

# Déformations continues et discontinues : La Tectonique



# Plan de l'Exposé

- Introduction générale
- La Tectonique
  - Déformations discontinues
    - Les diaclases
    - Les failles
  - Déformations continues
    - Les plis
  - Combinaison de pli et de faille
- Conclusion générale

# Introduction générale

Des observations faites sur le terrain montrent que les roches sont souvent déformées et que la déformation se retrouve à toutes les échelles. Celles-ci peuvent être discontinues (cassantes) ou continues (souples ou ductiles).

Au cours de ces observations, nous ne voyons pas se produire la déformation, mais inconsciemment, nous comparons l'état final à l'état initial ; par exemple, en observant une couche de terrain plissée, nous parlons de déformation car nous savons que les strates se sont déposées horizontalement.

L'étude d'une déformation repose donc sur la comparaison état initial–état actuel.

La tectonique ou géologie structurale désigne l'étude de ces déformations, elle se fixe pour but de les analyser, d'en établir la chronologie, de déterminer les contraintes qui leur ont données naissance, et de tenter ainsi de retracer la dynamique des évènements.

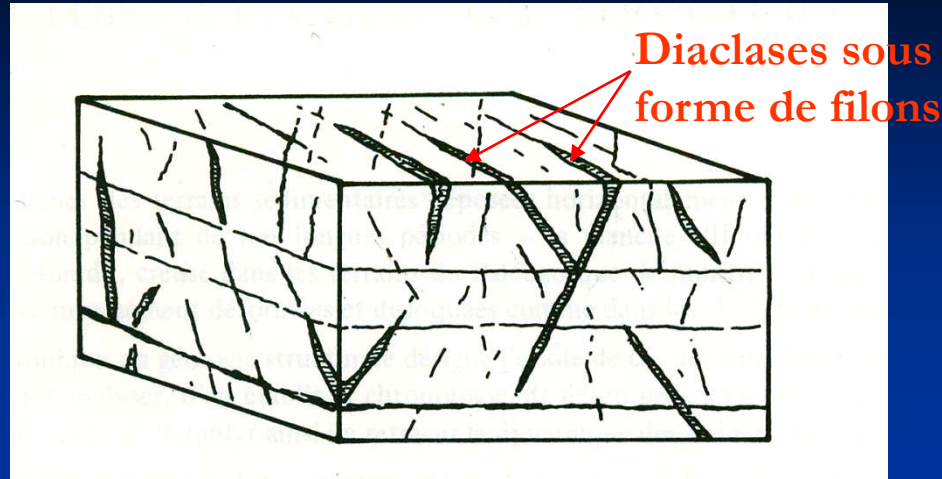
## II. La Tectonique

Les objets tectoniques peuvent être classés en deux grandes catégories qui correspondent à deux réponses différentes des terrains aux contraintes qui s'exercent sur eux : Les déformations cassantes dites discontinues et les déformations souples dites continues.

### Déformations discontinues (cassantes)

Elles se manifestent par des surfaces de discontinuité le plus généralement perpendiculaires ou fortement obliques aux surfaces de stratification. Elles se regroupent en deux grandes catégories, les diaclases et les failles.

# Les Diaclases



*Diaclases; Fissures, Filonnets*

Le déplacement des blocs de part et d'autre de la fracture est perpendiculaire aux lèvres qui s'écartent, il est généralement de faible amplitude, parfois difficilement appréciable, voir nul.

Lorsqu'il y a écartement des lèvres, il se manifeste souvent par un remplissage de cristaux en forme de filons ou de filonnets dont la couleur et la texture tranchent nettement sur la couleur et la texture de la roche.

On peut définir alors tout simplement les diaclases, comme des fentes de tension simples et linéaires sans déplacement des blocs rocheux

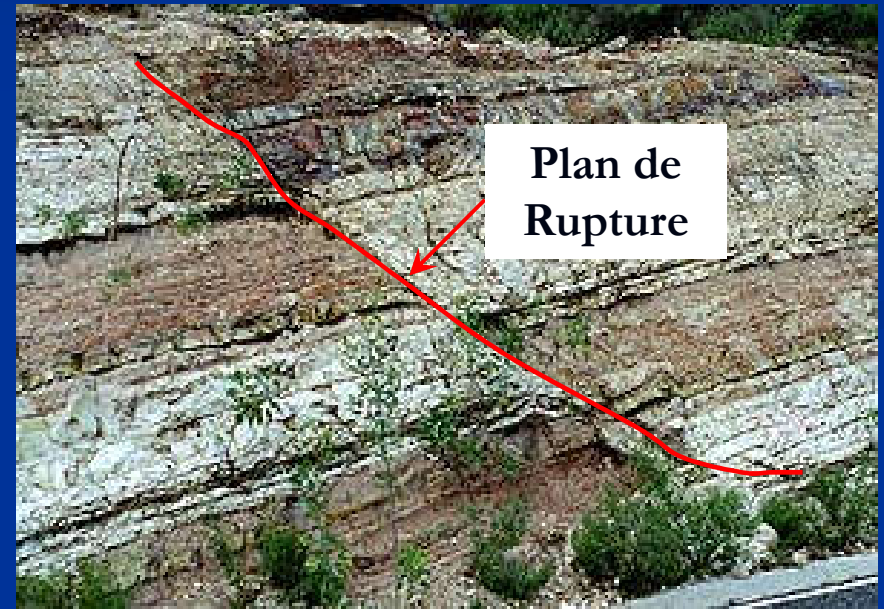


*Famille de Diclases*

# Les Failles

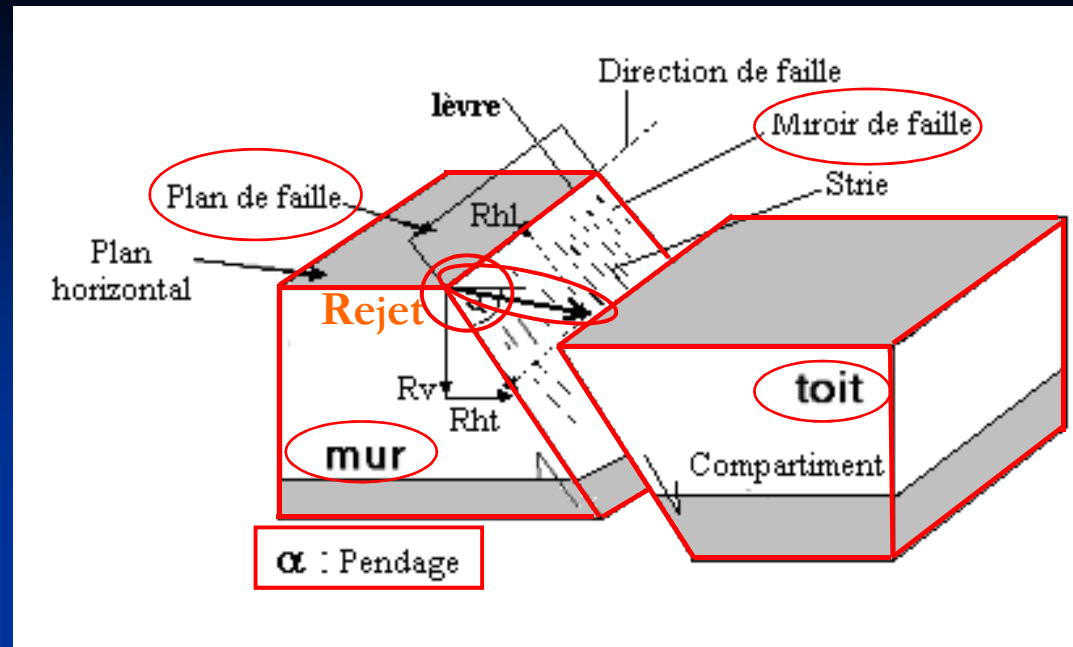
En géologie, les failles sont des cassures de l'écorce terrestre accompagnées du mouvement relatif des deux compartiments qu'elles déterminent. D'une manière plus simple : une faille est un plan de rupture qui divise un volume rocheux en deux compartiments et le long duquel les deux compartiments ont glissé l'un par rapport à l'autre.

Les failles peuvent avoir des tailles "**continentales**" (plus de 1000km), jusqu'à des tailles "**métriques**" (visible dans les carrières ou sur le bord des routes).



# Nomenclature des failles

- Le "**Pendage**" d'une faille est mesuré par l'angle  $\alpha$  que fait le plan de faille avec l'horizontale de référence.
- Le déplacement relatif d'un compartiment par rapport à l'autre le long du plan de faille est mesuré par le "**Rejet de la faille**" (**R**).



*les Différents éléments d'une faille*

- Le plan de faille, dit encore miroir de faille est une surface plus au moins onduleuse qui sépare les compartiments affaissé et soulevé (surface de rupture ou de glissement). Il peut être oblique ou vertical.
- Par convention, on nomme "**Toit**" le compartiment qui se situe au dessus du plan de faille, et "**Mur**" celui qui est au dessous.
- Si le déplacement relatif s'effectue verticalement, on parle de compartiment "**soulevé**" et de compartiment "**affaissé**".
- La partie visible en surface du plan de faille ayant subi par frottement pendant le mouvement, un polissage ou affectée de stries orientées dans le sens du mouvement et nommé "**Miroir de faille**".



# Diversité des failles

Les failles superficielles repérables ou visibles directement sur les affleurements sont classées et diversifiées selon différents critères simples qui sont :

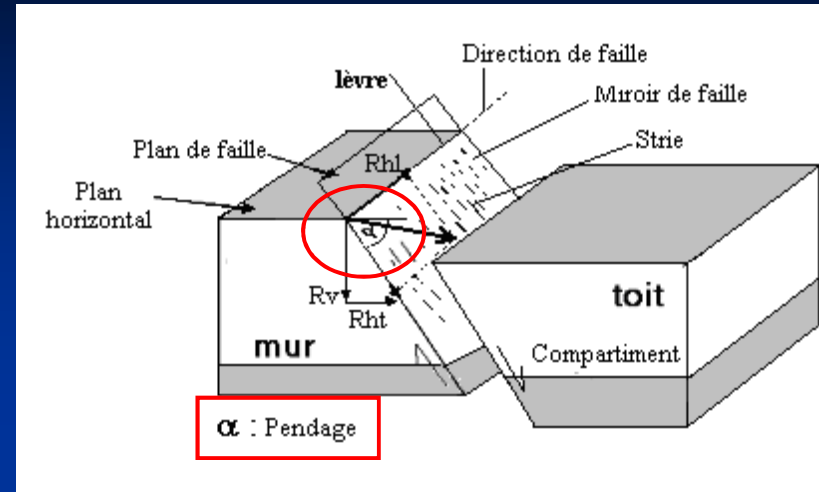
➤ *Le Pendage*

➤ *La Relation avec les Strates*

➤ *Le Rejet*

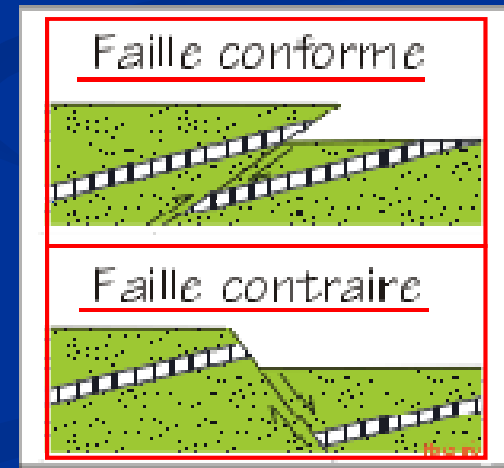
# 1. Diversité d'après leur pendage

Comme on l'a déjà défini, le Pendage est l'angle que fait le plan de faille avec l'horizontale de référence, ainsi les failles sont "**verticales**" ou "**obliques**".



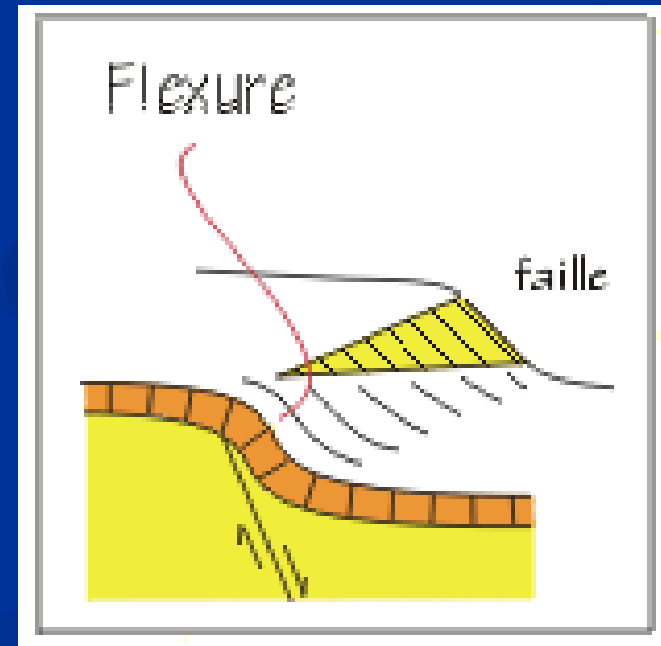
# 2. Diversité d'après leur relation avec les strates

En milieu stratifiés, où les strates présentent un certain pendage, si le pendage du plan de faille est dans le même sens que celui des strates la faille est dite "**Conforme**", si par contre le pendage du plan de faille est dans le sens contraire que celui des strates la faille est alors dite "**Contraire**".

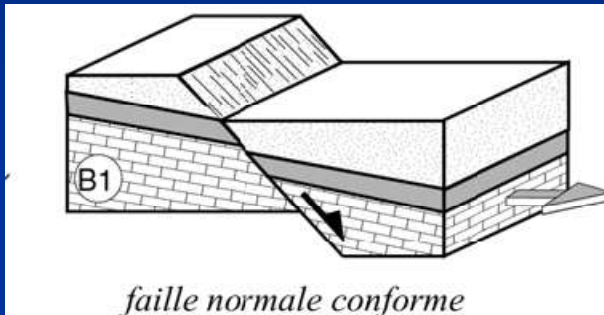


il faut distinguer les failles:

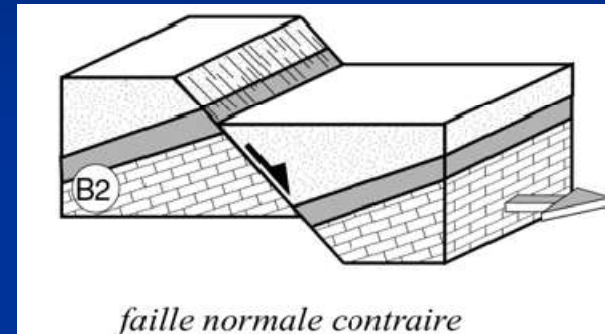
- ✓ Des diaclases qui sont des fractures sans déplacement vertical ou oblique
- ✓ Des flexures qui sont de brusques changements de pendage selon une surface déterminée sans rupture, il arrive que les flexures résultent de l'amortissement d'une faille.



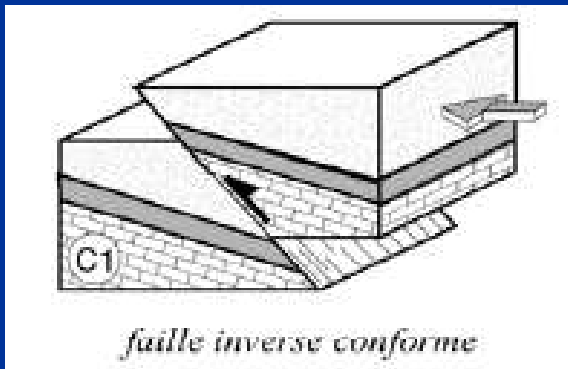
Une faille peut être une combinaison de deux ou plusieurs types de failles qui forment ainsi les failles mixtes et complexes.



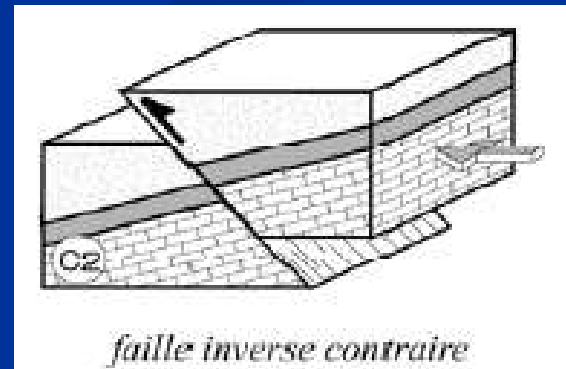
*faille normale conforme*



*faille normale contraire*



*faille inverse conforme*

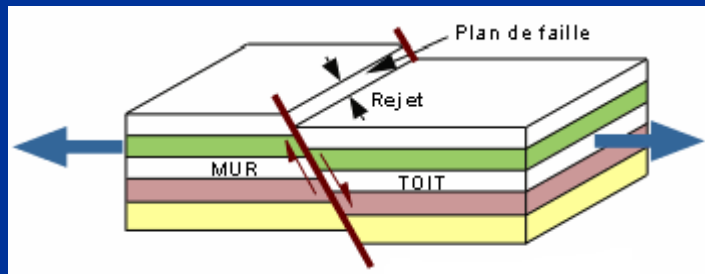


*faille inverse contraire*

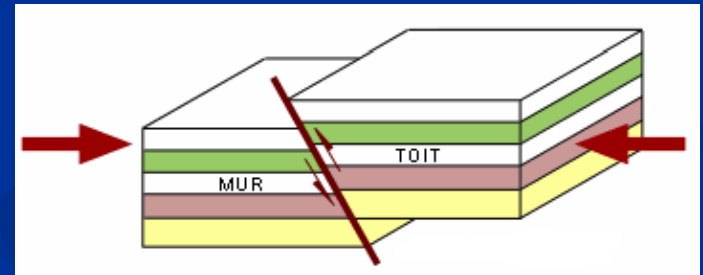
### 3. Diversité d'après leur Rejet

D'après le rejet, il existe trois grands types de failles susceptibles d'être rencontrées sur le terrain. Ce sont les failles "**normales**", "**inverses**" et "**décrochantes**".

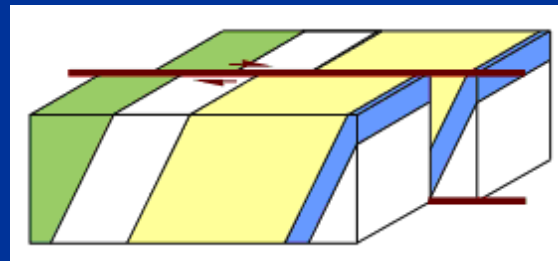
Dans les deux premiers types le rejet vertical est prédominant, ce sont des plans inclinés sur lesquels le glissement est à l'origine de la formation de reliefs. Le troisième type de faille correspond à un plan vertical sur lequel se produit un glissement horizontal, dans ce cas c'est le rejet horizontal qui prédomine.



Type 1. *faille normale*



Type 2. *faille inverse*



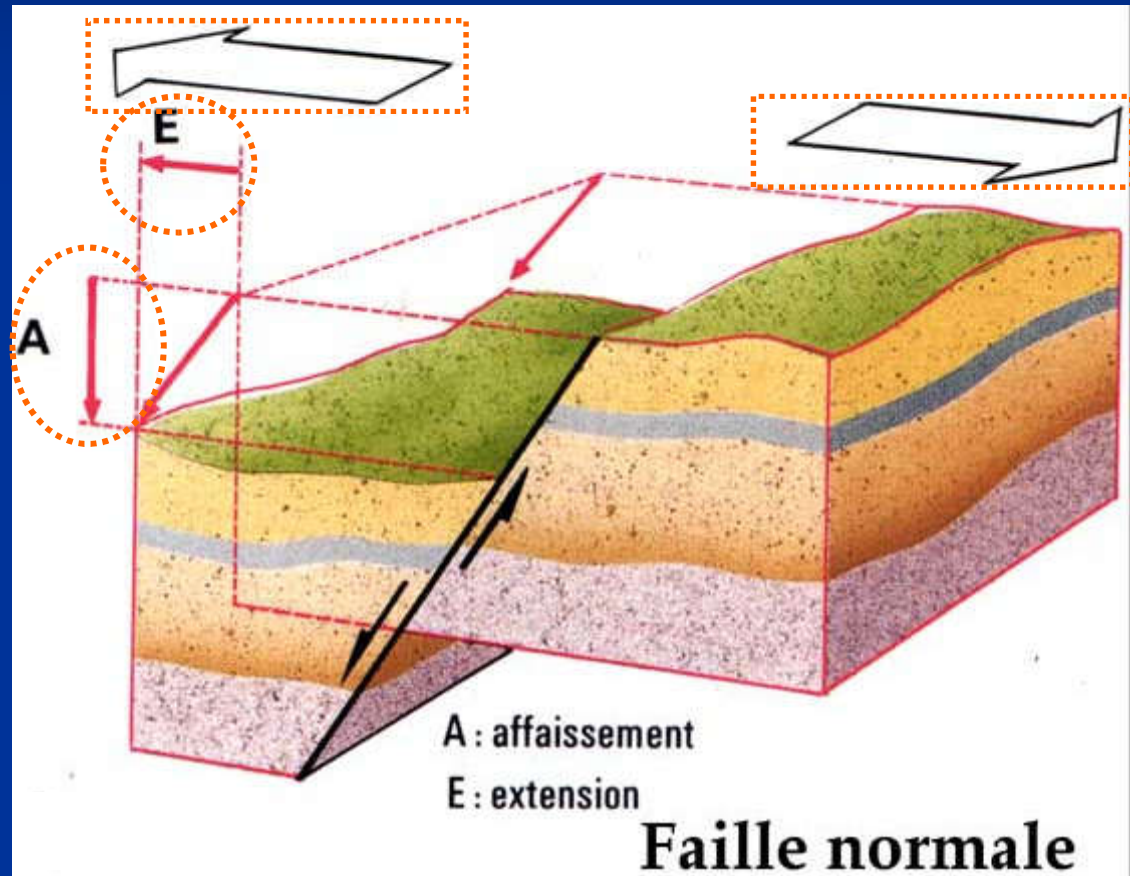
Type 3. *faille de décrochement*

## Faille Normale

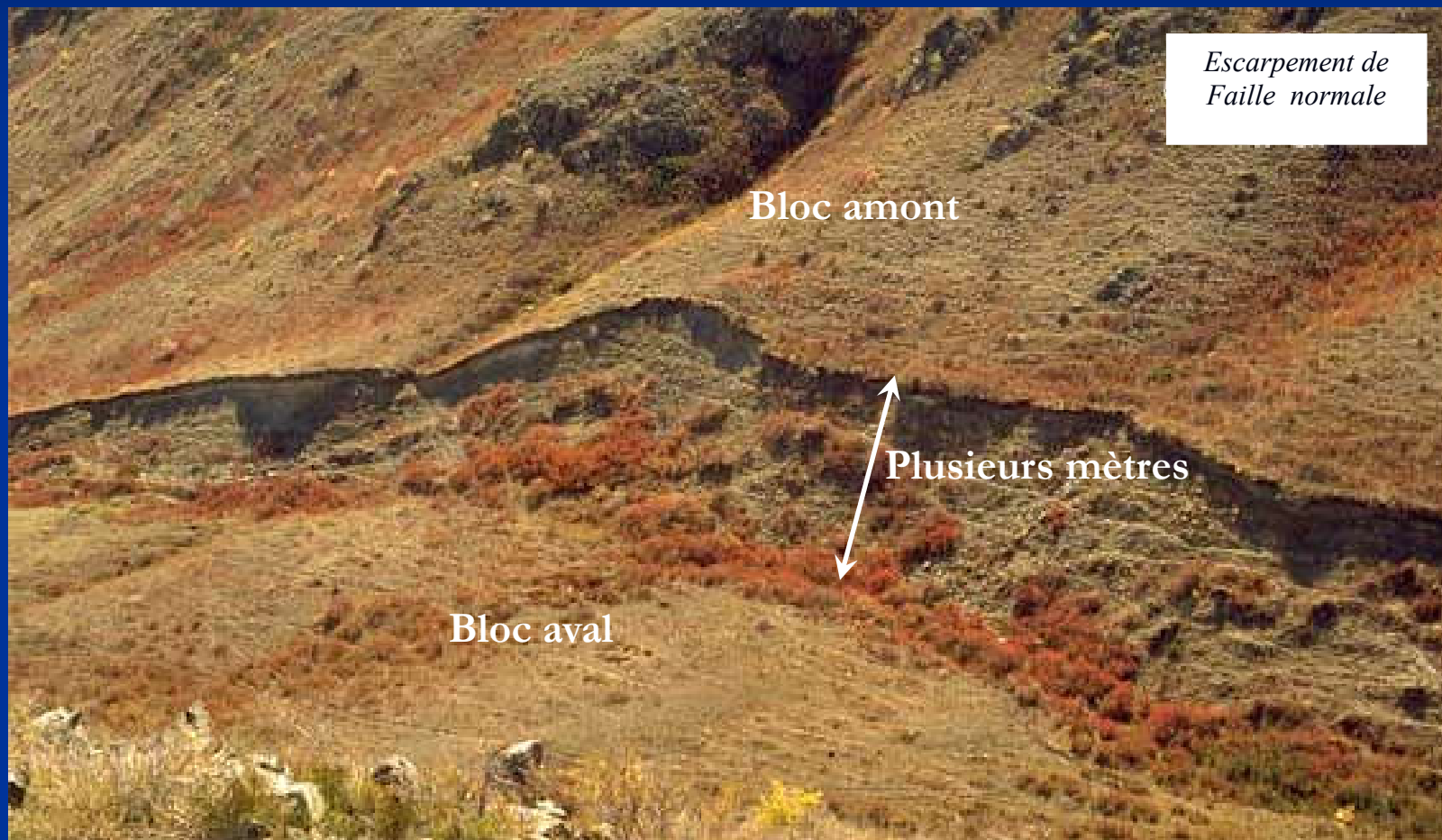
Dans ce type de faille la composante horizontale du glissement correspond à un écartement **E**, qui s'accompagne de l'affaissement **A** d'un des blocs par rapport à l'autre.

Une faille normale résulte d'une distension horizontale correspondant à une contrainte majeure verticale.

Ces failles se rencontrent dans les régions étirées et amincies comme les dorsales médio-océaniques et les rifts continentaux.



Sur le terrain, l'escarpement de faille photographié 60 ans après le séisme de Fuyun (Mongolie, M=8, 11 août 1931) est un bel exemple du jeu d'une faille normale. Cet escarpement déchire la steppe et correspond à un affaissement de plusieurs mètres du bloc aval par rapport au bloc amont.

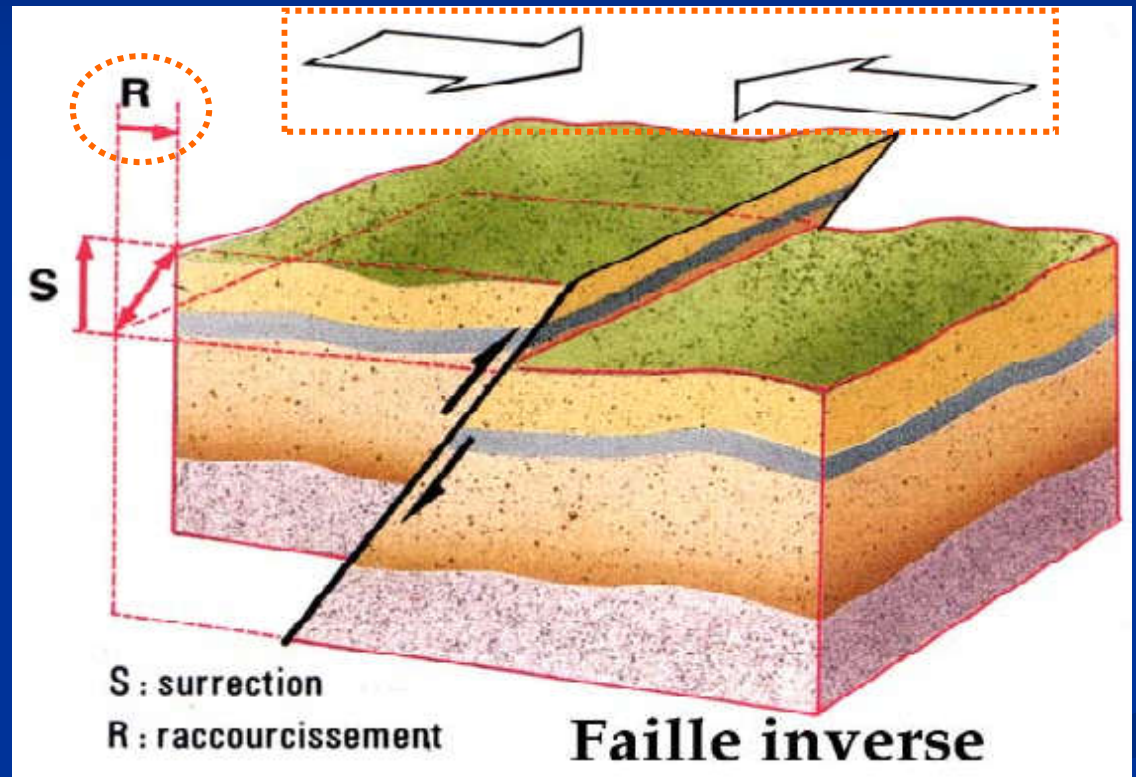


## Faille Inverse

La composante horizontale du glissement correspond cette fois-ci à un rapprochement **R** qui s'accompagne du chevauchement d'un des blocs sur l'autre.

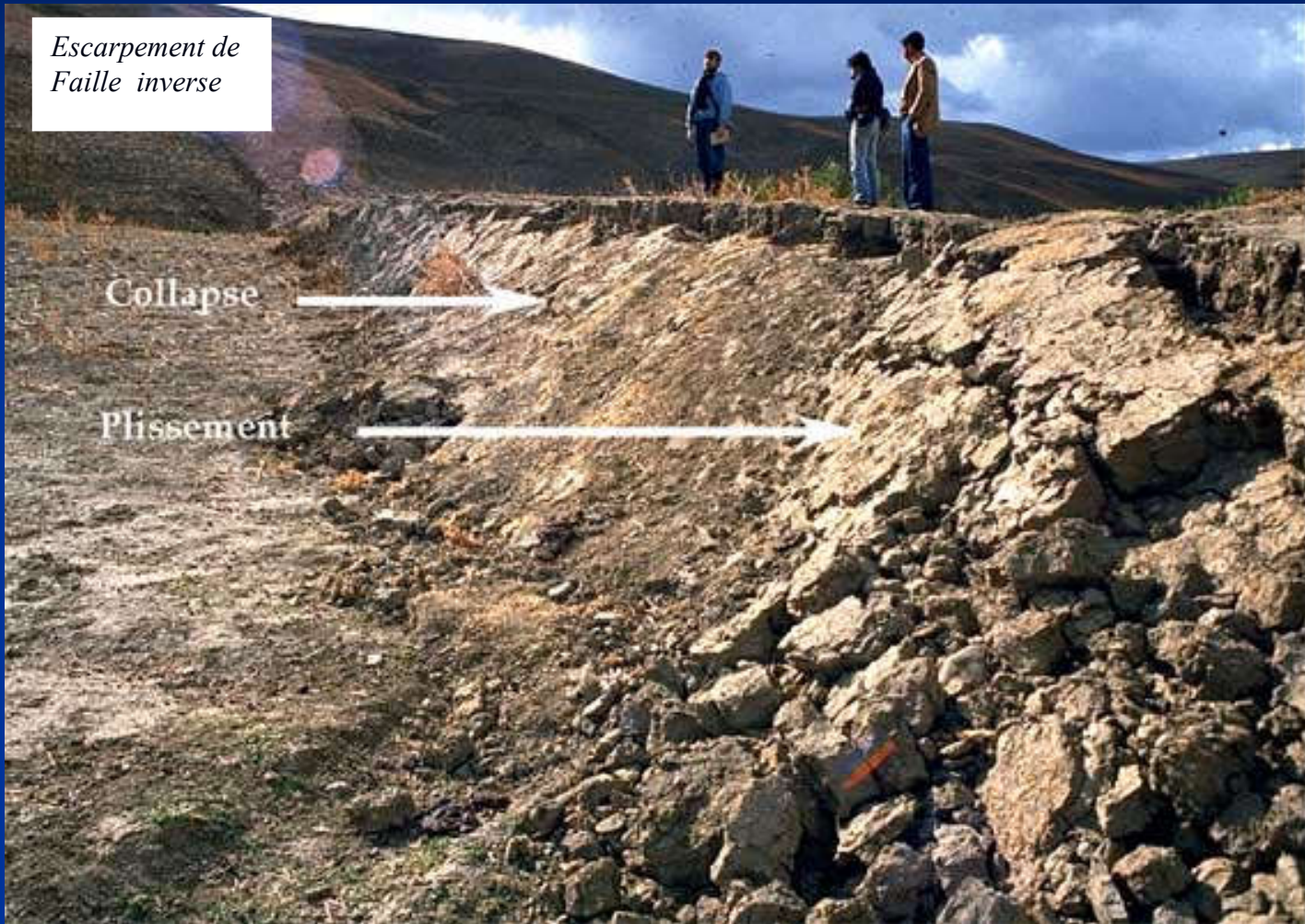
Une faille inverse résulte d'une compression correspondant à une contrainte majeure horizontale.

Ces failles se rencontrent dans les régions raccourcies et épaissies comme au front des chaînes de montagne.





Un exemple classique de ce type de faille correspond à l'escarpement formé lors du séisme d'El Asnam (Algérie, M=7.3, 10/10/1980).



*Escarpement de  
Faille inverse*

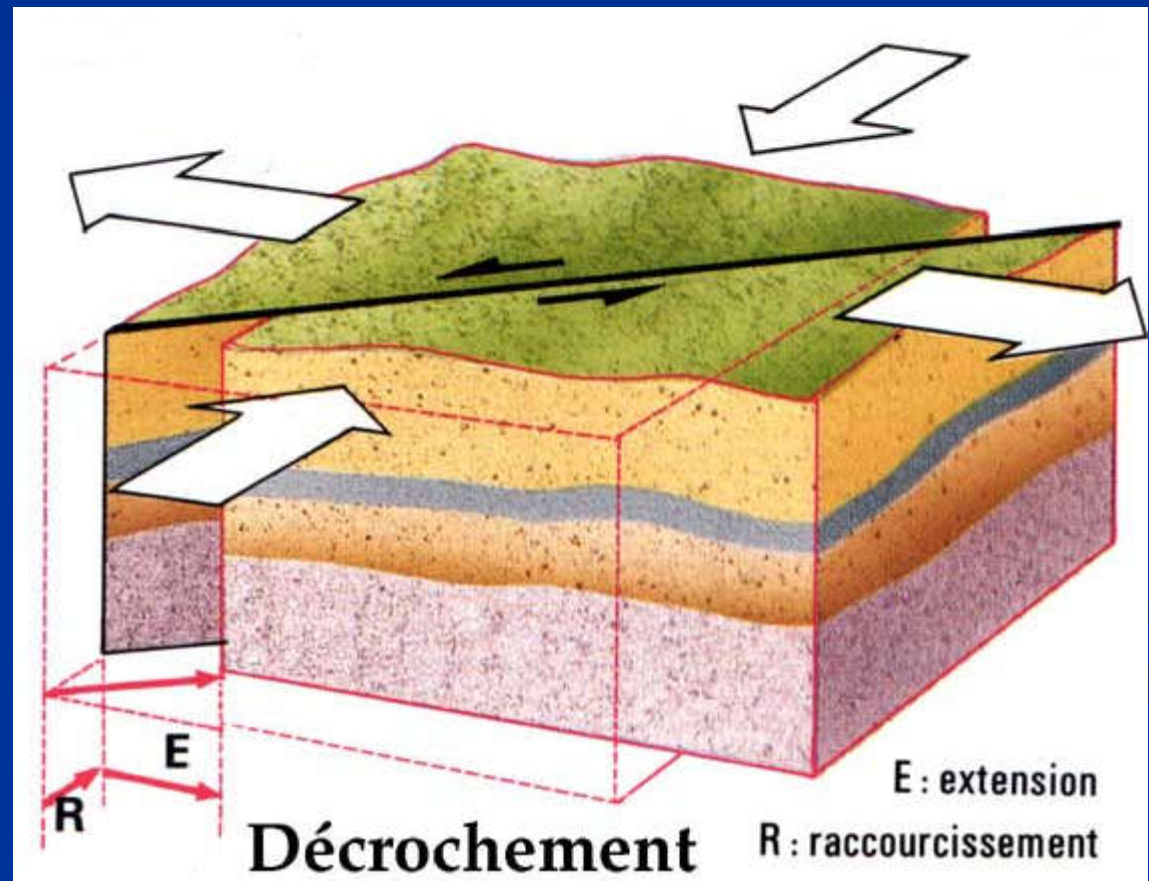
*Séisme d'El Asnam, Algérie*

## Faille Décrochante

Le troisième type de faille correspond à un plan vertical sur lequel se produit un glissement horizontal.

Ces failles que l'on appelle décrochements ne créent généralement pas de reliefs car les déplacements se font parallèlement à la surface de la terre. On les retrouve en régimes compressifs ou extensifs

Pour un observateur arbitrairement placé sur l'un des blocs, on parle de décrochement **dextre** lorsque l'autre bloc auquel il fait face, se déplace vers sa droite, et de décrochement **senestre** lorsqu'il se déplace vers sa gauche.



L'escarpement formé lors du séisme de Landers (Californie, M=7.2, 28/6/92) correspond au jeu d'une faille décrochante dextre. Le décalage de la route asphaltée est d'environ 2 mètres.



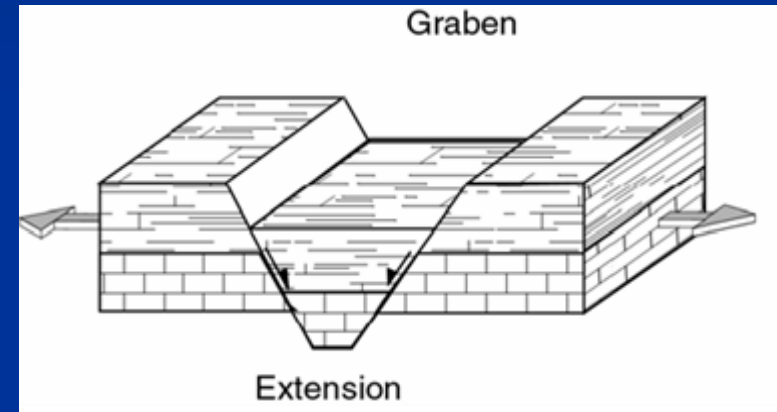
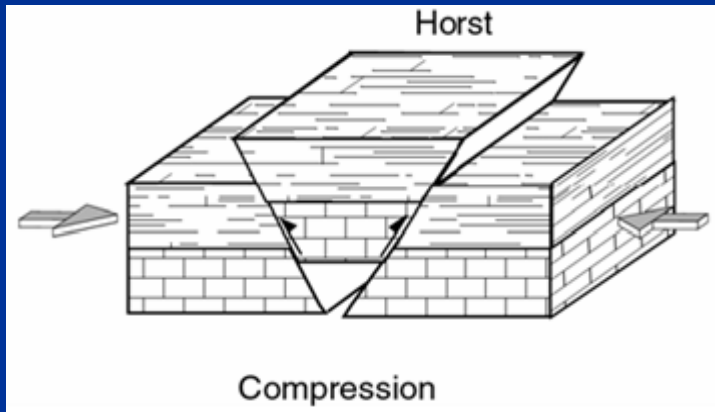
L'escarpement du séisme de Luzon (Philippines,  $M=7.7$ , 16/7/90) correspond au jeu d'une faille décrochante senestre. Les bords de rizières sont systématiquement décalés d'environ 4 mètres le long de la trace de la faille



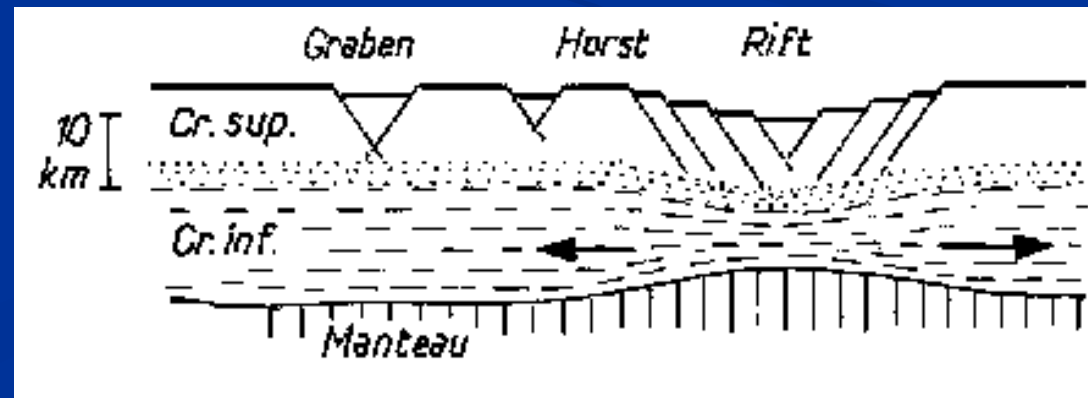
# Groupement des failles:

Les failles peuvent se grouper en parallèle, l'additionnement de leurs rejets donne naissance à une forme particulière qui est le Horst et le Graben.

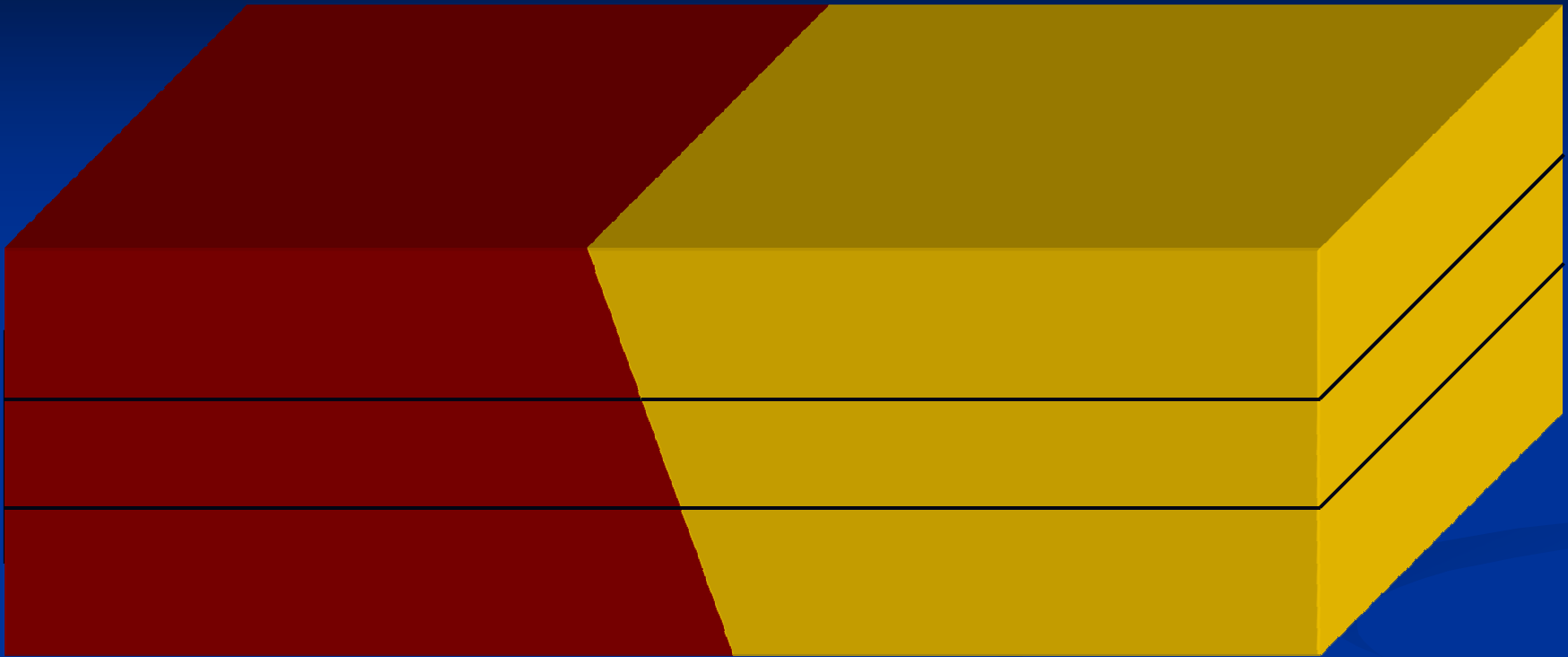
- le Horst (môle) est la partie surélevée entre deux compartiments abaissés.
- Le Graben (fossé) est la partie affaissée entre deux compartiments surélevés.



- Un Rift est un graben de grande taille (à l'échelle de la croûte terrestre), en général bordé de chaque côté par un escalier de failles normales.

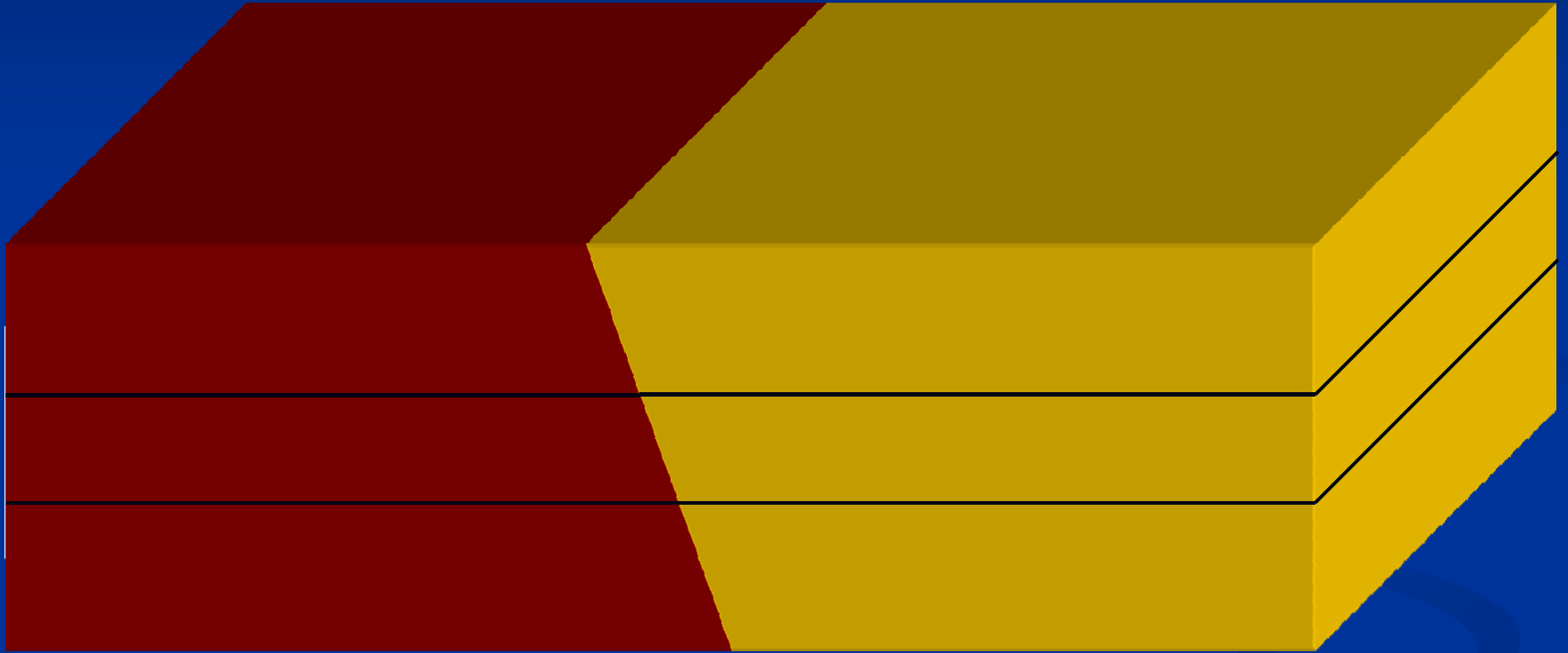


Le compartiment affaissé semble avoir tout naturellement glissé par gravité



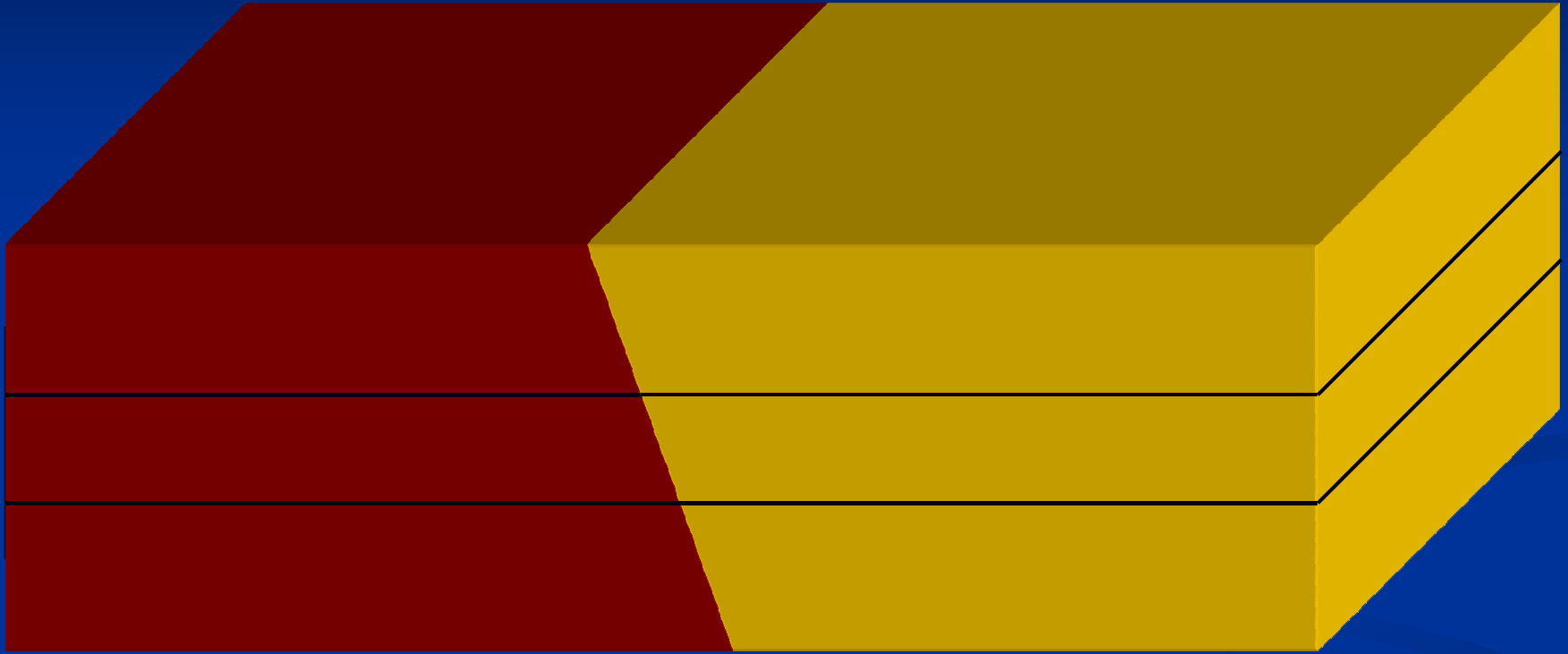
**Mouvement d'une Faille Normale**

Le compartiment soulevé surplombe le compartiment affaissé



**Mouvement d'une Faille Inverse**

Le glissement se fait / à un plan verticale; donc pas d'affaissement  
ou de soulèvement



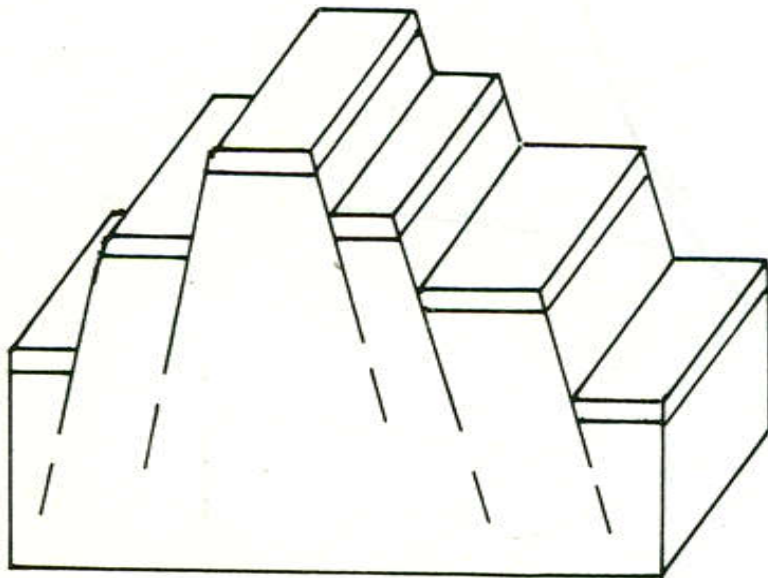
**Mouvement d'une Faille Décrochante**



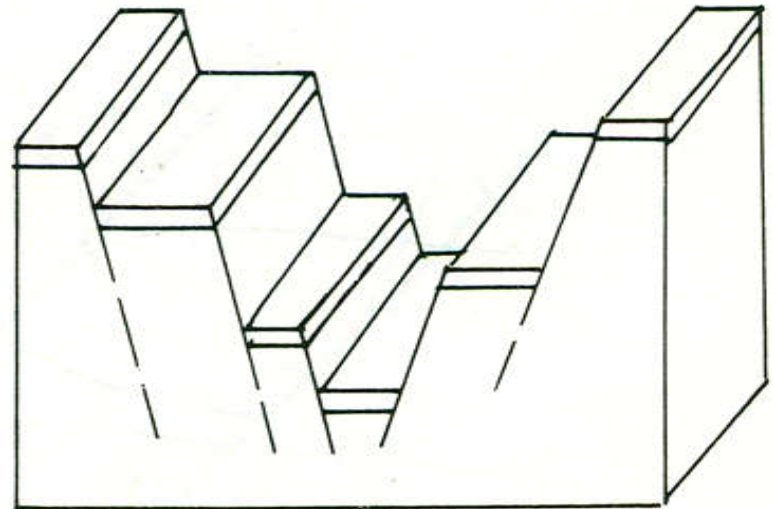
## Groupement de Faille

Une faille est rarement isolée, le plus souvent les accidents se groupent en un réseau de cassures conjuguées

Dans un champ de failles à rejet vertical prédominant, un "**Horst**" est un compartiment relevé entre deux systèmes de failles, un "**Graben**" représente le cas inverse



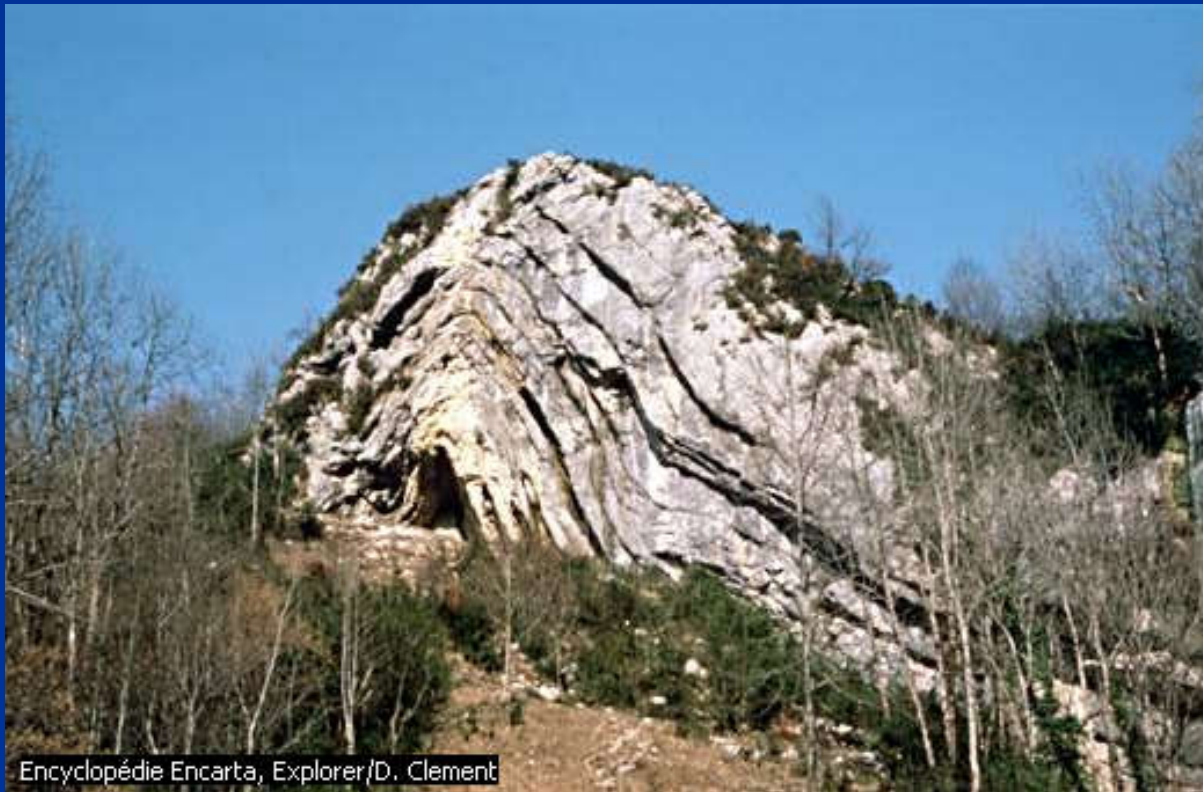
Horst



Graben

# Déformations continues (souples)

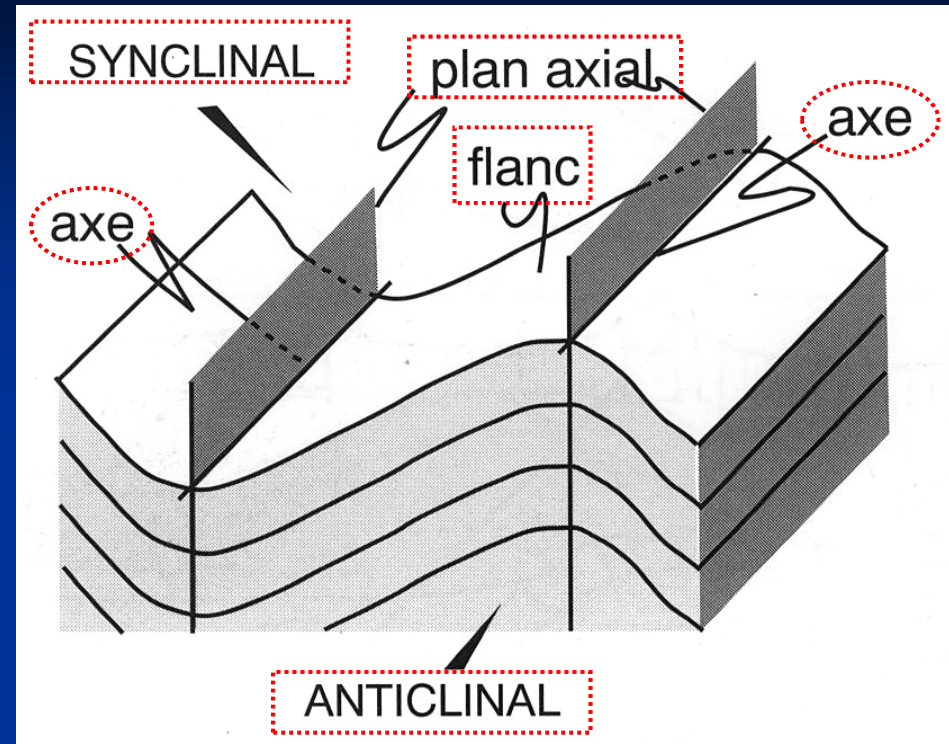
Si les terrains réagissent aux efforts tectoniques non plus dans le domaine des déformations cassantes mais dans le domaine des déformations plastiques, les raccourcissements se traduisent par des **plis**; des ondulations dont la fréquence et l'amplitude sont fonction de l'intensité des contraintes, de la nature des roches concernées et de la profondeur qui se traduit par une pression de confinement.



# Les Plis et nomenclature

L'unité élémentaire de la déformation souple (discontinue) est le **Pli**.

Le pli comporte une forme convexe vers le haut, "**l'anticlinal**" et une forme concave vers le haut, le "**synclinal**".

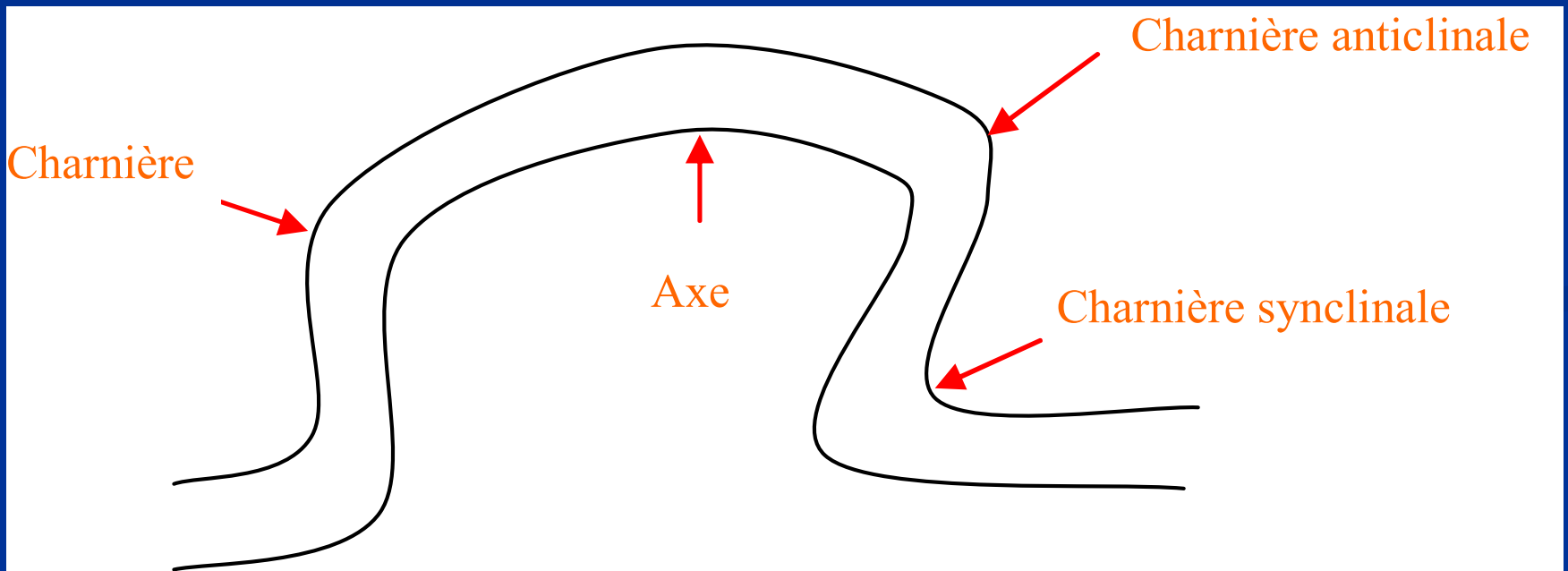


*les Différents éléments d'un pli*

Un anticlinal ou un synclinal comporte un "**axe**" et des "**flancs**".

Le lieu des axes sur les différentes couches d'un pli définit une "**surface axiale**", parfois assimilée à un "**plan axial**" ou "**plan bissecteur**" (de l'anticlinal ou du synclinal).

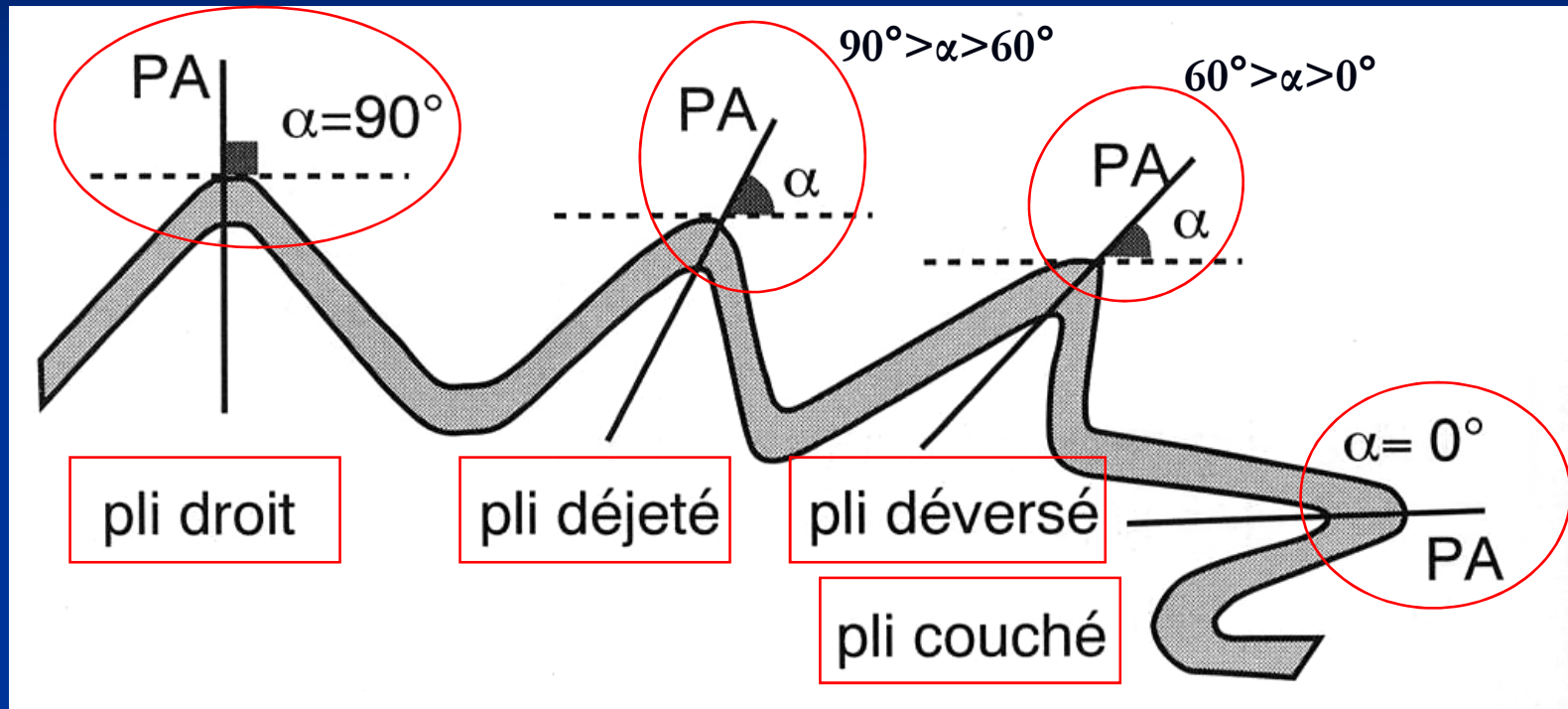
Dans un pli, la partie la plus courbe est la "**charnière**"; l'axe ou la crête du pli est souvent une charnière, mais il peut y avoir plusieurs charnières dans un même pli, comme dans le cas d'un anticlinal coffré



*Charnière et axe d'un pli coffré*

**Diversité des Plis :** Il existe une grande diversité des plis. Les plus fréquents sont :

## 1. Diversité d'après le pendage du plan axial et des flancs



Les plis sont dits "**droits**" lorsque le plan axial est vertical ( $\alpha = 90^\circ$ ). A l'autre extrême il y a les plis "**couchés**", lorsque le plan axial est horizontal ( $\alpha = 0^\circ$ ). Entre les deux, il y a les plis "**déjetés**" ( $90^\circ > \alpha > 60^\circ$ ) et les plis "**déversés**" ( $60^\circ > \alpha > 0^\circ$ ).



*Pli Droit*



Photo: P.-A. Bourque

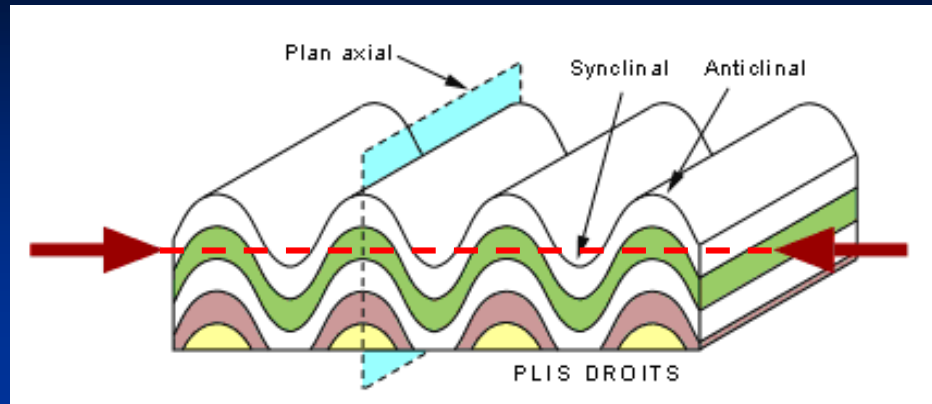
*Pli Couché*

**Le flanc droit à la verticale**

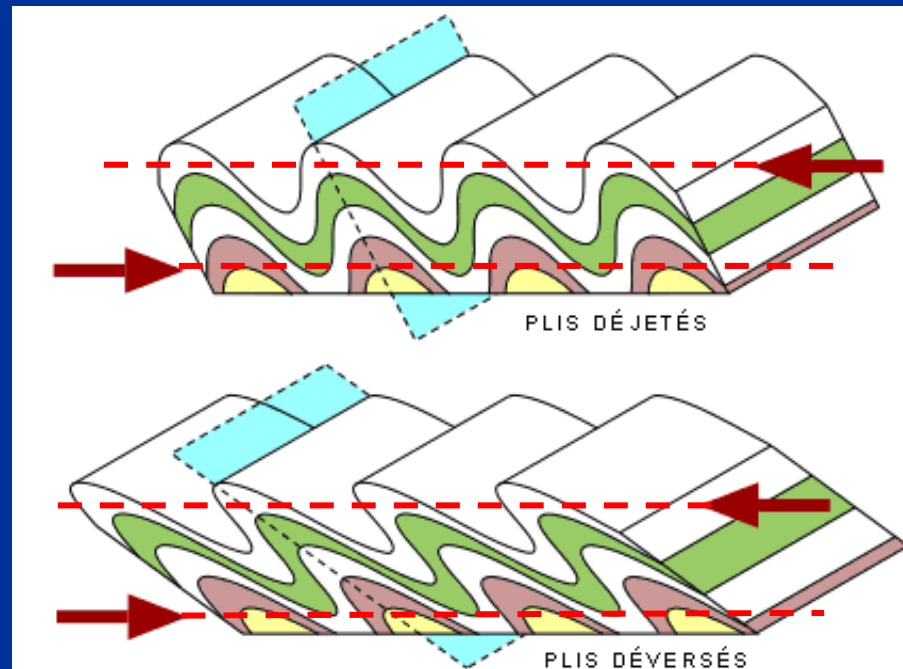




Les plis droits résultent de contraintes de compression coaxiales

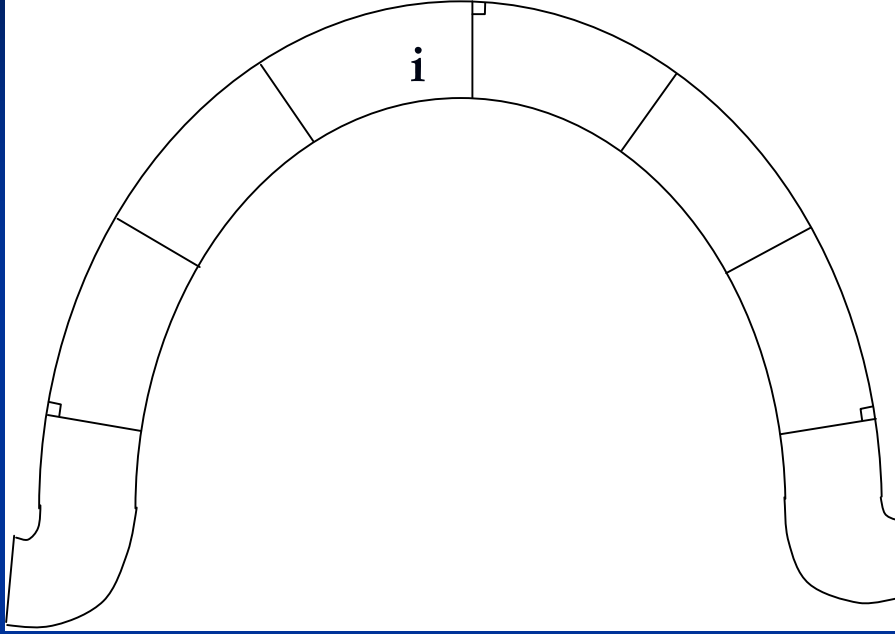


Les plis déjetés et déversés résultent des contraintes de compression non coaxiales



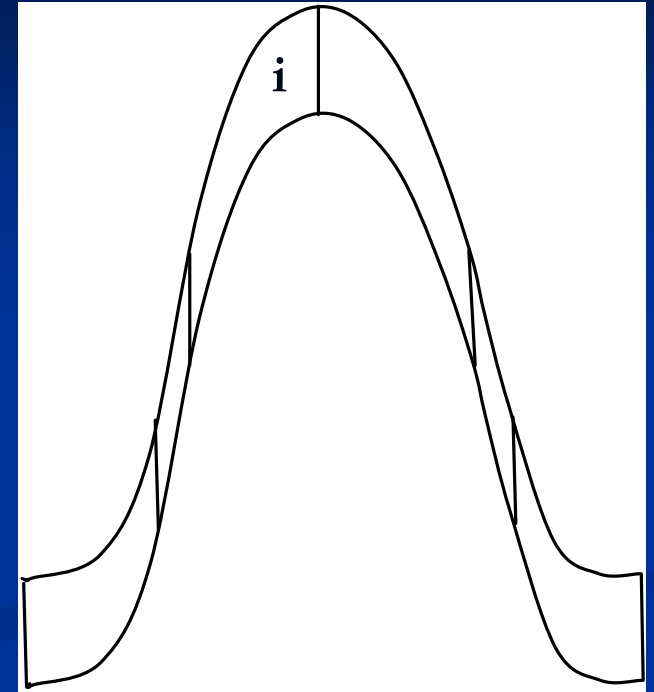
## 2. Diversité d'après l'épaisseur des strates

En tenant compte de l'épaisseur des strates, deux grands types de plis sont retenus :



**Plis isopaques**

L'épaisseur de la couche est constante, les isogones (**i**) sont convergentes.

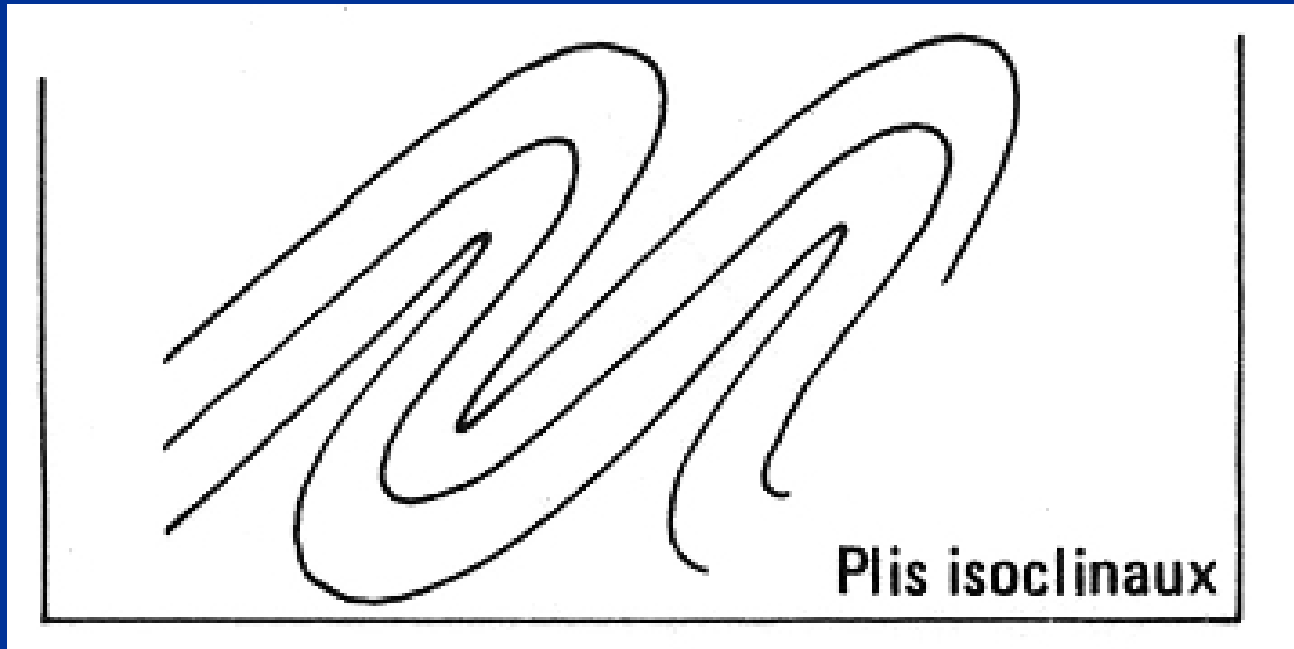


**Plis anisopaques**

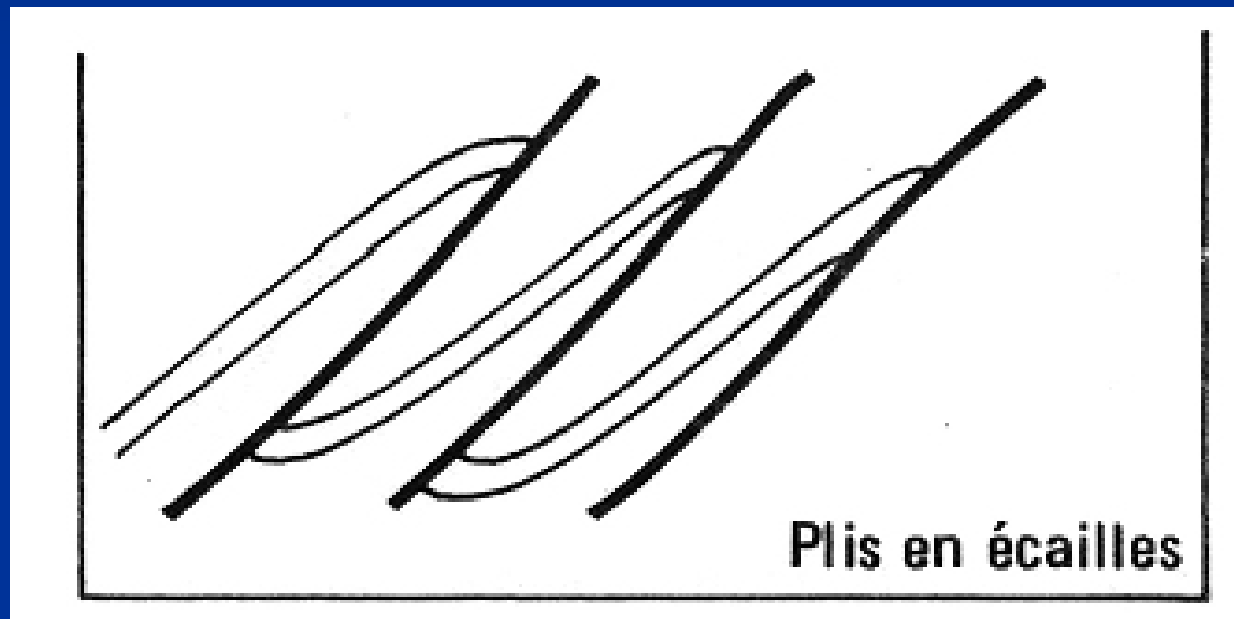
Les strates sont plus épaisses dans les charnières que dans les flancs.

Si les isogones sont parallèles : pli anisopaque semblable

Les plis peuvent également être serrés les uns contre les autres jusqu'à former des "**plis isoclinaux**" où les flancs conservent les mêmes pendages, quelque soit l'unité à laquelle ils appartiennent



Lorsque dans les plis isoclinaux l'un des flancs est étiré et remplacé par une faille, on est en présence de "**plis en écailles**".

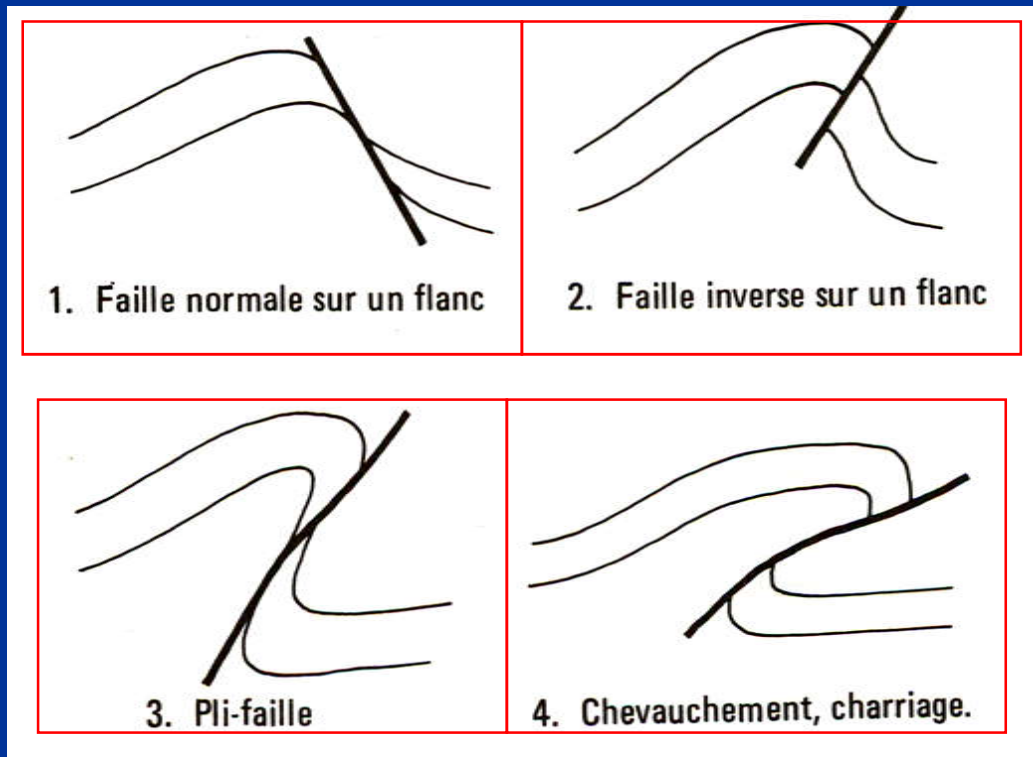


# Combinaison de pli et de faille

Plis et failles peuvent se combiner suivant un nombre de possibilités pratiquement infini.

Les failles peuvent être transverses par rapport à l'axe du pli :

- Normales ou inverses, elles le découpent en compartiments d'altitude structurale différente.
- Décrochantes, elles en déplacent l'axe horizontalement.





Pli-Faille à grande échelle

# Conclusion générale

On peut cerner le sujet de ce cours de cette manière :

Les objets tectoniques peuvent être classés en deux grandes catégories correspondant à deux réponses différentes des terrains aux contraintes qui leurs sont appliquées : Les **déformations cassantes** dites **discontinues** et les **déformations souples** dites **continues**.

Les failles et les diaclases matérialisent les déformations discontinues tandis que les plis les continues.

Les diaclases sont définies comme des fentes de tension simples et linéaires sans déplacement des blocs rocheux. Une faille est une fracture accompagnée du déplacement relatif des compartiments qu'elle sépare parallèlement à son plan.

Les plis sont des déformations continues hétérogènes. Il s'agit de la torsion ou de la flexion de surface de toutes dimensions du millimètre au kilomètre dans un domaine hétérogène et anisotrope.

Une faille ou un pli sont rarement isolés, le plus souvent les accidents se groupent en un réseau de cassures conjuguées, les plis sont généralement groupés dans une même région par une tectonique plus au moins intense.