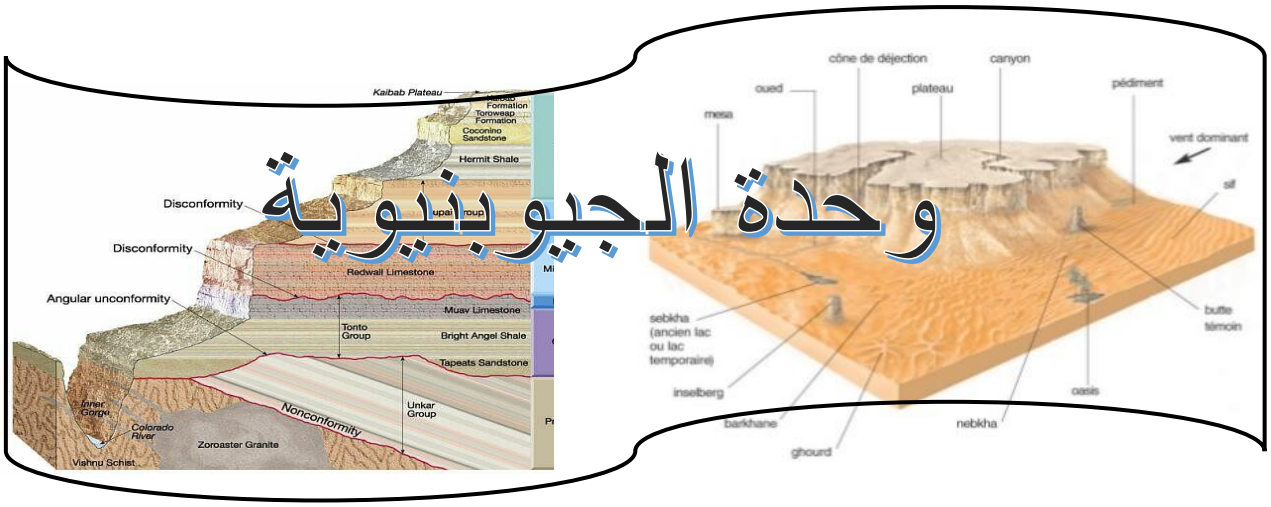
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
FACULTÉ DES LETTRES ET DES SCIENCES HUMAINES

جامعة مولاي إسماعيل
UNIVERSITÉ MOULAY ISMAÏL

شعبة الجغرافيا



وحدة الجيومنيوية

الفصل الثاني

المحاضرة الثالثة والرابعة

تضاريس البنية الأفقية ووحيدة الميل

ذ: عادل حدية

الموسم الجامعي 2021/2020

الفصل الثاني
التضاريس البنيوية داخل الأحواض الرسوبية

بعد نشأة الطبقات الجيولوجية داخل الاحواض الرسوبية، فإنها غالبا ما تتعرض لحركات باطنية لاحقة تؤدي الى تشويه الطبقات، وتبعا لقوة ونوعية هذه **الضغوط (التكتونية)** تتطور مجموعة من البنيات:

-**البنية الأفقية** و**البنية وحيدة الميل** بالأحواض خفيفة التشويه

- **البنية الالتوائية** و**البنية الانكسارية** بالأحواض عنيفة التشويه

وعندما تبرز هذه التضاريس البنيوية على السطح، تتعرض **للتعرية الانتقائية** التي تعمل على إعادة تشكيلها بظاهرات جيومرفولوجية جديدة.

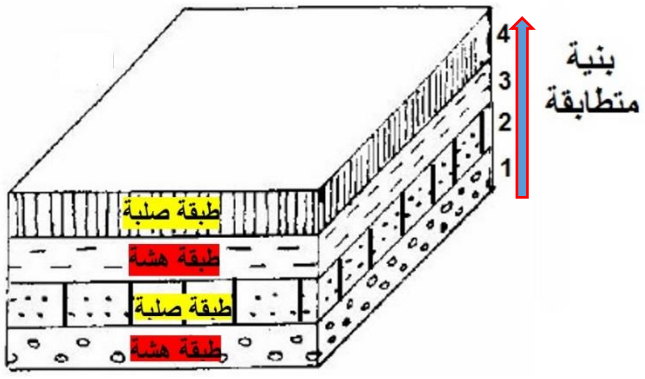
بمعنى أن عملية بناء التضاريس البنيوية وتطورها تتداخل فيها عوامل باطنية (تكتونية) وأخرى خارجية (التعرية)

فما هي الاشكال التضاريسية البنيوية السائدة على سطح الأرض؟ وبماذا نفسر التطور الحاصل عليها؟

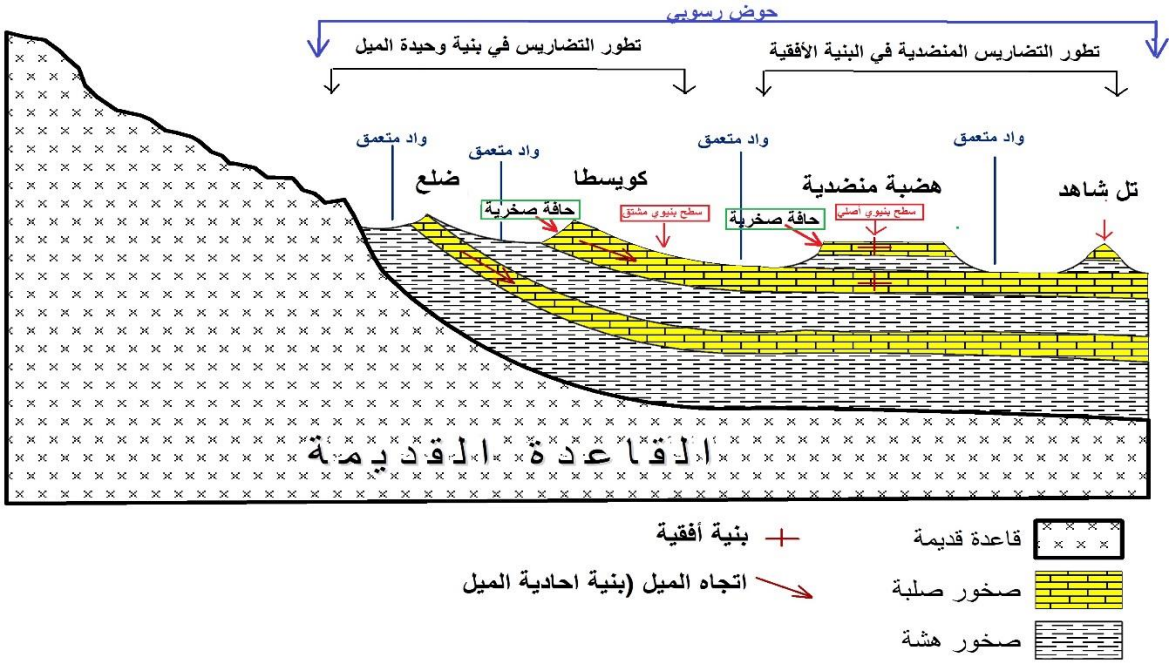
أولا: تضاريس البنية الأفقية ووحيدة الميل

ترتبط الأشكال التضاريس ذات **البنية الافقية** و **البنية وحيدة الميل** بالأحواض الرسوبية خفيفة التشويه، وتتطلب هذه التضاريس مجموعة من الشروط البنيوية منها: على مستوى الطباقة stratégraphie أو التطبق توفر **طباقة رسوبية تامة (بنية متطابقة)**، أما على مستوى الصخارة فتتطلب وجود تباين عمودي في صلابة الصخور (**تعاقب صخور هشة وأخرى صلبة**) (كما يبين ذلك الشكل:1)

الشكل 1: الشروط البنيوية والصخارية المتحكمة في تطور التضاريس المرتبطة بالبنية الأفقية ووحيدة الميل



الشكل 2: [1] علاقة التعرية الانتقائية وميل الطبقات في تشكل التضاريس البنيوية بالاحواض خفيفة التشويه



[1] هذا الحوض مر من ثلاثة مراحل: **المرحلة الأولى**: تكون طبقات رسوبية تتعاقب فيه صخور كلسية صلبة وصلصالية هشة داخل حوض رسوبي منخفض غمرته المياه خلال الزمن الثاني والثالث، غير أن ثقل وضغط الطبقات المتراكمة بعضها فوق بعض، الى جانب بعض الحركات التكتونية الخفيفة تسبب في تشوه خفيف لبنية الطبقات، مما جعل وضعية الطبقات تتخذ بنية أفقية في وسط الحوض وبنية مائلة في هوامشه (انظر الشكل اسفله). **المرحلة الثانية**: خلالها يتراجع البحر عن الحوض، وتبرز تضاريس سهلية منبسطة وشاسعة، مع بداية تعمق المجاري بالطبقات الجيولوجية، **المرحلة الثالثة**: استمرار الأودية في نحت الصخور من خلال التعمق الرأسي والتوسع الجانبي مما أنتج تضاريس جديدة، يطلق عليها الهضاب المنضدية بالبنيات الافقية وهضاب الكويسطا بالبنيات المائلة بهوامش الحوض (**انظر الشكل 2 أعلاه، والشكل اسفله**)

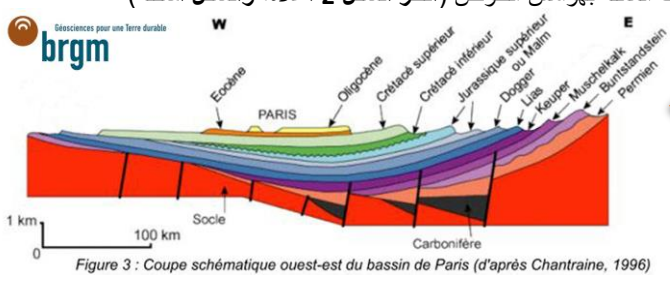
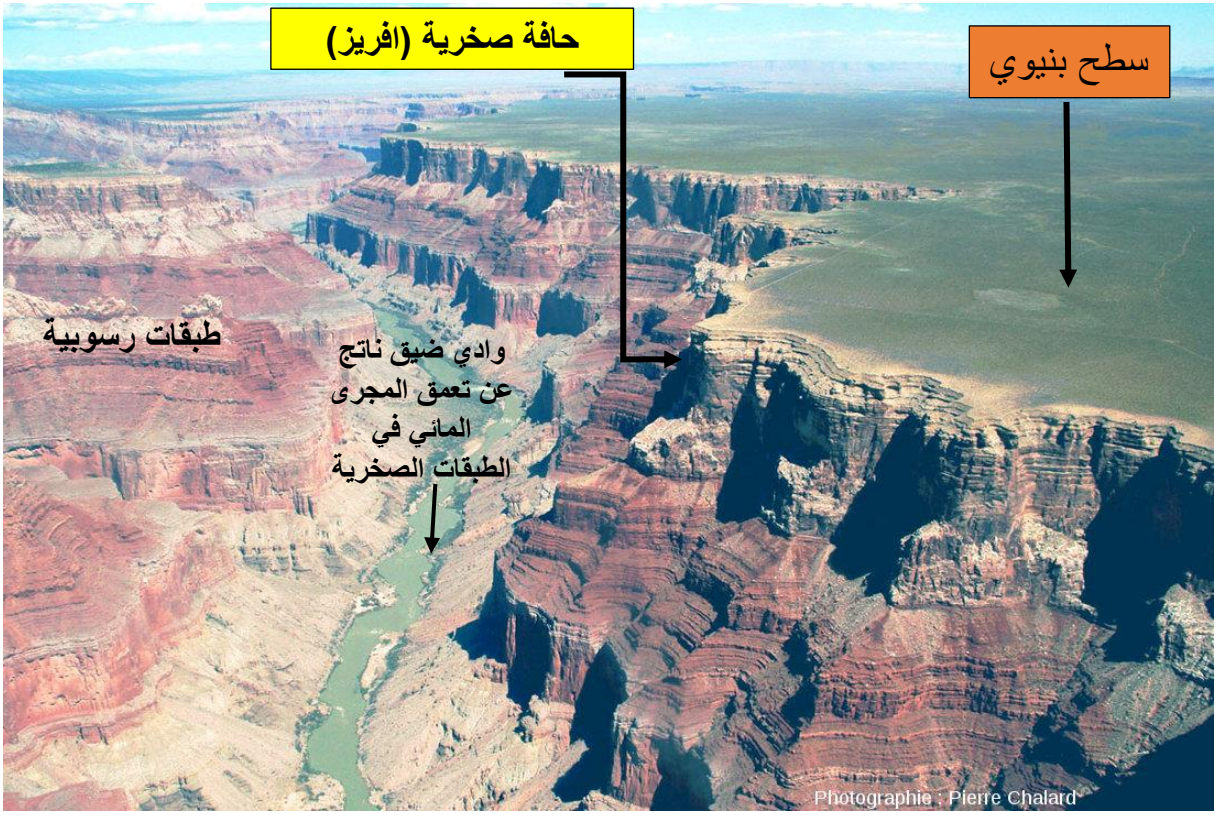


Figure 3 : Coupe schématique ouest-est du bassin de Paris (d'après Chantraine, 1996)

مثال من الحوض الباريسي حيث تتخذ الطبقات بنية افقية في وسط الحوض وبنية أحادية الميل فى

هذه الشروط **البنيوية (البنية والصخارة) توجه نشاط التعرية الانتقائية** التي تعمل على تشكيلها بمظاهر جيومرفولوجية متميزة بحسب ميل الطبقات، ومن بين الاشكال التضاريسية التي تطبع هذه البنيات (الافقية ووحيدة الميل)، هناك **السهول** في حالة الاودية غير المتعمقة، و**الهضاب** التي تنتهي بحافات نتيجة لتعمق الاودية، هذه الأخيرة تأخذ اسم الهضاب المنضدية عندما تتشكل بالبنية الافقية وتسمى بهضاب الكويسطا في حالة تشكلها بالبنية وحيدة الميل (ميل خفيف يتراوح بين 5 و 15 درجة). ولتفصيل الخصائص الجيومرفولوجية لهذه الأنواع التضاريسة البنيوية، سنفرق بين عنصرين وهما: **السطوح البنيوية والأشكال الخطية (الحافات) (الصورة 1 والشكل 2)**

الصورة 1: تعمق الاودية في بنية أفقية أو وحيدة الميل يعطي اشكال جيومرفولوجية مركبة من سطوح بنيوية وحافات



I. السطوح البنيوية[2]:

السطوح البنيوية عبارة عن مجالات طبوغرافية منبسطة، توافق السهول وسطوح الهضاب العليا والسفلى، وقد سميت بالبنيوية لأن سطحها الطبوغرافي موازيا وموافقا بنيويا لطبقة **صخرية صلبة**[3] أفقية أو خفيفة الميل، هذه الطبقة الصلبة إما **أصلية** في حالة كونها آخر طبقة ترسبت في الحوض، أو **مشتقة** في حالة ظهور وانكشاف الطبقة الصلبة على السطح بعد إزالة التعرية للطبقة أو الطبقات التي كانت تغطيها، ولتوضيح شروط نشأة السطوح الاصلية والمشتقة نقدم ما يلي:

[2] يجب التذكير بأن السطوح البنيوية سواء الاصلية أو المشتقة تتواجد سواء بالتضاريس ذات البنية الافقية أو بسطح التضاريس ذات البنية وحيدة الميل (ميل خفيف).

[3] تذكر دائما بأن السطح البنيوي هو سطح طبوغرافي يوافق بروز طبقة سطحية صلبة مقاومة للتعرية (كما هو مبين في الاشكال والرسوم التوضيحية)

1. **السطوح الأصلية:** سميت هذه السطوح بالأصلية لأن سطحها ما زال محتفظا بآخر طبقة توضعت بالحوض، وهي نوعين، وهما:

أ - السطح البنيوي الأصلي Surface substructurale : وهو سطح طبوغرافي يوافق مستواه الأعلى طبقة صخرية صلبة، هي آخر طبقة توضعت في الحوض الرسوبي ولم تتعرض البَتَّة لنشاط التعرية، وهذا نادر جدا لأن هذه السطوح من المفترض أن تتعرض للتآكل وللنحت بمجرد بروزها على السطح بعد تراجع البحر عنها.

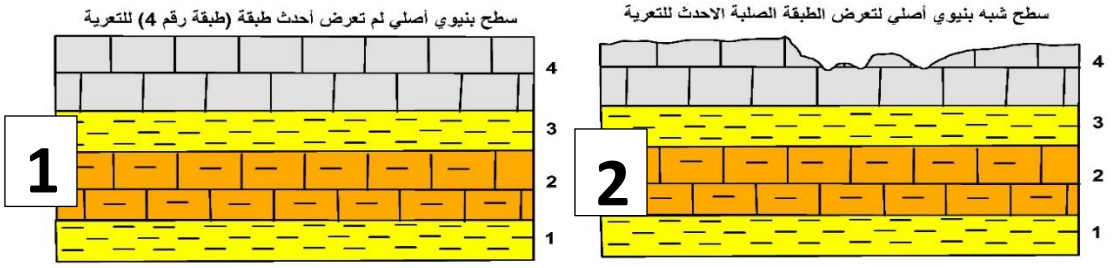
و يمكن تحديد **شروط السطح البنيوي الأصلي** في النقط التالية: (الشكل 2 الرقم 1)

- **سطح طبوغرافي مستوي**
- **وجود بروز لطبقة صلبة على السطح**
- **تعاقب طبقات صلبة وأخرى هشة**
- **الطبقة الصلبة العليا آخر طبقة ترسبت داخل الحوض**
- **لا وجود لأثر التعرية فوق السطح.**

ب - السطح شبه البنيوي الأصلي Surface substructurale: وهو في الأصل سطح بنيوي أصلي لكنه تطور بفعل نشاط عوامل التعرية، وخاصة المجاري المائية التي تعمقت **داخل الطبقة الصلبة العليا**، وخلفت سطحا طبوغرافيا متموجا أو متقطعا. وبذلك **فالشروط الأساسية** لظهور هذا النوع من السطوح هي: (الشكل 3، رقم 2).

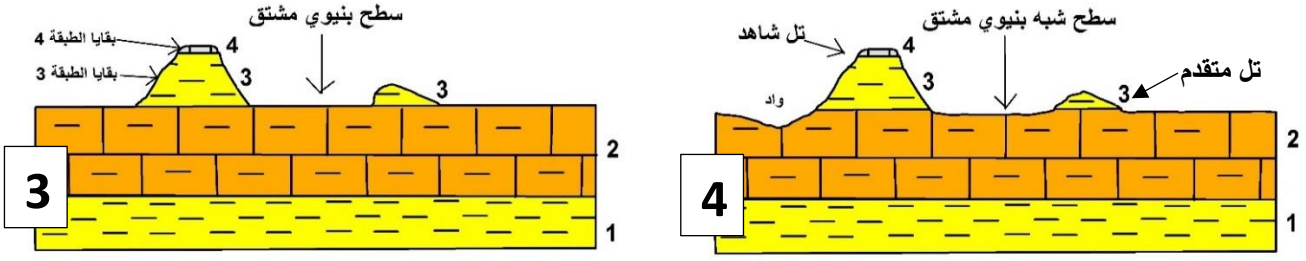
- **وجود سطح طبوغرافي متموج أو مجزأ**
- **الطبقة الصلبة العليا آخر طبقة ترسبت داخل الحوض الرسوبي**
- **تعاقب طبقات صلبة وأخرى هشة**
- **تعرض الطبقة الصلبة العليا للتعرية**
- **وجود بروز لطبقة صلبة على السطح.**

الشكل 3: رسم توضيحي للسطوح البنيوية الاصلية (1) والسطوح البنيوية المشتقة (2)



2. **السطوح المشتقة**: ينتج هذا السطح عن استمرار الاودية في التعمق الرأسي (التعرية العمودي) داخل الطبقة الصلبة (الشكل 3 الطبقة الصخرية 4) الى أن تصل الى الطبقة الهشة الموالية (الطبقة 3)، ولا تتوقف الا عندما تصطدم بالطبقة الصلبة الثانية (الطبقة الصخرية 2)، وهو ما يجبر هذه الاودية على مهاجمة السفوح الجانبية التي شكلتها في الطبقة الهشة (التعرية الجانبية)، وما يصاحبها من خلل في استقرار الطبقة الصلبة العليا التي تنهار بفعل الجاذبية وتشقق الصخور، فتتراجع الطبقة الصلبة العليا ولا يبقى منها الا بعض التلال الشاهدة، ونتيجة اتساع رقعة بروز الطبقة الصلبة السفلى ينكشف (يظهر) سطح شبه بنيوي جديد منخفض، يسمى بالسطح المشتقة وهو نوعان: (أنظر الشكل 4)

الشكل 4: رسم توضيحي للسطوح البنيوية المشتقة (رقم 3) والسطوح شبه البنيوية المشتقة (رقم 4)



أ- **السطح البنيوي المشتق**: هذا السطح أيضا ناذر الوجود، فهو يتطلب بروز طبقة صلبة بعد إزالة الطبقة او الطبقات العليا، دون أن تتعرض الطبقة الصخرية الصلبة المشتق لعامل التعرية وهذا بطبيعة الحال صعب التحقيق.

ب- **السطح شبه البنيوي المشتق:** وهو في الأصل سطح بنيوي مشتق إلا أن تعرض الطبقة الصلبة لعامل التعرية جعل منه سطحا شبه بنيوي مشتق (وهذا النوع هو الشائع)

على المستوى التضاريس تتجسد هذه الأشكال في هضبة عليا متقطعة ومتموجة (توافق غالبا سطح شبه بنيوي أصلي) وهضبة سفلى (توافق سطح شبه البنيوي المشتق) تفصل بينهما حافة، وتجدر الإشارة الى أن السطوح المشتقة تحتوي على بعض العناصر التضاريسية منها (أنظر الشكل 4):

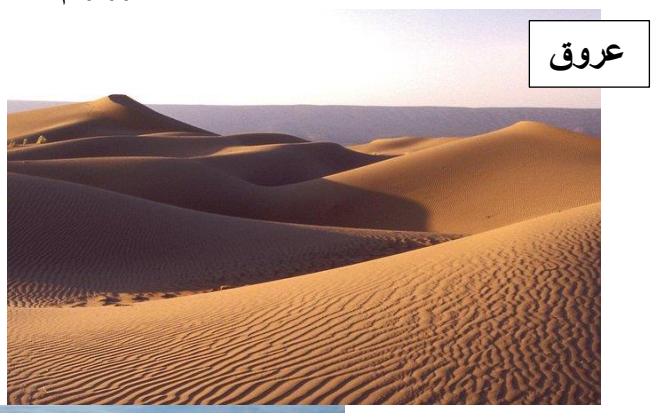
- **التلال الشاهدة**: وسميت بالشاهدة لأنها تحتفظ بجزء من الطبقة الصلبة في قمتها (طبقة 4) مما يجعلها شاهدة عن التطورات الجيومورفلوجية التي مرت منها هذه التضاريس تحت تأثير التعرية.
- **التلال المتقدمة**: وهي تقببات مكونة من بقايا الطبقة الهشة، وسميت بالمتقدمة لأنها فقدت كل أجزاء الطبقة الصلبة التي كانت تتواجد في الأعلى.

II. أنواع أخرى من السطوح غير البنيوية

الى جانب **السطوح البنيوية** سابقة الذكر نصادف في المجال الجغرافي **أنواع أخرى من السطوح** ذات الطبوغرافيا المنبسطة، ولعل أهمها: **سطوح التراكم وسطوح التعرية**. فما هي إذن خصائص هذه الأنواع من السطوح؟

أ- **<u>سطوح التراكم</u>**: يطلق مصطلح سطوح التراكم على السطوح المنخفضة والمستوية التي تستقبل أجزاءها العليا مواد فتاتية حديثة ناتجة عن ارسابات قارية نهرية أو جليدية أو ريحية، مثل السهول الغرينية (كسهل الغرب الذي تغطيه تراكما غرينية سميكة)، دلتات النهرية (كدلتا نهر الدانوب ودلتا النيل...) والكثبان الرملية المتحركة (كالعروق الصحراوية المغربية) (**أنظر الصور أسفله**)

صور رقم 2: مشاهد لبعض سطوح التراكم



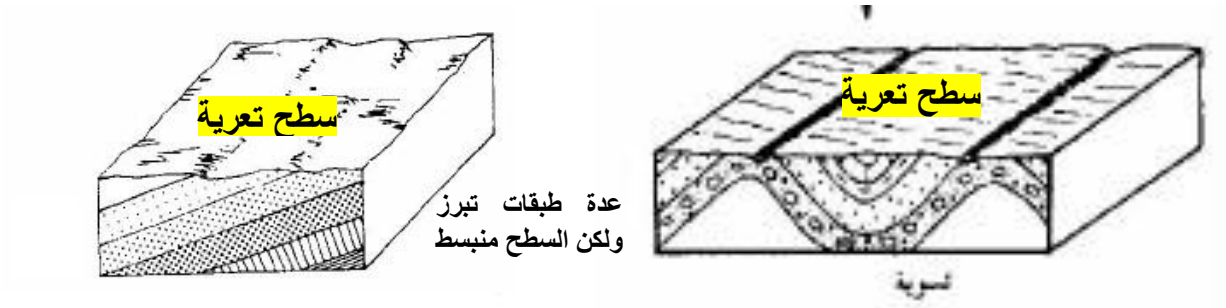
ب- **<u>السطوح التعرية</u> (السطوح التحاتية)**

عكس السطوح البنيوية فإن سطوح التعرية لا علاقة لها لا بالبنية ولا بنوع الصخور، فهي سطوح تنشأ عن عملية تسطيح شاملة وتسوية التضاريس ذات البنيات العنيفة بفعل التعرية، وهي عملية استغرقت مدة زمنية جيولوجية طويلة (مئات الملايين من السنين) وتتطلب ظروف مناخية وتكتونية مستقرة.

تتميز هذه السطوح عن غيرها بوجود تنافر بين السطح الطبوغرافي المستوي وبنية الطبقات المائلة أو الملتوية، بمعنى أن السطح الطبوغرافي الافقي يرسم زوايا مع الطبقات الجيولوجية التي تكون دائما إما مائلة أو ملتوية (الشكل 5)

وتجدر الإشارة الى أنه في القواعد القديمة كل سطح مستوي كيفما كانت أهميته يعتبر سطح تعرية.

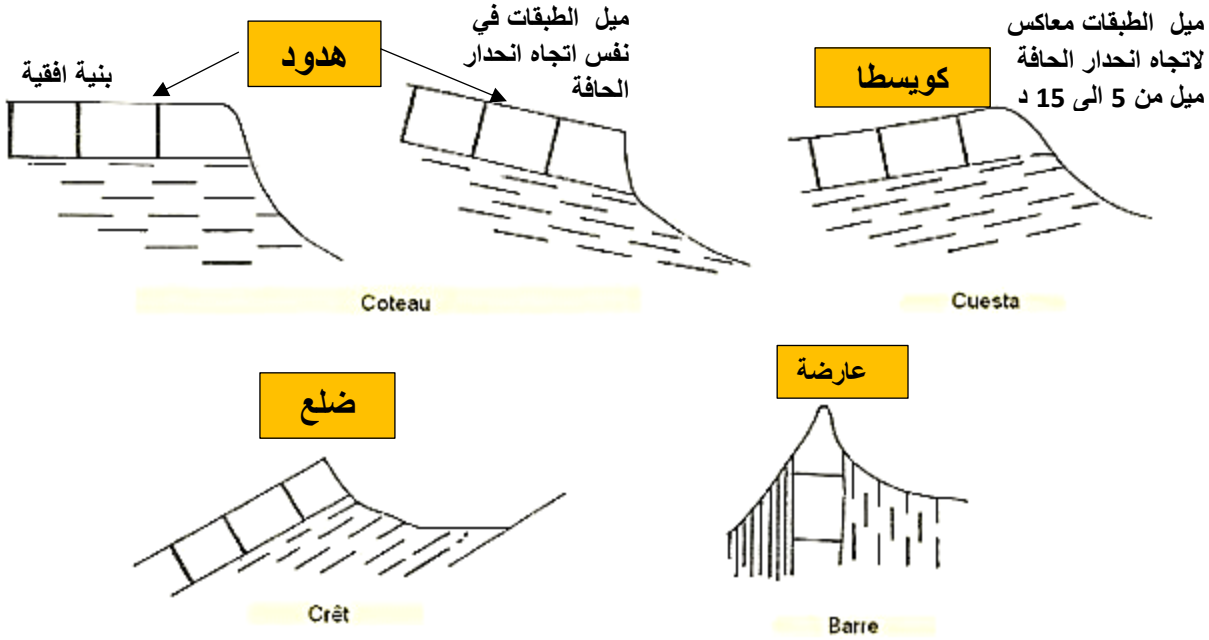
الشكل 5 : رسوم مبسطة لسطوح التعرية (سطح تحاتي مُسَوَّى بواسطة التعرية يتكون من طبقات متعددة في وضعية متنافرة مع السطح)



III. الحافات في الاحواض الرسوبية خفيفة التشويه

الى جانب السطوح البنيوية تعتبر **الحافات** من الأشكال المورفلوجية الرئيسية التي تميز الأحواض الرسوبية خفيفة التشويه، وتعرف طبوغرافيا بكونها عبارة عن **منحدر حاد نسبيا يفصل بين منبسطين احداهما مشرف وهو دائما عبارة عن هضبة عليا والثاني يوجد في وضعية منخفضة** بحيث يمكن أن يكون سهلا أو هضبة سفلى، هذه الحافات تقسم **لأنواع مختلفة** حسب الخصوصيات البنيوية للمجال (أنظر الشكل 6)، فتسمى **هدودا** إذا تشكلت الحافة في بنية أفقية (يقل الميل عن 5 درجة) أو في بنية مائلة إذا كانت الطبقات تميل في نفس اتجاه انحدار الحافة، ويطلق عليها تسمية **كويسطا** إذا نشأت الحافة في بنية مائلة (يزيد ميلها عن 5 درجة ويقل عن 15 درجة) **شريطة أن تميل الطبقات في اتجاه معاكس لانحدار الحافة**، أم إذا تطورت الحافات في بنيات مائلة تتجاوز 15 درجة، فحينئذ تكون الحافة إما عبارة عن **ضلع** (درجة الميل بين 15 و 35 درجة) أو **عارضة** (أكثر من 35 درجة) وغالبا ما تظهر الحافات الأخيرة في البنيات عنيفة التشويه

الشكل 6: أنواع الحافات حسب درجة ميل الطبقات



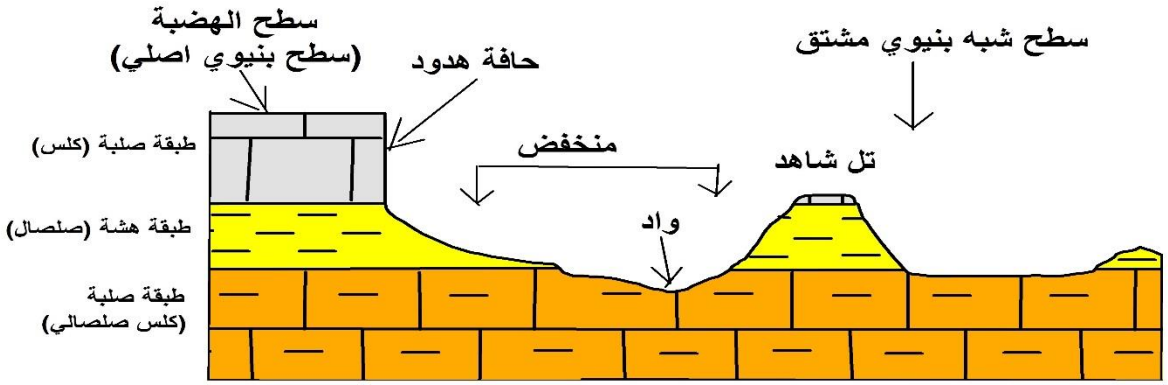
1. أنواع الحافات بالبنية الافقية ووحيدة الميل بالاحواض خفيفة التشويه (الهدود والكويسطا):

أ- تضاريس الهدود:

يطلق اسم الهدود على **الحافات** التي تتطور بسبب تعمق الاودية في البنية الأفقية أو في البنية المائلة حينما يوافق اتجاه انحدار الحافة نفس اتجاه ميل الطبقات (أنظر الشكل 6)، وتتميز حافة الهدود بقطاعها المستعرض الذي يتأثر بتعاقب صخور صلبة وأخرى هشة (أنظر الصورة 1 والشكل 7)، بحيث يتكون جزءها العلوي من إفريز شديد الانحدار يوافق الطبقة الصلبة العليا، لذلك فقطاع الهدود يتخذ عدة مظاهر ترتبط بنوعية الصخور وصلابتها وسمك الطبقات.

الصورة 1: حافة الهدود (بنية أفقية أو ضعيفة الميل لا تتجاوز درجة الميل 5 درجات)

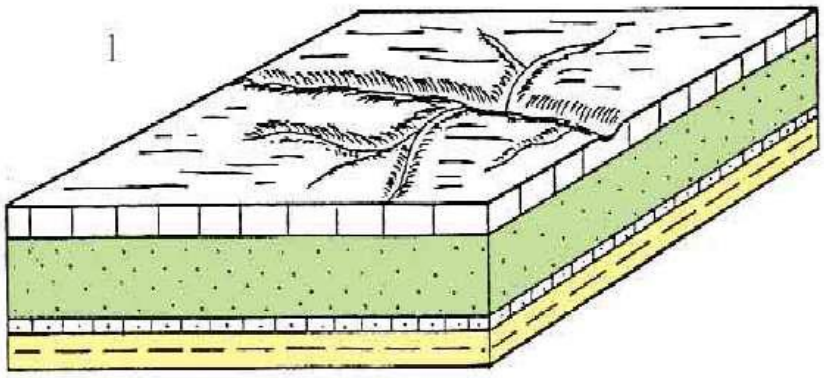
الشكل 7: رسم توضيحي للعناصر المكونة لتضاريس الهدود (هضبة منضدية)



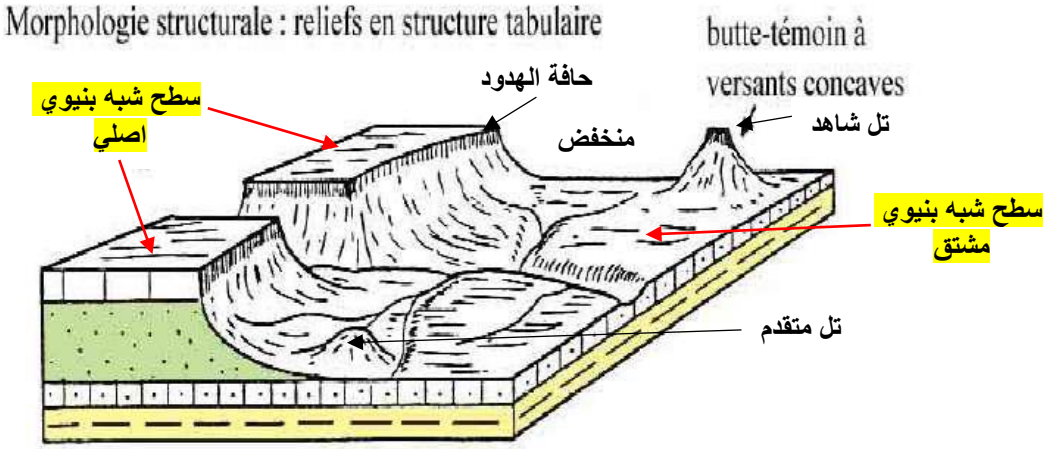
مثال عن تطور التضاريس في البنية الرسوبية المنضدية (الافقية) وتشكل الهدود

Evolution du relief en structure sédimentaire tabulaire.

سهل



هضبة بنيوية



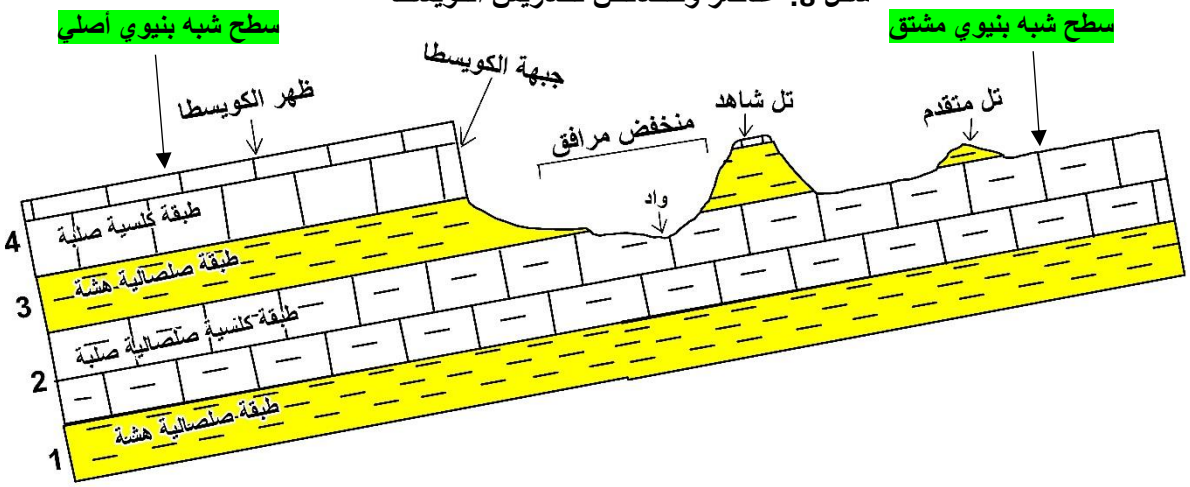
L'évolution d'une structure concordante et horizontale.
1 - Situation initiale.
2 - La surface structurale inférieure est encore imparfaitement dégagée.

ب-تضاريس الكويسطا:

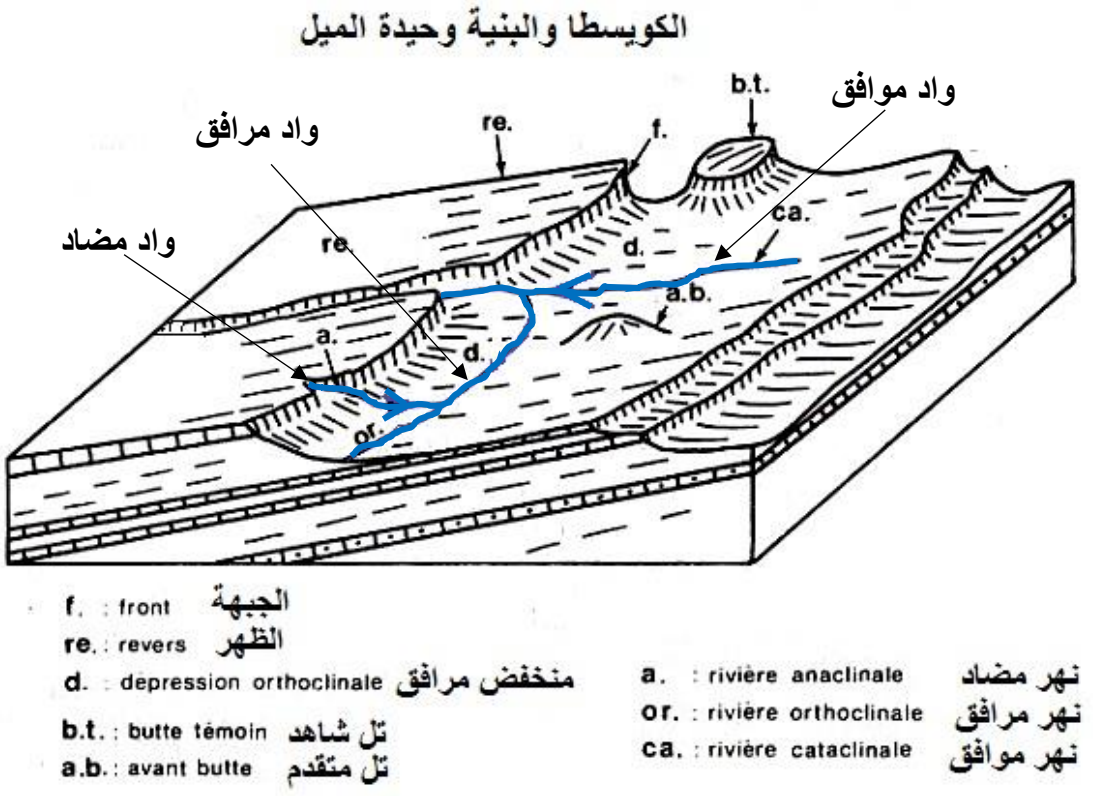
الكويسطا هي لفظ اسباني يعني الحافة أو المنحدر CUESTA، هذه الحافة تقترن نشأتها بتعمق الاودية بهوامش الأحواض الرسوبية وحيدة الميل، ويتطلب تكوينها توفر أربعة شروط ضرورية (لاحظ الشكل8):

- **توفر متوالية استراتغرافية متطابقة (بنية متطابقة)**
- **تعاقب صخور صلبة وهشة، بحيث كلما كان التباين العمودي في صلابة الصخور كبيرا كلما كان تشكيل الكويسطا أكثر وضوحا.**
- **توفر طبقات صخرية مائلة ميلا خفيفا (بين 5 و 15 درجة)**
- **تعرض المنطقة للتعرية الانتقائية**

الشكل 8: عناصر وخصائص تضاريس الكويسطا



الشكل 9: العناصر الجيومورفلوجية والهيدروغرافية لتضاريس الكويسطا



تتكون الكويسطا من عدة عناصر مورفلوجية وأخرى هيدروغرافية:

❖ **على المستوى المورفلوجي** تضم الكويسطا 3 عناصر أساسية (أنظر الشكل 8 و 9) وهي:

- **ظهر الكويسطا**، طوبوغرافيا هو دائما عبارة عن هضبة مشرفة ذات سطح مستوي أو قليل الانحناء (متماسك – متموج أو متجزئ) والذي يشرف على الحوض المرافق عبر الجبهة، ويختلف تعريفه المورفولوجي من **سطح شبه بنيوي أصلي** أو **سطح شبه بنيوي مشتق**، وقد يدخل هذا السطح في اطار سطح أعم نتج عن تشكيل **سطح تعرية** بالمنطقة.
- **الجبهة Front** هي عبارة عن افريز طبوغرافي شديد الانحدار ينحني في اتجاه معاكس لانحدار ظهر الكويسطا وغالبا ما ينحت في الطبقة الصلبة العليا.

- **الحوض المرافق Depression arthoclinal** وهو شكل افراغي يمتد عند قدم جبهة الكويسطا ويختلف حجمه تبعا لسمك ميل الطبقة الهشة التي يتشكل في جزئها الأسفل.

❖ **على المستوى الشبكة المائية (الشبكة الهيدروغرافية):** يرتبط بالكويسطا نوع خاص من الجريان المائي، والذي يعتبر الأصل في نشأتها وتطورها، وتبعا لاتجاه الجريان في علاقة بالبنية الجيولوجية يتم التمييز بين 3 أنواع من الجريان: (انظر الشكل 9)

- **الأنهار الموافقة:** أي التي يوافق اتجاهها ميل الطبقات (ca)
- **الأنهار المرافقة:** أي التي توافق الحوض المرافق وتجري بموازاة الجبهة (or)
- **الأنهار المضادة:** أي التي تجري عكس ميل الطبقات (a)

2. بعض العوامل البنيوية المتحكمة في تطور الحافات في البنيات الافقية وأحادية الميل.

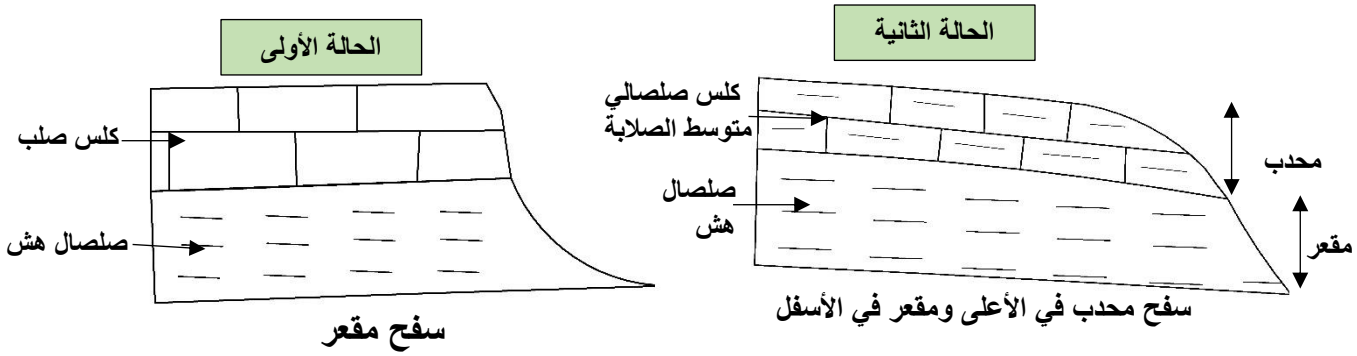
تسجل مورفلوجية الحافات وخاصة منها الهدود والكويسطا اختلافات مهمة على مستوى قطاعيها الطولي والعرضي[4] (المستعرض) وتتحكم عدة عوامل بنيوية في تفسير هذه الاختلافات، منها **عامل تباين السمك النسبي لكل من الطبقة الصلبة والهشة**، ومدى **مقاومة الطبقات للتعرية (التباين الصخاري) ودور البنية** (درجة **ميل الطبقات**):

أ. **عامل التباين الصخاري (يحدد درجة المقاومة والتآكل):**

يرتبط مظهر الحافات بمعيار التباين الصخاري بين الطبقات (الشكل 10)، بحيث:

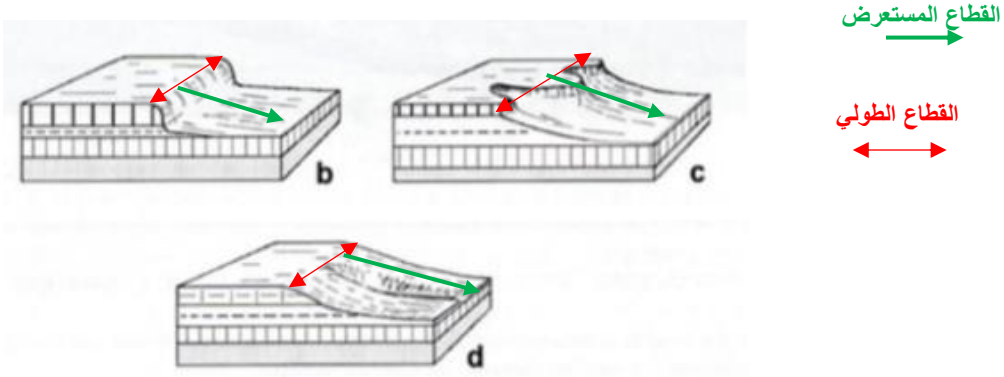
- إذا كان التباين في الصلابة مهما بين الطبقات (مثلا كلس وصلصال) الا وقدم لنا سفحا مقعرا وافريزا صخريا بارزا (الشكل 10:الحالة الأولى)
- إذا كان التباين الصخاري متوسطا (طبقة متوسطة الصلابة تحتها طبقة هشة) الا وقدم لنا سفح يتطور من محدب الى مقعر. (الشكل 10:الحالة الثانية)

الشكل 10: تأثير تباين صلابة الصخور في تطور الحافات في البنيات خفيفة التشويه



- إذا كان تشابه وتجانس في الصلابة أو في الهشاشة فإن السفح يكون منتظما

[4] القطاع الطولي المقصود به الشكل الموفلوجي للسفح على امتداد الحافة والقطاع المستعرض أي شكل السفح من القمة الى السليل



ب. عامل التباين في سمك الطبقات، ويمكن التمييز **بين حالتين (أنظر الشكل 11)**

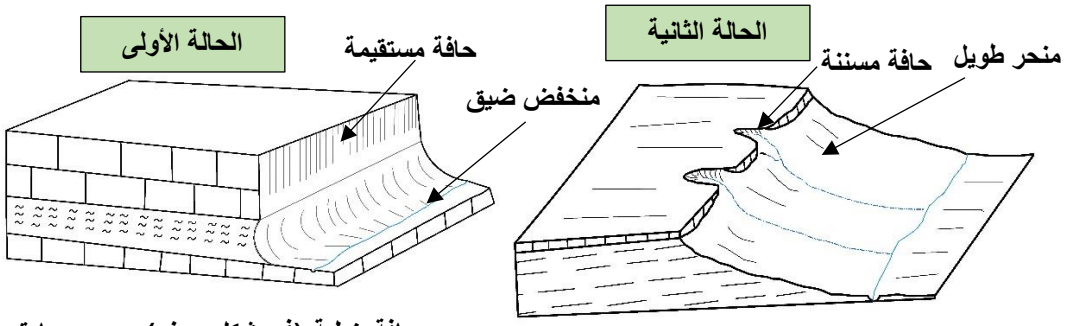
أ- **الحالة الأولى**: في حالة ما إذا كانت الطبقة الصلبة أكثر سمكا من الطبقة الهشة فإن التعرية الانتقائية تشكل حافة ثقيلة المعالم سواء من حيث شكلها الطولي أو المستعرض لأن عمليات التعرية التراجعية يصعب عليها مزاولة نشاطها على جبهة الكويسطا أو الهدود، بحيث: (الشكل 11 الحالة الأولى)

- **القطاع المستعرض**: يتميز القطاع في هذه الحالة بحافة حادة وحائطية في الأعلى ومقعر في الأسفل تقعرا ضعيفا
- **القطاع الطولي:** يظهر القطاع الطولي مستقيما (حافة مستقيمة) ويتطور عند قدمه منخفض ضيق، وتفسر استقامة الحافة وعدم تقطعها بأهمية سمك الطبقة وصلابتها، فيتعذر على التعرية مهاجمة الحافة وبالتالي تآكها وتراجعها يتمان بشكل بطيء جدا.

ب- **الحالة الثانية**: في حالة ما إذا كانت الطبقة الصلبة ضعيفة السمك مُتَوَضّعة فوق طبقة هشة كبيرة السمك تصبح عملية تآكل وتراجع الطبقة الصلبة سهلا، فتتراجع الجبهة أو الإفريز بسهولة كبيرة، بحيث: (الشكل 11 الحالة الثانية)

- **القطاع المستعرض** يكون عبارة عن منحدر طويل لا يحتل فيه الإفريز العلوي إلا جزءا ضيقا.
- **الشكل الطولي**: فيغلب عليه التقطيع (حافة مسننة أو إكليلية) لأن الشعاب التي تتركز في الحافة لا تجد أي مقاومة من طرف الطبقة الهشة السميكة، وبالتالي تعمل على تقطيعها لعدة كتل تعزلها فيما بعد على شكل تلال.

الشكل 11 : أثر تباين سمك الطبقات في تطور الحافات في البنيات خفيفة التشويه



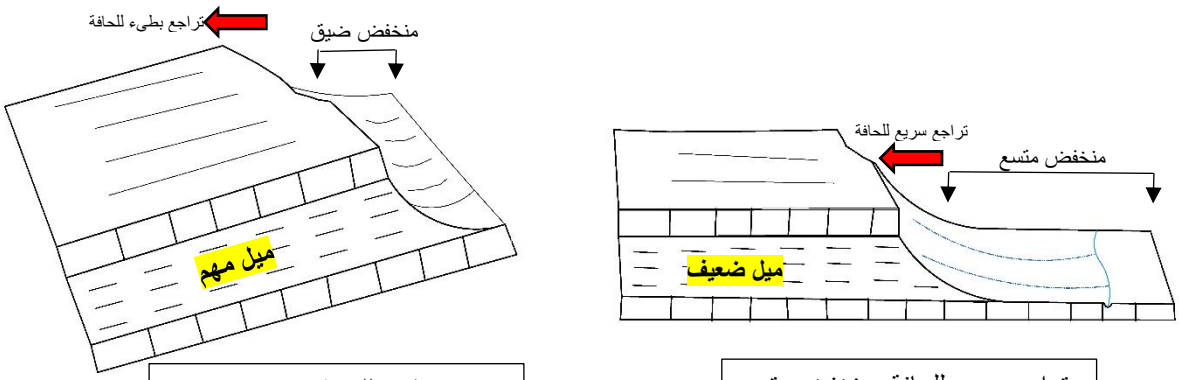
حافة خطية (في شكل جرف) بسبب سيادة الطبقة الصلبة (تراجع بطيء)

حافة مسننة أو إكليلية بسبب سيادة الطبقة الهشة (تراجع سريع)

ت. عامل البنية (درجة ميل الطبقات) Structure

كلما ضَعُفَ ميل الطبقات كلما كان التراجع قويا والتقطيع جد واضح وتطور عند قدم الحافة منخفضا متسعا، والعكس كلما تزايد الميل تضعف قدرة التعرية على إزالة الطبقة الصلبة العليا ويكون تراجع الجبهة بطيئا والمنخفض يكون أضيق. (الشكل 12)

الشكل 12: أثر البنية (درجة ميل الطبقات) في تطور الحافات في البنيات خفيفة التشويه



تراجع بطيء للحافة ومنخفض ضيق

تراجع سريع للحافة ومنخفض متسع