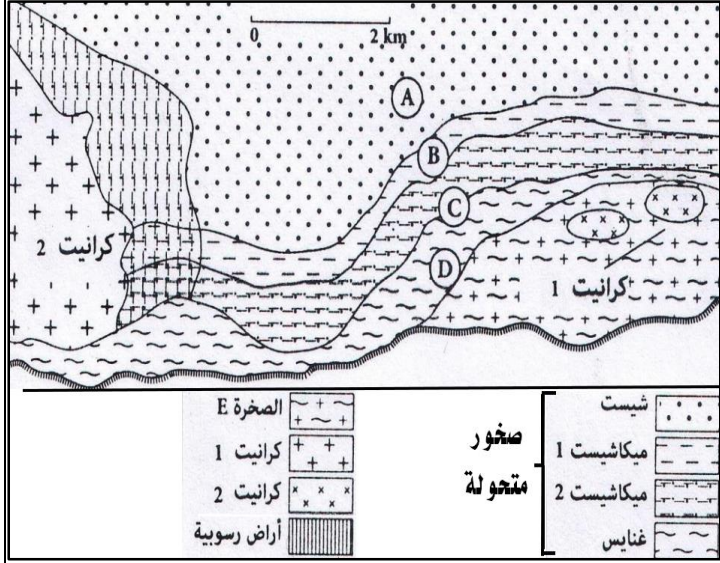


## الوضعية

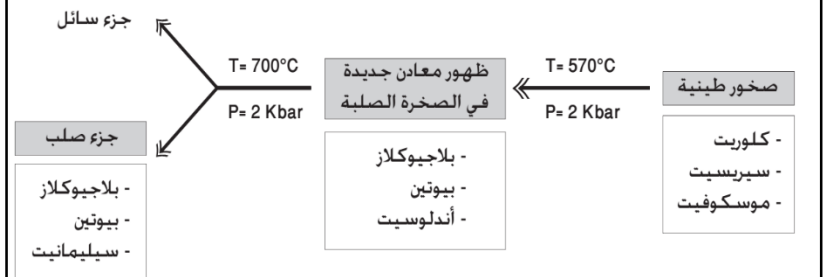
تتبع دراسة أعماق الغلاف الصخري ان يتكون أساسا من الصخور الصهارية الكرانيتية والصخور المتحولة، هذه الأخيرة تظهر كذلك في الأجزاء العميقة من السلاسل الجبلية ولا تظهر في السطح إلا في حالة حث الطبقات التي تعلوها. للكشف عن أصل الصخور المتحولة وعلاقتها بتشكيل السلاسل الجبلية ندرس في هذا النشاط مميزات الصخور المتحولة وتعريف ظاهرة التحول والعوامل المتدخلة فيها من خلال الأسناد التالية:

## الأسناد

- الوثيقة 1: خريطة جيولوجية مبسطة لجزء من جبال البيريني الفرنسية.
- عينات من الصخور المتحولة، الصهارية والرسوبية.
- الوثيقة 3: تجربة الكشف عن تأثير درجة الحرارة في التحول.
- الوثيقة 4: تجربة الكشف عن تأثير الضغط في التحول.
- الوثيقة 5: تجربة الكشف عن تأثير الضغط ودرجة الحرارة معا في التحول.



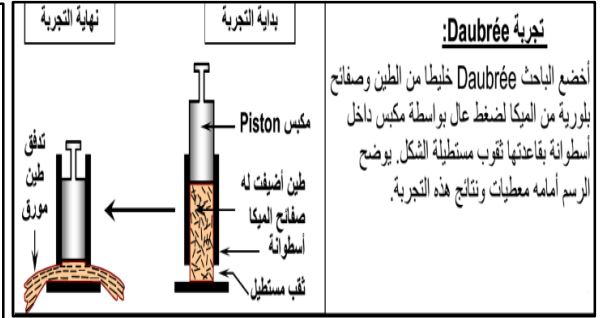
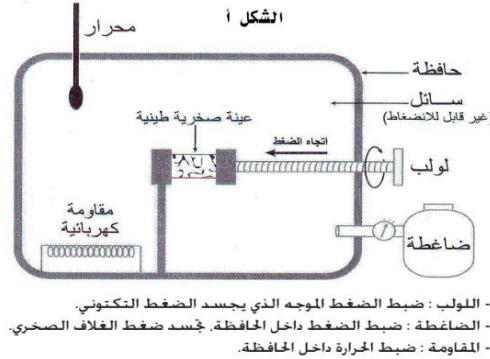
تأثير درجة الحرارة: تجربة Winkler: قام Winkler بإخضاع صخور طينية لضغط ثابت 2 Kbar مع ارتفاع تدريجي لدرجة الحرارة فحصل على النتائج الممثلة في الوثيقة



يُمكن التركيب التجريبي الشكل (أ) من الحصول على صخور متحولة بشكل تدريجي وذلك انطلاقا من عينة طينية أخضعت، تحت تأثير ضغط موجه معين، لارتفاع عملي للضغط والحرارة داخل الحافظة ويخلص الجدول (ب) ظروف ونتائج هذه التجربة.

الشكل ب

الصخر	غياب الضغط	الضغط و الحرارة السائدين داخل الحافظة
ظهور السيريست و الموسكوفيت. (معادن غير موجهة = شيسيتية)	ظهور السيريست و الموسكوفيت. (معادن غير موجهة)	T= 300°C P= 3.5 Kbar
اختفاء السيريست و الموسكوفيت. ظهور البجادي و البيوتيت. (كل المعادن موجهة)	اختفاء السيريست و الموسكوفيت. ظهور البجادي و البيوتيت. (معادن غير موجهة)	T= 400°C P= 4.5 Kbar



### تجربة Daubrée:

أخضع الباحث Daubrée خليطا من الطين وصفائح بلورية من الميكال لضغط عال بواسطة مكبس داخل أسطوانة بقاعدتها ثقوب مستطيلة الشكل. يوضح الرسم أمامه معطيات ونتائج هذه التجربة.

## التعليمات




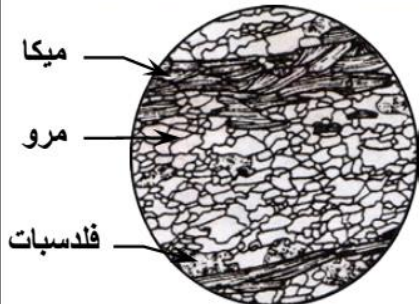
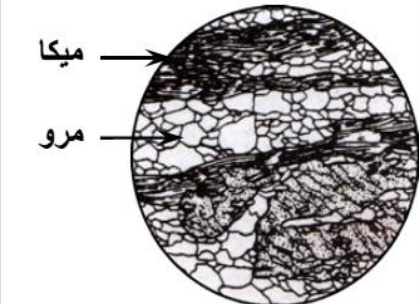
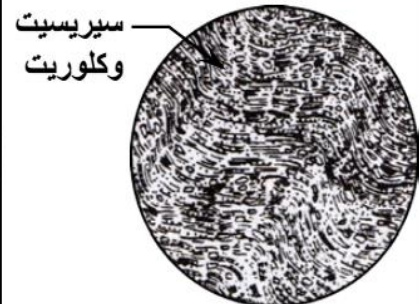
1. اعتمادا على معطيات الوثيقة 1، صف توزيع الصخور المتحولة بجانب باقي أنواع الصخور.
2. من خلال ملاحظة عينات الصخور المتحولة، الرسوبية والصهارية، استنتج مميزات الصخور المتحولة.
3. باستغلال معطيات الوثائق 2، 3 و 4، استنتج مفهوم التحول والعوامل المتدخلة فيه ودور كل عامل.

الوضعية

تتميز سلاسل الاصطدام إضافة للتشوهات التكتونية والصخور الصهارية بوجود استسطاق مهم للصخور المتحولة حيث تم تحديد 3 أنواع أساسية وهي الشيست والميكاشيست والغنايس. للكشف عن المميزات البنيوية والبيئية للصخور المتحولة المميزة لسلاسل الاصطدام نقتراح دراسة معطيات الوثيقة التالية

الأسناد

- الوثيقة : مقارنة البنية المجهرية والتركيب العيداني والكميائي للصخور المتحولة المميزة لمناطق الاصطدام.

الغنايس	الميكاشيست	الشيست	ملاحظة الصخرة بالعين المجردة
			
			ملاحظة الصفيحة الدقيقة بالمجهر المستقطب
68.7	60.9	60.2	SiO <sub>2</sub>
16.2	19.1	20.9	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
0.7	1.2	2.8	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
4.1	4.1	3.7	FeO
1.3	1.4	0.85	MgO
1.8	1.7	0.55	CaO
3.8	2.1	2.45	Na <sub>2</sub> O
3	3.7	4.1	K <sub>2</sub> O
<b>1,39</b>	<b>3,65</b>	<b>4,05</b>	الماء

التركيب الكميائي (%)

التعليمات

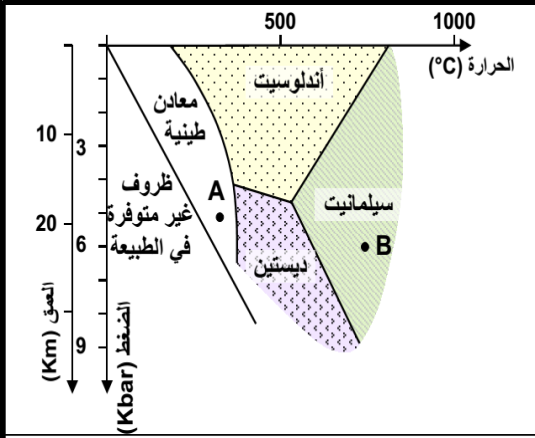
1. قارن البنية المجهرية والتركيب العيداني لكل من الشيست، الميكاشيست والغنايس واقترح تفسيراً لتغير بنية ومعادن تلك الصخور.
2. ماذا تستنتج من خلال مقارنة التركيب الكميائي للصخور المدروسة؟
3. بينت الدراسة الكيمائية الصخور الطينية في مناطق تواجد الصخور المتحولة المدروسة ان تتكون أساساً من سيليكات الألومين Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub> ، هل هذا يمكن ان يفسر أصل الصخور المتحولة ؟ علل إجابتك

الوضعية

خلال التحول تختفي معادن وتظهر أخرى وذلك حسب درجة الحرارة والضغط فماهي مجالات استقرار المعادن؟ وكيف يتم توظيفها في تقدير شدة التحول؟

الأسناد والتعليمات

- الوثيقة 1: تجربة الكشف عن طبيعة التغير العيداني المصاحب للتحول (المعادن المؤشرة).



**تجربة Richardson ومساعدوه:**  
أخضع هؤلاء الباحثون عينات من خليط من سيليكات الألومين لدرجة حرارة وضغط مرتفعين ومتغيرين، فاستطاعوا تحديد مجال استقرار المعادن الثلاثة: الأندلوسيت Andalousite، والسيلمانيت Sillimanite، والديستين Disthène، (أنظر المبيان أمامه) تمثل الخطوط المستقيمة حدود مجال استقرار كل معدن، ويعبر الخط الفاصل بين مجالين عن الظروف اللازمة لكي يتم التفاعل العيداني، وبالتالي تحول معدن إلى آخر.

التعليمات

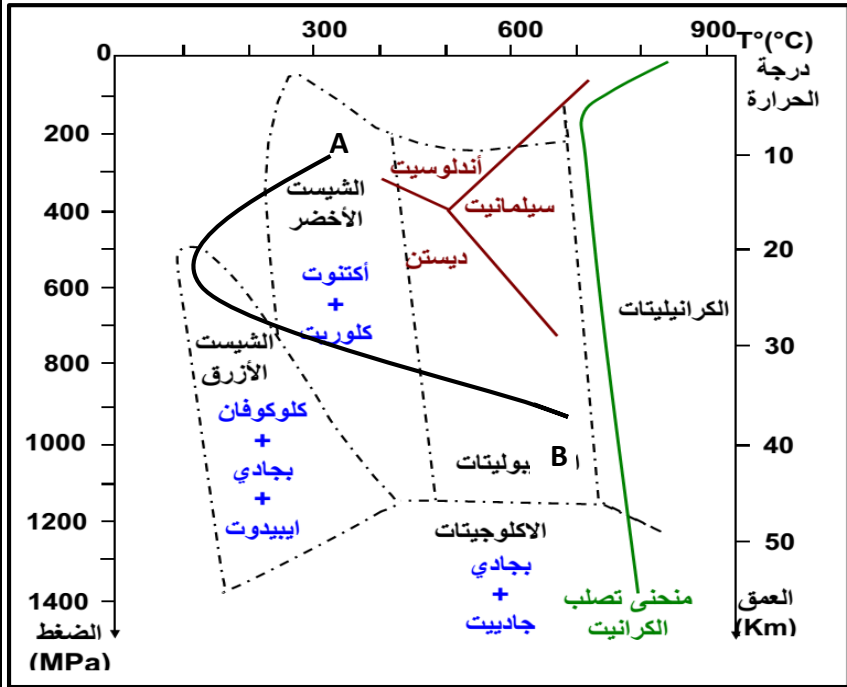
1. من خلال معطيات الوثيقة 1، حدد مجال استقرار المعادن الثلاث الملاحظة.
2. بالاستعانة بمعطيات الوثيقة 1، استنتج المعادن التي ستظهر في صخرة طينية إذا كانت في عمق 10 كيلومتر ودرجة حرارة 200c ثم 500c.
3. تم العثور على صخرة متحولة تحتوي على كمية مهمة من معدن السيليمانيت. هل يمكن ان يفيد هذا المعطى في تعرف ظروف التحول التي أدت لتشكل تلك الصخرة؟ **علل إجابتك.**
4. انطلاقا من مما سبق، بين لماذا يطلق على كل من الأندلوسيت والسيليمانيت والديستين معادن مؤشرة.

الجدول أ

الصخور	التفاعلات	المعادن المؤشرة	طين	شيبست	ميكاشيبست	غنايس
ميكاشيبست ذو موسكوفيت	كلوريت + موسكوفيت	كلوريت و موسكوفيت	سيليكات الألومين + معادن طينية	سبيريسست	موسكوفيت	أندلوسيت
ميكاشيبست ذو نوعين من البكا	بيجادي + بيونيت	موسكوفيت متق و بيونيت				
غنايس ذو نوعين من البكا	مرو + موسكوفيت	اختفاء الكلوريت	معدن طينية	كلوريت	بيجادي	فلدسبات
غنايس ذو بيونيت	سيلسمانيت + أرتوز سيلسمانيت + مرو + بيونيت	بيونيت و سيلسمانيت اختفاء الموسكوفيت				
غنايس أبيض	كوردبيريت + مرو	اختفاء البيونيت			بيونيت	

- الوثيقة 2: الجدول أ متتالية تحولية لصخور طينية وتركيبها العيداني. الجدول ب: تغير التركيب العيداني حسب ظروف الضغط ودرجة الحرارة مع مجالات استقرار هذه المعادن.
- الجدول ب**
5. صف معطيات الجدولين أ و ب واستنتج منهما تعريف المتتالية التحولية

التعليمات



الوثيقة 3

- 3: سحنات التحول والسلسلة التحولية قام الجيولوجي الفنلندي Escola بإخضاع صخرة بازلتية لظروف ضغط وحرارة متغيرين فحصل على النتائج المبينة في الوثيقة.
- التعليمات**
6. صف مبيان الوثيقة 3 واستنتج مفهوم سحنة التحول.
  7. من خلال مبيان الوثيقة ماهي سحنات التحول التي ميزت تحول الصخرة A الى الصخرة B؟

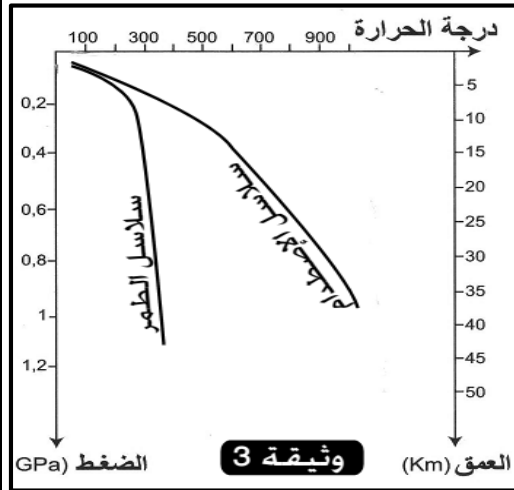
## بطاقة النشاط 4: مميزات التحول المصاحب لتشكل سلاسل الاصطدام

### الوضعية

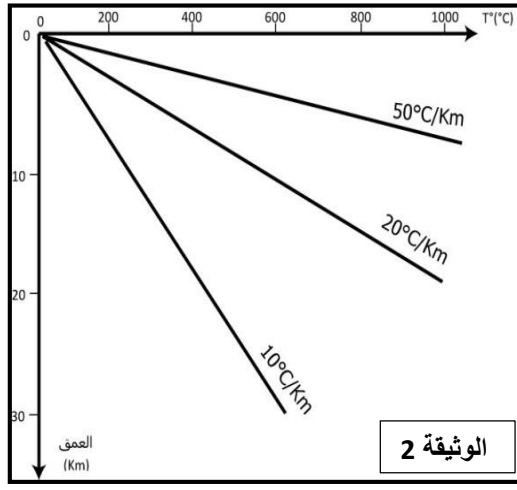
تتميز سلاسل الاصطدام باستسطاح ثلاث صخور متحولة وهي الشيست، الميكاشيست والغنايس حيث بينت دراستها ان لها بنايات وتركيب عيداني مختلف ولها نفس التركيب الكيميائي فماهي ظروف تشكلها؟ وماهي العوامل الأساسية المتدخلة في تحولها؟ وماهي السلسلة التحويلية المميزة لها؟

### الأسناد

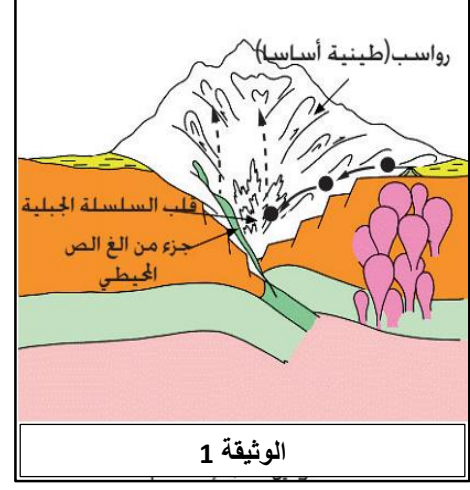
- الوثيقة 1: ظروف التحول في مناطق الاصطدام
- الوثيقة 2: تغيرات الدرجة السعيرية حسب العمق في مناطق مختلفة من الغلاف الصخري.
- الوثيقة 3: تغير درجة الحرارة والضغط في مناطق الاصطدام والطمير.



وثيقة 3

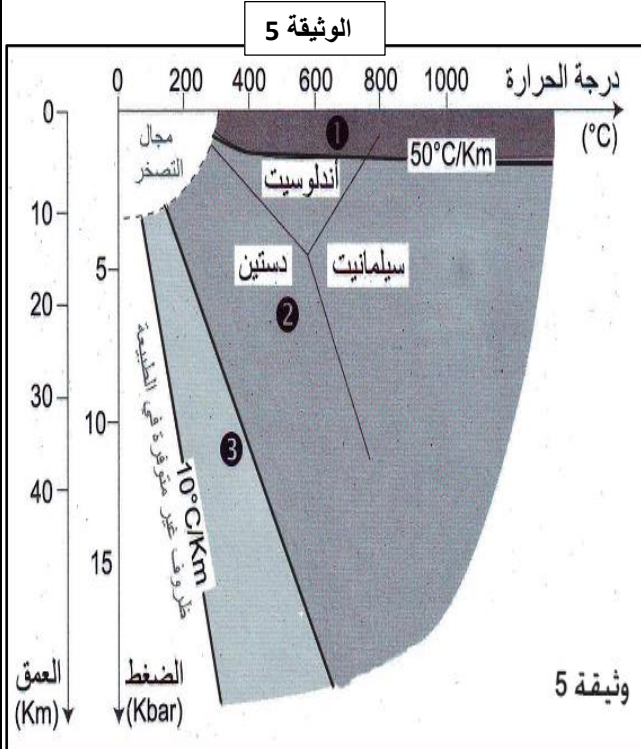


الوثيقة 2

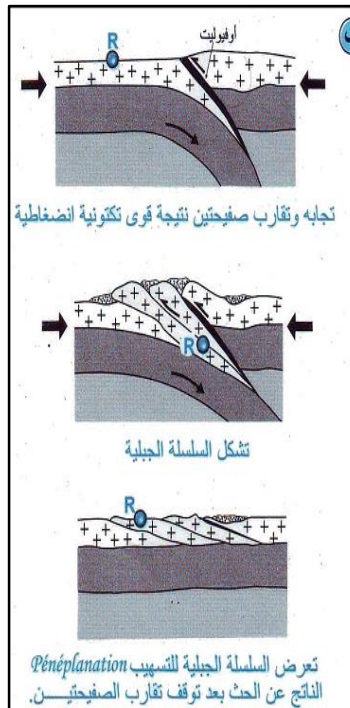


الوثيقة 1

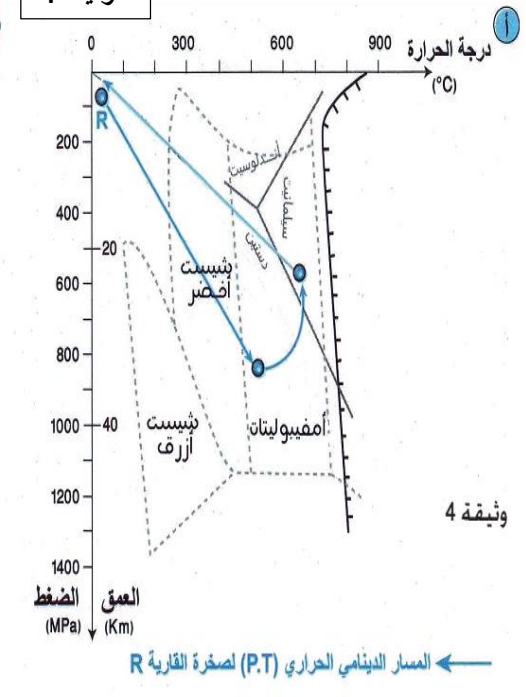
- الوثيقة 4: مسار تطور التحول في مناطق الاصطدام: تتم تتبع مصير صخرة R تنتمي للغلاف الصخري أثناء حدوث الاصطدام.
- الوثيقة 5: مجالات التحول في الطبيعة.



الوثيقة 5



الوثيقة 4



وثيقة 4

### التعليمات

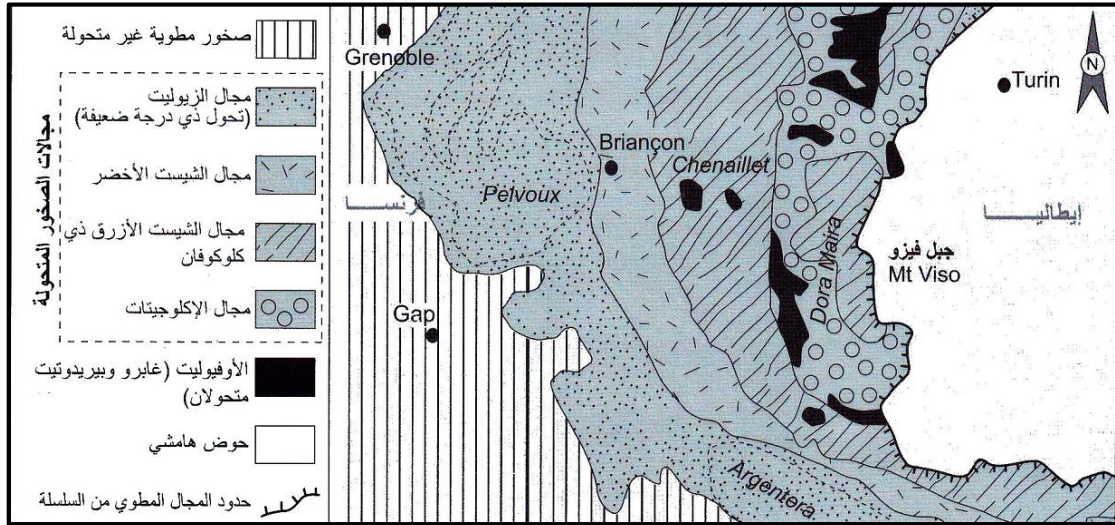
1. انطلاقا من معطيات الوثائق 1، 2 و 3، صف ظروف التحول المميز لمناطق الاصطدام محددًا درجة تأثير عملي التحول في تلك المناطق.
2. من خلال الوثيقة 4، حدد السلسلة التحويلية المميزة للتحول المصاحب لتشكل سلاسل الاصطدام.
3. حدد مميزات مجالات التحول 1، 2 و 3 الممثلة في الوثيقة 5 وبالاستعانة بكل المعطيات السابقة استنتج لأي مجال ينتمي التحول المميز لسلاسل الاصطدام.
4. بواسطة خطاطة واضحة، لخص ظروف التحول المصاحب لتشكل سلاسل الاصطدام محددًا فيه نوع التحول، العوامل المتدخلة فيه ودرجة كل عامل وعلاقتها بتكتونية الصفائح، الصخور الأصلية التي تخضع للتحول والمتتالية التحويلية والسلسلة التحويلية.

الوضعية

تتميز مناطق الطمر أساسا بظواهر صهارية تنتج انصهار البيريدوتيت لكن الغلاف الصخري المحيطي المنغرز يخضع أثناء انغرازه لظروف درجة حرارة وضغط عاليين مما يعني أنها ظروف ملائمة لحدوث ظاهرة التحول. للكشف عن المميزات البنيوية والعيديانية للصخور المتحولة المميزة لمناطق نقترح دراسة معطيات الوثيقة التالية

الأسناد

- الوثيقة 1 : الخريطة الجيولوجية لمنطقة الطمر من جبال الألب الفرنسية.



- الوثيقة 2 : عينات من الصخور المميزة لمناطق الطمر مع ملاحظاتها بالمجهر المستقطب وتركيبها الكيميائي.

اكولوجيت ذو بجادي وجادييت	شيست أزرق ذي كلوكوفان وايبيدوت	غابرو أوفولييتي							
			الملاحظة بالعين المجردة						
			ملاحظة الصفيحة الدقيقة بالمجهر المستقطب						
Cpx = بيروكسين Ep+Glc = كلوكوفان وايبيدوت Gt = البجادي	Cpx = بيروكسين Glc = كلوكوفان	Cpx = بيروكسين PL = بلاجيوكلاز	التركيب العيادي						
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	العناصر	التركيب الكيميائي لهذه العينات نفس
47,1	14,2	2,3	11	12,7	9,9	2,2	0,4	النسب المئوية	التركيب الكيميائي العام

التعليمات

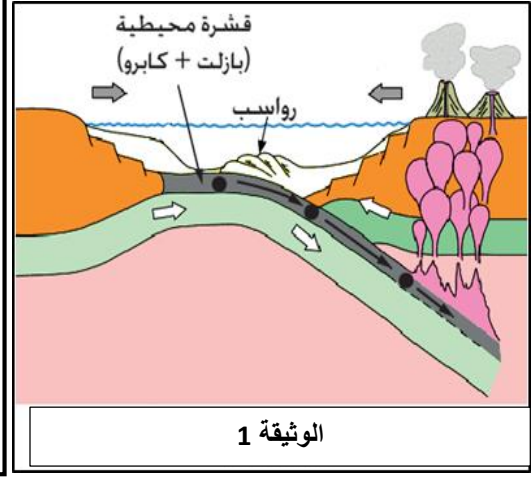
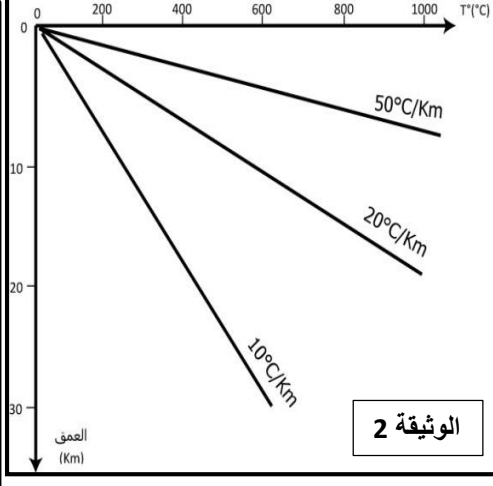
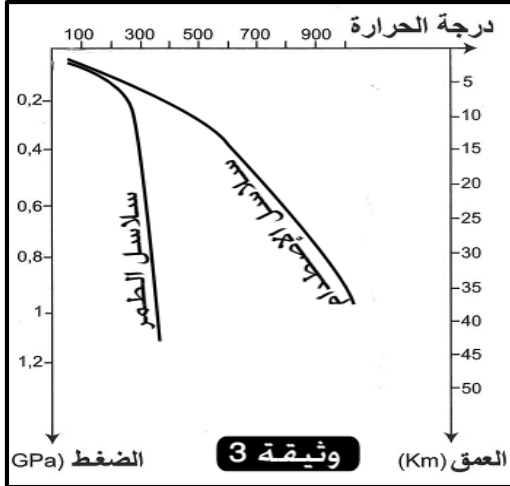
1. انطلاقا من دراستك السابقة لظاهرة الطمر وباعتبار معطيات الوضعية، حدد الصخور التي تخضع للتحول في مناطق الطمر وبين الصعوبات التي تطرحها دراسة الصخور المتحولة في تلك المناطق.
2. من خلال الخريطة الجيولوجية الممثلة في الوثيقة 1 حدد أنواع الصخور المتحولة المميزة لمناطق الطمر. هل هي نفسها الموجودة في مناطق الاصطدام؟ ماذا يعني ذلك؟
3. قارن البنية والتركيب العيادي والكيميائي لصخور الكابرو، الشيست الأزرق والإكلوجيت مستنتجا المتتالية التحولية المميزة لمناطق الطمر.

### الوضعية

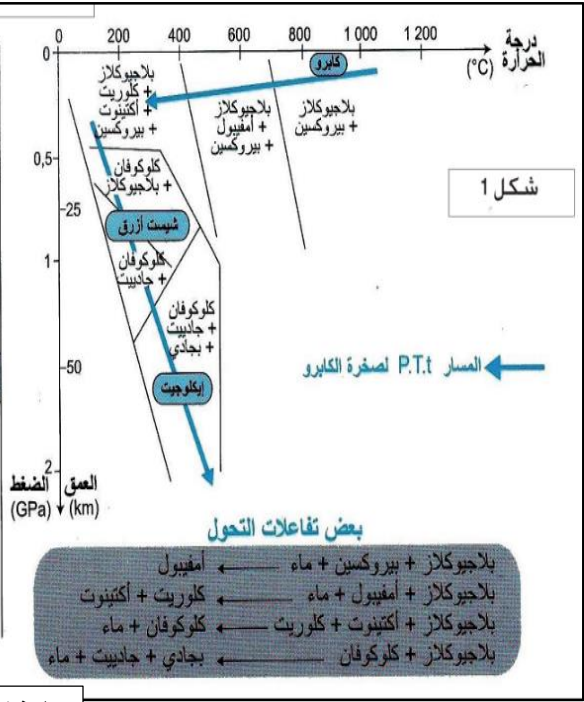
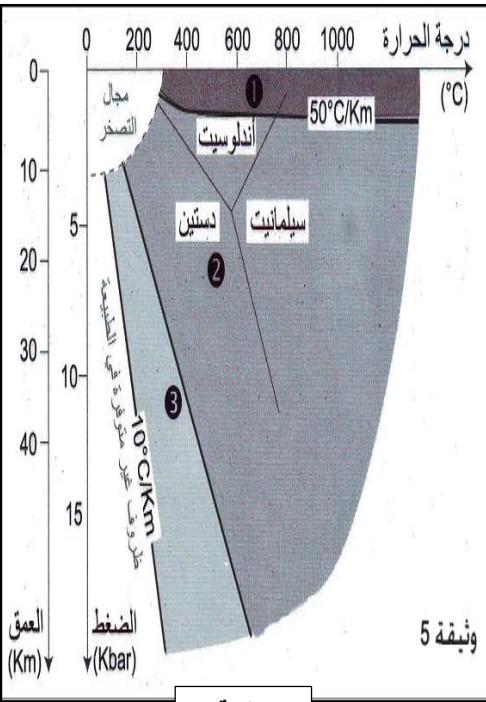
خلال ظاهرة الطمر تخضع صخور الغلاف الصخري المحيطي لظروف التحول حيث تتعرض صخور الكابرو والبازلت لظاهرة التحول مكونة صخور مثل الشيست الأزرق والإكلوجيت وقد بينت دراسة تلك الصخور ان لها بنيات وتركيب عيداني مختلف ولها نفس التركيب الكيميائي فماهي ظروف تشكلها؟ وماهي العوامل الأساسية المتدخلة في تحولها؟ وماهي السلسلة التحويلية المميزة لها؟

### الأسناد

- الوثيقة 1: ظروف التحول في مناطق الطمر
- الوثيقة 2: تغيرات الدرجة السعيرية حسب العمق في مناطق مختلفة من الغلاف الصخري.
- الوثيقة 3: تغير درجة الحرارة والضغط في مناطق الاصطدام والطر.



- الوثيقة 4: مسار تطور التحول في مناطق الطمر.
- الوثيقة 5: مجالات التحول في الطبيعة.



### التعليمات

1. انطلاقا من معطيات الوثائق 1، 2 و 3، صف ظروف التحول المميز لمناطق الطمر محددًا درجة تأثير عملي التحول في تلك المناطق.
2. من خلال الوثيقة 4، حدد السلسلة التحويلية المميزة للتحول المصاحب لتشكل سلاسل الطمر.
3. سم مجالات التحول الممثلة في الوثيقة 5 وبالاستعانة بكل المعطيات السابقة استنتج لأي مجال ينتمي التحول المميز لسلاسل الطمر.
4. بواسطة خطاطة واضحة، لخص ظروف التحول المصاحب لتشكل سلاسل الطمر محددًا فيه نوع التحول، العوامل المتدخلة فيه ودرجة كل عامل وعلاقتها بتكونية الصفائح، الصخور الأصلية التي تخضع للتحول والتمتالية التحويلية والسلسلة التحويلية.