الوحدة الرابعة

الظواهر الجيولوجية المصاحبة لنشوء السلاسل الجبلية وعلاقتها بتكتونية الصفائح

تذكير ببنية الكرة الأرضية: (أنظر الوثيقة 1 والوثيقة 2)

الوثيقة 1: تمثل الوثيقة رسما تخطيطيا لتركيب الكرة الأرضية. بعد إعطاء عناصر الوثيقة، أعط تعريفا للغلاف الصخري.

الوثيقة 2: بعض الظواهر الجيولوجية التي تطرأ على مستوى جزء من الكرة الأرضية.

★ ينقسم الغلاف الصخري إلى عدة كتل تمثل الصفائح الصخرية أو التكتونية.

★ يمكن التمييز بين أربعة أنواع من الحدود بين الصفائح:

- الدروات المحيطية حيث تنشأ القشرة المحيطية الجديدة.
- مناطق الطمر حيث يختفي الغلاف الصخري القديم.
- مناطق الاصطدام حيث تكوم تتجابه قشرتان قاريتان.
- الفوالق المحولة.

تنتقل هذه الصفائح بالنسبة لبعضها البعض. فهي تتباعد في مستوى الدروات. و تتقارب في مناطق الطمر و تتجابه في مستوى مناطق الاصطدام.

Moutamadris.ma

★ الغلاف الصخري : يضم القشرة الأرضية (القارية والمحيطية) ، وجزء من الرداء العلوي. تحد القشرة الأرضية بواسطة انقطاع Moho الذي يفصل بين القشرة الأرضية و الرداء العلوي.
معدل كثافة الصخور في هذا الغلاف حوالي $2.7\ g/cm^3$

★ الرداء : مادته غير متجانسة بشكل عام. فالجزء العلوي منه يتكون من مادة لدنه (مائعة)، تطفو فوقه صفائح الغلاف الصخري، بينما الجزء السفلي منه يتكون من مادة صلبة. ولهذا يقسم الرداء إلى قسمين: الرداء العلوي والرداء السفلي. يمتد إذن الرداء من انقطاع Moho إلى انقطاع Gutenberg.

★ النواة الخارجية: تحد بواسطة انقطاع Lehmann. كثافة الصخور من 9.5 إلى 12
★ النواة الداخلية: تمتد إلى مركز الأرض أي إلى عمق 4600 كيلومتر. كثافة ما بين 12 إلى 12.5 .

يتشكل الغلاف الصخري من مجموعة من الصفائح صلبة وطافية على الأستينوسفير وفي حركية مستمرة. وينتج عن حركية صفائح الغلاف الصخري، انفتاح المحيطات، والذي يعوضه تقارب الصفائح في مناطق أخرى حيث تتشكل السلاسل الجبلية، والتي تصاحبها مجموعة من التشوهات التكتونية .

- **فما هي ظروف تشكل السلاسل الجبلية ؟ وما هي أنواعها ؟**
- **وما هي الظواهر الجيولوجية المصاحبة لنشوء السلاسل الجبلية الحديثة ؟**
- **وما علاقتها بتكتونية الصفائح ؟**

Moutamadris.ma

الفصل الأول

السلاسل الجبلية الحديثة وعلاقتها بتكتونية الصفائح

مقدمة: السلاسل الجبلية الحديثة تضاريس بارزة على سطح الأرض، ارتبط تشكلها بحركية الصفائح التكتونية خلال الأزمنة الجيولوجية القديمة.

ما علاقة السلاسل الجبلية الحديثة بتكتونية الصفائح ؟
ما هي أنواع السلاسل الجبلية الحديثة ؟ وما هي مميزاتها ؟
ما هي أبرز التشوهات التكتونية المميزة للسلاسل الجبلية الحديثة ؟

I – أنواع السلاسل الجبلية الحديثة وعلاقتها بتكتونية الصفائح. أنظر الوثيقة 3.

الوثيقة 3 :

الصفائح الصخرية هي قطع صلبة طافية على الأستينوسفير، تتكون من جزء من الرداء العلوي تعلوه قشرة قارية أو قشرة محيطية أو هما معا. يشكل مجموع الصفائح الغلاف الصخري للكرة الأرضية.

✱ تمثل الخريطة 1 أهم الصفائح التكتونية وعلاقتها ببعضها البعض. وتمثل الخريطة 2 التوزيع الجغرافي للبراكين وبؤر الزلازل على مستوى الكرة الأرضية.

1) اعتمادا على الخريطة1 و 2 وعلى مكتسباتك ذكر بمميزات حدود الصفائح ؟

✱ تمثل الخريطة 3 التوزيع الجغرافي للسلاسل الجبلية الحديثة على مستوى الكرة الأرضية.

2) بالاعتماد على هذه الخريطة والخرائط السابقة، حدد تموضع السلاسل الجبلية الحديثة .

3) صنف هذه السلاسل الجبلية حسب مواضع تواجدها.

الخريطة 1	مناطق التباعد	مناطق الطمر	ذروات وسط محيطية

1) الصفيحة التكتونية هي قطعة من الغلاف الصخري شاسعة وهادئة، تحدها مناطق ضيقة ذات نشاط بركاني وزلزالي كثيف. وتتميز حدود الصفائح بـ :

Moutamadris.ma

- مناطق التباعد: تتموضع وسط المحيط، وتتمثل في الذروات الوسط محيطية.
- مناطق التقارب أو التجابه وتتكون من:
  - ✓ مناطق الطمر Subduction حيث تنغرز صفيحة تحت أخرى.
  - ✓ مناطق الطفو Obduction حيث يزحف الغلاف الصخري المحيطي فوق الغلاف الصخري القاري.
  - ✓ مناطق الاصطدام Collision حيث تصطدم كتلة قارية مع أخرى.
- مناطق الاحتكاك: تحتك صفيحة بأخرى.
- مع حركة أفقية للصفيحتين.

2) تتموضع السلاسل الجبلية الحديثة على مستوى مناطق التقارب بين الصفائح التكتونية، مما يدل على وجود علاقة بين حركية الصفائح وتشكل السلاسل الجبلية الحديثة.

3) يمكن تصنيف السلاسل الجبلية الحديثة إلى ثلاثة أنواع هي:
- سلاسل الطمر : تتشكل في مناطق الطمر بين صفيحة محيطية وصفيحة أخرى.
- سلاسل الاصطدام : تتشكل اثر اصطدام كتلتين قاريتين تنتميان لصفيحتين مختلفتين.
- سلاسل الطفو : تنتج عن طفو أو تراكب غلاف صخري محيطي فوق غلاف صخري قاري ينتميان لصفيحتين مختلفتين.

II – خصائص السلاسل الجبلية الحديثة.

① سلاسل الطمر

أ – الخاصيات البنيوية والجيوفيزيائية لمناطق الطمر: مثال جبال الأنديز وثيقة 4

★ تتموضع جبال الأنديز (سلاسل الطمر) في منطقة التجابه بين صفيحة المحيط الهادي وصفيحة أمريكا الجنوبية.ويتميز هذا الهامش النشيط بظواهر جيولوجية خاصة أبرزها:
- وجود حفر محيطية عميقة.
- زلزالية شديدة تنتظم بؤرها على مستوى مائل يسمى مستوى Benioff.
- شذوذات حرارية، حيث أن خطوط ثوابت درجة الحرارة غير موازية لسطح الأرض، بل تنغرز نحو العمق حسب سطح مائل موافق لمستوى Bénioff. يفسر الجيوفيزيائيون هذه الشذوذات بانغراز صفيحة باردة بالأستينوسفير الساخن.
- بركانية عنيفة تؤدي إلى قذف صهارة أنديزيتة يسبب تبردها المرحلي صخرة ذات بنية ميكروليتية تسمى الأنديزيت Andésite.

Moutamadris.ma

الوثيقة 4: الخاصيات البنيوية والجيوفيزيائية لمناطق الطمر.

حدد من خلال دراسة هذه الوثيقة، الظروف الجيوفيزيائية المميزة لمناطق الطمر، بنية صخرة الأنديزيت وظروف تشكلها.

شكل أ: خريطة أمريكا الجنوبية تبين جغرافية الهامش النشيط

شكل ب: توزيع بؤر الزلازل حسب العمق في مستوى الهامش النشيط لمنطقة الأنديز

شكل ج: توزيع خطوط تساوي درجة الحرارة في منطقة الطمر بجبال الأنديز

شكل د: صخرة الأنديزيت Andésite: صخرة رمادية اللون، مميزة لمناطق الطمر وقد سميت بذلك لوجودها بكثرة في جبال الأنديز. ① : عينة لصخرة الأنديزيت. ② : ملاحظة صفيحة دقيقة لصخرة الأنديزيت بالمجهر المستقطب. ③ : رسم تفسيري للصفيحة الدقيقة. PY = البيروكسين، PL = البلاجيوكلاز، M = ميكروليتات، C = زجاج.

★ تتكون صخرة الأنديزيت من مادة غير متبلورة تدعى عجين أو زجاج، وبلورات كبيرة الحجم (البلاجيوكلاز و البيروكسين)، وبلورات صغيرة الحجم تدعى ميكروليتات. لدى نتكلم عن بنية ميكروليتية، الشيء الذي يدل على أن صخرة الأنديزيت تشكلت عبر مراحل:

- تبريد بطيء في العمق مكن من تشكل البلورات الكبيرة.
- تبريد سريع على السطح ترتب عنه تشكل الزجاج والميكروليتات.

Moutamadris.ma

ب – تشكل سلاسل الطمر: وثيقة 5

الوثيقة 5: تشكل سلاسل الطمر.

1) انطلاقا من الشكل أ من الوثيقة، استخرج المميزات التكتونية لجبال الأنديز.
2) من خلال معطيات الوثيقة 6 والشكل ب من الوثيقة 5 بين كيف تتشكل البركانية الأنديزيتية وبلوتونات الكرانوديوريت، واربط هذين الحدثين بتكتونية الصفائح.
3) من خلال تحليل معطيات الشكل ج من الوثيقة، حدد تسلسل الأحداث المؤدية إلى تشكل جبال الأنديز.

الشكل أ: مقطع جيولوجي يوضح بنية جبال

القاعدة القديمة — طبقات الحقب الثاني: الكريتاسي السفلي — بركانية أنديزيتية
كرانيتويدات من 100 إلى 32Ma — طبقات الحقب الأول — الكريتاسي العلوي

الشكل ب: مجسم بياني لبنية جبال الأنديز: البركانية الأنديزيتية والبلوتونية نتاج

الشكل ج: نموذج تفسيري لمراحل تشكل جبال الأنديز.

1) انطلاقا من الشكل أ من الوثيقة يمكن القول أن سلاسل الأنديز تتميز بـ:
- بركانية أنديزيتية وبصخور بلوتونية (صخرة صهارية داخلية النشأة أي تبردت في العمق).
- تشوهات تكتونية بسيطة: طيات على شكل مروحة وفوالق معكوسة.

الوثيقة 6: تطور درجة الحرارة حسب العمق تحت القوس الصهاري لمنطقة الطمر ① .

على نفس المبيان مثلت المنحنيات التجريبية لبداية انصهار البيريدوتيت المكونة للرداء تحت ظروف الضغط والحرارة:
② = منحنى تصلب البيريدوتيت المميهة.
③ = منحنى تصلب البيريدوتيت غير المميهة.
من خلال تحليل معطيات هذه الوثيقة، أربط العلاقة بين البلوتونية والبركانية الأنديزيتية وتكتونية الصفائح.

Moutamadris.ma

2) انطلاقا من معطيات الوثيقة 6، والشكل ب من الوثيقة 5، نفسر البنيات التكتونية والصخرية لمناطق الطمر بما يلي:

يؤدي انغراز الغلاف الصخري المحيطي (أكثر كثافة) تحت الغلاف الصخري القاري (أقل كثافة) إلى خضوع الصخور عند وصولها إلى الأستنوسفير لارتفاع في درجة الحرارة والضغط، وينتج عن هذا تحرير الماء الذي ينتشر عبر الرداء فيصبح هذا الأخير تحت شروط الانصهار الجزئي. تصعد الصهارة الناتجة عن هذا الانصهار الجزئي نحو السطح مؤدية إلى بركانية أنديزيتية. كما يتبرد جزء من هذه الصهارة في الأعماق فيعطي بلوتونات الكرانوديوريت.

3) تكون الصفيحة المنغرزة أثناء الطمر مكسوة بطبقات رسوبية، تعمل الصفيحة الراكبة على كشطها وفصلها عن القشرة المحيطية المركوبة ، فتشكل هذه الرواسب موشور التضخم.

بتوالي الضغوط التكتونية، تزداد أهمية الطي والفوالق المعكوسة، فينتج عن هذا تقصير وارتفاع في الغلاف الصخري مشكلا تضاريس عالية تمثل سلاسل الطمر.

② سلاسل الطفو:

أ – الخاصيات البنيوية لسلاسل الطفو: مثال جبال عمان وثيقة 7.

الوثيقة 7 : خريطة جيولوجية مبسطة لجبال الحجر شمال عمان.

انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة:

1) حدد المميزات البنيوية لجبال عمان.

2) حدد ما المعلومات التي يفيد بها وجود الأفيوليت في جبال عمان؟

1) تتميز سلسلة جبال عمان ب:

- وجود سدائم، وهي تشكيلات صخرية مغتربة ذات امتداد كبير (مئات الكيلومترات)، زحفت من موقع نشأتها واستقرت في مكان آخر وغطت صخورا أخرى تسمى بالصخور المركوبة.
- وجود صخور المركب الأوفيوليتي Ophiolite له نفس تركيب الغلاف الصخري المحيطي.

Moutamadris.ma

2) داخل المجال القاري لعمان، يعتبر وجود صخور المركب الأفيوليتي شاهدا عن انغلاق مجال محيطي وزحف لصفيحة محيطية على صفيحة قارية، وهو ما يسمى بالطفو Obduction.

ب – تشكل سلاسل الطفو: وثيقة 8.

الوثيقة 8: مراحل تشكل جبال عمان. اعتمادا على معطيات هذه الوثيقة، صف مراحل تشكل جبال عمان، واربط تشكل هذه السلاسل بتكتونية الصفائح.

باعتبار الخصائص البنيوية والصخرية الحالية لجبال عمان، يمكن استعادة التاريخ الجيولوجي للمنطقة، والذي تتمثل أحداثه كالتالي:

- بين الصفيحة الإفريقية والصفيحة الأوراسيوية كان هناك محيط قديم هو التيتيس Téthys (البحر الوحيد الذي كان يحيط باليابسة الوحيدة حسب نظرية زحزحة القارات)، حيث ظهرت منطقة طمر ضمحيطية تم فيها طمر الصفيحة الإفريقية تحت الصفيحة الأوراسيوية.

- عندما نفذت القشرة المحيطية المطمورة، ووصلت القارة (شبه الجزيرة العربية) إلى منطقة الطمر بدأ طمر الغلاف الصخري القاري، غير أن ضعف كثافة هذا الأخير تحول دون استمرار طمره، مما أدى إلى حجز الطمر.

- مع تواصل القوى الانضغاطية، يزحف الغلاف الصخري والرواسب المحيطيين فوق الغلاف الصخري القاري. نتكلم عن ظاهرة الطفو.

- تؤدي هذه التراكبات من الصخور إلى تضخم الغلاف الصخري،فينتج عن ذلك نشوء سلاسل جبلية تسمى بسلاسل الطفو.

③ سلاسل الاصطدام:

أ – الخاصيات البنيوية والبتروغرافية لسلاسل الاصطدام:

مثال جبال الهملايا وثيقة 9.

Moutamadris.ma

الوثيقة 9: سلاسل الاصطدام (سلسلة جبال الهملايا).

تعطي الوثيقة صورة بالأقمار الاصطناعية للهملايا (الشكل أ)، ورسم تفسيري لهذه الصورة (الشكل ب). ويمثل الشكل ج، رسم تخطيطي لمقطع جيولوجي أنجز على مستوى جبال الهملايا حسب الخط AB.

1) انطلاقا من الشكل أ من الوثيقة حدد تموضع جبال الهملايا، ثم صف الكيفية التي تتموضع بها هذه الجبال.

2) انطلاقا من الشكل ب من الوثيقة استخرج المميزات الصخرية والتكتونية لجبال الهملايا مع ذكر دلالة كل عنصر.

1) تنحصر جبال الهملايا بين كتلتين قاريتين متصادمتين: الهند وآسيا.

2) تتميز هذه السلاسل بـ :

- تراكبات Chevauchement وتشوهات ناتجة عن قوى انضغاطية عرفتها منطقة التجابه بين الكتلتين القاريتين.
- وجود صخور أنديزيتية وكرانيتية بالتبت، تدل على نشاط صهاري ناتج عن ظاهرة الطمر.
- وجود صخور الأوفيوليت وصخور رسوبية تيتيسية (موشور التضخم) تدل على حدوث طفو.

ب – تشكل سلاسل الاصطدام: وثيقة 10.

1) حسب الشكل أ، قبل 70 مليون سنة كانت القارة الهندية والأسيوية متباعدتان، ونتيجة لحركية الصفائح انتقلت القارة الهندية نحو الشمال، مع اختفاء المحيط الذي يفصلها عن القارة الأسيوية، إلى أن التصقت بالقارة الأسيوية وتشكلت بينهما سلاسل جبال الهملايا.

2) تشكلت السلاسل الجبلية للهملايا نتيجة حركية الصفائح عبر المراحل التالية:

- قبل 100 مليون سنة كانت هناك منطقة طمر ضمحيطية بين الصفيحة التي تحمل القارة الهندية والصفيحة الأوراسيوية.
- طمر الغلاف الصخري المحيطي تحت الصفيحة الأوراسيوية أدى إلى نشوء الصهارة الأنديزيتية والبلوتونية.

Moutamadris.ma

- بعد استنفاد الغلاف الصخري المحيطي للصفيحة المطمورة يتم حجز الطمر، فينتج عن ذلك طفو جزء من الغلاف الصخري المحيطي للصفيحة الراكبة فوق القشرة القارية للهند الشيء الذي أعطى مركب الأوفيوليت.

- مع استمرار القوى الانضغاطية، اصطدم الهامشان القاريان للهند واسيا، مع تكون موشور تضخم بينهما ونشوء تراكبات كبيرة في اتجاه الجنوب.

- بتزايد الضغوطات التكتونية، نشأت تشوهات معقدة دفعت بموشور التضخم باتجاه آسيا مع رفع الكتل الصخرية عاليا وهذا ما أعطى الهملايا العليا (حيث توجد أعلى قمة: Everest).

الوثيقة 10: تشكل سلاسل الاصطدام.

رسوم تخطيطية تبين حركة الصفيحة الهندية حسب نظرية زحزحة القارات. ومراحل تشكل جبال الهملايا.

انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة:

1) صف تموضع شبه الجزيرة الهندية عبر الزمن واربط ذلك بزحزحة القارات.

2) فسر آلية تشكل سلاسل الاصطدام واربط العلاقة بين تشكل هذه الجبال وتكتونية الصفائح.

ملحوظة: إن اصطدام قارتين يمكن أن يكون مسبوقا بـ:

- طمر دون طفو: غياب المركب الأفيوليتي.

- طمر مع طفو: تواجد المركب الأفيوليتي.

III – التشوهات التكتونية المميزة لسلاسل الطمر والاصطدام.

① العوامل المتدخلة في تشوه الصخور.

أ – ملاحظات: أنظر الوثيقة 11.

Moutamadris.ma

الوثيقة 11: عوامل تشوه الصخور. تختلف تشوهات الصخور حسب بنيتها وتركيبها وتموضعها في الغلاف الصخري، إذ تكون هشة في السطح فتشكل فوالق وطيات ثابتة السمك. وتكون مطيلة في العمق فتشكل طيات متغيرة السمك وشيستية.

1) استخرج أهم العوامل المؤثرة في تشوه الصخور بالسلاسل الجبلية.
2) فسر سلوك الصخور إزاء التشوهات بدلالة العمق.

1) يرتبط نمط التشوه التكتوني بمناطق التجابه بين الصفائح، بعوامل خارجية أهمها: العمق الذي يحدد تغيرات الضغط ودرجة الحرارة والزمن والحركات التكتونية. وعوامل داخلية أهمها: خاصيات المرونة والميوعة.

2) تختلف استجابة الصخور للضغوط التكتونية حسب العمق:

- على السطح تكون ظروف الضغط والحرارة منخفضة، فتكون الصخور هشة مما يجعل التشوهات التكتونية من النوع الكسور. وتتمثل أساسا في الفوالق المعكوسة والسدائم المرتبطة بها.
- في العمق يزداد الضغط والحرارة مما يجعل الصخور مرنة، فتصبح التشوهات التكتونية على شكل طيات متساوية السمك، ثم متغيرة السمك مع ازدياد العمق.

ب – استنتاج:

تتطور التشوهات حسب شدة الضغوط المسلطة عليها، وبذلك نحدد ثلاثة مجالات هي: المجال 1 = المجال المرن، المجال 2 = المجال اللدن، المجال 3 = مجال التدفق اللدن (Fluage).

② التشوهات التكتونية.

أ – الطيات: أنظر الوثيقة 12.

الطيات هي عبارة تشوهات تكتونية متواصلة (تبقى الطبقات الصخرية متصلة على طول مساحة الطي)، تنتج عن قوى انضغاطية، مما يترتب عنه تقصير في الطبقات الصخرية.

Moutamadris.ma

الوثيقة 12: الطيات.

يمثل الشكل أ صورة لطيات بسلسلة الجبال الصخرية، والشكل ب رسم تخطيطي لعناصر الطية. والشكل ج رسم تخطيطي لمختلف أنماط الطيات.

1) تعرف مختلف أنماط الطيات المميزة لمناطق الطمر.
2) تعرف عناصر وخاصيات الطيات.
3) ميز بين مختلف أصناف الطيات.

1) تتميز سلاسل الطمر والاصطدام بتشوهات تكتونية تتجلى في طيات محدبة، وطيات مقعرة، وهي تشوهات تقاربية ناجمة عن ضغوط تكتونية بمناطق التجابه بين الصفائح.

2) (أنظر الشكل ج) عناصر الطية هي: المفصلة، جانب الطية، المساحة المحورية، محور الطية.

3) (أنظر الشكل ت) أصناف الطيات هي: طية مستقيمة، طية منحرفة، طية مائلة، طية راقدة.

ب – الفوالق: أنظر الوثيقة 13.

الوثيقة 13: الفوالق. يعطي الشكل أ صورة لفالق عادي، والشكل ب صورة لفالق معكوس. الشكل ج: عناصر الفالق. الشكل د: أنماط الفوال. الشكل ه: الفوالق المركبة.

انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة:

1) تعرف أنواع الفوالق المنتشرة في مناطق الطمر والاصطدام.
2) تعرف عناصر الفالق.
3) قارن بين مختلف أصناف الفوالق.

.....	.....	.....	.....	.....

هي عبارة عن انكسارات للكتل الصخرية مصحوبة بتفاوت للكتلتين الناتجتين عن الكسر.

Moutamadris.ma

1) تتميز سلاسل الطمر والاصطدام بفوالق معكوسة وعادية، وسدائم، وهي تشوهات تقاربية ناجمة عن ضغوط تكتونية بمناطق التجابه بين الصفائح.

2) (أنظر الشكل ج) عناصر الفالق هي: سطح الفالق يكون مصحوبا بصقل إلي يسمى مرآة الفالق. طرح الفالق مركب من طرح أفقي مستعرض (r)، وطرح عمودي (R).

3) (أنظر الشكل ت) أنماط الفوالق هي: فالق عادي، فالق معكوس، فالق عمودي، انقلاع.
الفوالق المركبة هي مجموعة من الفوالق المعكوسة، في مناطق تسود فيها القوى الانضغاطية فتؤدي إلى تشكل مدرجات صاعدة (الأنشاز) Horst.

ج – التشوهات الوسيطة: أنظر الوثيقة 13.

الوثيقة 14: التشوهات الوسيطة.

يمثل الشكل أ من الوثيقة صورة لمنظر جيولوجي بسلسلة جبال الألب تظهر طية- فالق. والشكل ب هو عبارة عن صورة لمنظر جيولوجي تظهر تراكبا.
أما الشكل ج فهو عبارة عن رسوم تفسيرية تبين تطور الطية إلى الطية الفالق ثم إلى التراكب.
انطلاقا من معطيات هذه الوثيقة تعرف مختلف التشوهات الوسيطة المميزة لمناطق الطمر والاصطدام.

أدت الضغوطات التقصيرية التي تعرضت لها القشرة الأرضية بمناطق الطمر والاصطدام إلى تعقيد التشوهات التكتونية لتتحول إلى تشوهات وسيطة: طيات-فوالق، تراكبات وسدائم.

a – الطيات – الفوالق pli-faille

نتيجة لتزايد الضغوط المسلطة على الطية من أحد جانبيها، يتمدد الجانب المقابل لمنحى الضغوط ثم يترقق، فيؤدي ذلك إلى حدوث فالق، لتتطور الطية إلى طية-فالق.

Moutamadris.ma

b – التراكب Chevauchement

بعد تشكل الطية-الفالق، وإذا استمرت الضغوطات، يزحف الجزء الأعلى فوق الآخر مشكلا تراكبا.

c – السديمة Nappe de charriage

بعد تشكل التراكب، وإذا استمرت الضغوطات، تصبح مسافة زحف الجزء الأعلى كبيرة، فتتكون بذلك السديمة. يسمى الجزء المتنقل بالراكب، وتسمى القاعدة بالمركوب.
تتعرض الصخور الراكبة للحث فتتكون نافذة تسمح برؤية الطبقات المركوبة. ويمثل الكليب Klippe الصخور الراكبة التي لم تتعرض للحث، وتبقى شاهدة على التراكبات.

Moutamadris.ma