

الفصل الثاني

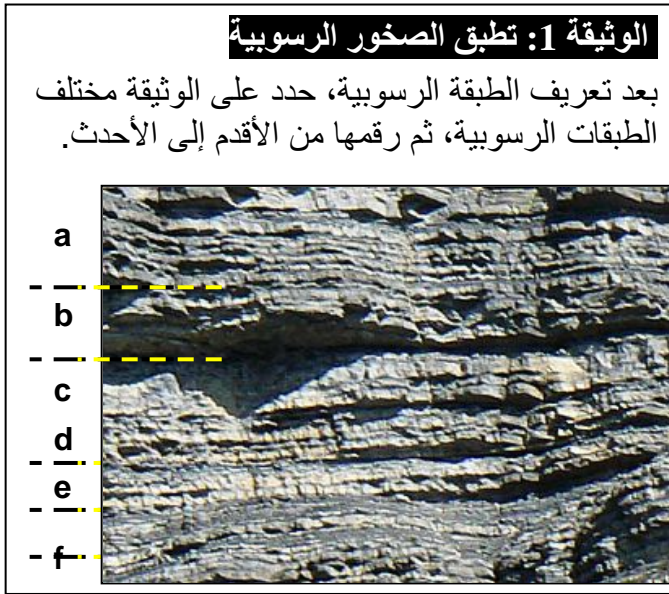
استرداد التاريخ الجيولوجي لمنطقة رسوبية

مقدمة:

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

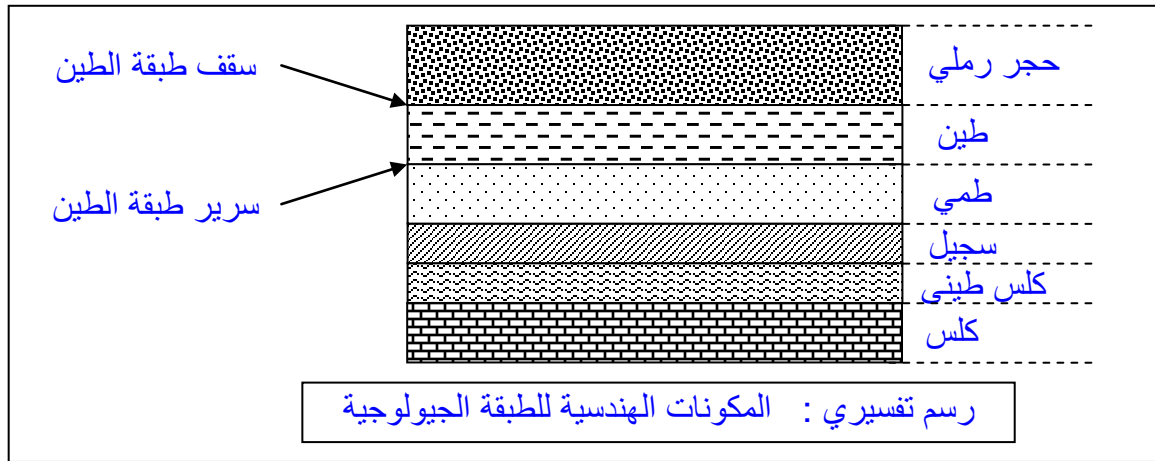
1 - المبادئ الاستراتيغرافية والتاريخ النسبي للتشكلات الجيولوجية.

① خاصية التطبيق لدى المجموعات الرسوبية. (أنظر الوثيقة 1)



تختلف الصخور الرسوبية عموماً من حيث السمك (من بضعة سنتيمترات إلى بضعة أمتار) واللون والطبيعة الصخرية، لكنها تتميز بتطبيقاتها. تمثل الطبقة وحدة رسوبية متواجدة بين مساحتين متوازيتين تقريباً، معبرتين عن توقف أو تغير مفاجئ في المادة الصخرية بشكل يجعل الطبقة تتميز عن الصخور المجاورة. نسمي المساحتين المتوازيتين بسرير (mur) وسقف (toit) الطبقة، ونرمز لهما بالتطبيق S_0 . Stratification S_0 (أنظر الرسم التفسيري).

الطبقات من الأقدم إلى الأحدث هي:
 $a \leftarrow b \leftarrow c \leftarrow d \leftarrow e \leftarrow f$

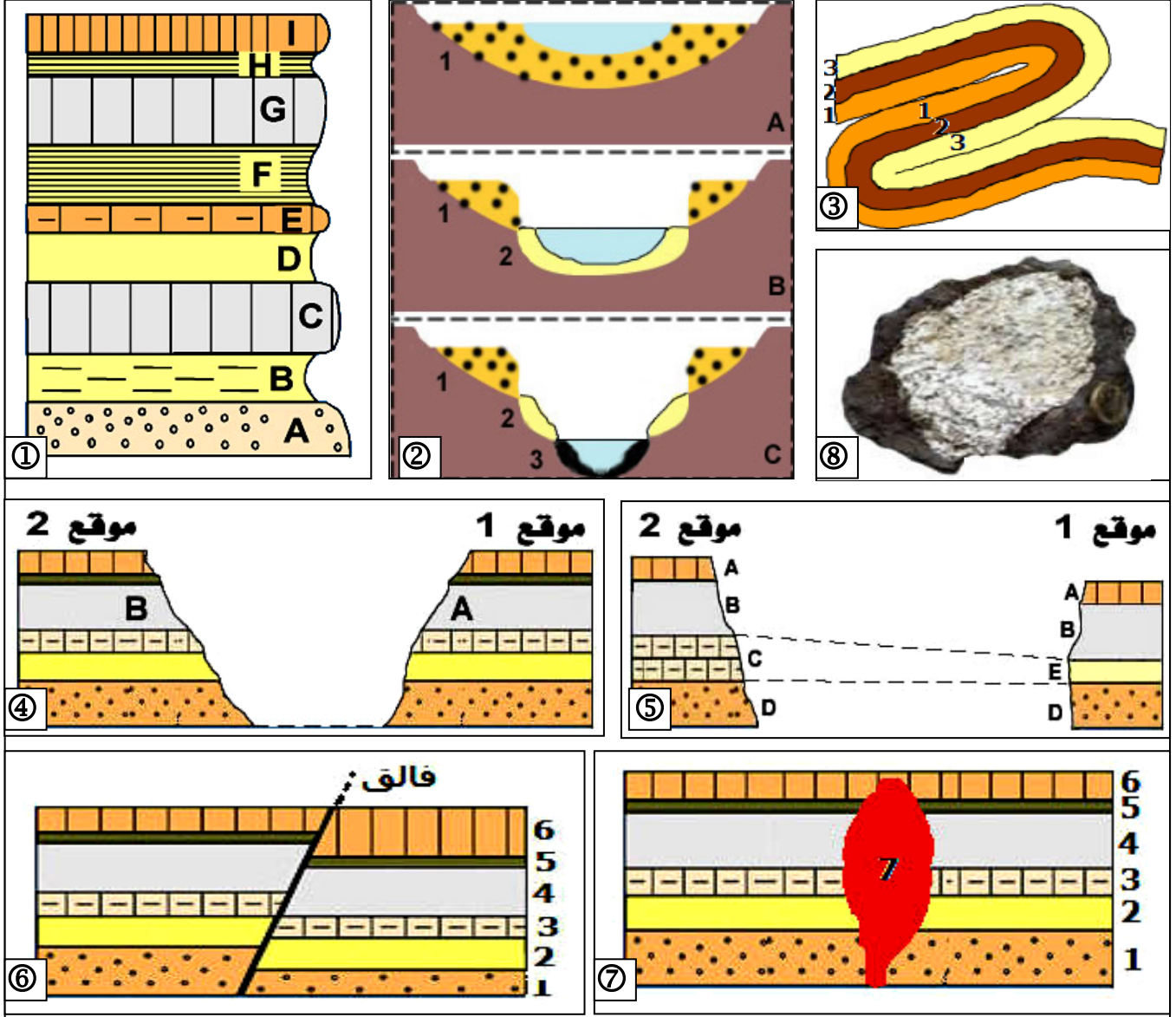


② المبادئ الاستراتيغرافية. Les principes stratigraphiques

يعتمد التاريخ النسبي للطبقات الرسوبية على مقارنة هذه الأخيرة ببعضها البعض، أو مقارنتها ببعض الأحداث التي طرأت عليها (ترسب، حث، تشوه، اندساس...) وكذلك محتواها الاستحاثي. وقد استخلصت من هذه الملاحظات والدراسات الميدانية مجموعة من المبادئ تسمى مبادئ استراتيغرافية. (أنظر الوثيقة 2)

الوثيقة 2: المبادئ الاستراتيغرافية والتأريخ النسبي للتشكلات الجيولوجية .

- (1) أرخ نسبياً الطبقات A, B, C, ..., I من العمود الاستراتيغرافي ①، ثم صغ مضمون مبدأ التراكم، وبين حدود استعمالاته الجيولوجية بالاعتماد على الشكل ② والشكل ③ من الوثيقة.
- (2) قارن بين الطبقتين A و B في الموقعين 1 و 2 المتباعدين ببضع كيلومترات (الشكل ④ من الوثيقة)، فيما تفيدك نتائج هذه المقارنة بخصوص تأريخهما النسبي؟.
- (3) اقترح التأريخ النسبي للعناصر الجيولوجية الممثلة في الأشكال ⑤ و ⑥ و ⑦ من الوثيقة.



أ – مبدأ التراكم Principe de superposition (الوثيقة 2 الشكل ①)

على العمود الاستراتيغرافي 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.

a – مضمون مبدأ التراكم:

من بين طبقتين رسوبيتين في وضع تراكم، تكون الطبقة السفلى هي الأقدم.

b – حدود مبدأ التراكم:

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

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

يتبين من الوثيقة أن الطبقة A في الموقع 1 هي امتداد للطبقة B في الموقع 2، وبالتالي فلطبقة A والطبقة B نفس العمر. ملحوظة (الشكل ⑤): تعتبر طبقتان صخريتان من نفس العمر رغم اختلاف سحنتيهما، إذا كانتا محصورتين بنفس الطبقات. نتكلم عن التغير الجانبي للسحنة.

a - مضمون مبدأ الاستمرارية:

لنفس الطبقة نفس العمر على طول امتدادها.

b - حدود مبدأ الاستمرارية:

- يصعب تطبيق مبدأ الاستمرارية عندما تكون السلسلة الرسوبية مكونة من تعاقب إقاعي لطبقات متشابهة.
- يصعب تطبيق مبدأ الاستمرارية عندما تتغير السحنة الصخرية مع امتدادها، نظرا لتغير أوساط الترسيب.

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

a - مضمون مبدأ التقاطع:

من بين عنصرين جيولوجيين (طبقة، فلق، عرق...) يعتبر الأحدث العنصر الذي يخترق الآخر.









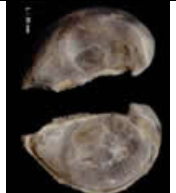

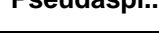
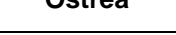
b - حدود مبدأ التضمن:

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 : اعتمادا على معطيات هذه الوثيقة، استخرج خاصية المستحاثات الاستراتيغرافية، واستنتج أهميتها في التقسيم الكرونولوجي.

التوزيع الطبقاتي Répartition stratigraphique							بعض أنواع المستحاثات الموجودة في السلسلة الفوسفاطية بأولاد عبدون	الوثيقة 3: بعض أنواع المستحاثات		
الكريتاسي Crétacé				الايوسين Eocène				Lamna-bia	Lamna-asc	Odontaspis
السيونماني	التريوني	السيوني	الميسزيتي	المونسي	التيتي	الايوسي				
				+	+	+				
					+	+				
			+				Corax	Enchodus	Rhombodus	
			+							
			+							
			+							
				+						
	+	+	+				Mosasaurus	Pseudaspi..	Ostrea	
		+								

• تحليل واستنتاج:

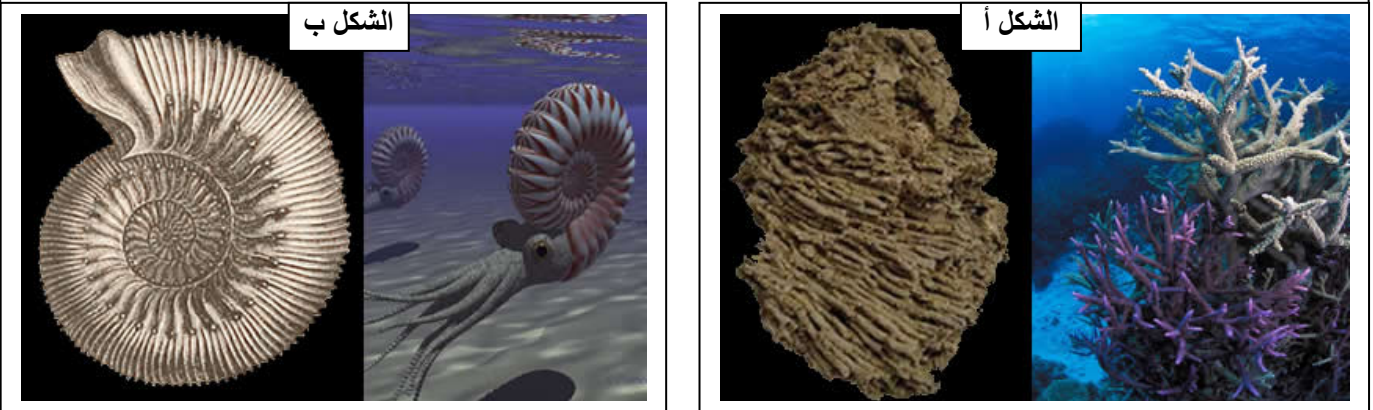
تحتوي الطبقات الفوسفاطية على عدد من أشكال المستحاثات، ومن أشهرها أسنان القرش. نلاحظ أن بعض المستحاثات تتواجد فقط في مستوى معين من المتتالية الطبقاتية. يفسر ذلك بكون بعض الكائنات الحية ظهرت في زمن جيولوجي معين، لتزدهر في فترة معينة وتقرض في زمن معين.

- أهمية المستحاثات في التقسيم الكرونولوجي:
تتمثل أهمية المستحاثات أساسا في كونها تمثل معالم زمنية تمكن من ترتيب الطبقات، كما يمكن اعتماد بعضها في تقسيم الزمن الجيولوجي.

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

الوثيقة 4: نعتبر نموذجين من المستحاثات :

- ✓ الشعب المرجانية Récifs coralliens: (الشكل أ) هي حيوانات بحرية ظهرت في الترياس (الحقب II)، وما زالت تعيش إلى حد الآن في بحر قليل العمق، بمياه ساخنة وغنية ب CO₂.
- ✓ الأمونيت: Ammonites (الشكل ب) عبارة عن مستحاثات ظهرت في الترياس، عرفت انتشارا جغرافيا كبيرا أثناء الجوراسي والكريتاسي. لكنها انقرضت في أواخر الحقب II. قارن بين النموذجين من المستحاثات. بما يفيد كل نوع منهما؟



- ✓ النموذج الأول (الشعب المرجانية): يعيش في مناطق محدودة، لأنه يتطلب ظروف خاصة، نقول أن له امتداد جغرافي أو أفقي ضيق. كما أنه ظهر في الحقب الثاني واستمر حتى الآن، نقول أن له امتداد عمودي واسع (الزمن): اذن هو يمكننا من استعادة الظروف الجغرافية (ظروف ووسط الترسيب) لمنطقة ما، ويسمى بمستحاثات السحنة Fossile de facies. ولا يمكننا من تأريخ الطبقات لأنه لا يميز فترة زمنية محددة.
- ✓ النموذج الثاني (الأمونيت): يعيش في مناطق غير محدودة، لأنه لا يتطلب ظروف خاصة، يعني أن له امتداد جغرافي واسع. لكنه عاش في الحقب الثاني فقط، أي له امتداد عمودي ضيق. يمكننا هذا النموذج من إعطاء التأريخ النسبي لطبقة ما، ويسمى بمستحاثات طبقاتية F.stratigraphique.
- ✓ من خلال هذا يمكننا تأريخ طبقات متباعدة رغم تغير سحنتيهما، إذا كانتا تتوفران على نفس المستحاثات الطبقاتية الجيدة، وهذا ما يسمى مبدأ تماثل المحتوى الاستحاثي.

c - مضمون مبدأ تماثل المحتوى الاستحاثي:

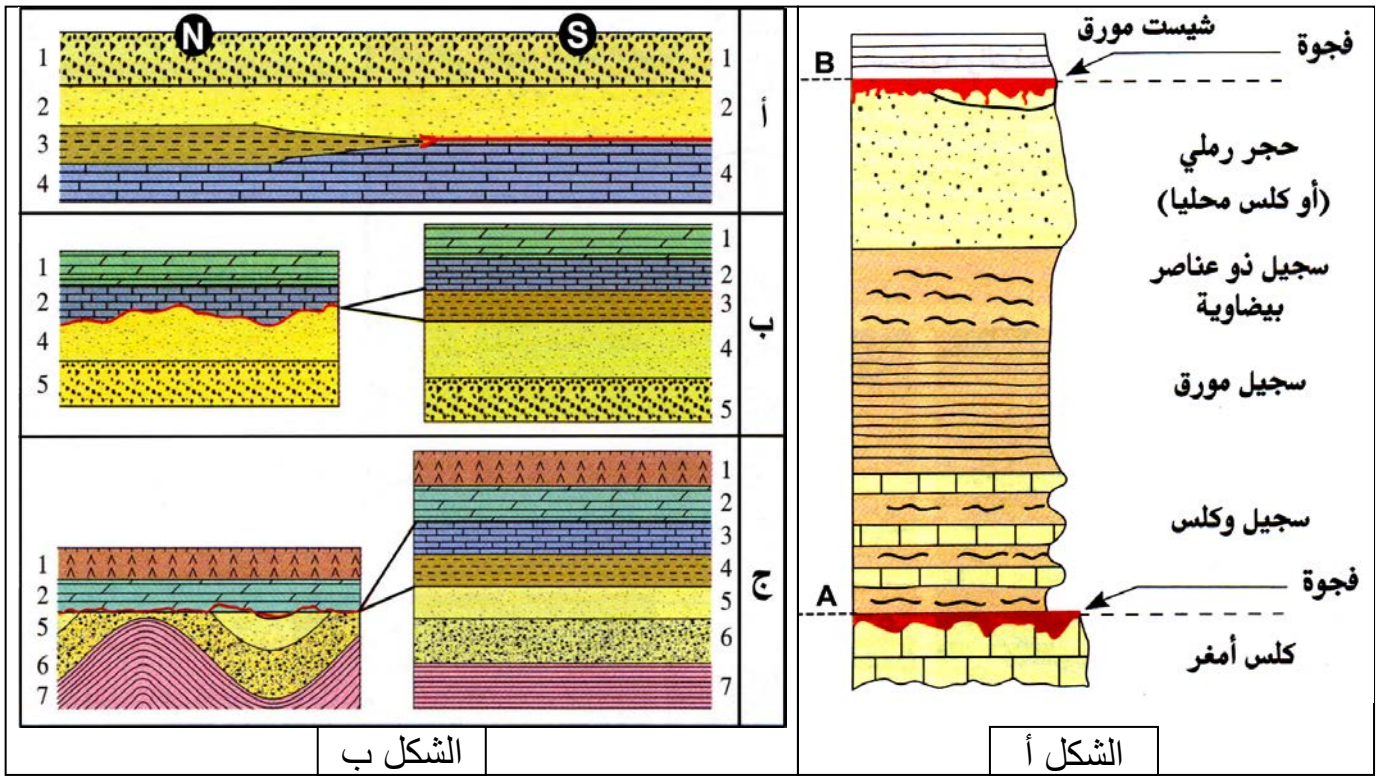
تعتبر من نفس العمر كل الطبقات التي تحتوي على نفس المستحاثات الطبقاتية.

II - التقسيمات الجيوكرونولوجية للزمن الجيولوجي.

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

الوثيقة 5: مفهوم التشكيلة النمطية . يعطي الشكل أ من الوثيقة، التشكل النمطي البليونسبكي Pliensbachien

- الحد A به عقيدات فوسفاتية ومستحاثات من أعمار مختلفة مميزة لطبقات غائبة.
- الحد B به حجر رملي وحديد سرنيoolithique
- (1) حدد أهمية التشكيلة النمطية في بناء السلم الاستراتيغرافي وتأريخ الطبقات.
- (2) تعرف خصائص حدود التشكيلة النمطية البليونسبكية.
- (3) من خلال تحليل الشكل ب من الوثيقة، عرف الفجوة الاستراتيغرافية وأبرز مختلف أنماطها، وبين أهمية الفجوات الطبقاتية في معرفة حدود التشكيلة النمطية.



(1) اختار الجيولوجيون تشكيلات صخرية نموذجية توجد في أوساط رسوبية معينة، لا تشهد حركات تكتونية وغنية بالمستحاثات الطبقاتية، وتحمل مؤشرات مختلفة ويسهل الفصل بين حدودها. فاعتبروها مرجعيات استراتيغرافية، أطلقوا عليها اسم التشكلات الاستراتيغرافية النمطية **Stratotype**، تؤرخ تشكيلات جيولوجية أخرى طبقاً لمبادئ الاستراتيغرافية. ونسبها للمنطقة الجغرافية التي وجدت فيها. ويسمى هذا التشكل النمطي طابقاً. مثلاً بمنطقة **Pliensbach** بألمانيا تم تحديد الطابق **Pliensbachien** البليونسبكي، وذلك بإضافة "ien" لاسم المنطقة.

- (2) تحديد سقف وسرير الطابق.
- الحد A (سرير الطابق): المساحة الفوقية للكلس الأمغر بها عقيدات فوسفاتية، ومستحاثات من أعمار مختلفة مميزة لطبقات صخرية غائبة في المتتالية الرسوبية. تسمى هذه المساحة A بمساحة متصلة، وتعبر عن وجود فجوة استراتيغرافية ناتجة عن قوة التيارات البحرية التي حالت دون الترسيب.
 - الحد B (سقف الطابق): وجود الحجر الرملي والحديد السري 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 يتبين أن:
- المقطع أ: غياب الطبقة 3 في الجزء الجنوبي من المقطع، وذلك راجع إلى غياب الترسيب 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 الرسوبية اثر عوامل تكتونية، وتعرضها للحث قبل عودة الترسيب.

انطلاقاً من هذه المعطيات يمكن تعريف الفجوة الاستراتيغرافية كما يلي:

تظهر التشكلات الصخرية في بعض المناطق نقصاً في تسلسل الطبقات الرسوبية مقارنة مع المعطيات الجهوية أو العالمية. يشار لهذا النقص بالفجوة الاستراتيغرافية، والتي تدل على انقطاع في الترسيب نتيجة عدم الترسيب أو حث بعد الترسيب.

يتبين إذن أن الطوابق تكون محدودة على العموم بانقطاعات في الترسيب، أي فجوات استراتيغرافية.

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

الوثيقة 6: مفهوم الدورة الرسوبية .

يلخص الجدول التالي خصائص الطبقات الرسوبية بمنطقة معينة من المغرب. أتمم ملء الجدول بوضع علامات في الخانات المناسبة. ثم اربط هذه العلامات بخطوط، ماذا تلاحظ؟

العمر	السحنة	الوسط		تجاوز	تراجع
		بحري	قاري		
نيوجين	رصيص بعظام وأسنان قوارض		X		X
باليوجين وكرييتاسي علوي	رمل، سجيل، رمل فوسفاتي	X		X	
جوراسي وسيط	حجر رملي خشن ورصيص بعظام ديناصورات عاشبة		X		X
جوراسي سفلي	كلس وسجيل بأمونيت	X			
	كلس مرجاني	X			
ترياس علوي	طين أحمر وحجر رملي خشن وجبس لاغوني	X		X	
باليزوي علوي	رصيص بعظام زواحف وسرخسيات		X		X
باليزوي سفلي	حجر رملي خشن وسجيل بثلاثية الفصوص	X		X	

نلاحظ تأرجحاً خلال الأزمنة الجيولوجية بين أوساط بحرية وأوساط قارية. ويترجم هذا التأرجح تغير مستوى البحار بين تجاوز وتراجع بحري.

أ – تعريف الدورة الرسوبية:

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

ب – الخصائص السحنية للدورة الرسوبية: (الوثيقة 7)

a – الخصائص السحنية للتجاوز البحري: Transgression

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

b – الخصائص السحنية لتراجع البحري: Régression

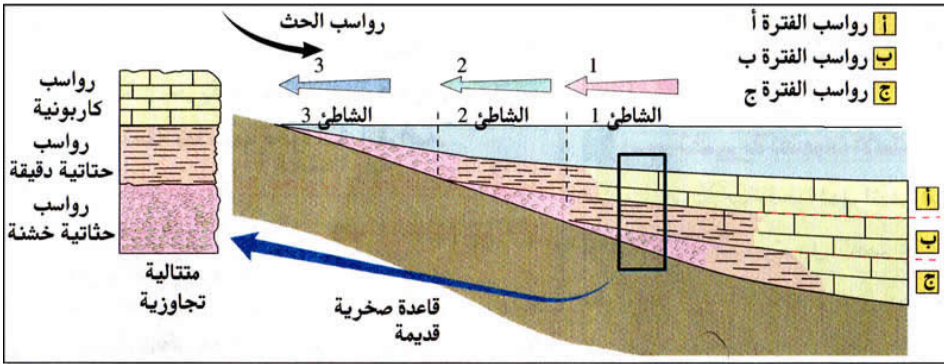
لأسباب تكتونية ومناخية يتراجع البحر عن منطقة ما، فينخفض العمق تدريجياً. وهكذا يتجلى التراجع على مستوى تسلسل الطبقات الرسوبية بتوضع رواسب تميز مستوى بحري منخفض فوق أخرى تميز مستوى بحري مرتفع. أو توضع رواسب ذات سحن قارية فوق أخرى ذات سحن بحرية.

c – الخصائص السحنية لدورة رسوبية:

تتميز الدورات الرسوبية على مستوى المقاطع الجيولوجية بمتتالية رسوبية تجاوزية متبوعة مباشرة بمتتالية تراجعية.

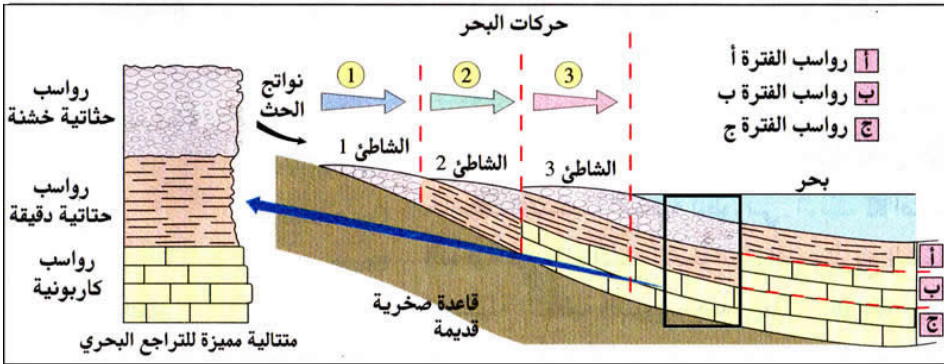
الوثيقة 7: الخصائص السحنية للدورة الرسوبية .

- 1) اعتمادا على الشكل أ من الوثيقة استخراج الخصائص السحنية للمتتالية التجاوزية.
- 2) اعتمادا على الشكل ب من الوثيقة استخراج الخصائص السحنية للمتتالية التراجعية.
- 3) اعتمادا على الشكل ج من الوثيقة استخراج الخصائص السحنية للمتتالية المميزة للدورة الرسوبية.



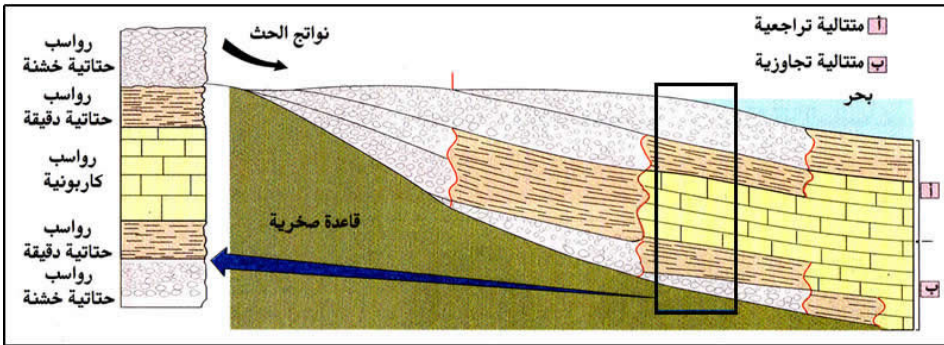
الشكل أ: الخصائص السحنية لتجاوز بحري :

تقدم البحر ليتجاوز حدوده السابقة وذلك لأسباب تكتونية ومناخية



الشكل ب: الخصائص السحنية لتجاوز بحري :

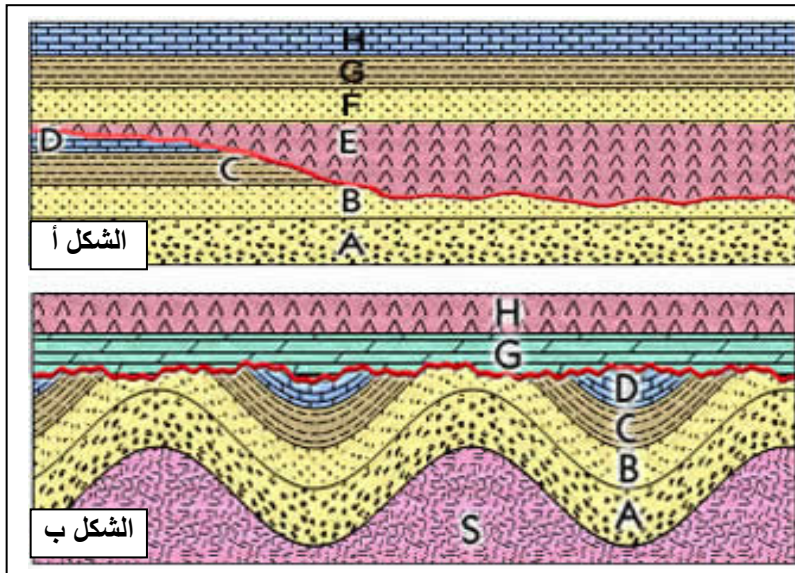
انسحاب البحر خلف حدوده السابقة وذلك لأسباب تكتونية ومناخية



الشكل ج: الخصائص السحنية لدورة رسوبية :

بعد تجاوز للبحر متنوع بتراجع، نحصل على متتالية تجاوزية متنوعة بمتتالية تراجعية

ج - وضع الطبقات الرسوبية بالنسبة للقاعدة الصخرية: (الوثيقة 8)



الوثيقة 8: مفهوم التنافر الجيولوجي .

تترسب الطبقات التجاوزية على طبقات القاعدة القديمة وفق تموضعين هندسيين أساسيين: الشكل أ والشكل ب.

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

تتوضع الطبقات الرسوبية التجاوزية أحيانا على قاعدة صخرية تعرضت للث، ولها بنية مختلفة عن بنية الغطاء الرسوبي. ويسمى الحد الفاصل بين القاعدة والغطاء الرسوبي بالتنافر الجيولوجي **Discordance** يجسد التنافر غالبا حدا فاصلا بين تشكيلتين نمطيتين متتاليتين، مما يكسبه أهمية في التقسيم الكرونولوجي.

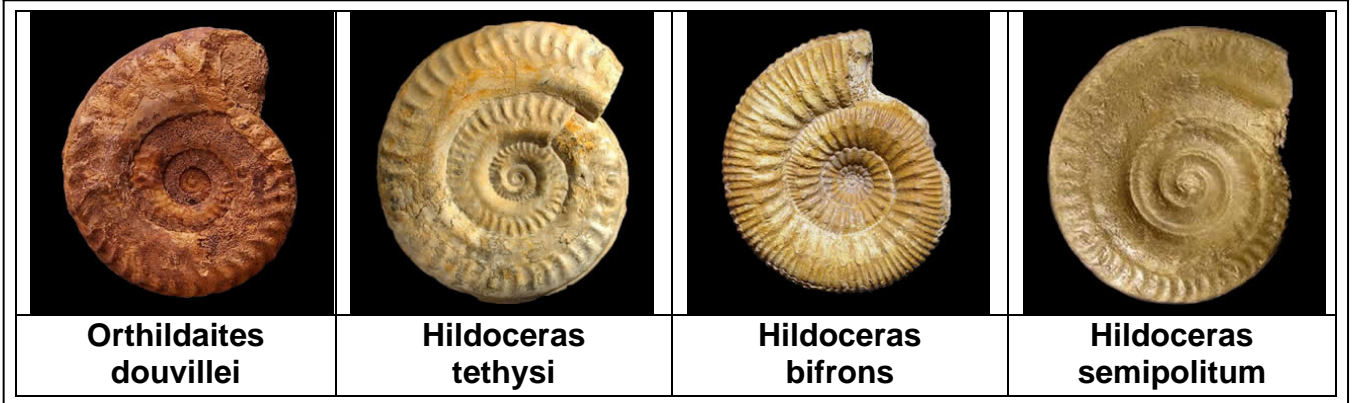
✓ الشكل أ: تغطي الطبقات H,G,F,E طبقات أقدم منها هي D,C,B,A تعرضت للث ولم تتعرض لأي تشوه، وبالتالي يحتفظ بالتوازي الأصلي بين الطبقات. نحصل في هذه الحالة على تنافر مواز.

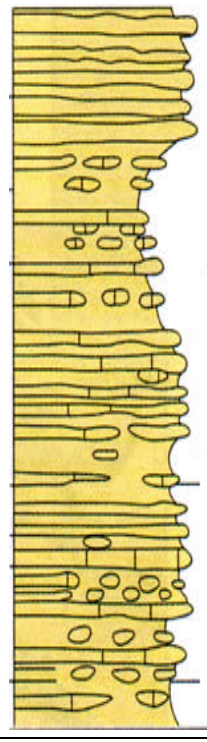
✓ الشكل ب: تغطي الطبقات H و G طبقات أقدم منها هي D,C,B,A تعرضت للتشوه، وللث وبالتالي يغيب التوازي الأصلي بين الطبقات. نحصل في هذه الحالة على تنافر زاو.

③ مفهوم المنطقة الإحيائية: Biozone (الوثيقة 9)

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

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



الآفاق	جزء من التشكيلة النمطية للطورسي	H.caterinii	H.sublevisioni	H.tethyi	H.crassum	H.lustanicum	H.apertum	H.bifrons	H.semipolatum	O.douvillei	
XIII											
XII									+		
XI										+	
X									+		
IX						+	+	+	+		
VIII						+					
VII			+	+	+						
VI											+












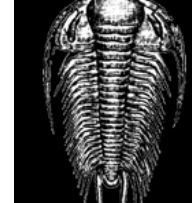
- المنطقة الإحيائية : مجموعة من الطبقات المتتالية التي توجد بها مجموعة من المستحاثات والمعرفة بوفرة صنف معين من المستحاثات الاستراتيغرافية الذي يبقى ثابتا من حيث خاصياته المميزة ويعطي للطبقة الإحيائية اسم هذه المستحاثات. - الأمونيت: مجموعة من رأسيات الأرجل البحرية، تعيش في قوقعة ويمكن أن يتجاوز قطرها المتر الواحد. ونميز بين مختلف أصناف الأمونيات بواسطة بعض خصائص القوقعة التي تعكس التطور السريع لهذه المجموعة مما يجعلها مستحاثات استراتيغرافية جيدة تستعمل في تحديد المناطق الإحيائية.

داخل التشكيلة النمطية للطورسي Toarcien تمكن الأمونيات 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 المتتالية التي تحتوي على مستحاثات استراتيغرافية، يبقى نوع منها ثابتا من حيث خصائصه المميزة. ويعطى لهذه المنطقة اسم هذه المستحاثات.

④ مفهوم الحقب 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 : السفح الجنوبي الشرقي للأطلس الصغير الغربي	شيبست وحجر رملي كلسي Phacops latifrons	شيبست أسود Dalmanite caudatum
سجيل وكلس Clypeaster-pecten	بازلت من بركان مجاور	سجيل وكلس Clypeaster-pecten	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi
كلس سجيلي Nummulites	كلس Nummulites	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi
سجيل Ammonite hoplites	كلس وسجيل Ammonite acanthoceras	حجر رملي خشن وشيبست phillipsia gemmulifera	حجر رملي خشن كلسي وشيبست Phacops latifrons	شيبست وحجر رملي كلسي Paradoxides bohemicus	صخور متطبقة كلسية بدون مستحاثات
كلس طيني Ammonite perisphinctes	سجيل Ammonite hoplites	شيبست Dalmanites caudatum	حجر رملي خشن Trinucleus goldfussi	شيبست وحجر رملي كلسي Paradoxides bohemicus	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi
كلس طيني Ammonite harpoceras	كلس وسجيل Ammonite harpoceras	شيبست وحجر رملي كلسي Paradoxides bohemicus	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi
	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi	شيبست وحجر رملي كلسي Trinucleus goldfussi
	شيبست جد مطوي Trinucleus goldfussi				

(1) وظف المبادئ الاستراتيغرافية وقارن بين الأعمدة S_1, S_2, 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 والمستحاثية، وبوجود طبقات بدون مستحاثات. كما تتواجد طبقات متشابهة فيما بينها، أما من حيث السحنة الصخرية أو المستحاثية أو هما معا.

- باعتماد مبدأ التراكم يمكن القول أن الأمونيات وثلاثية الفصوص لم تعيش في نفس الزمن الجيولوجي لكون ثلاثيات الفصوص توجد في طبقات أسفل من الطبقات التي تحتوي على الأمونيات. كما أن مختلف أنواع ثلاثيات الفصوص لم تعيش في نفس الزمن لكونها تتواجد في طبقات صخرية مختلفة مترابطة، مما يدل على أنها تعرضت للتطور عبر الزمن، وهذه ميزة للمستحاثات الطبقاتية.
- يمكن تفسير غياب الطبقات في الأعمدة الاستراتيجرافية بغياب الترسيب أو حث الطبقات بعد ترسيبها. وذلك ما يسمى بالفجوة الرسوبية 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 الموالية).

2) يصعب أن نعتمد فقط على الطوابق كسلم جيوكرونولوجي، نظرا لعددها الهائل ونظرا لوجود ظواهر جيولوجية وبيولوجية كبرى (كالانقراضات) ميزت مراحل معينة من الزمن الجيولوجي. لهذا لجأ العلماء إلى البحث عن تقسيمات أخرى تعتمد على معايير مستحاثية ومعايير استراتيجرافية 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 أيضا بفترة الكريبتوزوي Cryptozoïque عكس الأحقاب الأخرى التي ظهرت فيها مستحاثات فسميت بذلك الفانيروزوي Phanérozoïque.

✓ الحقب الأول (الباليوزوي Paléozoïque) حيث نجد أغلب الحيوانات التي ظهرت على الأرض والتي أغلبها قد انقرض. مثلا ثلاثيات الفصوص.

✓ الحقب الثاني (الميزوزوي Mésozoïque) حيث أن نصف الحيوانات التي ظهرت في هذا الحقب قد انقرض كالديناصورات، والنصف الثاني لازال يعيش حاليا. ويتميز هذا الحقب بالأمونيات.

✓ الحقب الثالث (السينوزوي Cénozoïque) حيث أن أغلب الحيوانات التي ظهرت في هذا الحقب لا زالت تعيش حاليا.

• المعايير الاستراتيجرافية التكتونية:

يترتب عن حركية الصفائح المكونة لسطح الأرض، نشأة مجالات للترسيب كالبهار والمحيطات، ثم اختفاؤها نتيجة الطمر والاصطدام، مما ينتج عنه تكون سلاسل جبلية تحل محل المحيطات المخفية. فتخضع هذه الأخيرة لعوامل الحث لتكون بذلك نهاية دورة تكتونية. لقد عرفت الكرة 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 توضع أثناء فترة زمنية تسمى العصر الجيولوجي. وتحدد أسرة وأسقف الأنظمة بواسطة دورات رسوبية. واعتمد في تسميتها معايير مختلفة:

✓ التفحمي Carbonifère: غنى الطوابق بالفحم.

✓ الطباشيري أو الكريتاسي Crétacé: وفرة التشكلات الطباشيرية.

الاسطرانتيغرافي السلم	العمود S ₄ :	العمود S ₃ :	العمود S ₂ :	العمود S ₁ :
الحقب الثالث	-----	بازلت من بركان مجاور	-----	-----
	سجيل وكلس Clypeaster-pecten	-----	سجيل وكلس Clypeaster- pecten	-----
	كلس سجيلي Nummulites	كلس Nummulites	-----	-----
الحقب الثاني	-----	كلس وسجيل Ammonite acanthoceras	-----	-----
	سجيل Ammonite hoplites	سجيل Ammonite hoplites	-----	-----
	كلس طيني Ammonite perisphinctes	-----	-----	-----
	كلس طيني Ammonite harpoceras	كلس وسجيل Ammonite harpoceras	-----	-----
	-----	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	طين أحمر جبسي بدون مستحاثات	-----
الحقب الأول	-----	-----	حجر رملي خشن وشيست phillipsia gemmaulifera	-----
	-----	-----	حجر رملي خشن كلسي وشيست Phacops latifrons	شيست وحجر رملي كلسي Phacops latifrons
	-----	-----	شيست Dalmanites caudatum	شيست أسود Dalmanite caudatum
	-----	-----	حجر رملي خشن Trinucleus goldfussi	شيست وحجر رملي خشن بحري Trinucleus goldfussi
	-----	-----	-----	شيست Paradoxides bohemicus
ما قبل الكمبري	-----	شيست جد مطوي Trinucleus goldfussi	-----	صخور متطبقة كلسية بدون مستحاثات

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

يعتمد تقسيم الزمن الجيولوجي أساسا على تطور أشكال الحياة (الأزمان البيولوجية) والدورات الرسوبية وكذا على التغيرات الكبرى في الجغرافيا القديمة لكوكب الأرض وفي هندسة المجموعات الجيولوجية (الدورات التكتونية).

الوثيقة 11: تمثيل مبسط للسلم الاستراتيجرافي

Ere بقحلا		ماظنلا الدور (période)	Epoque قبقحلا	Etage قباطلا	العمر مليون سنة			
Phanérozoïque	Cénozoïque يوزونيلا	Quaternaire عبارلا	Holocène		-2			
			Pléistocène					
		Tertiaire الثالث	Néogène النيوجين	Pliocène	Gélacien Plaisancien Zancléen	-6		
				Miocène	Messinien Tortonien Serravallien Langhien Burdigalien Aquitaniien		-23	
					Oligocène			Chattien Rupélien
			Paléogène الباليوجين	Eocène	Priabonien Bartonian Lutétien Yprésien	-55		
					Paléocène		Thanétien Danien	-65
					Crétacé يساتيركلا		Supérieur	
		Inférieur		-140				
		Jurassique يساروجلا	Malm				-160	
	Dogger			-181				
	Lias				-210			
	Trias ساريتلا			-245				
	Paléozoïque الباليوزوي	Primaire لوالا	Permien يمربلا			-290		
			Carbonifère يمحفتلا		-360			
			Dévonien ينوفيدلا				-410	
			Silurien يروليسلا		-440			
			Ordovicien يسيفودروالا				-500	
			Cambrien يربمكلا		-590			
			Cryptozoïque	Précambrien ما قبل الكمبري			Protérozoïque	
Archéen		-2500						
					-4000			

III - الخريطة الجيولوجية، حصيلة تركيبية للدراسات الاستراتيجرافية.

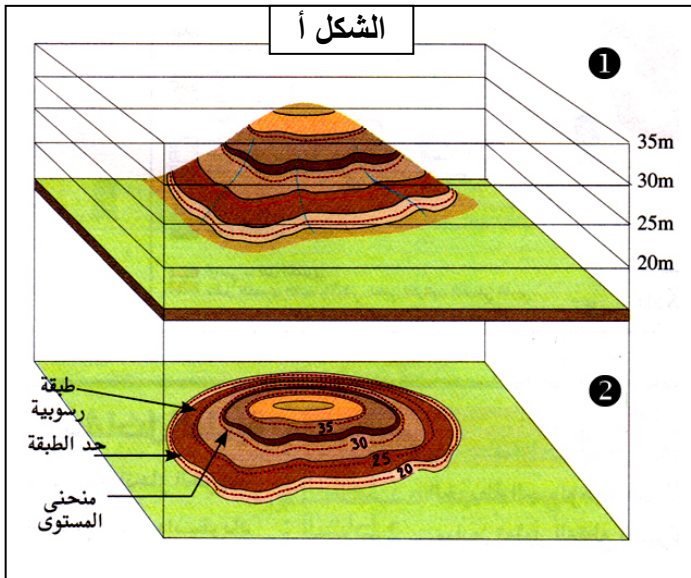
① الخريطة الجيولوجية وثيقة تركيبية.

أ - تذكير الخريطة الطبوغرافية: Carte topographique

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

- نقاط الارتفاع: وهي نقط مرقمة تشير إلى ارتفاع نقطة عن مستوى سطح البحر.
 - منحنيات المستوى: وهي خطوط تربط بين نقط لها نفس الارتفاع، وتتجز على الخريطة بفارق ارتفاع ثابت ينعت بتساوي البعد Equidistance بين منحنيين متتاليين.
- ويتم تمثيل التضاريس بين نقطتين من الخريطة الطبوغرافية بانجاز الجانبية الطبوغرافية.

ب - الخريطة الجيولوجية: Carte géologique (الوثيقة 12)



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

الشكل ب: تمثيل المعلومات الاستراتيجرافية

اللون	الرمز	النظام	الحقب
بيج	a,q,A...		الرابع
أصفر	p	البليوسين	الثالث
	m	الميوسين	
ليموني	g	الأوليوسين	الثاني
	e	الايوسين	
أخضر فاتح	c	الكريتاسي العلوي	الثاني
	n	الكريتاسي السفلي	
أزرق	j	الجوراسي الأوسط والعلوي	الثاني
	l	الجوراسي السفلي	
وردي	t	الترياس	الأول
بنفسجي	r	البرمي	
رمادي	h	التفحمي	
بنّي	d	الديفوني	
أخضر قاتم	s	السيلوري	
	o	الأردوفيسي	
بيج داكن	b,k	الكمبري	
أحمر			قبل الكمبري

الشكل ج: تمثيل المعلومات الصخرية

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

الشكل د: تمثيل الطبقات المشوهة

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

a - تعريف الخريطة الجيولوجية:

تعتبر الخريطة الجيولوجية إسقاطا عموديا على مساحة أفقية للمكونات الجيولوجية لمنطقة معينة، حيث تمثل الاستسطاحات بألوان ورموز اصطلاحية، ويراعى في هذا التمثيل عمر الطبقات وطبيعتها الصخرية (السحنة) 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 الكرة الأرضية. المقياس مثلا 1/100000. منحنيات المستوى وقيمة تساوي البعد. التوجيه: سهم يشير إلى الشمال الجغرافي. المفتاح: السحنة، العمر، التسلسل الزمني، مجاري المياه، المناجم، الطرق، المساكن... الميلان والاتجاه والفوالق.

c - خلاصة:

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

② المقطع الجيولوجي. Coupe géologique.

أ - تعريف المقطع الجيولوجي:

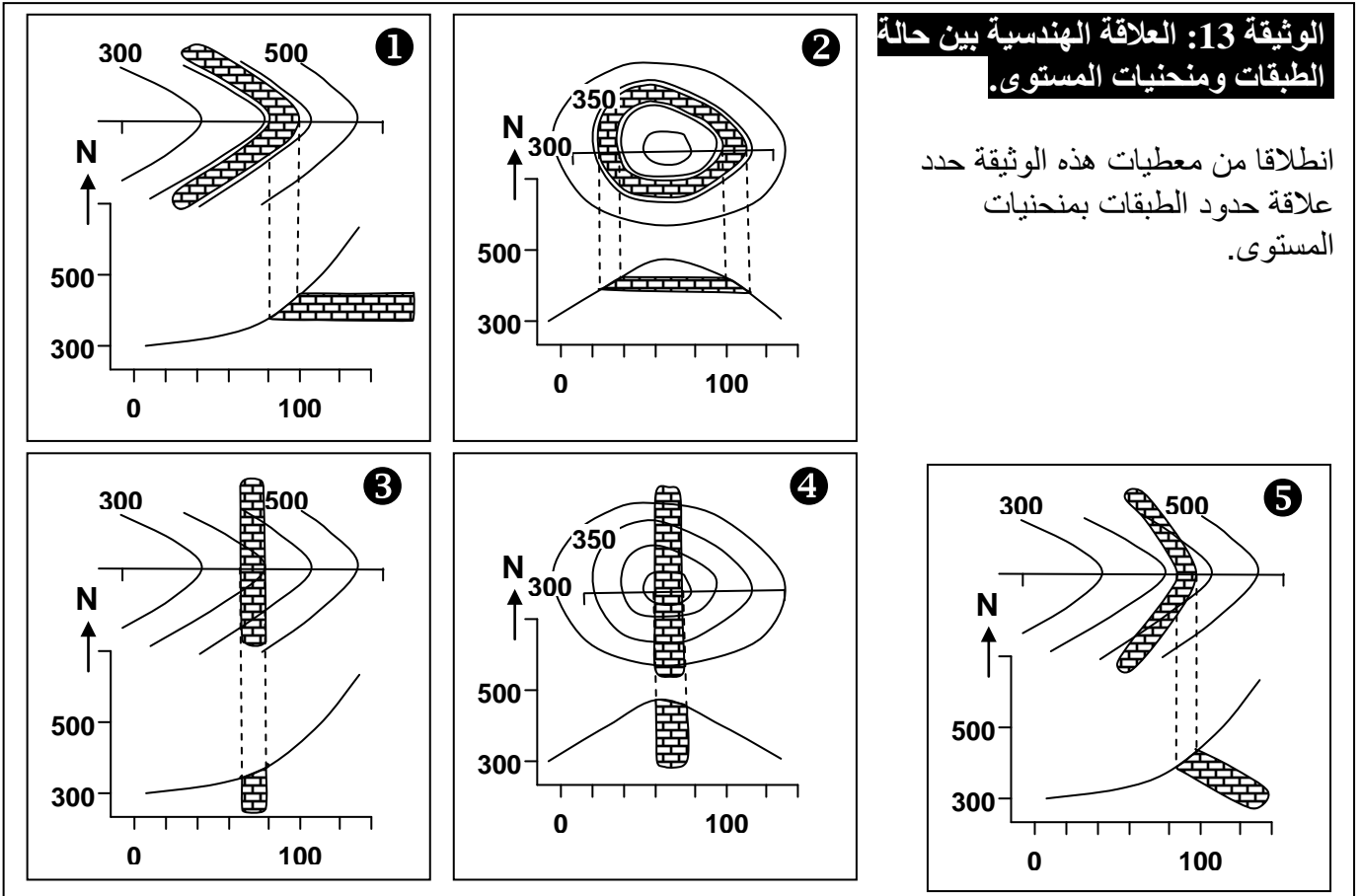
المقطع الجيولوجي هو تمثيل للتشكلات الصخرية في العمق، انطلاقا من خط طبوغرافي وحسب سطح عمودي.

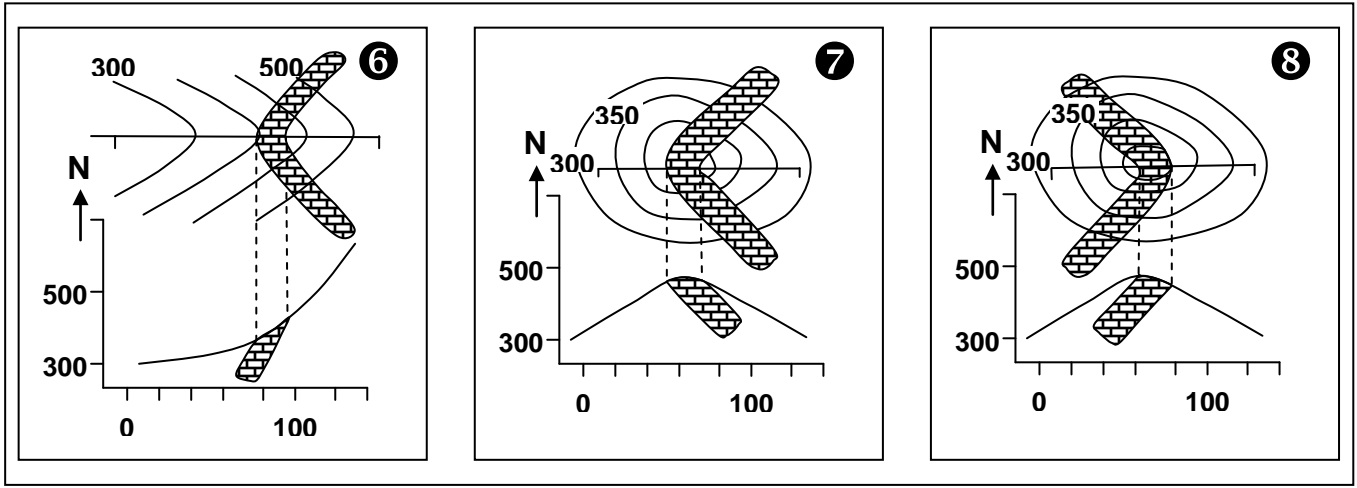
ب - عناصر المقطع الجيولوجي:

العنوان: عنوان الخريطة التي هي أصل المقطع. المقياس: مقياس الخريطة الأصلي. التوجيه: يحدد على طرفي المقطع التوجيه المناسب. المفتاح: رموز طبقاتية يشار فيها إلى سمك الطبقات.

ج - طريقة انجاز المقطع الجيولوجي:

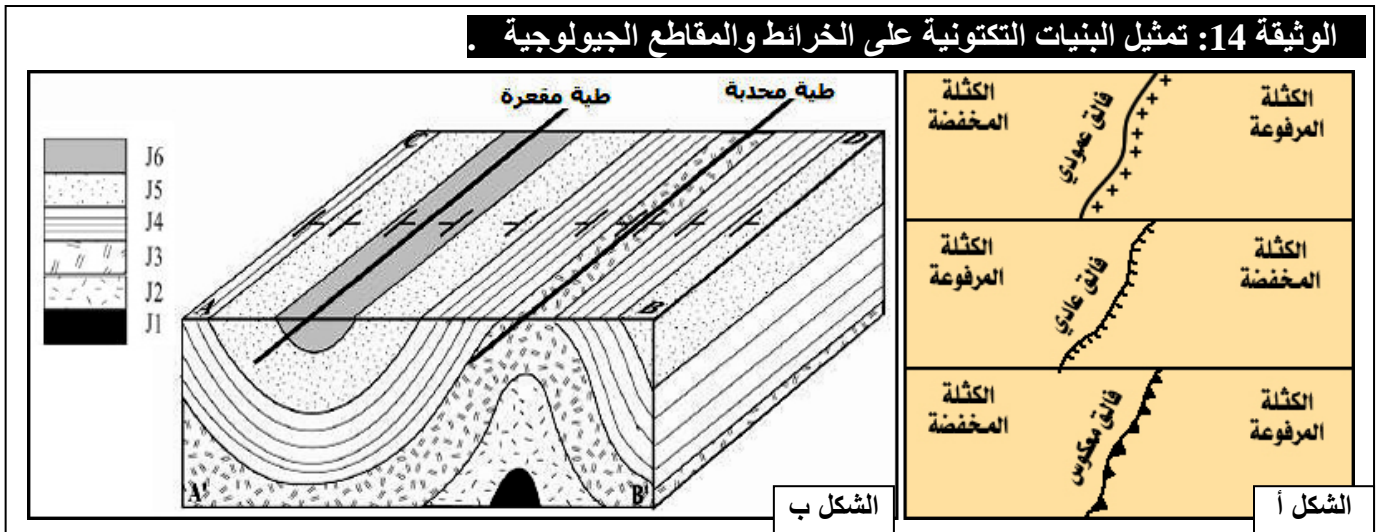
a - العلاقة الهندسية بين حالة الطبقات ومنحنيات المستوى: (الوثيقة 13)





- تعطي حدود استسواح الطبقات على الخريطة الجيولوجية أشكالاً متعددة يمكن استغلالها في تحديد اتجاه ميلان الطبقات.
- إذا كانت حدود استسواح الطبقات موازية لمنحنيات المستوى فإن هذه الطبقات أفقية (الشكل 1 و 2 من الوثيقة).
 - إذا كانت حدود استسواح الطبقات على شكل رسم مستقيم فهذا يعني أن الطبقات عمودية (الشكل 3 و 4 من الوثيقة).
 - إذا كانت حدود استسواح 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).

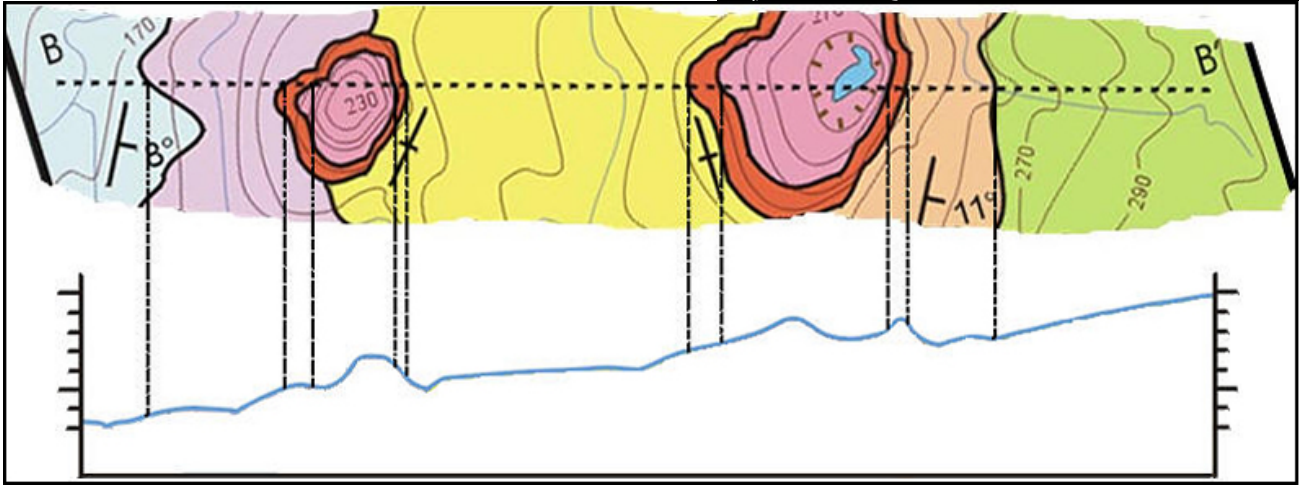
b - البنيات التكتونية على الخرائط والمقاطع الجيولوجية: (الوثيقة 14)



- **الفوالق:** (الشكل أ) يعبر عنها في الخريطة الجيولوجية بخطوط أكثر سماً 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 بالتسلسل 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 إنجاز 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 نقاط التقاطع بين منحنيات المستوى وخط المقطع، وربط النقاط المحصل عليها. ولا يكون المظهر الجانبي كاملا إلا إذا كان مرفوقا بمفتاح يبين اسم الخريطة والسلم المعتمد واتجاه المقطع وبعض المعالم الطبوغرافية كالوديان والمدن...

• **المرحلة الثانية:** انجاز المقطع الجيولوجي ويتطلب:

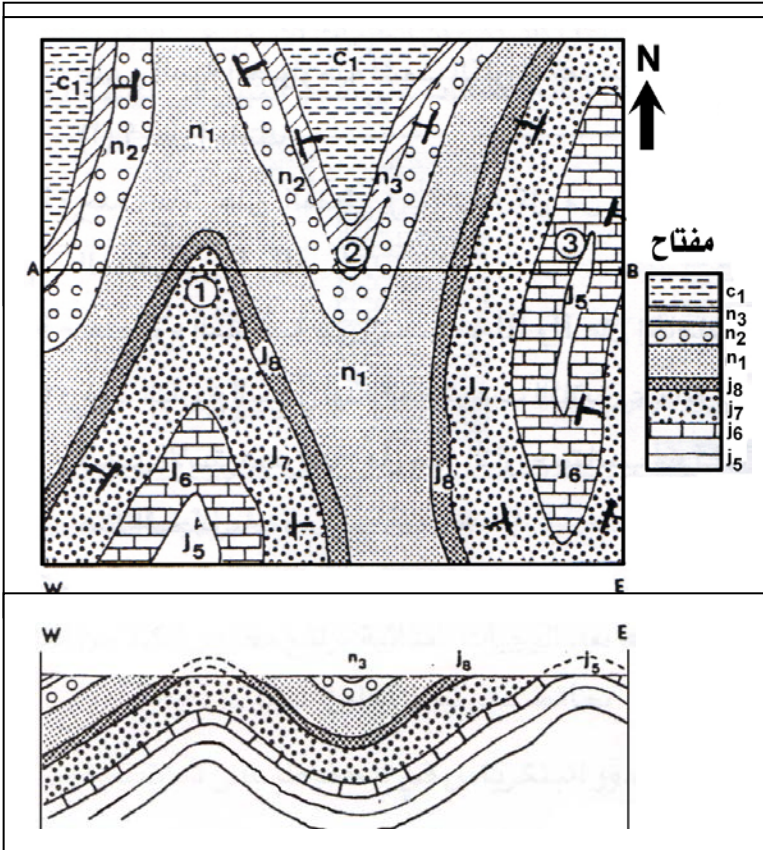
- ✓ فحص الخريطة الجيولوجية لتحديد خصائص الطبقات التي يمر منها المقطع.
- ✓ إسقاط حدود الاستسطاحات على المظهر الجانبي مع كتابة رمز كل طبقة.
- ✓ ربط الحدود العليا والسفلى لكل طبقة على حدة ابتداء من الطبقة الأحدث التي يعرف لها سرير وسقف.
- ✓ إذا كانت الطبقات مشوهة يجب الأخذ بعين الاعتبار قيمة ومنحى الميلان 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. أنجز المقطع الجيولوجي AB.



(1) الطبقة الأحدث هي الطبقة C1 والطبقة الأقدم هي الطبقة j5.

(2) تظهر الخريطة بنية مشوهة بطيات محدبة ومقعرة.

(3) المقطع الجيولوجي: أنظر الوثيقة أسفله.

IV – 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 الاستراتيغرافية والمستحاثية والتكتونية للمنطقة، وتحليل الخريطة الجيولوجية والمقاطع الجيولوجية والأعمدة الاستراتيغرافية.

① المثال الأول: هضبة الفوسفاط (الوثيقة 17)

الوثيقة 17: استرداد التاريخ الجيولوجي لهضبة الفوسفاط

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

نعطي أهم مراحل التاريخ الجيولوجي غير مرتبة:

(1) تشوه طبقات القاعدة الصخرية (الدورة الهرسينية).

(2) ترسب طبقات القاعدة الصخرية (الحقب الأول).

(3) تجاوز بحري.

(4) تراجع بحري بعد لوتيسي.

(5) تراجع بحري (الحقب الأول).

(6) حت.

(7) ترسب طبقات الكريتاسي قبل فوسفاطي.

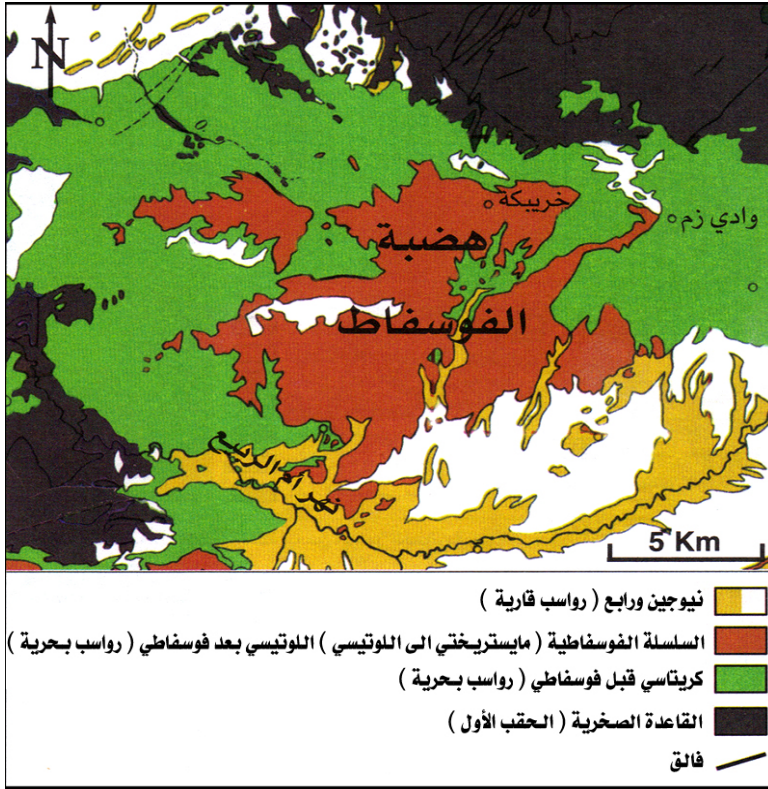
(8) ترسب السلسلة الفوسفاطية.

(9) ترسب الطبقات الحديثة (نيوجين الرابع)

وحت حديث.

بعد تحديد نوع الملامسة بين السلسلة قبل

فوسفاطية والقاعدة الصخرية، استرد التاريخ النسبي لهضبة الفوسفاط وذلك بترتيب المراحل من 1 إلى 9.



القاعدة الصخرية مشوهة (طيات، فوالق) بينما لم تتعرض السلسلة قبل فوسفاطية (الحقب الثاني) لأي تشوه وبقيت منضدية، فالملامسة بين المجموعتين هي إذن تنافر زاوي.

يمكن استرداد التاريخ الجيولوجي للمنطقة بترتيب المراحل على الشكل التالي:

2 ← 5 ← 1 ← 6 ← 3 ← 7 ← 8 ← 4 ← 9

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

خلال الميسترختي (الكريتاسي II) تتوضع ترسبات بحرية قليلة العمق ذات خاصيات تجاوزية، أعطت ترسب طبقات الكريتاسي قبل الفوسفاطية.

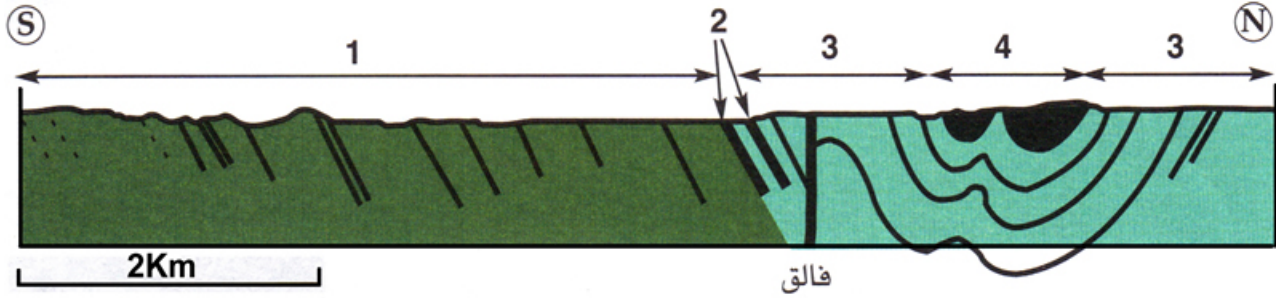
خلال الكريتاسي العلوي والبالوجين (III السفلي) توضع الرواسب الفوسفاطية وذلك ابتداء من الطابق الميسترختي (II علوي) إلى غاية الطابق اللوتيسي (III)، تميزت هذه الترسانات بخاصيات تجاوزية بحيث تشكل خليج بحري قليل العمق.

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

② المثال الثاني: الحوض الفحمي لجرادة (الوثيقة 18)

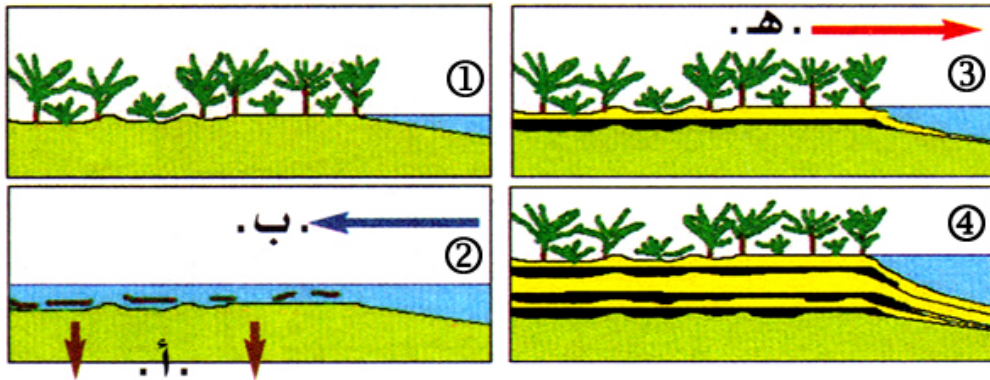
الوثيقة 18: استرداد التاريخ الجيولوجي للحوض الفحمي لجرادة .

يقع حوض جرادة على بعد 60 كلم جنوب غرب مدينة وجدة. ويمتد الحوض على مدى 25 كلم، وهو منجم للفحم الحجري ذو أصل ترسبي يظهر توالي الترسبات البحرية والقارية المناسبة لتكون الفحم، وذلك ما بين -300Ma إلى 315Ma.



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

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



وظف المعطيات الواردة في الوثيقة لاسترداد التاريخ الجيولوجي لحوض جرادة.

يعتبر الحوض الفحمي لجرادة حوضا جانبا بحري، ينتمي الفحم فيه الطابق الوستقالي من النظام التغمي (315- إلى 300- مليون سنة)، (الحقب الأول).

خلال الطابق الناموري كان الترسيب بحريا وبقي كذلك خلال الوستقالي السفلي على شكل تجاوز بحري. خلال الوستقالي بدأت الترسبات قارية مصحوبة بتكون الفحم حيث استمرت هذه الترسبات إلى نهاية الوستقالي. تأثرت الرواسب الفحمية بالأطوار الأخيرة للدورة الانتهاضية الهرسينية، وبقيت عرضة للحت بع الهرسيني إلى حين توضع الرواسب الميزوزوية (II) وتدفق البازلت لنفس الحقب في شكل تنافر زاو.