستفالي، أحدث من المستويات 2).
- ملحوظة: تغطي الطبقات الكلسية للجوراسي كل هذه الطبقات بتناقص أكبر.

يتطلب تكون الفحم الحجري مناطق رسوبية تتميز بكثافة الغطاء النباتي (مناخ مداري)، وإمدادات قارية ضعيفة: مستنقعات شاطئية معرضة لتجاوزات بحرية دورية. كما يتطلب أيضاً الانغراز السريع لقعر الحوض الذي يحمي البقايا من الأكسدة. انظر الصورة أسفله.



وظائف المعطيات الواردة في الوثيقة لاسترداد التاريخ الجيولوجي لحوض جرادا.

يعتبر الحوض الفحمي لجرادة حوضاً جانبياً بحرياً، ينتمي الفحم فيه الطابق الوستفالي من النظام التقحمي (315- إلى 300- مليون سنة)، (الحقب الأول).

خلال الطابق الناموري كان الترب بحرياً وبقي كذلك خلال الوستفالي السفلي على شكل تجاوز بحري.

خلال الوستفالي بدأت التربسات قارية مصحوبة بتكون الفحم حيث استمرت هذه التربسات إلى نهاية الوستفالي.

تأثرت الرواسب الفحمية بالأطوار الأخيرة للدورة الانتهاضية الهرسينية، وبقيت عرضة للتحلل مع الهرسيني إلى حين توضع الرواسب الميزوزووية (II) وتتدفق البازلت لنفس الحقب في شكل تناقص زاوي.