



Royaume du Maroc

*Ministère de l'Éducation Nationale
de la Formation Professionnelle
de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique*

*Sciences de la Vie et de la Terre
SVT & SP
Lycée ELWAHDA*

*Les phénomènes géologiques accompagnant
la formation des chaînes de montagnes et
leur relation avec la tectonique des plaques*

UNITÉ : 4

***Paragraphe
traité***

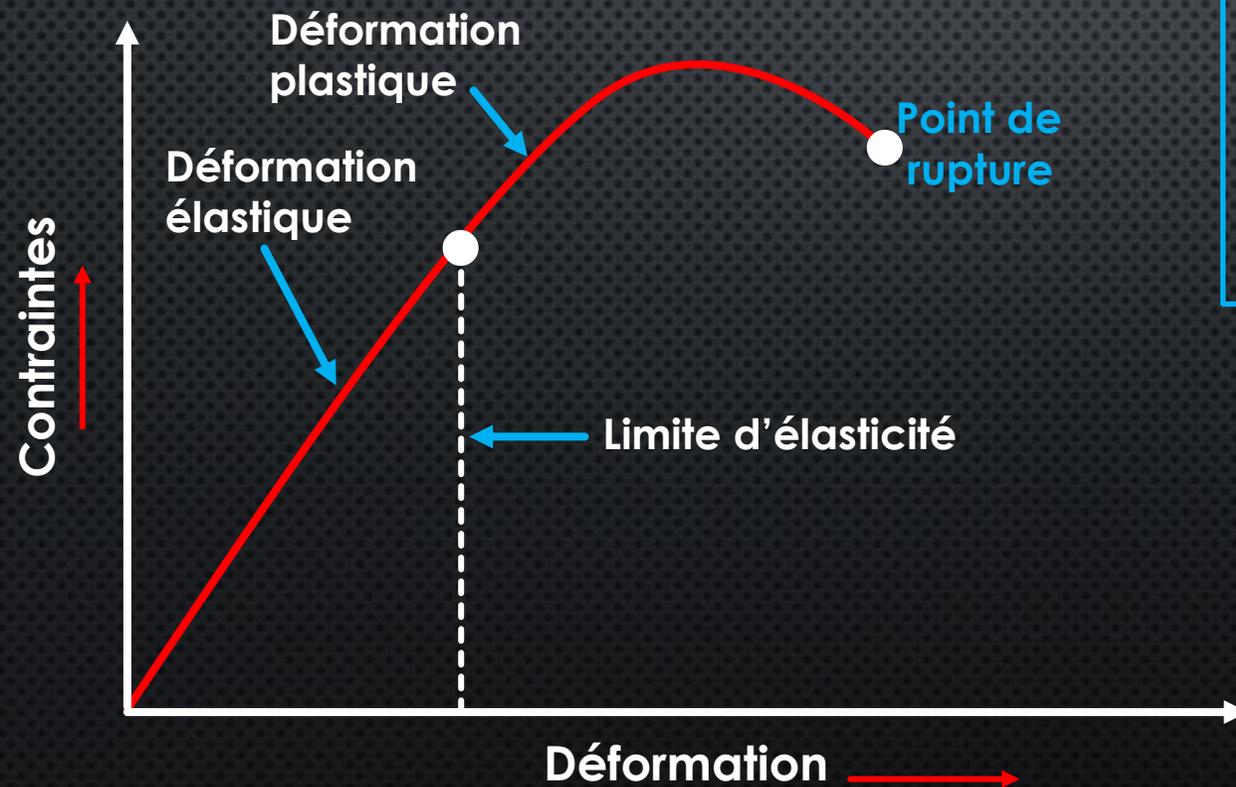
***Les déformations tectoniques
accompagnant la formation des
chaînes de montagnes***

Les déformations tectoniques

- C'est quoi la déformation tectonique
- Les facteurs qui aboutissent aux déformations tectoniques
- Les différents types des déformations tectoniques
 - Les déformations continues (*souples ou ductiles*)
 - Les déformations discontinues (*cassantes*)
 - Les déformations intermédiaires
 - Répartition des déformations selon la profondeur

C'est quoi la déformation tectonique?

- ▣ Lorsque la croûte est soumise à **des contraintes elle se déforme** : changements de **forme**, de **position** ou d'**orientation**
- ▣ Les types de déformation tectoniques et les contraintes tectoniques
- La figure suivante présente les étapes possibles de la déformation progressive d'un corps.



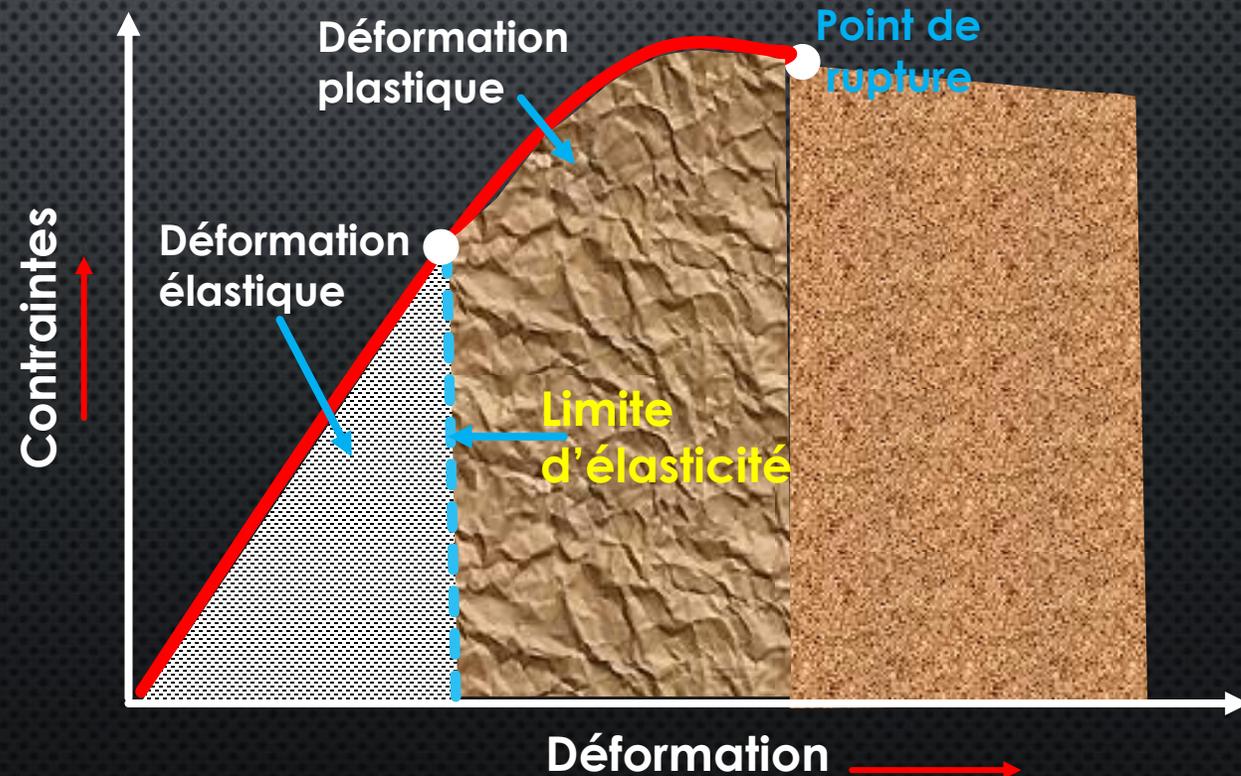
On se basant sur la figure et établissez une relation possible entre les déformations tectoniques et les contraintes tectoniques ?

C'est quoi la déformation tectonique?

La figure présente la déformation progressive d'un corps. (analyse de la courbe)

Analyse et interprétation

Il existe 3 types de déformations possible qui affectent un matériau (la croûte terrestre): **élastique**, **plastique** et **cassante**.



C'est quoi la déformation tectonique?

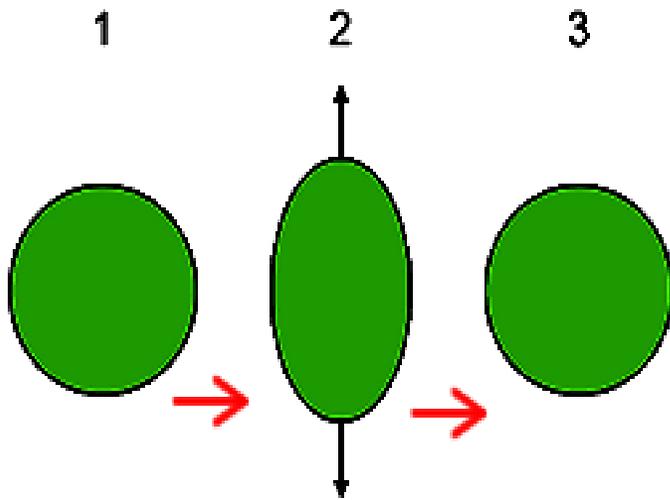
N'importe quel matériau peut se déformer de façons différentes :

📖 **De façon élastique**, c'est-à-dire avec une déformation instantanée et réversible (la déformation disparaît lorsque la contrainte est relâchée)

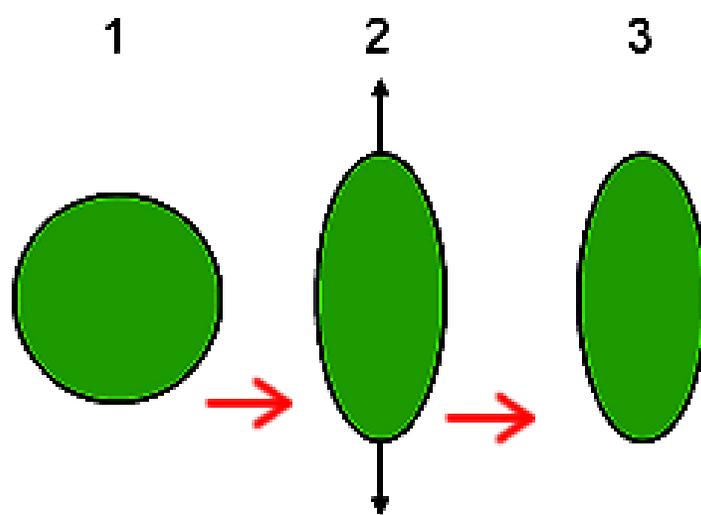
📖 **De façon plastique**, c'est-à-dire avec une déformation non-réversible, généralement non-instantanée.

📖 Dans les deux cas, au-delà d'une certaine quantité de déformation, le corps se casse (rupture).

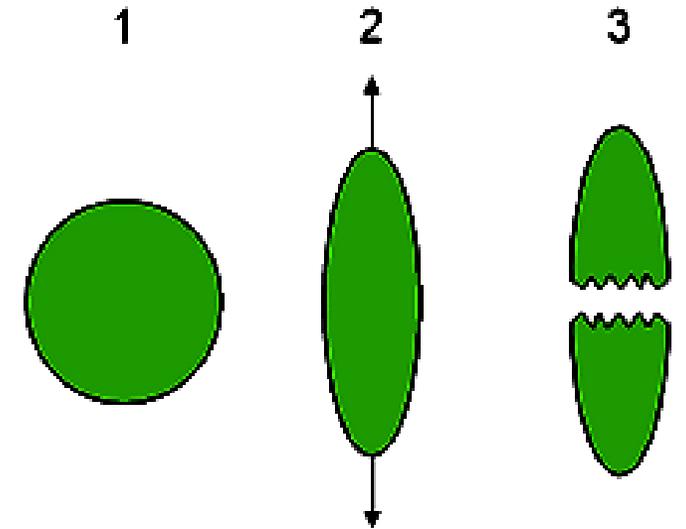
Déformation élastique



Déformation plastique



Rupture



Attention ! Ces deux notions (élastique et plastique) ne doivent pas être confondues avec les deux concepts (géologiques), plus familiers, de comportement **ductile** et **cassant**.

Les facteurs qui aboutissent aux déformations tectoniques

Les facteurs internes (liés à la roche)

Composition
minéralogique
de la roche

Les fluides
interstitiels

La tailles des
minéraux

Les facteurs externes (conditions du milieu)

Pression

Température

Temps

Les facteurs qui aboutissent aux déformations tectoniques



Les facteurs internes (liés à la roche)

Composition minéralogique de la roche

Si les minéraux contenus dans la roche ont une densité très importante; la roche aussi va en avoir une densité très importante et vis vers ça

Les fluides interstitiels

Les liquides et les gazes contenus dans la roches vont déterminé la formes des couches après leurs déformation

La tailles des minéraux

- ◆ Si la taille est très importante la déformation se traduit par une faille
- ◆ Si la taille est très petite la déformation se traduit par un pli

Les facteurs qui aboutissent aux déformations tectoniques

Les facteurs externes (conditions du milieu)

Pression

- ◆ C'est la force appliquée à une unité de volume. Si cette force (la contrainte) dépasse la résistance du matériel; il se déforme et il s'en suit un changement dans la forme et/ou le volume
- ◆ Sans pression il n'y a pas de déformation

◆ Les facteurs externes sont ceux qui vont déterminer le types de déformation après leurs applications en relation avec les facteurs internes

Les facteurs qui aboutissent aux déformations tectoniques

Les facteurs externes (conditions du milieu)

Pression

La nature des minéralogique

Exemple : Si la roche contient des minéraux très résistants ou une densité élevée la déformation est surtout une faille

Les fluides interstitiels

Exemple : Si la roche est riche en fluides (eau ; gaz) la déformation possible sera surtout un pli

La tailles des minéraux

Exemple : plus la taille des minéraux est très important la déformation est surtout une faille

Les facteurs qui aboutissent aux déformations tectoniques



Les facteurs externes (conditions du milieu)

Température

La température augmente la ductilité de la roche : plus elle sera élevée, plus le comportement sera ductile

Les facteurs qui aboutissent aux déformations tectoniques



Les facteurs externes (conditions du milieu)

Temps

- ♦ si temps court = comportement cassant ;
- ♦ si temps long = comportement plastique (notion de fluage).

Les différents types des déformations tectoniques

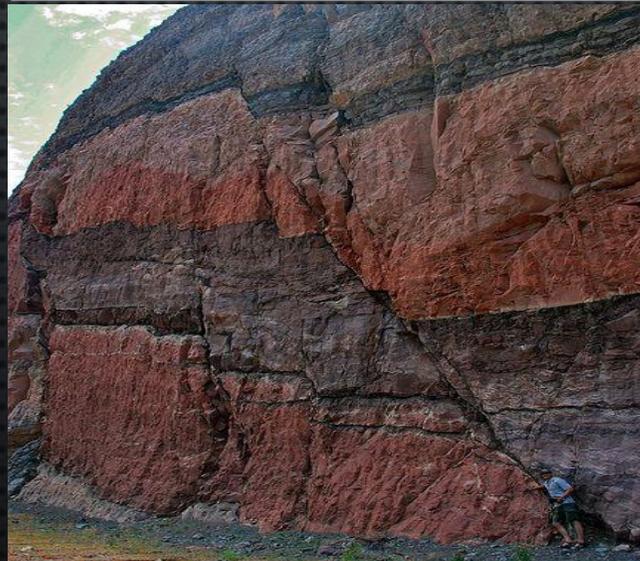
Les déformations
continues
(*souples*)

Pli



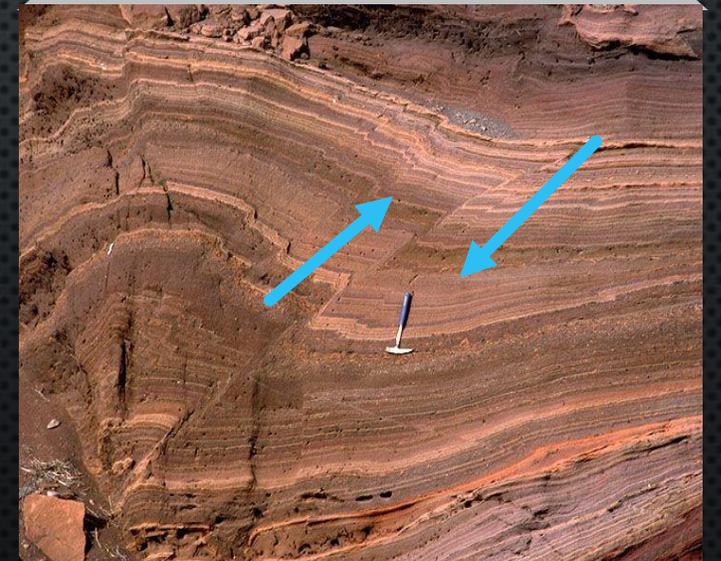
Les déformations
discontinues
(*cassantes*)

Faillle



Les déformations
intermédiaires

Pli - faille

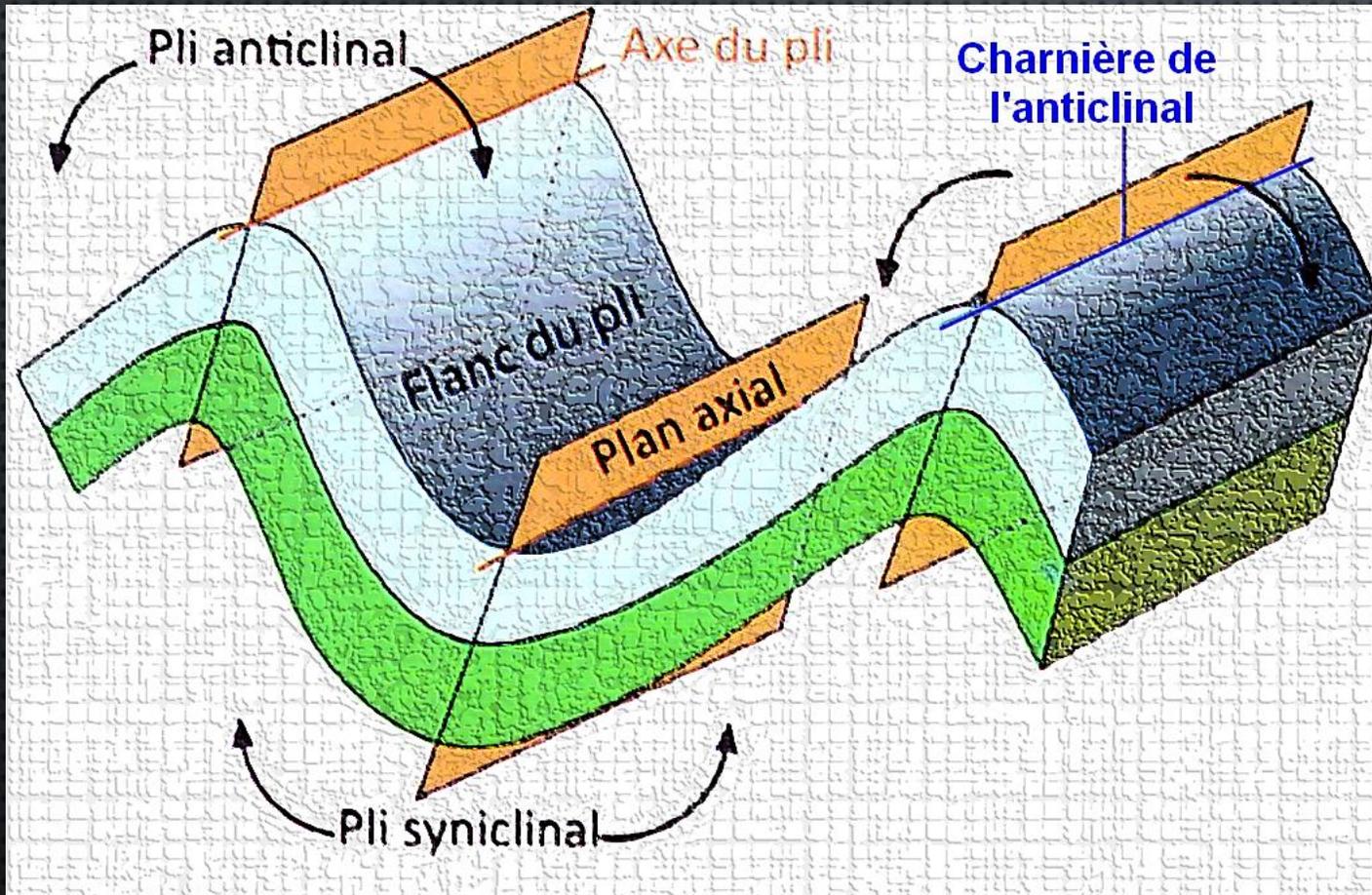


Les différents types des déformations tectoniques

● Les déformations continues (*souples*)

Les structures plissées résultent de déformation souple et se retrouvent exclusivement dans les roches **sédimentaires**.

Un pli réunit deux parties dont : une anticlinale et l'autre synclinal



1- un pli est une Déformation souple continue des couches géologiques initialement plane sous forme d'ondulations à plus ou moins grand rayon de courbure, à la suite d'une contrainte tectonique. L'ondulation peut être :

◆ En **saillie** : **pli anticlinal** un pli convexe dont le centre est occupé par les couches géologiques les plus anciennes.

◆ En **creux** : **pli synclinal** est un pli dont la concavité est tournée vers le haut.

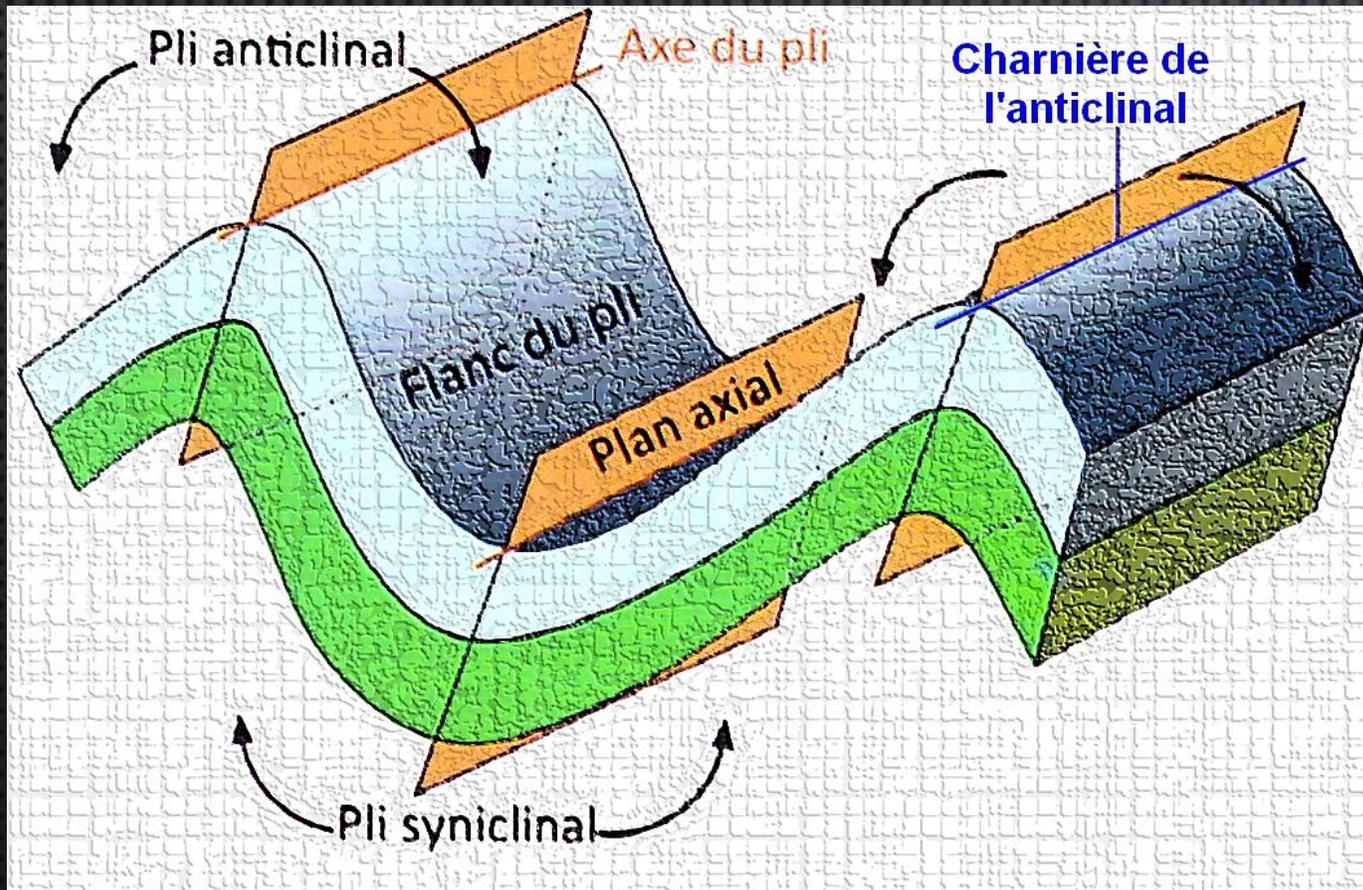
Dans des conditions normales, les couches les plus jeunes étant les couches supérieures, on trouve, après érosion, les strates géologiques les plus récentes dans le cœur du synclinal.

Les différents types des déformations tectoniques



Les déformations continues (*souples*)

les éléments d'un pli



- ◆ La charnière : est une zone de courbure maximale et les flancs relient deux charnières.
- ◆ Flanc du pli : c'est la surface qui raccorde deux charnières successives.
- ◆ Plan axial(ou surface axiale) : surface imaginaire qui relie les charnières des couches du pli.
- ◆ Axe du pli : ligne de bissectrice entre le plan axial et la surface topographique.

Les différents types des déformations tectoniques

● Les déformations continues (*souples*)

types de plis selon l'attitude du plan axial :

● L'attitude **du plan axial** dans l'espace permet de décrire la géométrie d'ensemble du pli.

→ Si l'épaisseur des couches est conservée durant la déformation, le pli est dit isopaque (même épaisseur).

● Pour caractériser totalement la forme d'un pli on ajoute à ce critère d'inclinaison, la notion d'étirement (ou laminage) des flancs pouvant conduire à la rupture de la continuité des couches entre deux axes de plis.

→ Un pli dont les flancs sont étirés est dit anisopaque

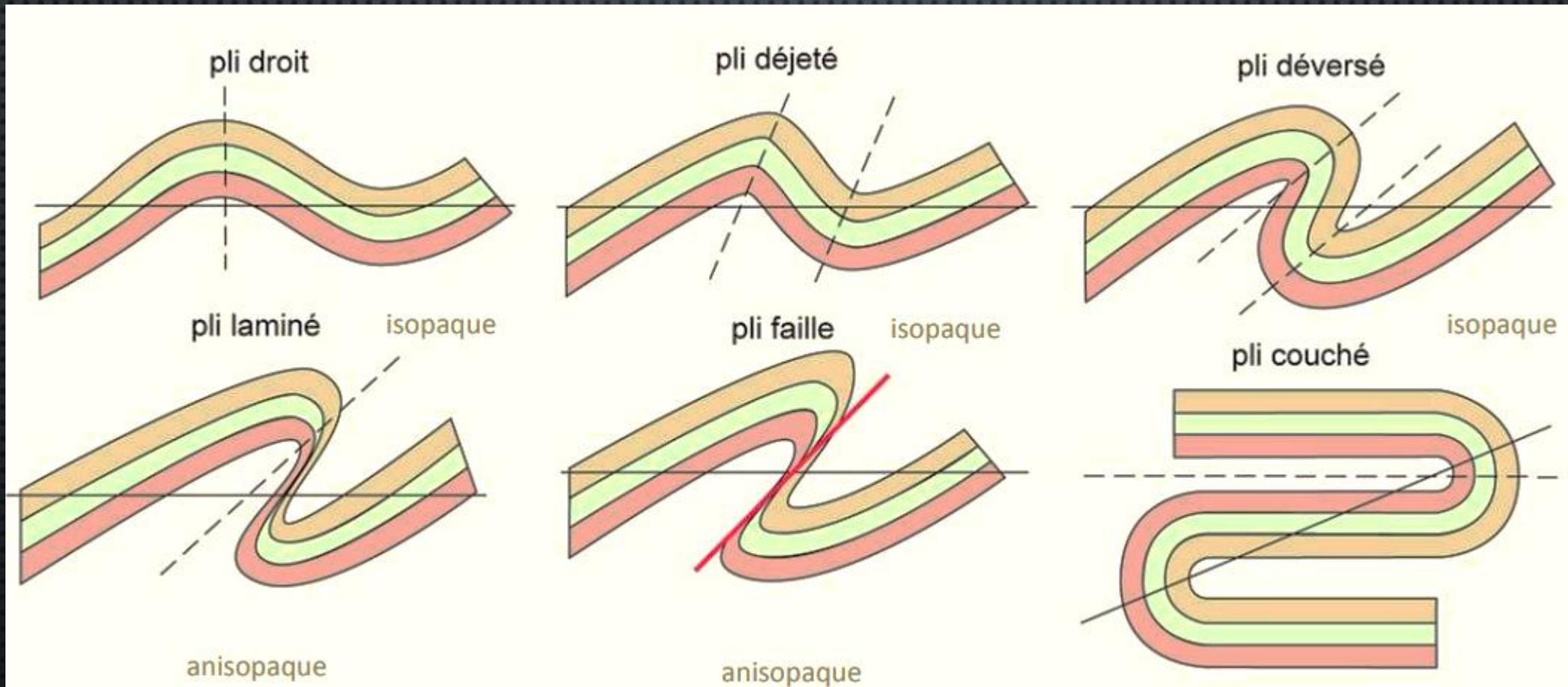
● Ainsi, le pli laminé est un pli déversé anisopaque.

Les différents types des déformations tectoniques



Les déformations continues (*souples*)

types de plis selon l'attitude du plan axial

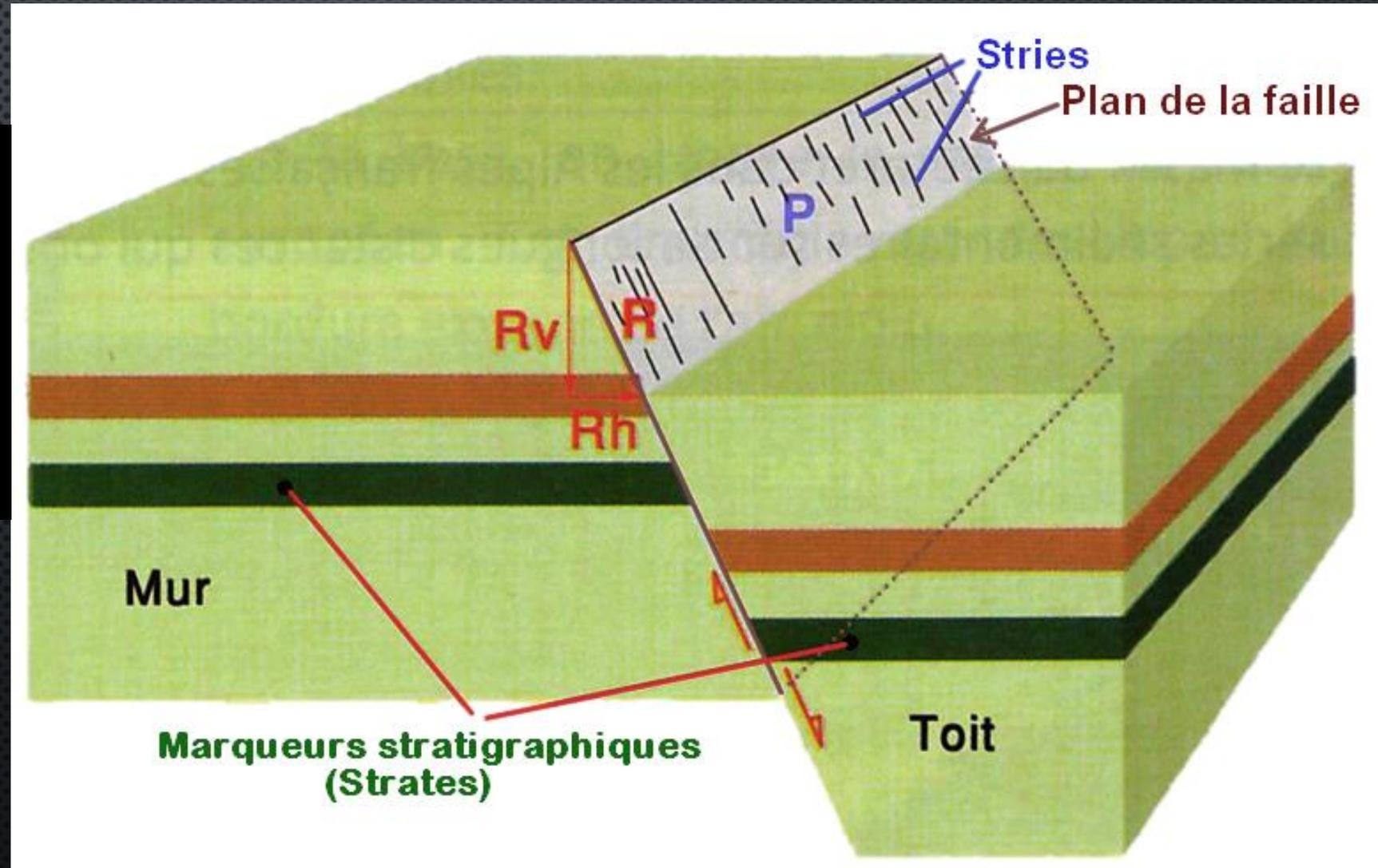


Les différents types des déformations tectoniques



Les déformations discontinues (*cassantes*)

- D'après le document *ci-contre* donnez une définition aux failles ?
2- dégager les éléments d'une faille ?



Les différents types des déformations tectoniques



Les déformations discontinues (*cassantes*)

Failles :

◆ Deux conditions à remplir :

- rupture de couches suivant une surface appelée **plan de faille**
- **déplacement relatif des compartiments** de part et d'autre du plan de faille.

◆ Les éléments de la faille sont :

- Les 2 compartiments :

le mur : compartiment soulevé (en dessous de la faille)

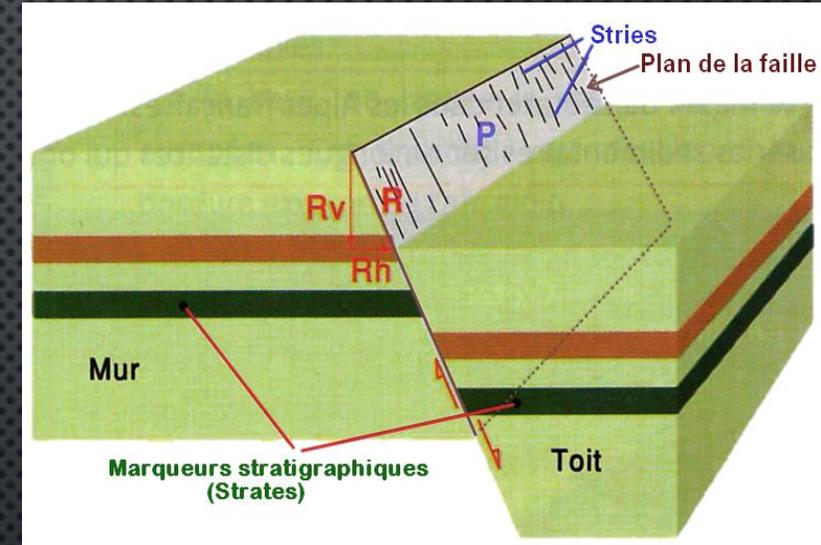
le toit : compartiment affaissé (au-dessus de la faille)

- Plan de faille : C'est la surface le long de laquelle les deux compartiments ont glissé, soit à l'oblique, soit à la verticale. Accompagné par une surface polie dite miroir).

On peut décrire le plan de faille en mesurant son inclinaison ou son angle de pendage (α) par rapport à la verticale.

- Le rejet de la faille : R_v : rejet vertical : c'est la différence d'altitude entre les deux blocs

R_h : rejet horizontal : mesure du glissement des blocs l'un contre l'autre

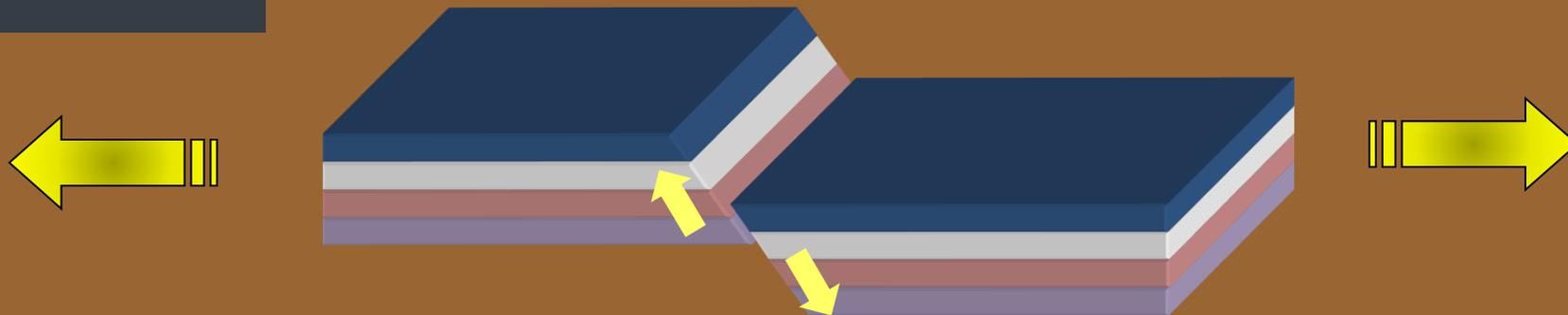
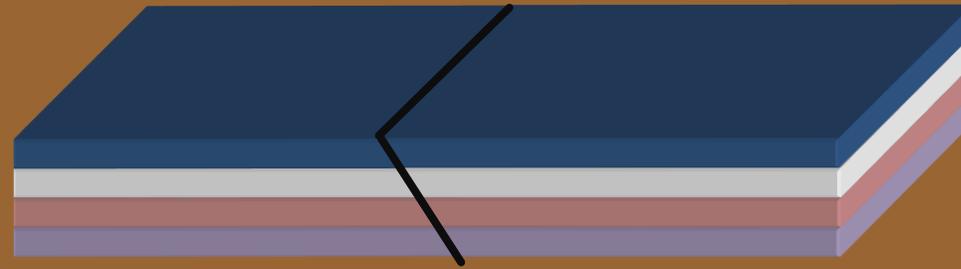


Les déformations discontinues (cassantes)

• Les types de failles : *faille normale*

Faille normale:

- ♦ faille le long de laquelle les roches au-dessus du plan de faille se déplacent vers le bas par rapport aux roches sous le plan de faille.
- ♦ Les failles normales se forment lorsque deux blocs de roche s'éloignent l'un de l'autre en raison d'une distension.

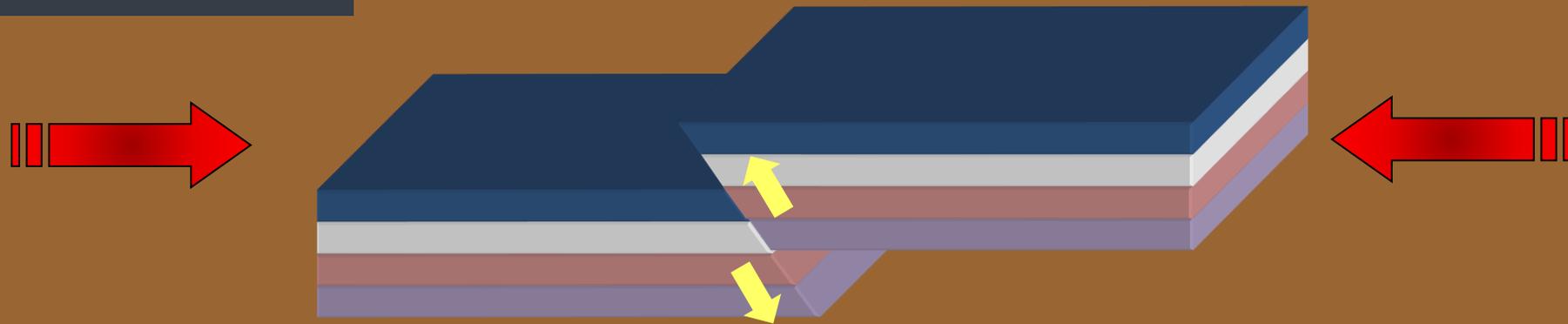
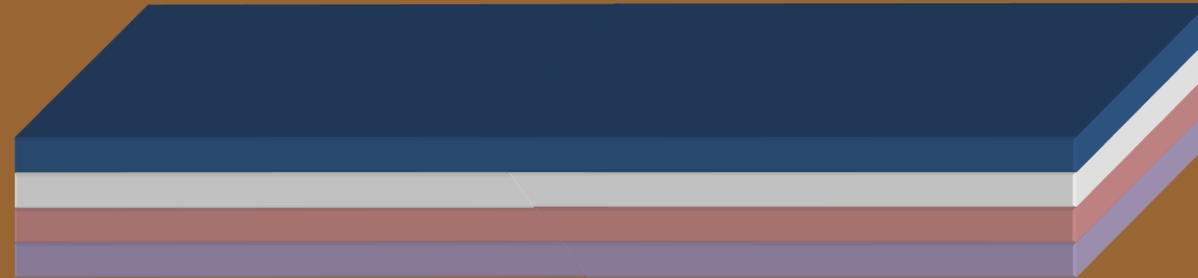


Les déformations discontinues (*cassantes*)

Les types de failles : *faille inverse*

Faille inverse:

- ◆ faille le long de laquelle les roches au-dessus du plan de faille se déplacent vers le haut par rapport aux roches sous le plan de faille.
- ◆ Les failles inverses se forment lorsque deux blocs de roche sont poussés l'un vers l'autre en raison d'une compression

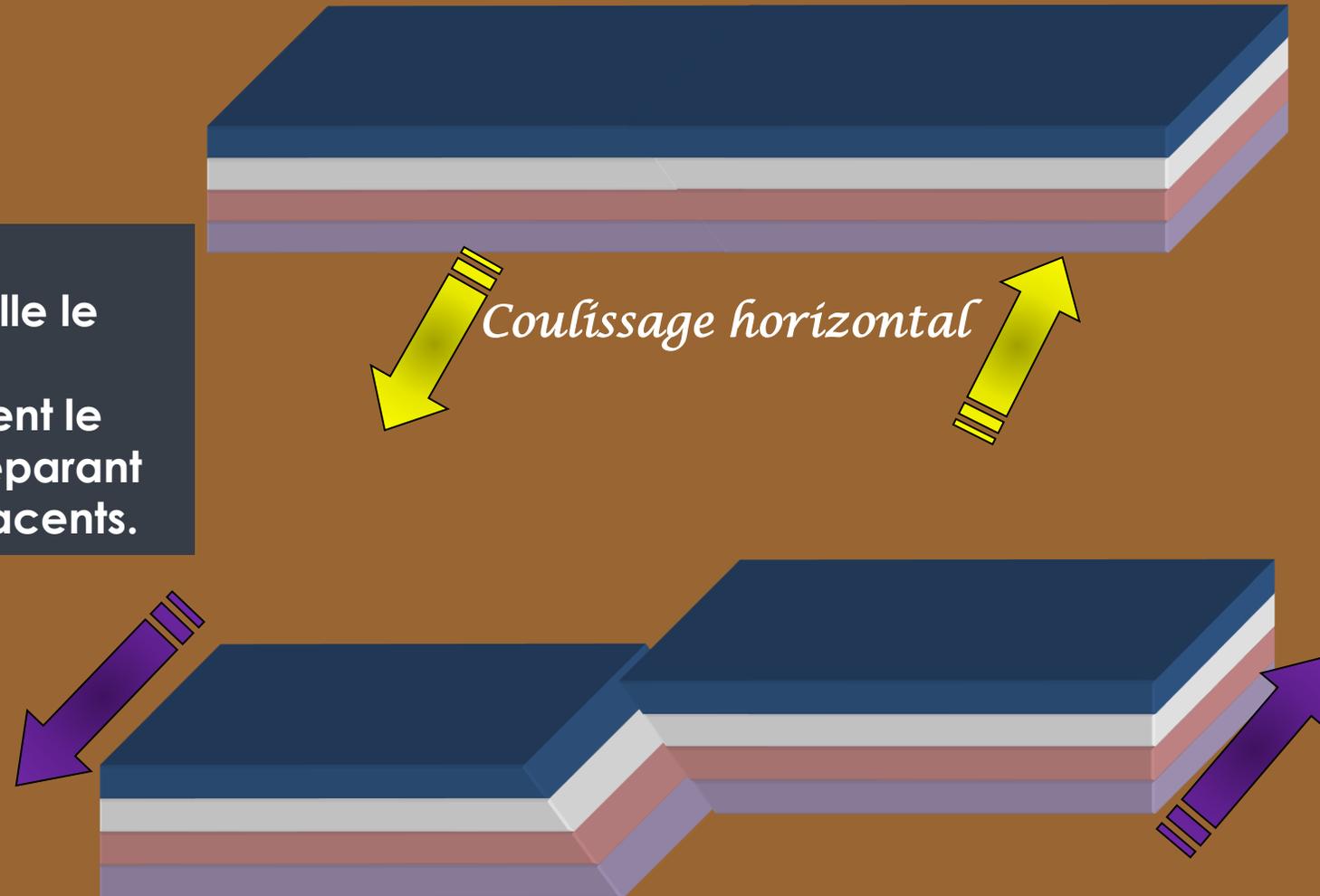


Les déformations discontinues (*cassantes*)

• Les types de failles : *décrochement*

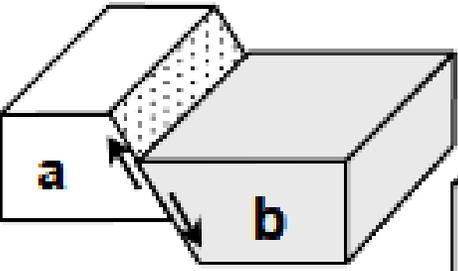
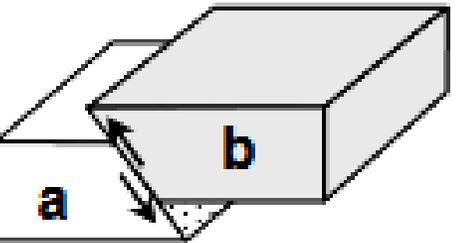
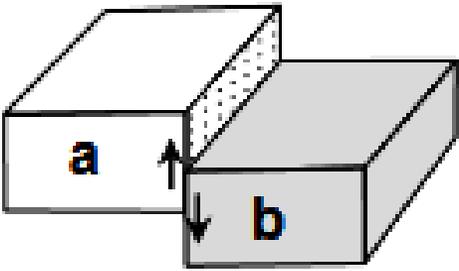
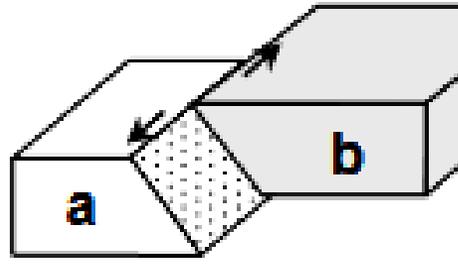
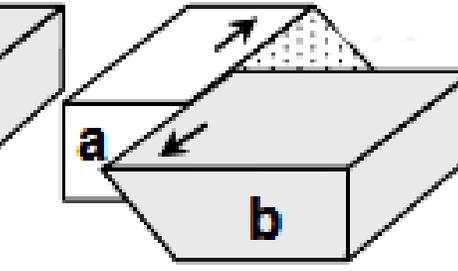
Décrochement :

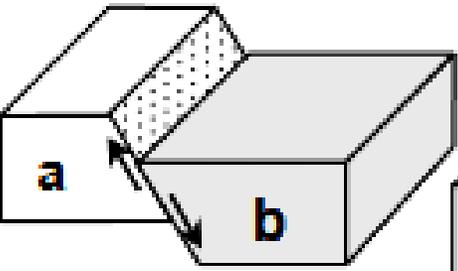
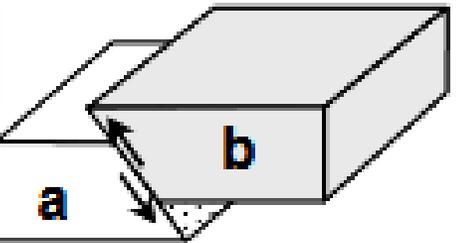
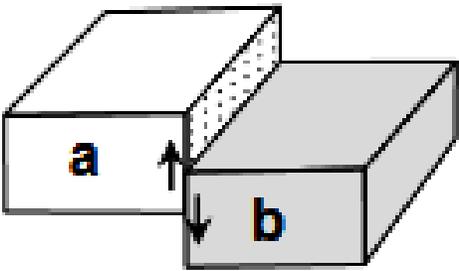
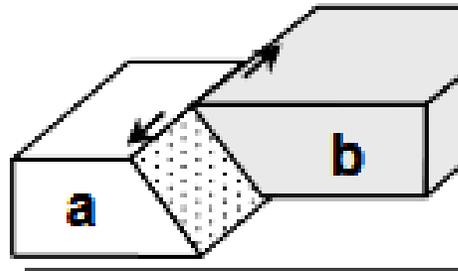
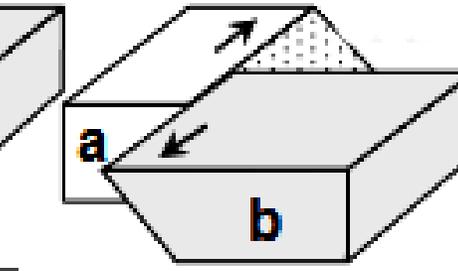
♦ faille le long de laquelle le déplacement relatif s'effectue horizontalement le long du plan de faille séparant des blocs de roche adjacents.



Les déformations discontinues (*cassantes*)

Compléter le schéma suivant

				
.....

				
Faille normale	Faille inverse	Faille verticale	Décrochement sénestre	Décrochement dextre

Les déformations discontinues (*cassantes*)

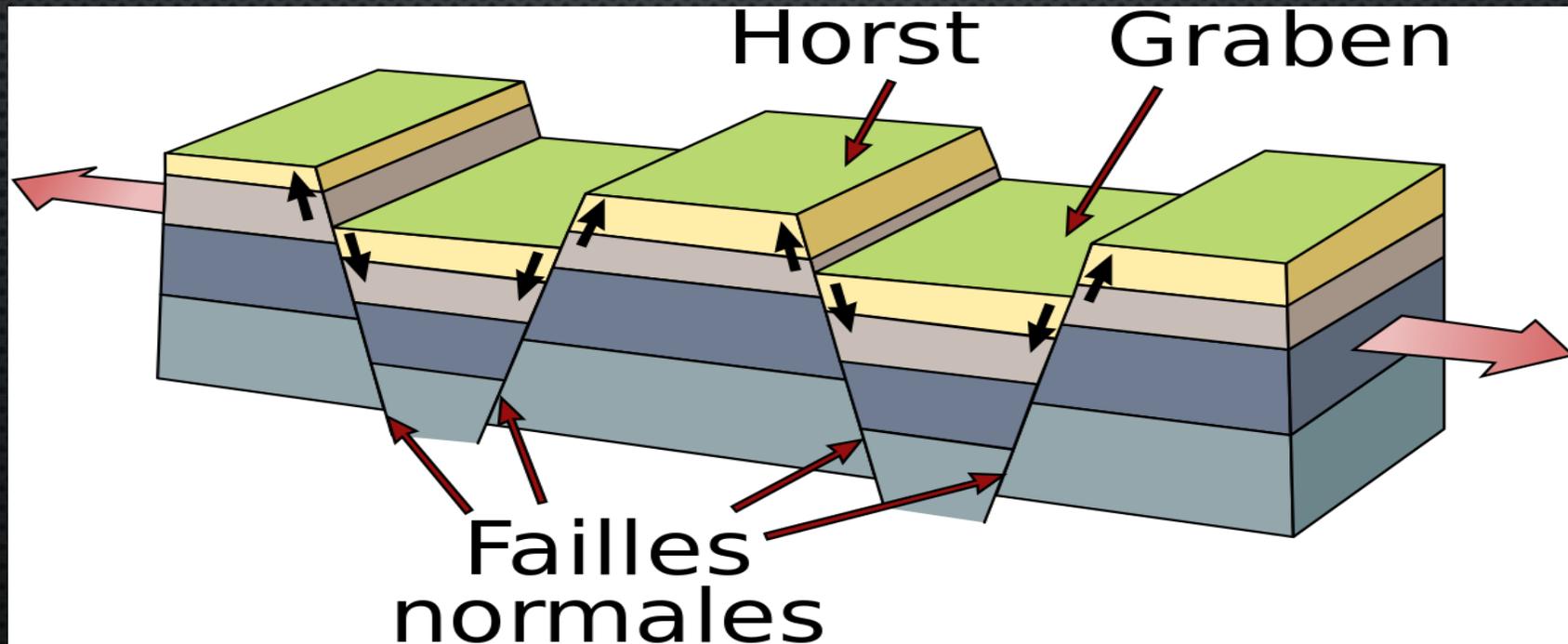
● Failles conjuguées normale

◆ Des failles sont dites conjuguées lorsqu'elles ont été produites **au même moment** dans un **même champ de contraintes** et qu'elles forment un **angle entre elles**.

On distingue :

◆ structure de type **graben**: deux failles normales de pendage **convergent** entraînent, par étirement, un effondrement du bloc situé entre les deux.

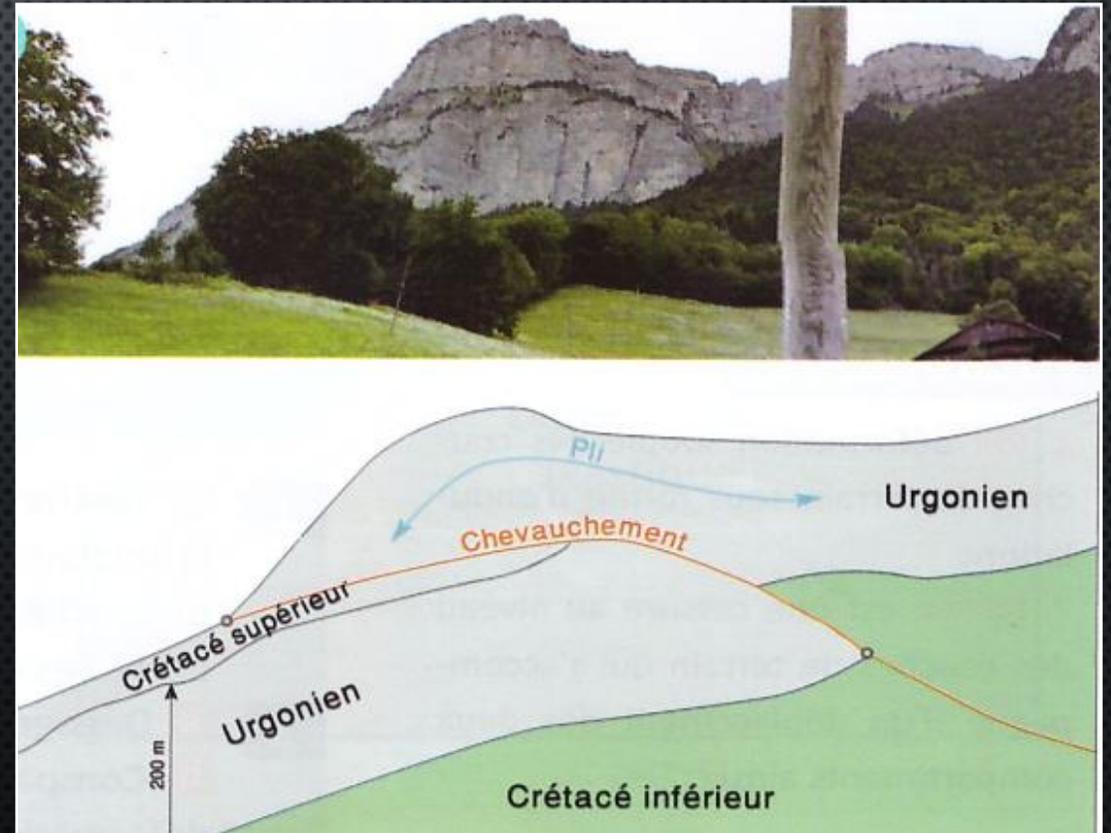
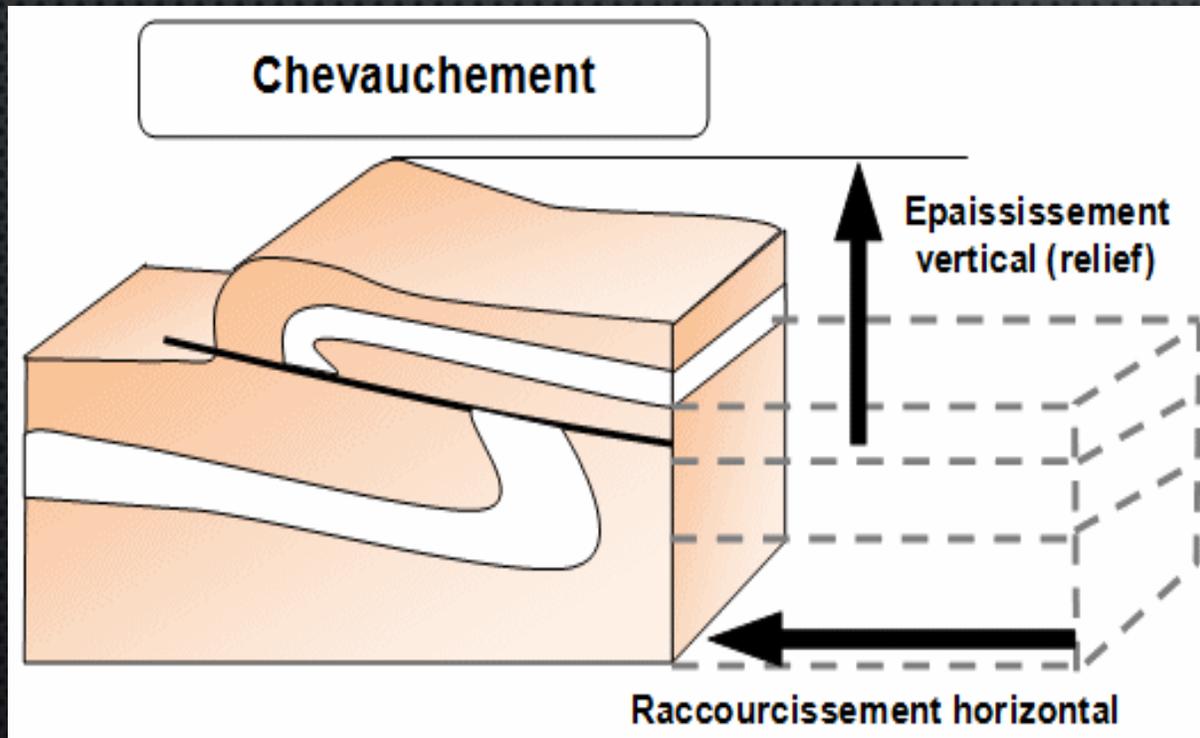
◆ Si les pendages sont **divergent**, ce sont les blocs des côtés qui s'effondrent, celui du milieu se retrouvant surélevé (structure de type **horst**).



Les déformations intermédiaires

● Notion de chevauchement

Définition : On appelle chevauchement la superposition verticale de deux ensembles de terrains dont la succession n'est pas normale. Dans le cas des roches sédimentaires, on observera une série supérieure formée de roches plus anciennes que la série inférieure.

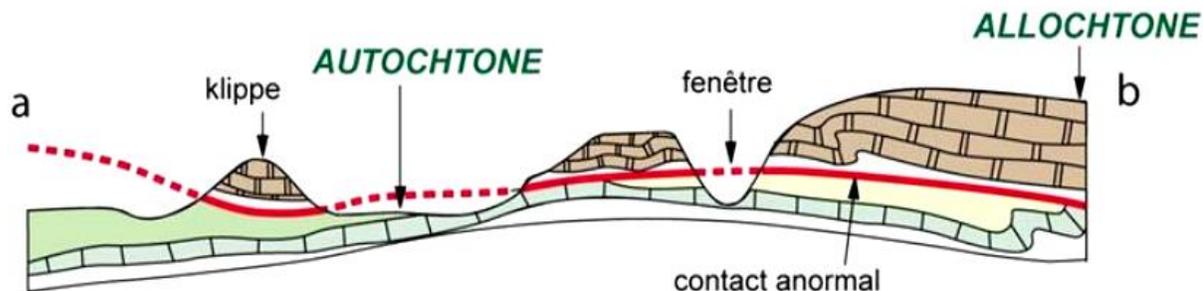
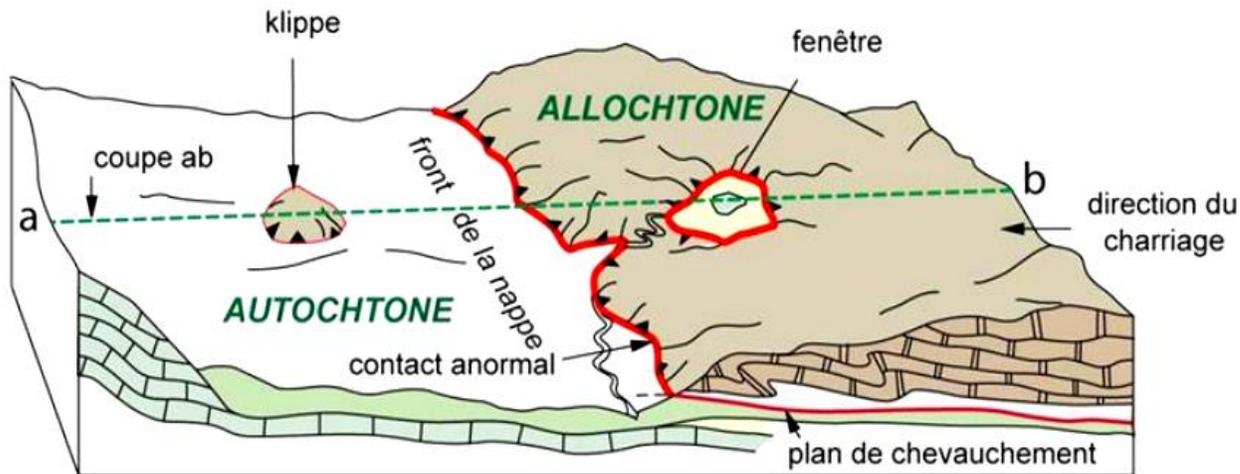


Les déformations intermédiaires

● Notion de charriages / nappe de charriage

Définition : : **déplacement**, sur de **grandes distances** (de l'ordre de plusieurs kilomètres au moins), de l'ensemble de terrains (**allochtone**), et est venu **recouvrir un autre ensemble** (**autochtone**) dont il était éloigné à l'origine.

Le compartiment chevauchant est dite "nappe de charriage"



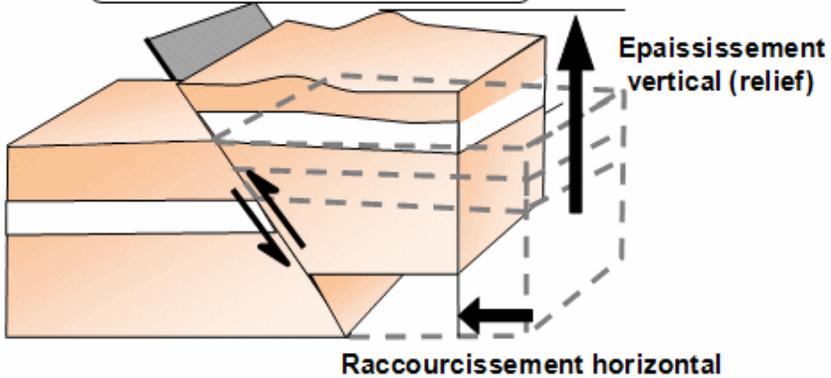
- ◆ La zone de départ des nappes de charriage est appelée **racine** de la nappe.
 - ◆ Les parties antérieures de la nappe qui sont les plus avancées forment le **front** de la nappe.
 - ◆ L'amplitude du recouvrement est appelé **flèche**.
 - ◆ L'érosion peut dégager la partie frontale de la nappe en laissant subsister des lambeaux isolés de la nappe appelé : **klippes**.
 - ◆ L'érosion peut également dégager une partie de la nappe de charriage en ouvrant des boutonnières qui font apparaître l'autochtone. Ces boutonnières sont appelés : **fenêtres**.
 - ◆ Dans une fenêtre, l'autochtone est complètement entouré par l'allochtone.
- Sur une carte géologique, les contacts anormaux sont représentés par des triangles qui sont par convention, tournés vers le compartiment chevauchant (l'allochtone).

Les déformations intermédiaires

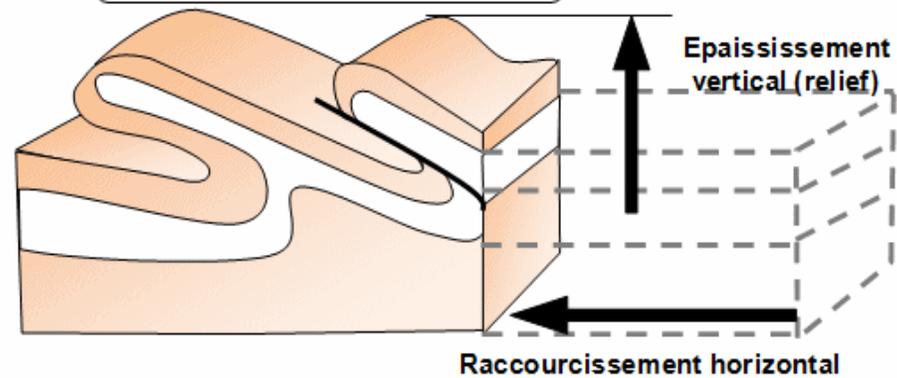
Evénements menant à une nappe de charriage

1 / compression entraînant la formation de **plis**
2 / étirement du pli avec rupture; il y a alors chevauchement local = **pli faille**.
3 / Si la compression est plus importante, ce **chevauchement devient régional**, s'étendant de plusieurs centaines de mètres à plusieurs km ; le pli faille devient une unité chevauchante qui glisse sur l'unité chevauchée. Ce déplacement est "facilité" par la présence de roches au comportement souple. L'érosion peut isoler une partie de l'unité chevauchante. (qui correspond au fragment de nappe - klippe). L'unité chevauchante est appelée nappe de charriage.

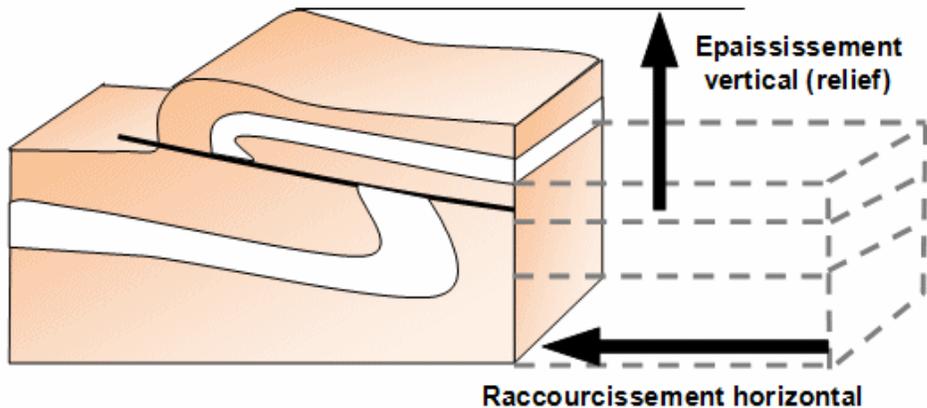
Faïlle inverse :



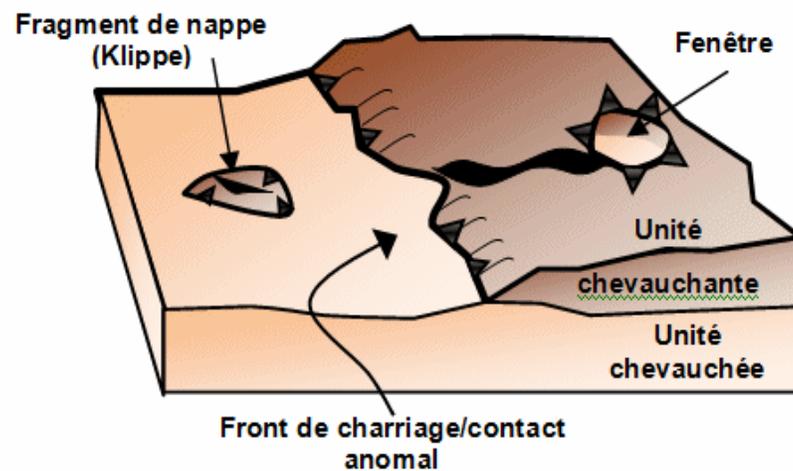
Pli et pli-faïlle :



Chevauchement

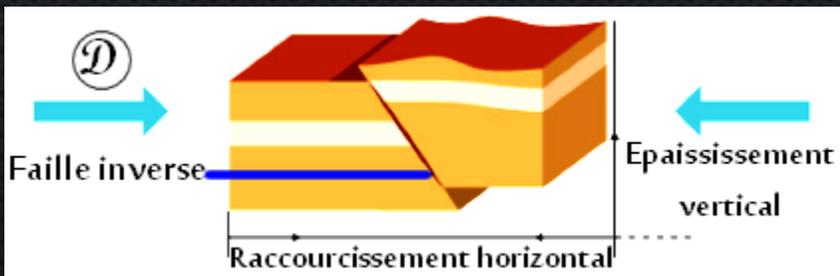
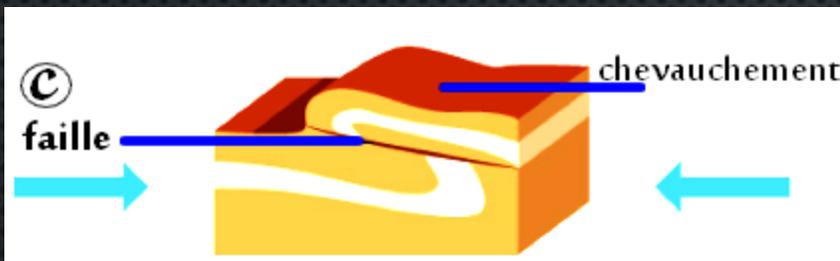
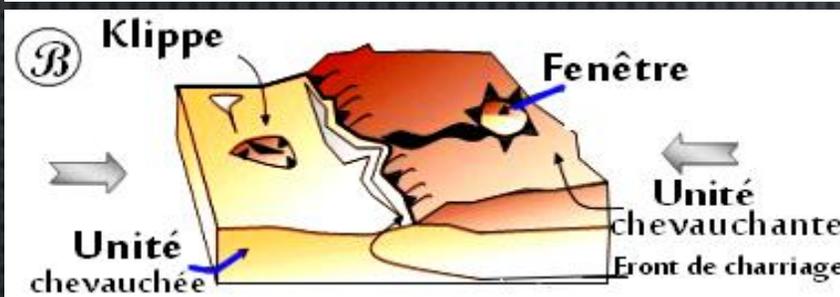


Nappe de charriage



Les déformations intermédiaires (Exercice)

Faites correspondre le schéma avec sa description



1 Les failles de type inverse sont un indice de déformation cassante des roches. Elles traduisent un raccourcissement local.

2 Au niveau de certaines failles inverses, les contraintes sont telles que les blocs finissent par se superposer : c'est un chevauchement.

3 La formation de chevauchement d'une taille de l'ordre du kilomètre correspond à une nappe de charriage.

4 Les plis affectent les séries (couches) sédimentaires et témoignent d'une déformation souple.



(4 - A)

(3 - B)

(2 - C)

(1 - D)

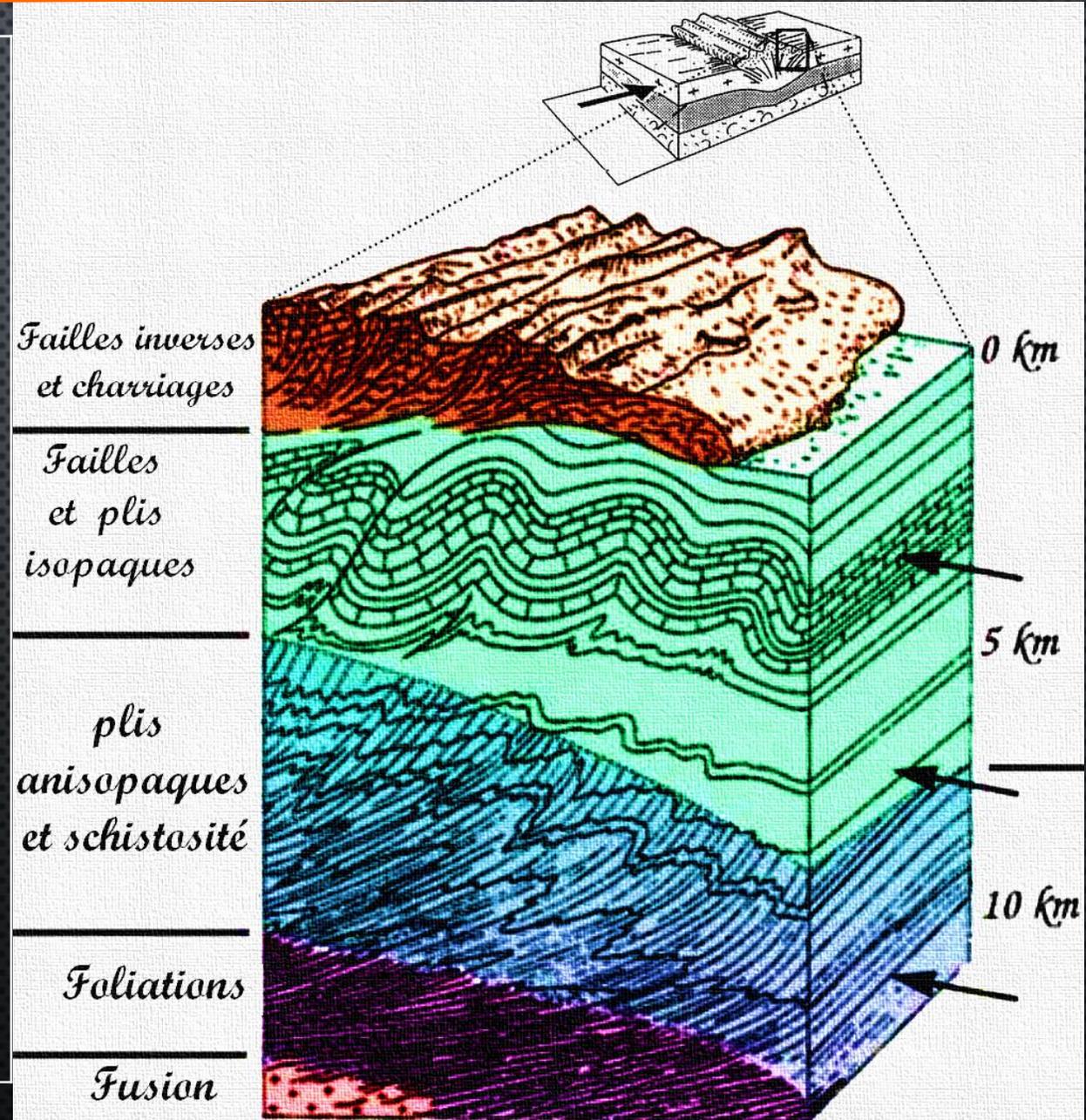
● Répartition des déformations tectoniques selon la profondeur

◆ Les déformations des roches diffèrent selon leur **structure** et leur **position** dans la lithosphère.

Ces déformations peuvent être **souples** ou **cassantes** à la surface (plis isopaques, failles et charriages) ou ductiles en profondeur (Plis anisopaques et schistosité)

◆ Anticlinal d'un pli isopaque (déformation souple) causé par des contraintes tectoniques compressives.

◆ Plis anisopaques accompagnés de schistosité témoignant d'une déformation ductile en profondeur.



Les déformations tectoniques

Bilan

Plis, failles inverses, chevauchements et nappes de charriages sont des indices d'un épaissement crustal s'expliquant par un raccourcissement de la croûte continentale ces épaisissements génèrent des reliefs élevés se sont des chaînes de collision et de subduction

FIN

*Merci pour
votre attention*