

التصحيح**التمرين الأول :****1 - العناوين المقترحة:**

- تمثيل تخطيطي لمقطع في منطقة غوص.
النشاط التيكtonي المرتبط بالغوص (النشاط التيكtonي المرتبط بتقارب الصفائح)
غوص صفيحة محيطية أسفل صفيحة قارية.

2-الاسماء المناسبة لأرقام الوثيقة:

1 - الغلاف الصخري	2 - البرنس العلوي (الاستينوسفير)	3 - صفيحة محيطية	4- صفيحة قارية
5 - منطقة غوص	6 - صعود الماغما	7 - مستوى بنيوف	

3-النشاطات التيكtonية المرتبطة بالغوص:

- نشاط بركاني شديد تشكل سلسلة بركانية و سلاسل جبلية على الحافة .
زلازل عديدة و عنيفة تتوزع بؤرها على مستوى مائل يسمى مستوى بنيوف .
حيث تكون سطحية في المحيط و يزداد عمقها كلما اتجهنا نحو القارة.

4-توضيح التغيرات المصاحبة لاستمرار ظاهرة الغوص:

- استمرار غوص صفيحة محيطية تحت صفيحة قارية يؤدي إلى غلق الحوض الرسوبي و تصادم الصفيحتين القاريتين و تصادم قاريتين مصحوبا بتشكيل سلاسل جبلية حديثة.

التمرين الثاني :**1-أ - العنوان المناسب للوثيقة :**

- رسم تخطيطي يوضح النشاط التيكtonي المرتبطة بحركة الصفائح.

ب - تقديم الأسماء المناسبة لأرقام الوثيقة:

- 1 - ظهور وسط محيطية ، 2 - بركنة مناطق الغوص ، 3 - منطقة غوص ، 4 - فالق تحويلي ،
5- تيارات الحمل ، 6 - بركنة منطقة الغوص (جزر بركانية) ، 7 - بركنة الظهر وسط محيطية
8- بركنة النقاط الساخنة

2- أ - استخراج حركات الصفائح التي تبرزها الوثيقة:

تمثل الوثيقة ثلاث حركات للصفائح:

- تقارب صفيحتين محيطية و قارية (غوص صفيحة محيطية أسفل الصفيحة القارية).
➤ تباعد صفيحتين محيطيتين (نشوء الظهر وسط محيطية).
➤ تقارب صفيحتين محيطيتين (غوص صفيحة محيطية أسفل صفيحة محيطية) .

ب - المسبب الرئيسي لهذه الحركات :

- هو تيارات الحمل على مستوى الاستينوسفير

ج - استخراج من الوثيقة النشاطات التكتونية المرتبطة بهذه الحركات:

- النشاطات التيكtonية المرتبطة بتباعد الصفائح :

■ الظهات المحيطية تشكلت نتيجة تباعد الصفائح تاركة مجالا تملؤه المواد البركانية

للبراكين مشكلة سلاسل جبلية تتوزع وفق أحزمة وسط المحيطات ، فاستمرار النشاط البركاني على مستوى محور الظهرات يشكل وسائد بركانية نتيجة التبريد السريع للمagma عند ملامستها الماء ، و بالتالي تنشأ على مستوى الظهرات بشكل مستمر قشرة جديدة.

■ يحدث على مستوى الظهرات زلازل سطحية نتيجة نشوء فوالق عادية و فوالق تحويلية ، حيث الفوالق العادية موازية لمحور الظهرة وتؤدي إلى توسعها .

أما الفوالق التحويلية فهي عمودية على محور الظهرة و بالتالي تحدث تفاوتاً في الظهرات و تغير مسارها .

➤ النشاطات التكتونية المرتبطة بتقارب الصفائح :

الصفحة المحيطية تقترب من صفحة أخرى (محيطة أو قارية) لتغوص تحتها .

تمتاز مناطق الغوص بـ :

- نشاط بركاني شديد تشكل سلسلة بركانية و سلاسل جبلية على الحافة
- زلازل عديدة و عنيف تتوزع بؤرها على مستوى مائل يسمى مستوى بنيوف حيث تكون سطحية في المحيط و يزداد عمقها كلما اتجهنا نحو القارة.
- استمرار غوص صفحة محيطية تحت صفحة قارية يؤدي إلى تصادم قارتين و بالتالي غلق حوض رسوبي و تشكل سلاسل جبلية .

3 – تكملة الجدول :

المسلة الجبلية	بين جزء قاري و جزء محيطي	بين جزنين قاريين لصفحتين	داخل الجزء المحيطي	داخل الجزء القاري
جبال الألب		+		
جبال الأنديز	+			
جبال الهيمالايا		+		
جبال الأطلس				+
سلسلة جزر بركانية			+	

التمرين الثالث :

1- البيانات:

- A = قشرة قارية طافية.

- B = برنس اللوح الطافي.

- C = قشرة محيطية غائصة.

2- يقع R1 على سطح القشرة القارية الطافية و يقع R2 داخل القشرة القارية الطافية.

3- يتشكل R1، R2 إثر انصهار برنس اللوح الطافي فيصعد magma ليتجمع في غرفة ماغماتية، يندس جزء منه في القشرة و يصعد جزء منه إلى السطح على شكل براكين.

4- magma الذي تشكل منه الصخرين R1، R2، حامضي.

5- R1 = أنديزيت. R2 = غرانوديوريت.

التمرين الرابع :

1 - نوع الصفائح الارضية المتقاربة في الشكلين (أ) و(ب) :

- الشكل (أ) : تتقارب صفيحة قارية وصفيحة محيطية
- الشكل (ب) : تتقارب صفيحة محيطية من صفيحة محيطية أخرى

المظاهر الجيولوجية الناتجة في الشكلين (أ) و(ب) :

- الشكل (أ) : يتكون أقواس بركانية أنديزيتية و خندق بحري , وفي الشكل (ب) يتكون أقواس جزر بركانية بازلتية و خندق بحري.

موقع تشكل الخندق المحيطي وعلاقة هذا الأخير بالأقواس البركانية وأقواس الجزر البركانية :

- يتكون الخندق البحري عند تقارب صفيحة محيطية من صفيحة أخرى سواء كانت قارية أو محيطية , فإن الصفيحة المحيطية الأكثر كثافة تغوص تحت الصفيحة الأخر الأقل كثافة ; أي ان الخنادق البحرية تتكون عند مناطق الغوص . وتتكون كل من الاقواس البركانية والجزر البركانية موازية للخنادق البحرية.

2 - النص العلمي :

مقدمة :

➤ ان تقارب صفيحتين (لوحين) محيطيين أو صفيحة محيطية مع صفيحة قارية يؤدي إلى غوص الصفيحة المحيطية في البرنس.

فماهي الظواهر الجيولوجية الناتجة عن عملية الغوص والتي ادت إلى تشكل كل من سلسلة جبال الأنديز وأقواس جزر الكوريل ؟

العرض :

يوجد نوعان من حدود الغوص، الأول غوص من نوع محيطي- قاري، والآخر غوص من نوع محيطي - محيطي.

غوص محيطي - قاري : عند تقارب صفيحة محيطية من صفيحة قارية، تغوص الصفيحة المحيطية تحت الصفيحة القارية؛ لأن كثافتها أكبر؛ فينتج من انثنائها وغوصها تكون الخنادق البحرية مثل أخدود بيرو - تشيلي، وفي أثناء غوص الصفيحة المحيطية في الرداء (الستار) العلوي فإنها تحمل معها رسوبيات قاع المحيط؛ وهي رسوبيات تتكون من أنواع مختلفة من الصخور، تركيبها الكيميائي مشابه لتركيب صخور الغرانيت الحامضية، وتنصهر هذه الرسوبيات والصفيحة المحيطية المكونة من صخور قاعدية لتعطي ماغما من نوع جديد تكون متوسطة التركيب الكيميائي؛ وهي الماغما الأنديزيتية (Andesitic Magma)، تندفع إلى الأعلى داخل الصفيحة القارية لتشكل أقوسا بركانية (Volcanic Arcs) أو سلاسل جبلية بركانية (Volcanic Mountain Ranges) مثل سلسلة جبال الأنديز.

غوص محيطي - محيطي : عند تقارب صفيحتين محيطيتين، تغوص الصفيحة المحيطية الأكبر عمرا والأبرد تحت الصفيحة الأخرى؛ لأن كثافتها أكبر. فينتج من انثنائها وغوصها تكون الخنادق البحرية مثل خندق الكوريل، وبالألية السابقة نفسها تغوص الصفيحة المحيطية الأبرد في الرداء العلوي حاملة معها رسوبيات قاع المحيط، وتنصهر هذه الرسوبيات و الصفيحة المحيطية مشكلة ماغما، تندفع داخل الصفيحة المحيطية مكونة أقواس جزر بركانية (Volcanic Islands)؛ أي جزر بركانية محاطة بالماء مثل أقواس جزر الكوريل.

وتكون كل من الأقواس البركانية و الجزر البركانية موازية للخنادق البحرية .

الخاتمة :

إن حدود الصفائح التكتونية عبارة عن مناطق نشطة تنشأ على مستواها تضاريس مميزة مثل تشكل كل من سلسلة جبال الأنديز وأقواس جزر نتيجة لحركات تقارب بين الصفائح التكتونية (ظاهرة الغوص .

التمرين الخامس :

1 – تعرف على الظاهرة الجيولوجية الممثلة في الوثيقة :

- رسم تخطيطي لمقطع في منطقة غوص

كتابة البيانات المرقمة من 1 إلى 4:

4	3	2	1
براكين من قوس النار	حفرة محيطية	قشرة محيطية	قشرة قارية

2 – النص العلمي : تحديد كيفية تكون هذه السلسلة مع ذكر مميزاتها :
مقدمة :

توزيع السلاسل الجبلية الحديثة في العالم تبين بأنها تتكون كلها في حدود الصفائح التي تتقارب من بعضها البعض وهذا التقارب يؤدي إما إلى اصطدام الصفيحتين أو إلى غوص إحداها تحت الأخرى.

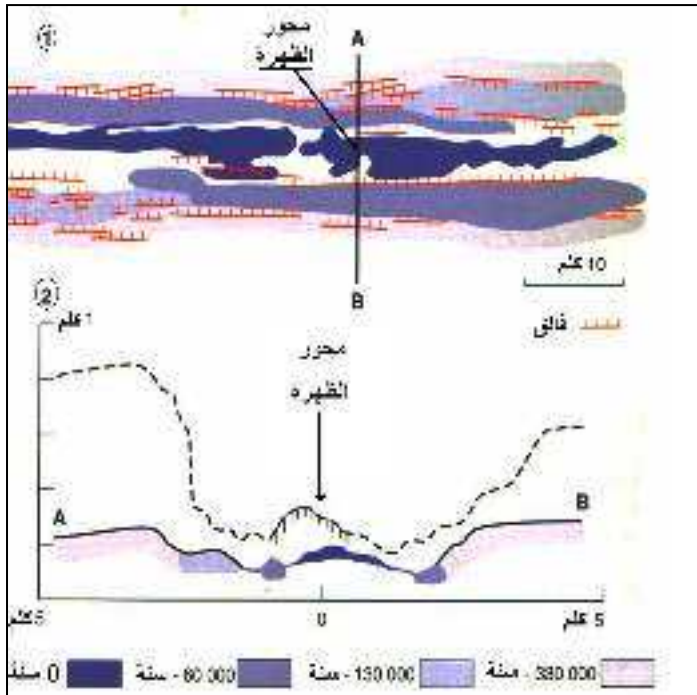
فكيف تتكون سلاسل الغوص وبماذا تتميز ؟

تنتج هذه السلاسل عن ظاهرة الغوص أي بدخول القشرة المحيطية الأكثر كثافة تحت القشرة القارية . وبسبب القوة الانضغاطية التي تسببها القشرة المحيطية على القارية فيؤدي ذلك إلى تشوه القشرة القارية فتظهر بها تشوهات مثل الطيات والفوالق العكسية. وعندما يصل إلى عمق معين , ترتفع درجة حرارة القشرة المحيطية فينصهر جزئيا وتتكون صهارة التي تظهر في السطح على شكل اندفاعات بركانية . وتعتبر سلسلة الانديز المتواجدة على طول السواحل الأمريكية الجنوبية أفضل مثال لهذه السلاسل. إذن تتميز مناطق الغوص بزلازل يتزايد عمق بؤرها من المحيط إلى القارة حيث تصحبها اندفاعات بركانية, وتعتبر إحدى حدود الصفائح التكتونية .

الخاتمة :

مما سبق سلال الخوص تنتج عن تقارب وتقابل الصفائح التكتونية بفعل القوى الانضغاطية , ويتحدد نوع السلسلة الجبلية من خلال الظاهرة الجيولوجية (الغوص) التي صاحبت هذه السلسلة .

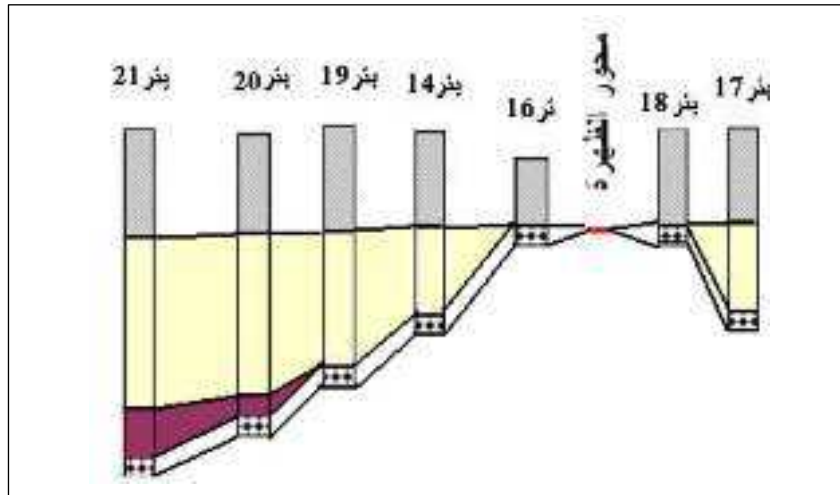
التمرين السادس :



- 1- محور الظهرة ممثل على الخريطة والمقطع.
- 2- تتوزع الصخور البركانية بالتناظر بالنسبة لمحور الارتفاع حيث يزيد عمرها كلما ابتعدنا منه
- 3- مصدر التراكيب التدريجية المبينة في المقطع A-B هو الفوالق العادية.
- 4- نلاحظ وجود تشابه بين المنحنى AB والمنحنى المأخوذ من ظهرة المحيط الأطلسي، الاختلاف الوحيد هو شكل التضاريس حيث تكون تضاريس المحيط الأطلسي كبيرة بالمقارنة مع تضاريس ظهرة «GLAPAGOS» ويعود هذا إلى الاختلاف في العمر.

التمرين السابع :

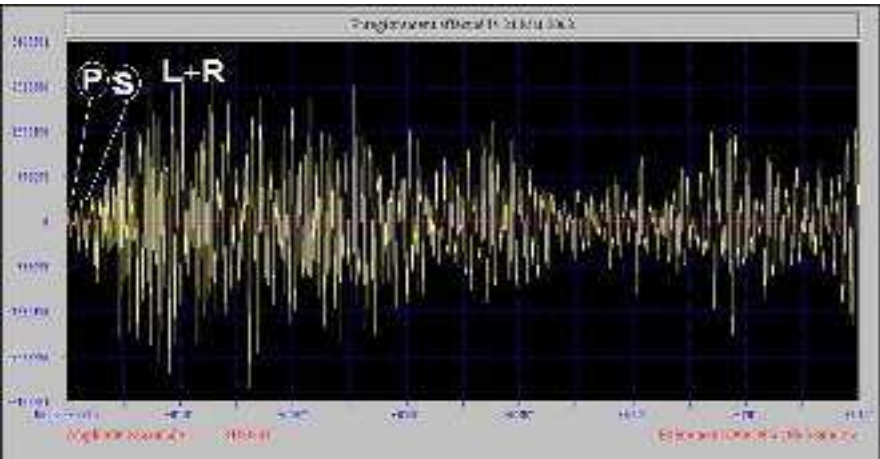
- 1- تكون آثار الرسوبات القريبة من الظهرة قليلة السمك وغير كاملة وتكون الرسوبات البعيدة عن الظهرة كبيرة السمك وكاملة.
- 2- تكون الرسوبات البعيدة عن الظهرة ذات عمر كبير وتكون الرسوبات القريبة من الظهرة ذات عمر صغير
- 3-



- 4- تدل مختلف الآبار الموزعة على جانبي الظهرة على توسع قاع المحيط مع مرور الزمن.

التمرين الثامن :

1- تعيين الموجات P و S و L و R على الرسم.



2- الزمن الذي استغرقته الموجات الزلزالية

للوصول إلى محطة موناكو: د 21 ثا

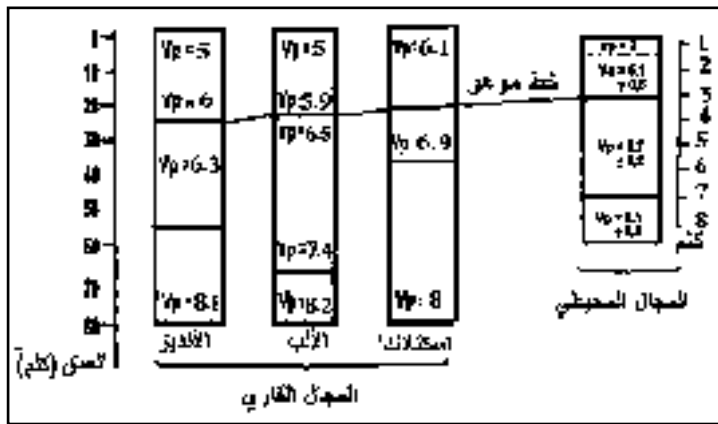
المسافة التي تفصل إمارة موناكو عن بومرداس: 3646.5 كلم.

3- زمن وصول الموجات S إلى محطة موناكو: 15 د 10 ثا.

التمرين التاسع :

1- نلاحظ أن عمق الموهو في المجال القاري أكبر من عمقه في المجال المحيطي.

2 -



أ- المجال المحيطي: نلاحظ أن الصخور الموجودة فوق الإنقطاع عبارة عن بازلت ورسوبات غير متماسكة بينما نجد تحت الإنقطاع صخري الغابرو والبيريديوتيت.

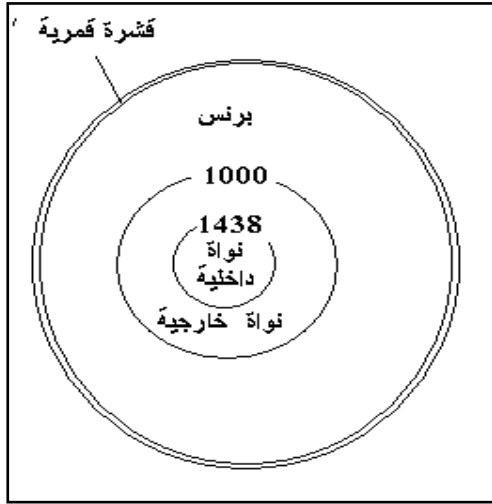
ب- المجال القاري: نلاحظ أن الصخور الموجودة فوق الإنقطاع عبارة عن غرانيت وصخور متحولة بالنسبة لإسكتلندا رسوبات متماسكة، غرانيت

وصخور متحولة بالنسبة للألب ورسوبات متماسكة وجرانيت بالنسبة للأنديز بينما نجد تحت الإنقطاع بيريدوتيت في كل من إسكتلندا والألب والأنديز.

3 - يفوق سمك المجال القاري بـ 10 مرات سمك المجال المحيطي ويعود ذلك لكون المجال المحيطي مكان لترقق القشرة الأرضية بينما يعتبر المجال القاري مكان لتضاعفها.

التمرين العاشر :

- 1- يبين تحليل المنحنيات الزلزالية أن باطن القمر مكون من مجموعة من المستويات ويرجع ذلك لتغير سرعة الموجات الزلزالية بدلالة العمق.
- 2- نلاحظ أنه يوجد تشابه بين مسار الموجات الزلزالية داخل الكرة الأرضية وداخل القمر حيث يتوافق التغير المفاجئ لـ VP وغياب VS في 2900 كلم تحت الأرض مع التباطؤ لـ VS داخل القمر.
- 3- يقابل البازلت الأرضي بازلت قمري ويقابل البيريدوتيت الأرضي بيريدوتيت قمري.
- 4- مقطع داخلي في باطن القمر



التمرين الحادي عشر :

1- أ - تعريف ظاهرة التحول :

هو مجموعة من التغيرات البنيوية والمعدنية التي تطرأ على صخرة سابقة الوجود (رسوبية , نارية أو متحولة) , في حالتها الصلبة , بفعل عاملي الضغط او الحرارة أو هما معا.

ب- مميزات مناطق الغوص :

- وجود خنادق محيطية عميقة .
- زلازل عنيفة (تكون سطحية وكلما اتجهنا نحو القارة يزداد عمقها) , تنتظم بؤرها على مستوى مائل (مستوى بينيوف).
- اختلالات حرارية , حيث أن خطوط ثوابت درجة الحرارة غير موازية لسطح الأرض , بل تنغرز (تغوص) نحو العمق حسب سطح مائل موافق لمستوى بينيوف , يفسر هذه الاختلالات بانغراز صفيحة باردة بالاستينوسفير الساخن.
- بركنة انفجارية تؤدي إلى قذف صهارة انديزيتية.
- قوس من الجزر البركانية كسلسلة جزر اليابان والأنتيل وسلاسل جبلية كسلسلة الأنديز بأمريكا الجنوبية .

2 - النص العلمي:

مقدمة :

يغوص اللوح المحيطي تحت الحافة النشطة لصفيحة تضم قشرة قارية أو قشرة محيطية . تنتج الصخور المتحولة المميزة للحواف النشطة عن تحولات بازلت و غابرواللوخ الغائص , ينشأ الغابر من التبريد البطيء للماغما البازلتية في العمق , وينشأ البازلت من التبريد السريع للماغما على السطح .

فما هي مراحل تشكل الصخور المميزة لمناطق الغوص , وما هو دور كل الماء , درجة الحرارة والضغط في نشأة الصخور على مستوى هذه المناطق .

العرض :

تنخفض درجة حرارة الليتوسفير المحيطي ويزداد سمكه وكثافته كلما ابتعدنا عن الظهرة مما يؤدي إلى غوصه .

الصخور اللوح الغائص تمر بتحولات تحدث على مستوى مرحلتين أساسيتين:

المرحلة الاولى : انصهار جزء من الليتوسفير القاري نتيجة الضغط العالي الناتج عن الغوص وصعود الماغما وتشكل نوعين من الصخور وهي **الصخور البركانية** وهي الصخور التي تشكلت على السطح و تبردت بسرعة و **الصخور الأندسائية** وهي الصخور التي تشكلت في الأعماق (من 2 كم إلى 6 كم) و برزت إلى السطح بعد حدوث عملية التعرية ، ومن أهمها الغرانيت . أصل هذه الصخور ماغما غنية بالسليس كثيرة اللزوجة و هذا ما يتسبب في البركنة الانفجارية .

المرحلة الثانية (مرحلة الصخور المتحولة):

إن الغابرو المتشكل على مستوى الظهرة يتكون أساسا من البروكسين و البلاجيوكلايز , يتعرض الغابرو للتحول والتشوه بسبب انخفاض الحرارة من جهة وبتأثير المياه الساخنة من جهة أخرى . تعمل المياه الساخنة على إمالة الغابرو - مما يؤدي إلى ظهور معادن جديدة مميّهة مثل الأمفيبول من نوع Hornblend فيتشكل غابرو متحول جديد يعرف بالميتاغابرو ذو المعدن هورنبلاند ينتمي إلى سحنة الأمفوبوليت . باستمرار ابتعاد الميتاغابرو ذو الهورنبلاند عن الظهرة يتعرض من جديد إلى التحول (تحول هيدروترمال = إمالة + انخفاض في الحرارة) فتظهر معادن جديدة منها الكلوريت , فيتشكل ميتاغابرو ذو الكلوريت الذي ينتمي إلى سحنة الشيبست الأخضر .

خلال حدوث عملية الغوص يتعرض ميتاغابرو ذو الكلوريت إلى تحول جديد نظرا لزيادة الضغط مما يتسبب في تجفيفه فتتشكل معادن جديدة منها الغلوكوفان (أمفيبول أزرق) , فينتج عن ذلك ميتاغابرو ذو غلوكافون الذي ينتمي إلى سحنة الشيبست الأزرق.

يستمر ميتاغابرو ذو غلوكافون في الغوص فيزداد الضغط والحرارة عليه ، فيحدث له تجفيف جديد و بشكل كبير فتنتج كمية من الماء فيتعرض إلى تحول فتظهر معادن جديدة منها الغرونا و الجادييت , فينتج عن ذلك ميتاغابرو ذو الغرونا و الجادييت الذي ينتمي إلى سحنة الاكلوجيت (الشيبست الأزرق و الإكلوجيت هي صخور مميزة لمناطق الغوص)

الخاتمة :

يؤدي فقدان الماء من الصفيحة الغائصة بسبب الضغط المسلط عليها إلى تجفيفها وتغير معادنها (ظاهرة التحول .

يؤدي التحول إلى ظهور معادن جديدة تدل على الضغط العالي والحرارة المنخفضة المميزة لمنطقة الغوص كالغلوكوفان , الغرونا و الجادييت. تسمح ظاهرة الغوص بظهور مجالات ثبات المعادن في ظروف مميزة من الضغط والحرارة تدعى بالسحن تنتج عن ظاهرة الغوص ; سحن الشست الأزرق و الاكلوجيت

التمرين الثاني عشر :

الجزء الأول :

1 – استخراج من مقطع الوثيقة 1 المميزات الصخرية والبنوية لجبال الأنديز:

- وجود خندق محيطي على طول المنطقة.
- وجود براكين أنديزيتية وصخور بلوتينية من الغرانيت (الغرانوديوريت).
- وجود موشور التضخم.
- وجود فوالق معكوسة

2- تبيان أن هذه السلسلة الجبلية ناتجة عن ظاهرة الغوص :

- من الشكل (أ) : توزيع بؤر الزلازل حسب حسب العمق بشكل مائل في اتجاه القارة لتشكل ما يسمى مستوى Benioff.
 - من الشكل (ب) : وجود شذوذ في منحنيات تساوي درجة الحرارة بحيث تنغرز مائلة نحو العمق حسب مستوى Benioff.
 - من الشكل (ج) : كثافة القشرة المحيطية أكبر من كثافة القشرة القارية.
- لا يمكن تفسير هذه الخاصية إلا باعتبار أن الصفيحة المحيطية تنغرز تحت الصفيحة القارية أي حدوث ظاهرة الغوص.

الجزء الثاني :

1 – تبيان من خلال استغلال شكلي الوثيقة 3 ظروف تشكل الصخور النارية في مناطق الغوص :

- الشكل (أ) : بوجود الماء ——— تقاطع بين منحنى الدرجة الحرارة (1) المنطقة الغوص ومنحنى تصلب البيريدوتيت المميعة (2) ——— انصهار جزئي للبيريديوتيت
- توجد منطقة الانصهار الجزئي للبيريديوتيت في عمق حوالى 100 km ودرجة حرارة 1000°C .
- الشكل (ب) : وجود منطقة الانصهار الجزئي بمحاذاة منحنى درجة الحرارة 1000°C مع وجود صهارة بركانية تعلو منطقة الانصهار الجزئي.

تشكل الصخور الصهارية في مناطق الغوص :

- غوص الغلاف الصخري المحيطي ——— ارتفاع كبير للضغط ——— تحرير الماء من طرف القشرة المحيطية الغائصة ——— تحقق شروط الانصهار الجزئي للبيريديوتيت ——— تكون الصهارة
- تبريد جزء من الصهارة في العمق ——— تشكل الصخور البلوتينية (الغرانيت) .
- صعود جزء من الصهارة إلى السطح ——— البركانية الأندرينية.

2 – نص علمي يلخص أهم مراحل تطور القشرة المحيطية من الظهرة إلى منطقة الغوص .

- تتشعب القشرة المحيطية بالماء خلال انتقالها من مكان تكونها وهو الظهرة إلى مناطق الغوص.
- تتعرض القشرة المحيطية عندئذ إلى تحولات وتغيرات في السمك حيث يتبلور الزجاج البركاني المكون لصخر البازلت مؤديا إلى تحول هذا الأخير إلى ميتاغابرو (صخر كله متبلورا) ويزيد سمك اللوح المحيطي كلما ابتعدنا عن الظهرة المحيطية.
- تفقد القشرة الناشئة جزء من حرارتها عندما تنتقل من الظهرة نحو منطقة الغوص ويدل ذلك أن القشرة المحيطية تتعرض إلى برودة كلما ابتعدت عن محور الظهرة.
- تتشعب القشرة المحيطية بالماء على مستوى الظهرة وتنقله معها إلى منطقة الغوص أين تتخلص منه على إثر الضغط المسلط عليها من طرف اللوح الطافي ، فينظم الماء إلى برنس هذا الأخير.
- تتميز الحواف النشطة بوجود صخور بركانية تشكلت على السطح كالأنديزيت وصخور اندساسية تشكلت في الأعماق كالغرانوديوريت.
- وصلت هذه الصخور إلى السطح عن طريق عوامل جيولوجية معينة كالتعرية والحركات التكتونية.

التمرين الثالث عشر :

الجزء الأول :

1 - تحديد مع التعليل نوع السلسلة الجبلية التي تنتمي إليها جبال البيرو:

- تواجد سلاسل جبلية على حافة قارية نشيطة.
- وجود خندق محيطي .
- وجود براكين أنديزيتية.
- طيات وفوالق معكوسة تدل على تعرض المنطقة لقوة انضغاطية.
- إذن جبال البيرو تنتمي إلى صنف سلاسل الغوص.

2 - استخراج ظروف الانصهار الجزئي للبيريدوتيت في مناطق الغوص:

- في غياب الماء تكون درجة الحرارة الضرورية لانصهار البيريدوتيت دائما اكبر من درجة الحرارة السعيرية، وبذلك لا ينصهر البيريدوتيت مهما كان العمق.
- بوجود الماء تنخفض درجة الحرارة الضرورية لانصهار البيريدوتيت لتصبح أقل من درجة الحرارة السعيرية في عمق يتراوح بين 80 km و 200 km.
- إذن ظروف الانصهار الجزئي للبيريدوتيت في مناطق الغوص:
- $25\text{kbar} < P < 63\text{kbar}$ و $800^\circ\text{C} < T < 1200^\circ\text{C}$: قيم تقريبية

الجزء الثاني :

1 - تبين مع التعليل أن هذه المنطقة خضعت لظاهرة التحول , وتحديد نوعه. :

الوثيقة (3-أ) :

- عند المرور من الغابرو إلى الميتاغابرو 1 ثم إلى الإيكولوجيت ، يلاحظ اختفاء معادن وظهور معادن أخرى .
- هذا التغير في التركيب المعدني يدل على حدوث ظاهرة التحول.

الوثيقة (3-ب) :

- معادن الميتاغابرو 1 تستقر في المجال B .
- معادن الميتاغابرو 2 تستقر في المجال C .
- معادن الإيكولوجيت تستقر في المجال D .
- وبالتالي فالمرور من الميتاغابرو 1 إلى الميتاغابرو 2 ثم إلى الإيكولوجيت ناتج عن ارتفاع هام للضغط وارتفاع نسبي لدرجة الحرارة.
- نوع التحول : تحول ديناميكي.

2 - أبرز أصل الصهارة (الماغما) الأنديزيتية المميزة لمنطقة الغوص :

- غوص الغلاف الصخري المحيطي لصفحة نازكا ← ارتفاع هام للضغط وارتفاع نسبي لدرجة الحرارة ← حدوث تحول ديناميكي وتحرير الماء ← انصهار جزئي للبيريدوتيت ← تشكل صهارة (ماغما) أنديزينية .

التمرين الرابع عشر :

الجزء الأول :

- تبيان أن الحافة الشرقية للقارة الأمريكية الجنوبية تشكل منطقة غوص، مع تحديد الصفيحة الغائصة والصفيحة الطافية :

- ✍ وجود بؤر زلزالية يزداد عمقها كلما اتجهنا داخل القارة.
- ✍ وجود خندق محيطي , وجود براكين.
- ✍ تحرك الصفيحة المحيطية لنازكا وصفيحة أمريكا الجنوبية في اتجاه معاكس .
- ✍ تحديد الصفيحة الغائصة والصفيحة الطافية :
- ✍ الصفيحة الغائصة هي صفيحة نازكا والصفيحة الطافية هي صفيحة أمريكا الجنوبية.

الجزء الثاني :

1 - مقارنة النتائج التجريبية للشكلين (أ) و(ب):

- ✍ الشكل (أ) : غياب الماء ——— عدم تقاطع بين منحنى التدرج الجيولوجي لمنطقة الغوص ومنحنى تصلب البيريدوتيت ——— عدم توفر ظروف الانصهار الجزئي للبيريدوتيت في منطقة الغوص.
- ✍ الشكل (ب) : بوجود الماء ——— تقاطع بين منحنى التدرج الجيولوجي لمنطقة الغوص ومنحنى تصلب البيريدوتيت ——— انصهار جزئي للبيريدوتيت.

شروط وظروف العمق ودرجة الحرارة اللازمة لحدوث الانصهار الجزئي للبيريدوتيت:

- ✍ العمق بين 80 – 100 km .
- ✍ ودرجة الحرارة بين 750°C و 1200°C

2 - تبيان أن هذه الظروف تتوفر في منطقة الغوص :

- ✍ توجد منطقة الانصهار الجزئي للبيريدوتيت المميه في منطقة الغوص في عمق حوالي 100km ودرجة حرارة حوالي 1000°C.

الجزء الثالث :

العلاقة بين التغيرات التي تطرأ على صخور الغلاف الصخري الغائص بمنطقة الغوص , وتشكل الصهارة (الماغما) بهذه المنطقة :

- ✍ غوص الغلاف الصخري المحيطي ——— ارتفاع كبير للضغط ——— تحول الصخرة R1 إلى R2 وتحول الصخرة R2 إلى R3 وحدث تفاعلات معدنية ——— تحرير الماء ——— تحقق شروط الانصهار الجزئي للبيريدوتيت ——— تشكل الصهارة (الماغما) .

التمرين الخامس عشر :

الجزء الأول :

1 - انماط التشوهات التكتونية التي عرفت هذه المنطقة الجيولوجية :

- طيات وفوالق

2 - نمط السلسلة الجبلية :

- سلسلة الطفو

الظاهرة الجيولوجية المسببة لها :

- ظاهرة الغوص

الادلة :

- وجود خنادق محيطية موازية للحافة النشطة

- نشاط بركاني (بركة انفجارية) وزلاي هام يدل على وجود حافة نشيطة على حدود الصفحتين؛

- وجود سلسلة جبلية موازية للحافة النشيطة؛

- زيادة عمق البؤر الزلزالية كلما اتجهنا نحو القارة (مستوى Benioff) .

الجزء الثاني :

1 - استنتاج اصل وظروف تشكل صخرة الميتاغبرو :

- يبين جول الشكل (أ) أن الغابرو والميتاغابرو لهما نفس التركيب الكيميائي و يبين الشكل (ب) أنه ليس اهما نفس التركيب المعدني.

- بما ان للصخرتين نفس التركيب الكيميائي وصخر الغابرو ينتمي للقشرة المحيطية وصخر الميتاغبرو تكونت في ظروف ضغط مرتفع ودرجة حرارة منخفضة تتناسب مع منطقة الغوص :

✎ اذن الميتاغابرو ناتج عن تحول الغابرو إثر ظاهرة الغوص.

2 - العلاقة بين ظاهرة الغوص وتشكل صخرة الغرانوديوريت :

- تقاطع منحنى ارتفاع درجة حرارة الرداء العلوي مع منحنى انصهار البيريدوتيت المميه ابتداء من عمق 60km

- اثناء ظاهرة الغوص تحرر صخور القشرة المحيطية الغائصة الماء إثر التحول , يؤدي هذا إلى تميه بيريدوتيت

الرداء العلوي و بالتالي انصهارها جزئيا مع تكون صهارة (ماغما) تنبرد في العمق لتعطي صخرة

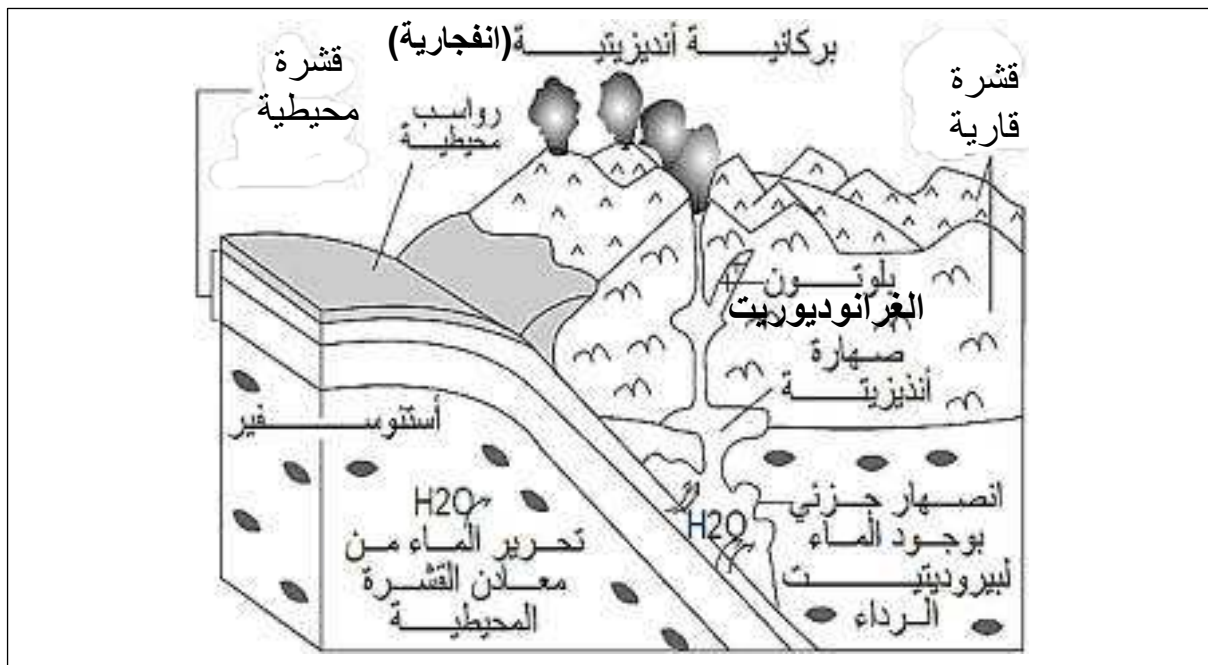
الغرانوديوريت

3 - رسم تخطيطي لظاهرة الغوص يبين :

- غوص الصفيحة المحيطية تحت الصفيحة القارية؛

- البركانية الأندزيتية (بركة انفجارية)

- تشكل بلوتونات الغرانوديوريت في العمق.



التمرين السادس عشر :

استغلال الوثائق :

الصور على اليمين للوثيقة 1 :

- نلاحظ على مستوى الغابرو المحيطي , تواجد الأمفيبول الأخضر بين البيروكسين والبلاجيوكلاز . وهذا يعني حدوث تفاعل تحول (التفاعل 1 من الوثيقة 2) , تحويل الغابرو المحيطي إلى ميتاغابرو من نوع الشيست الأخضر في وجود مياه المحيط.
- اذن حدوث تمييه لصخور القشرة المحيطية خلال تاريخ تشكلها.

الصور على اليسار للوثيقة 1 :

- تشكل الغلوكونان بين البيروكسين والبلاجيوكلاز (التفاعل 3 من الوثيقة 2) . هذا التفاعل يحرر الماء .
- اذن فقدان الماء من الصفيحة الغائصة (القشرة المحيطية) أدى إلى تجفيفها وتغير معادنها خلال ظاهرة الغوص.

الوثيقة 3 :

- في غياب الماء (المنحنى 3) : يبدأ انصهار البيريدوتيت عند الدرجة 1150°C وترتفع درجة بداية الانصهار مع زيادة العمق. اذن في غياب الماء لا يمكن بداية انصهار البيريدوتيت بمنطقة الغوص لعدم تقاطع تطور درجة الحرارة مع منحنى بداية انصهار البيريدوتيت الغير مميه (الجاف) .
- في وجود الماء (المنحنى 2) : تنخفض درجة حرارة بداية انصهار البيريدوتيت من 1100°C عند السطح إلى 1000°C بين عمق 80 - 120km , ثم تعود إلى قيمتها الاولى مع زيادة العمق . اذن في وجود الماء يتقاطع منحنى تطور درجة الحرارة مع منحنى بداية انصهار البيريدوتيت المميه بين عمق 80 و 120km , فيمكن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت عند هذا العمق .
- اذن الماء يخفض درجة حرارة بداية انصهار البيريدوتيت .

ومنه نستخلص أن:

- أثناء الغوص , يؤدي فقدان الماء من صخور الصفيحة المحيطية الغائصة بسبب الضغط المسلط عليها إلى تجفيفها وتغير معادنها (حدوث ظاهرة التحول) .
- ينتج ماغما مناطق الغوص عن الانصهار الجزئي للبيريدوتيت, يعود هذا الانصهار إلى إمالة بيريدوتيتات البرنس (الرداء) , حيث يلعب الماء دور مذيب يخفض من درجة حرارة الانصهار.
- تصعد الماغما المتشكلة إلى السطح (براكين انفجارية) أو تبقى في القشرة القارية و تتبرد ببطء (البلوتونية = plutonisme) .

ملاحظة: منطقة التقاطع بين المنحنيات هي منطقة الانصهار الجزئي للبيريدوتيت

التمرين السابع عشر :

استغلال الوثائق :

- ◀ في العصر ما قبل الكامبري, التدرج الجيوحراري يتقاطع مع منحنى تصلب البازلت المميه (منحنى انصهار البازلت المميه) قبل أن يصبح مجفف . وهكذا البازلت المميه للقشرة المحيطية الغائصة يدخل في انصهار جزئي و يسمح بتشكيل الماغما , وبتبريد هذه الاخيرة , فانها تشكل المواد القارية .
- ◀ بعد العصر ما قبل الكامبري , التدرج الجيوحراري للارض ينخفض . يتم تجفيف البازلت قبل الانصهار الجزئي للبازلت المميه . لذلك اثناء الغوص , بازلت القشرة المحيطية يتم تجفيفه مما يؤدي إلى انصهار جزئي لبيريدوتيت الرداء . الماغما المتشكلة هي مصدر المواد القارية الجديدة.

مما سبق نستخلص :

- ◀ للقشرة القارية اذن أصل مزدوج خلال الازمنة الجيولوجية :
- قبل 2.5 مليار سنة , انصهار جزئي لبازلت القشرة المحيطية . بعد 2.5 مليار سنة , الانصهار الجزئي لبيريدوتيت الرداء.

التمرين الثامن عشر :

1 – مصدر الماغما في نوعي القشرة (القارية والمحيطية) :

• على مستوى الظهرة صعود الاستينوسفير يسبب الانصهار الجزئي للبيريدوتيت الرداء بعد انخفاض الضغط , مما يسمح بتشكيل الماغما مصدر القشرة المحيطية .

• على مستوى منطقة الغوص :

- يغوص الليتوسفير المحيطي في الاستينوسفير —————> تخضع صخور الليتوسفير المحيطي لتحول نتيجة ارتفاع الضغط وانخفاض درجة الحرارة .
- هذا التحول : ماغما سحنة الشيست الأخضر —————> ماغما سحنة الشيست الأزرق —————> ماغما سحنة الإكلوجيت , يسبب جفاف الليتوسفير المحيطي.
- يسبب هذا الجفاف تمييه بيريدوتيت الرداء العلوي , مما يؤدي إلى خفض درجة حرارة الانصهار الجزئي للبيريدوتيت و حدوث انصهاره الجزئي.

المقارنة : في كلتا الحالتين تتشكل الماغما مصدر القشرة انطلاقا من بيريدوتيت الرداء لكن في حالة القشرة المحيطية الانصهار الجزئي يعود لصعود الاستينوسفير في حين الانصهار الجزئي في القشرة القارية يعود لتمييه بيريدوتيت الرداء .

2 – الصخور الماغماتية المتشكلة في كلا النوعين من القشرة :

• على مستوى القشرة المحيطية , يسمح التبريد البطيء للماغما بتكوين الغابرو بينما التبريد السريع للماغما يسمح بتكوين البازلت .

• على مستوى القشرة القارية :

- جزء من الماغما اللزجة تتبلور في العمق , تتبرد ببطء مما يؤدي إلى ظهور صخور بلوتينية ذات بنية حبيبية : الغرانيت والديوريت (الگرانوديوريت).
- ينبعث جزء من الماغما نحو السطح على مستوى البركة الانفجارية , تتبرد بسرعة مما يؤدي إلى تشكيل صخور بركانية ذات بنية ميكروليتية : الانديزيت والريوليت.

التمرين التاسع عشر :

1 – التعرف على البيانات :

6	5	4	3	2	1
الظهرة	فوالق عادية	الريف (الخسف)	الرداء الاستينوسفي	الرداء الليتوسفي	القشرة القارية

– التعرف على المراحل :

المرحلة 4	المرحلة 3	المرحلة 2	المرحلة 1
تشكل الظهرة وسط محيطية	اتساع اللوح المحيطي	تشكل البنية المتدرجة وخذق الانهيار	مرحلة الانتفاخ (التحذب)

2 – النص العلمي :

مقدمة :

تنشأ الظهرات وسط محيطية نتيجة الحركات التباعية التي تمر بها القشرة الأرضية , تنشأ على مستوى الظهرات المحيطية بشكل مستمر قشرة محيطية جديدة .
فماهي المراحل المؤدية إلى تشكل الظهرات وسط محيطية ؟

يمكن تلخيص مراحل تشكل الظهرة وسط محيطية بالمراحل التالية :

- المرحلة 1 : في قمة الامتداد الشاقولي لتيارات الحمل الصاعدة و الساخنة تتحذب القشرة القارية (قبة قشرية و تظهر بها تشققات .
- المرحلة 2 : استمرار صعود تيارات الحمل الحاملة مواد صلبة ساخنة يؤدي إلى نشأة حركة التباعد ينتج عن ذلك تشكل خندق الانهيار ذو بنية محددة بفوالق عادية متراكبة على شكل مدرجات، هذا ما يشكل الريف و يدعى أيضا بالخسف القاري مثل الخسف الكبير للقرن الإفريقي .
- المرحلة 3 : باستمرار التباعد يصبح الليتوسفي أسفل خندق الانهيار رقيقا جدا و منه ينخفض الريف على مستوى البحر فيغمر بالماء.
- ارتفاع منحني درجة الحرارة المتساوية 1300°م أي صعود الموهو ليصبح قريبا جدا من السطح و ينشأ عن ذلك ارتفاع درجة الحرارة مع انخفاض في الضغط مما يسمح بالانصهار الجزئي للبيريدوتيت، فتتجمع المواد المنصهرة في الغرفة الماغماتية و عند خروج الماغما تتصلب على جانبي الانهدامين اللذان يبتعدان عن بعضهما البعض تحت تأثير تيارات الحمل الحراري و بالتالي يبدأ تشكل قشرة محيطية جديدة (البحر الأحمر).
- المرحلة 4 : صعود السائل الماغماتي و تبرده شنا يبدأ تشكل الظهرة و بالتالي تشكل قشرة محيطية رقيقة جديدة، تتوسع باستمرار تدفق الماغما و تبردها على جانبي محور الظهرة .

الخلاصة :

الحركات التمددية (التباعية) لليتوسفي المحيطي تعود إلى الصعود الشاقولي للماغما الآتية من البرنس (الرداء), وهي مصدر نشأت المحيطات و الظهرات وسط محيطية .

التمرين العشرون

C'est une question difficile car elle implique un **raisonnement précis et structuré**.

Diviser : sélectionner, un par un, les indices apportés par les différents documents en cherchant l'élément de réponse qu'ils apportent.

Lier : faire des corrélations entre ces différents indices et vos connaissances.

Conclure : réaliser la synthèse des corrélations établies afin de répondre à la question.

CORRIGÉ : Production de magma dans les Andes

I. Doc 1 Formation de magma sous l'arc volcanique des Andes

G : granodiorites.

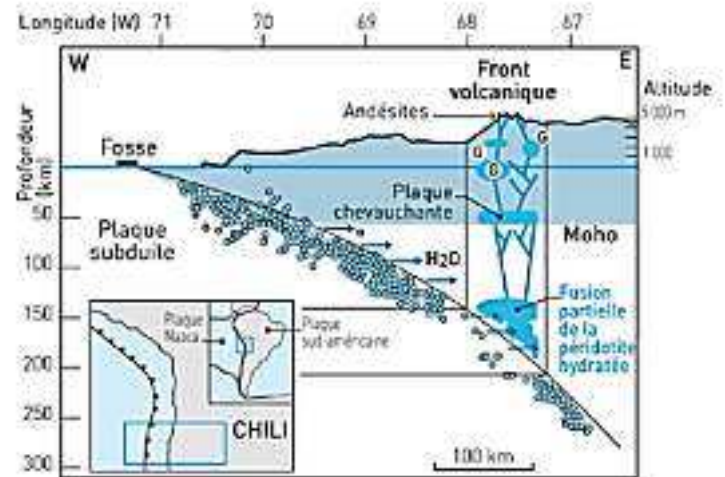
II. 1. Analyse des manifestations volcaniques et des roches associées :

– Les Andes se caractérisent par un volcanisme majoritairement explosif lié à la forte teneur en vapeur des magmas produits.

– Les roches volcaniques produites présentent des minéraux hydroxylés :

la biotite (mica noir) $K(Mg, Fe)_3(OH, F)_2(SiAlO_{10})$

et l'amphibole $(Ca, Na, K)_2(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al)_5[Si_6(Al, Si)_2O_{22}](OH, F)_2$.



Conclusion

Le magma qui donne naissance à l'arc volcanique est un **magma riche en eau**, ce qui conduit à la formation de minéraux hydroxylés dans les roches et à un volcanisme explosif.

2. Mise en relation des documents

– À partir de la coupe, on a pu mettre en évidence que la **fusion partielle se situe entre 140 et 200 km de profondeur**.

– Analyse des ophiolites métamorphiques issues des zones de subduction

Les roches de la croûte océaniques sont transformées en **éclogites** à ces profondeurs, leur teneur en eau est très faible, les minéraux grenat et jadéite ne présentent pas de groupes OH.

Conclusion

Il est peu probable que leur fusion donne un magma aussi hydraté que ce qui est décrit, d'autant plus que rien n'indique une hydratation secondaire du magma au niveau de la croûte de la plaque chevauchante.

3. Analyse du document 2

La température de fusion des gabbros, basalte et péridotite à 150 km de profondeur est située autour de 1 500 °C.

La température de fusion de ces roches est abaissée à 1 000 °C en présence d'eau, ce qui correspond à la température estimée au niveau du manteau de la plaque chevauchante. La plaque subduite située à ces profondeurs est plus froide.

Bilan

La seule solution pour que les roches de la croûte ou du manteau fondent est donc qu'elles soient hydratées. Entre 140 et 200 km de profondeur, les seules roches hydratées à la température de 1 000 °C sont les péridotites du manteau chevauchant qui a reçu l'eau libérée par la croûte océanique au cours de sa subduction.