www.students.ma

الفصل الثالث

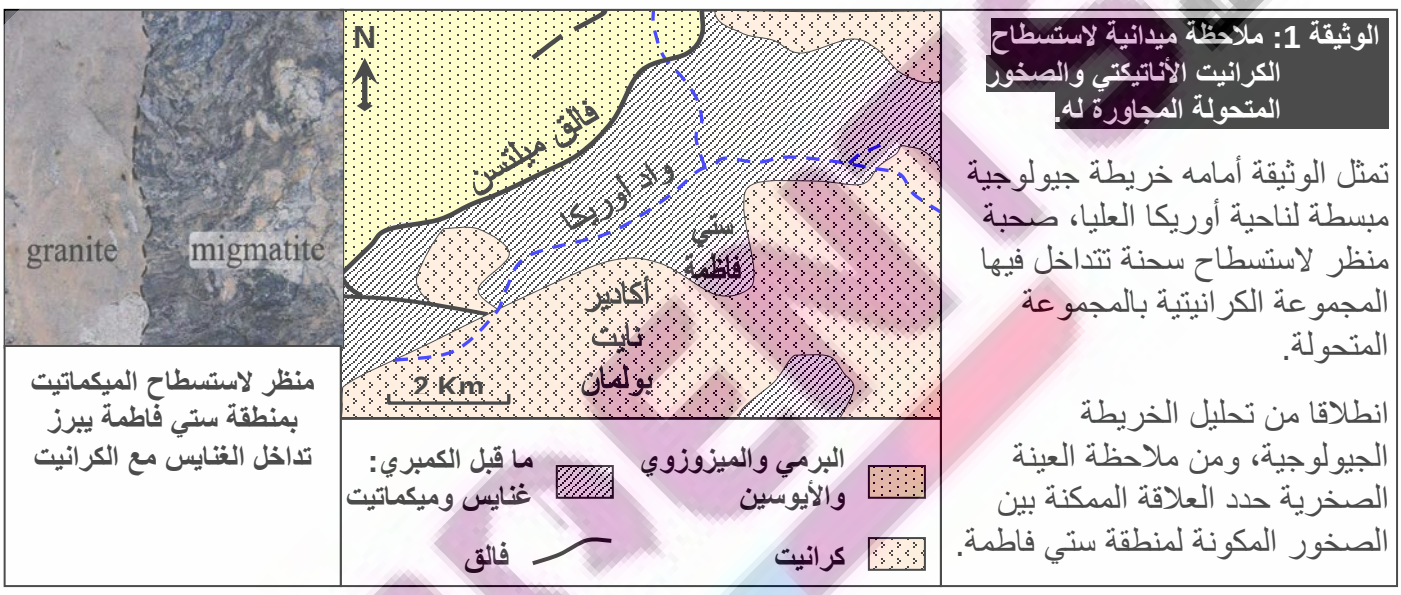
الكرانيتية وعلاقتها بظاهرة التحول

مقدمة: تعتبر الصخور الكرانيتية صخورا صهارية بلوتونية، ناتجة عن تبريد وتصلب صهارة في العمق. وهي المكون الأساسي للقشرة القارية.

فما هي ظروف تشكل الصخور الكرانيتية؟ وما هي علاقتها بظاهرة التحول؟

I – الكرانيت الاناتيكتي Le granite d'anatexie مثال كرانيت أوريكا العليا:

① ملاحظات ميدانية: وثيقة 1.



الوثيقة 1: ملاحظة ميدانية لاستسطاح الكرانيت الأناتيكتي والصخور المتحولة المجاورة له.

تمثل الوثيقة أمامه خريطة جيولوجية مبسطة لناحية أوريكا العليا، صحبة منظر لاستسطاح سحنة تتداخل فيها المجموعة الكرانيتية بالمجموعة المتحولة.

انطلاقا من تحليل الخريطة الجيولوجية، ومن ملاحظة العينة الصخرية حدد العلاقة الممكنة بين الصخور المكونة لمنطقة ستي فاطمة.

منظر لاستسطاح الميكماتيت بمنطقة ستي فاطمة يبرز تداخل الغنايس مع الكرانيت

يرتبط كرانيت ستي فاطمة بصخور شديدة التحول مثل الغنايس وبعدة تشوهات على شكل فوالق أساسا.
لا توجد حدود واضحة بين استسطاح الكرانيت والصخور المتحولة المجاورة، حيث تتشكل منطقة المرور من الكرانيت إلى الصخور المجاورة (الغنايس) من تشكيلات وسيطة عبارة عن خليط من الكرانيت والغنايس تسمى بالميكماتيت.(خليط = migma = mélange). وهي تدل على نهاية المتتالية التحولية مرورا من ظروف التحول إلى ظروف الانصهار.

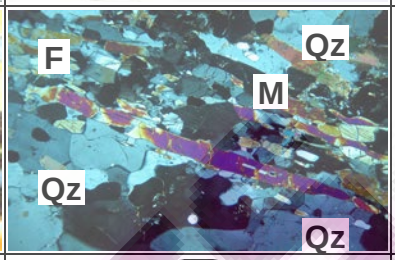
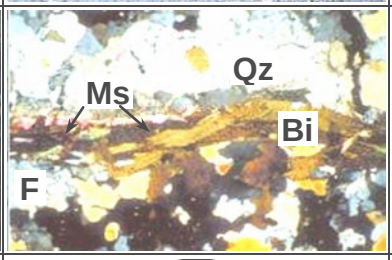
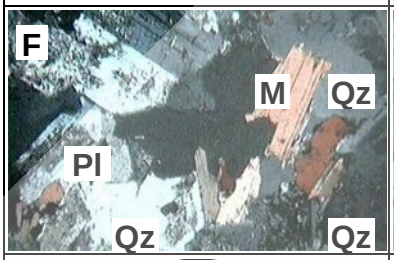
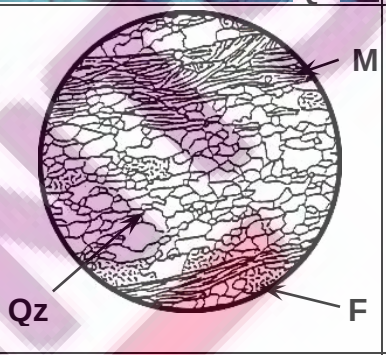
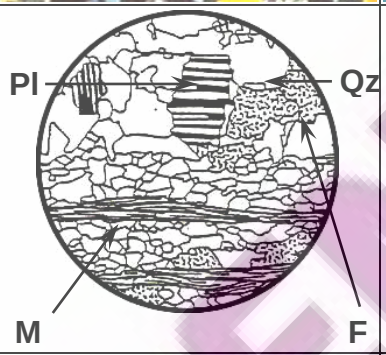
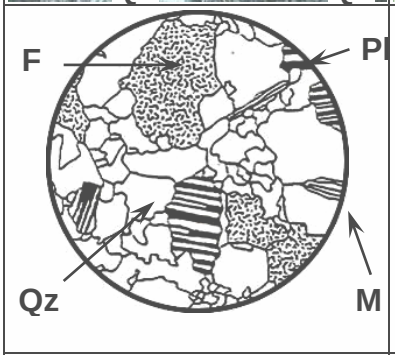
② بعض خصائص الصخور المستسطحة بمنطقة ستي فاطمة: وثيقة 2.

تتميز الميكماتيت بتعاقب مناطق فاتحة (كرانيتية ذات بنية محببة) تتكون من المرو والفلدسبات، ومناطق داكنة) متحولة) عبارة عن مستويات مسطحة تتميز بوجود الميكا السوداء (البيوتيت).
يتبين من الملاحظة المجهرية أنه كلما اقتربنا من الكتلة الكرانيتية، إلا وتم الانتقال من بنية مورقة مميزة للغنايس، نحو بنية محببة مميزة للكرانيت.
إن للكرانيت والغنايس نفس التركيب العيداني، مع اختلاف في البنية وقد البلورات. ومن تم يمكن القول بأن هذه الصخور لها نفس الأصل.

www.students.ma

www.students.ma

الوثيقة 2: التعرف على بعض خصائص الصخور المستسطحة بمنطقة ستي فاطمة (أوريكا العليا).

العينة الصخرية	الغنايس	الميكماتيت	الكرانيت
ملاحظة الصخرة بالعين المجردة			
ملاحظة الصفيحة الدقيقة بالمجهر المستقطب			
رسم تفسيري للملاحظة المجهرية			
التركيب العيداني	Qz = المرو. F = فيلدسبات بوتاسي. M = ميكا سوداء.	Qz = المرو. F = فيلدسبات بوتاسي. Pl = فيلدسبات بلاجيوكلاز. M = ميكا سوداء.	Qz = المرو. F = فيلدسبات بوتاسي. Pl = فيلدسبات بلاجيوكلاز. M = ميكا سوداء.
البنية	مورقة	مورقة - محببة	محببة

قارن بين العينات الصخرية.
تعبر هذه العينات عن مرور تدريجي نحو الكرانيت. أبرز ذلك معتمدا المعطيات الخاصة بالميكماتيت.

③ خلاصة:

★ إن المرور التدريجي من الصخور المتحولة (الغنايس) إلى الكرانيت ووجود صخرة وسيطة (الميكماتيت) يجعلنا نفترض أن الكرانيت يشكل حلقة قصوى من حلقات التحول: يعني نتج عن تحول صخرة سابقة الوجود بفعل ارتفاع عامل الضغط أو الحرارة أو هما معا.

★ بما أن توجيه المعادن يفقد في صخرة الكرانيت، فيمكن أن نفترض أن المرور من الغنايس إلى الكرانيت يتم بظهور حالة سائلة: يعني أن الصخرة الأصلية تنصهر بفعل الضغط والحرارة فتعطي عند تبردها الكرانيت. نسمي هذا النوع من الكرانيت بالكرانيت الأناتيكتي.

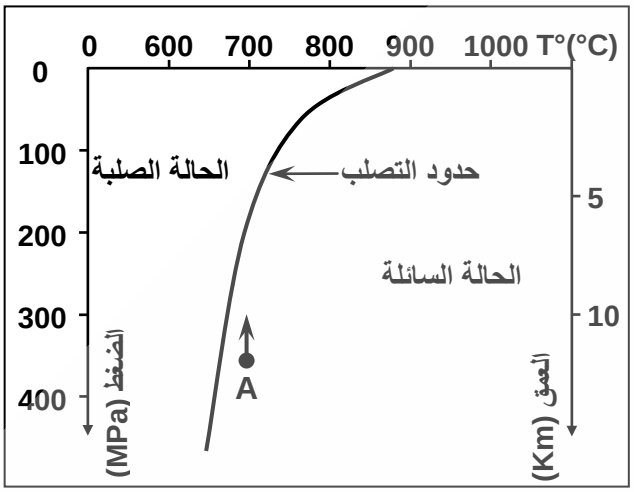
II – الأناتيكتية وعلاقتها بتشكل السلاسل الجبلية:

① ظروف تصلب الصهارة الكرانيتية: أنظر الوثيقة 3.

www.students.ma

www.students.ma

الوثيقة 3: ظروف تبلور الصهارة الكرانيتية. يمثل البيان أسفله منحنى التصلب الذي يعبر عن الحد الفاصل بين الحالة السائلة والحالة الصلبة للصهارة الكرانيتية حسب الضغط ودرجة الحرارة.



1) كيف تتغير درجة حرارة التصلب بدلالة الضغط؟

✷ لنعتبر صهارة كرانيتية A تكونت تحت ضغط 370 MPa ودرجة حرارة 700°C.

2) حدد الضغط والعمق اللذين تتصلب فيهما هذه الصهارة في حالة صعودها دون أن تغير من درجة حرارتها.

3) كيف تفسر ظهور الكرانيت في السطح إذن؟

✷ في حالات استثنائية تصل الصهارة الكرانيتية إلى السطح، لتعطي بعد تصلبها صخرة الريوليت **Rhyolite**.

4) اعتمادا على المبيان جانبه، حدد درجة الحرارة الدنيا اللازمة لصهارة كرانيتية لكي تصل إلى السطح .

1) كلما ازدادت درجة الضغط (كلما زاد العمق) كلما انخفضت درجة حرارة تصلب الصهارة الكرانيتية (لاحظ مثلا أن صهارة كرانيتة تتصلب في حرارة = 700°C عندما يكون عمقها 6Km، أما في عمق 2Km فهي تتبلور في حرارة 800°C).

2) عند صعودها، تتبلور هذه الصهارة ولو لم تفقد بعضا من حرارتها ويحدث هذا التبلور في عمق = 6Km وضغط يقدر ب 160MPa.

3) تتبلور الصهارة الكرانيتية في الأعماق قبل وصولها إلى السطح لذلك نقول أن الكرانيت صخرة صهارية بلوتونية أي صخرة داخلية النشأة، وتظهر في السطح بفعل عوامل التعرية.

4) لكي تصل الصهارة السطح سائلة يلزم أن تتوفر على حرارة تفوق 900°C، وهذا لا يتوفر إلا نادرا فتعطي الصهارة حينئذ بعد تصلبها صخرة الريوليت.

خلاصة: عندما تبلغ درجة حرارة الصخور 700 °C وتحت الضغوط السائدة في أعماق المناطق غير المستقرة، تخضع لانصهار جزئي لتعطي سائلا ذا تركيب كرانيتي (الأناتيكتية).
تتركز القطرات الأولى من السائل الناتج على شكل أكوام، وتعطي بتبلورها مادة كرانيتية حديثة التكون، تبقى مرتبطة بمادة لم تنصهر بعد، الشيء الذي يفسر تكون صخور الميكماتيت. وعندما تزداد نسبة السائل الناتج، يمكنه أن يتصلب في موقعه ليعطي الكرانيت الأناتيكتي.

② علاقة الكرانيتية بالسلاسل الجبلية: أنظر الوثيقة 4.

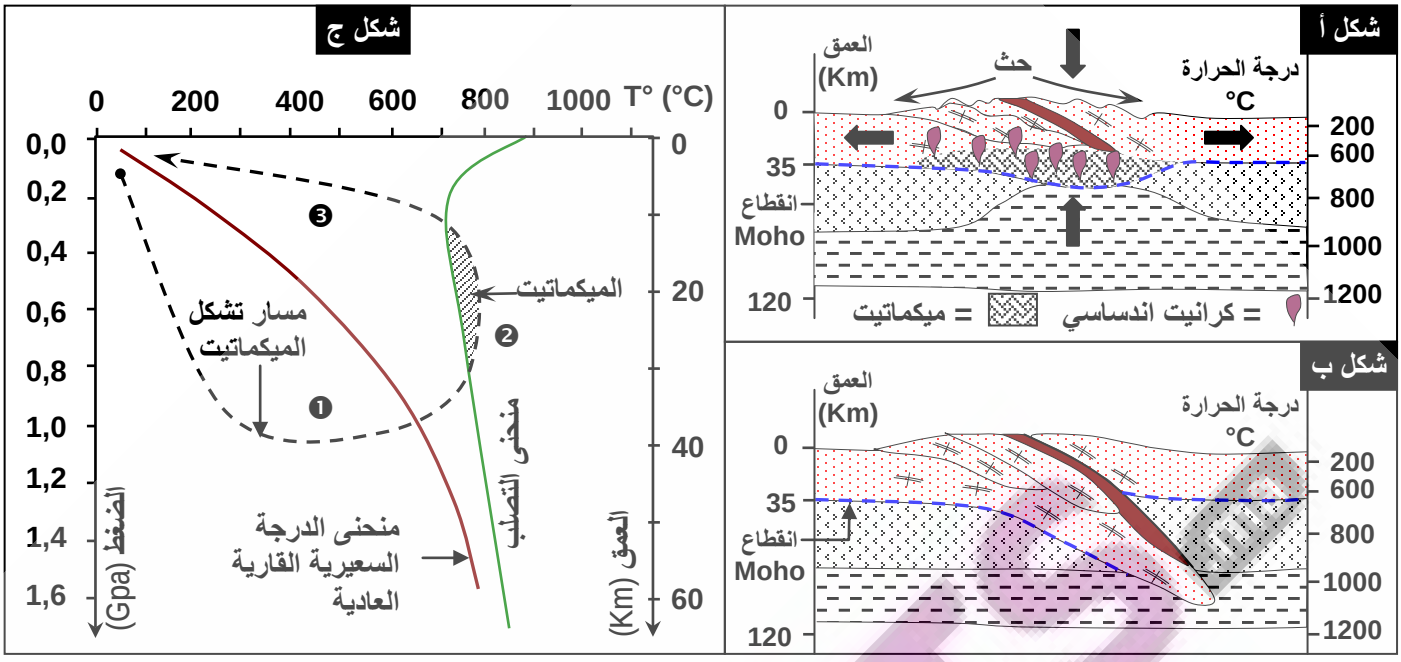
الوثيقة 4: علاقة الكرانيت الأناتيكتي بسلاسل الاصطدام.

في مناطق الاصطدام، يؤدي غور بعض الوحدات الصخرية للقشرة القارية إلى خضوعها لدرجات حرارة وضغط مرتفعين. أثناء صعود هذه الوحدات نتيجة الحركات التكتونية، ينخفض الضغط، بينما تظل الحرارة مرتفعة مما يؤدي إلى انصهار جزئي للصخور، وتشكل السائل الأناتيكتي الذي يعطي صهارة كرانيتية أناتيكتية تتبرد في مكانها.
يعطي الشكل أ والشكل ب، رسوم تخطيطية لتوضيح أصل الكرانيت الأناتيكتي خلال تشكل سلاسل الاصطدام.
يعطي الشكل ج مسار تشكل الميكماتيت حسب تغير كل من الضغط والحرارة خلال تشكل سلاسل الاصطدام.

★ وظف معطيات المبيان على الشكل ج لتفسير تشكل الكرانيت الأناتيكتي في مناطق تشكل السلاسل الجبلية.
★ أبرز دور العوامل التكتونية في تشكل الكرانيت الأناتيكتي المصاحب للسلاسل الجبلية.

www.students.ma

www.students.ma



★في مناطق الاصطدام، تؤدي القوى الانضغاطية إلى طمر بعض الوحدات الصخرية للقشرة القارية مما يعرضها لدرجات حرارة وضغط مرتفعين (الجزء ❶ من السهم الممثل في الشكل "أ" والمرحلة a في الشكل "ب").

★في نهاية التقارب، تشهد السلسلة الجبلية قوى تكتونية تمددية فتصعد الوحدات الصخرية، ينخفض ضغطها بينما تظل درجة حرارتها مرتفعة، مما يؤدي إلى انصهارها الجزئي وتشكل سائلا أناتيكتي يتبرد في موقع نشأته ليعطي ميكماتيت وكرانيت أناتيكتي (الجزء ❷ من السهم الممثل في الشكل "أ" والمرحلة b في الشكل "ب").

★لا يستسطح تيارالكا إلا بعد حث الصخور التي كانت تعلوه وذلك بعد ملايين السنين من تشكله.

III – اندساس الصهارة الكرانيتية وتحول التماس:

① دراسة كتلة كرانيت زعير: أنظر الوثيقة 5.

الوثيقة 5: علاقة الكرانيت الأناتيكتي بسلاسل الاصطدام.

تعطي الوثيقة أسفله خريطة جيولوجية مبسطة تظهر كرانيت زعير وتموضع هالة التحول مع مواقع أخذ العينات الصخرية المميزة لهذه الهالة.

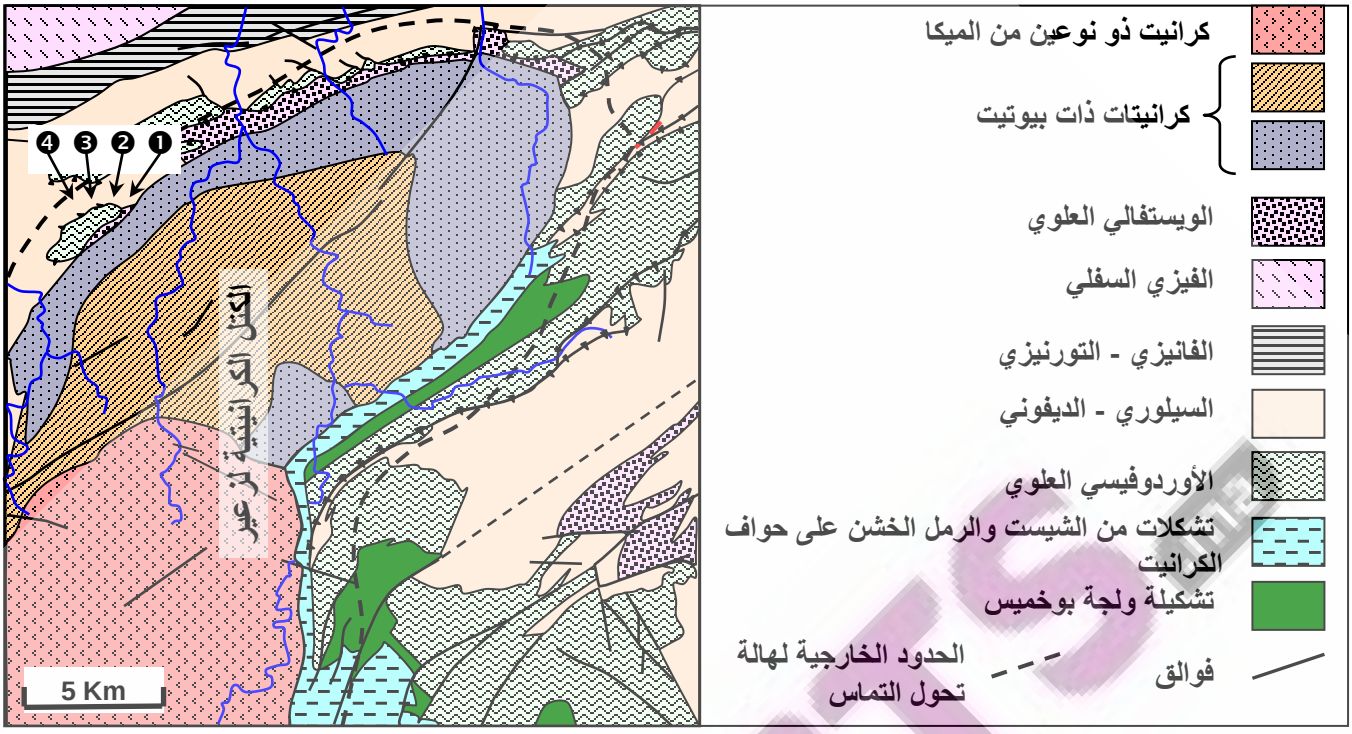
الصخرة	❶	❷	❸	❹
المميزات العيدانية	فلدسبات بوتاسي	كورديريت + أندلوسيت	أندلوسيت + بيوتيت	بيوتيت (كلوريت) + سيريسيت

نعطي كذلك بعض العينات الكرانيتية صحبة صفائح دقيقة ملاحظة بالضوء المستقطب.

1) انطلاقا من تحليل الخريطة الجيولوجية حدد خاصيات كرانيت زعير وعلاقته بالصخور المتحولة.
2) قارن بين مختلف العينات الصخرية المقترحة. فسر اختفاء الشيستية عند الاقتراب من كتلة الكرانيت واختفاء وظهور معادن جديدة كالأندلوسيت (معدن مميز للضغط المنخفض والحرارة المرتفعة).
3) انطلاقا من مختلف المعطيات حدد نمط التحول الذي خضعت له الصخور المجاورة لكتلة الكرانيت.

www.students.ma

www.students.ma



حبيسة من الميكاشيست داخل الكرانيت

توجد في حدود الكتلة الكرانيتية لزعير حبيسات تختلف من حيث البنية والتركيب العيداني عن الكرانيت الذي يضمها (الصورة أمامه). ويمكن التعرف على أصلين أساسيين للحبيسات:

✱ أصل عميق (حبيسات تحتوي على الكوراندون والسبينيل وهي معادن تتشكل في ظروف 5Kb = 16Km).

✱ أصل من الصخور المحيطة بالكرانيت (حبيسات ذات أندلوسيت، سليمانيت وبيوتيت وهي معادن تتشكل في ظروف 2.5Kb = 8Km).

4) فسر وجود الحبيسات على جوانب الكتل الكرانيتية محددا أهميتها في تعرف أصل الصهارة الكرانيتية.

1) انطلاقا من الخريطة الجيولوجية يظهر كرانيت زعير:

- بحدود واضحة حيث أن منطقة تماسه مع الصخور المجاورة صريحة.
- متجانس (منطقة المرور من الكرانيت إلى الصخور المجاورة لا تتضمن صخرة الميكماتيت).
- في وضع متنافر مع الصخور المجاورة حيث يقطعها ويتموضع وسطها كما لو أنه أزاح جزءا منها وحل محله.
- يحيط به حزام من صخور متحولة تسمى بهالة التحول، لها امتداد جغرافي ضيق (لا تتعدى2Km).

نستخلص من هذه المميزات أن الصهارة الكرانيتية التي أعطت هذا الكرانيت لم تنشأ في هذا الموضع، بل صعدت من الأعماق واندست بين الصخور السابقة الوجود: فنقول كرانيت اندساسي (Granite intrusif).

www.students.ma

www.students.ma

2) كلما اقتربنا من الكتلة الكرانيتية:
- يختفي توجيه المعادن.
- يزداد قطر البلورات.
- تختفي بعض المعادن المميزة لتحول ضعيف (مثل السيريسيت) وتظهر معادن دالة على تحول شديد (مثل الفلدسبات) وعلى حرارة مرتفعة (مثل الأندلوسيت).
- شدة التحول تزداد كلما اقتربنا من الكتلة الكرانيتية.

3) تشير الخاصيات المسجلة في الجواب السابق أن التحول تم بفعل الحرارة العالية التي تحررها الصهارة الكرانيتية الصاعدة أثناء تبريدها وفي غياب ضغوط موجهة، يعني يتعلق الأمر بتحول حراري = تحول التماس Métamorphisme de contact.

4) قد نصادف داخل الكرانيت الاندساسي بعض الحبيسات، وهي بقايا الصخرة الأصلية التي لم تهضم من طرف الصهارة الكرانيتية.

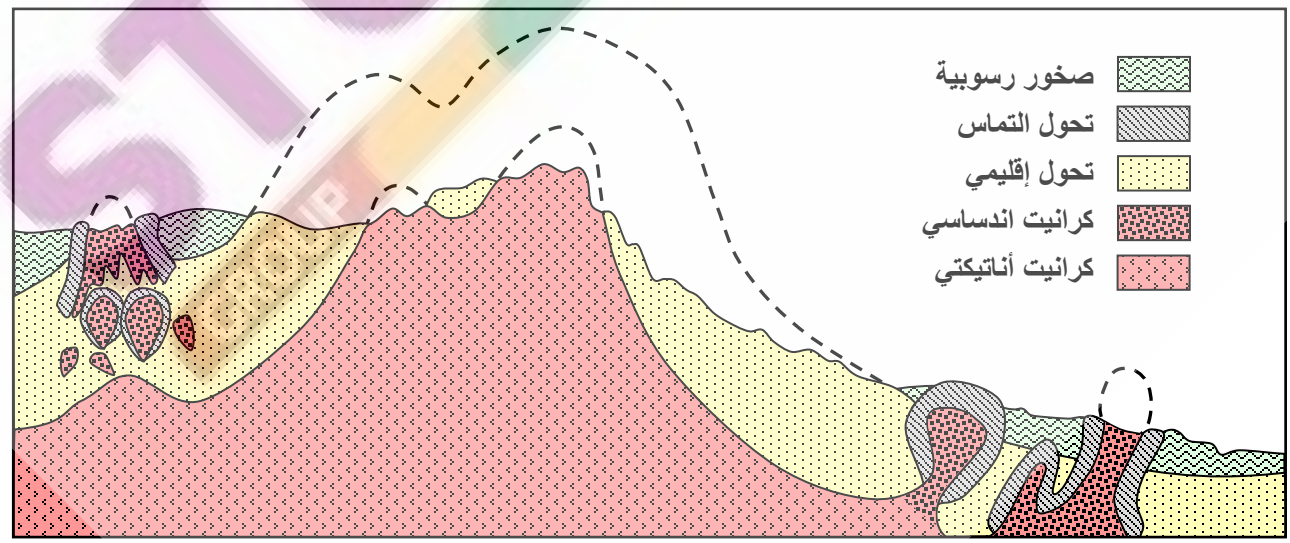
② خلاصة:

في بعض الحالات يمكن للصهارة الأناتيكتية الساخنة أن تصعد إلى الأعلى، فتخترق صخورا سابقة الوجود، وتتصلب وسطها. ونظرا للحرارة المرتفعة، تتعرض الصخور المجاورة لتغيرات بنيوية وعيدانية، يصطلح عليها تحول التماس أو التحول الحراري، لأن عامل الحرارة هو العامل الرئيسي في هذه الحالة.

IV – مقارنة الكرانيت الأناتيكتي والكرانيت الاندساسي: أنظر الوثيق 3 لوحة 2.

الوثيقة 4 : العلاقة بين التحول الإقليمي والكرانيت الاناتيكتي من جهة وتحول التماس والكرانيت الاندساسي من جهة أخرى.

يمثل المقطع التالي رسما للتصور العام للعلاقة بين كل من الكرانيت الأناتيكتي والتحول الإقليمي من جهة، والكرانيت الاندساسي وتحول التماس من جهة أخرى.
انطلاقا من هذه المعطيات، استنتج العلاقة بين الكرانيت الاندساسي والكرانيت الأناتيكتي. لخص ذلك في جدول موضحا العلاقة بين كل من الكرانيت الأناتيكتي والكرانيت الاندساسي والتحول الإقليمي وتحول التماس.



www.students.ma

www.students.ma

يدرج الجدول التالي العلاقة بين نوعي الكرانيت ونوعي التحول المرتبطين بهما:

	الكرانيت الأناتيكتي وعلاقته بالتحول الإقليمي	**الكرانيت الاندساسي وعلاقته بتحول التماس**
أصل الكرانيت	صهارة ناتجة عن ظاهرة الأناتيكتية تتبلور في موقع تشكلها.	صهارة ناتجة عن ظاهرة الأناتيكتية تغادر موقعها الأصلي، تصعد عبر الصخور التي تعلوها وتحل محلها.
العلاقة بين الكرانيت والتحول	يدخل الكرانيت الأناتيكتي ضمن متتالية التحول العام (يشكل حلقة قصوى من درجات "التحول").	الكرانيت الاندساسي هو المسؤول عن حدوث التحول الذي حوله (هالة التحول).
المميزات الميدانية للحدود بين الكرانيت والصخور المتحولة.	انتقال تدريجي من الصخور المتحولة إلى الكرانيت الأناتيكتي، الحدود غير صريحة تتميز بظهور صخرة الميكماتيت، الصخرة المزيج بين الكرانيت والغنايس.	حدود صريحة بين الكرانيت الاندساسي والصخور المتحولة التي تحيط به. تتميز الحدود بتواجد حبيبات مؤشرة على بقايا صخور أصلية لم تهضم بفعل الصهارة الكرانيتية المندسة.
مميزات الصخور المتحولة	● امتداد جغرافي شاسع (تحول إقليمي = عام) ● تضم الصخور المتحولة معادن موجهة مؤشرة على ضغط وحرارة مرتفعين. (تحول دينامي - حراري)	● امتداد جغرافي جد محدود. ● تضم هالة التحول معادن غير موجهة مؤشرة على حرارة مرتفعة وضغط منخفض.(تحول حراري)

www.students.ma