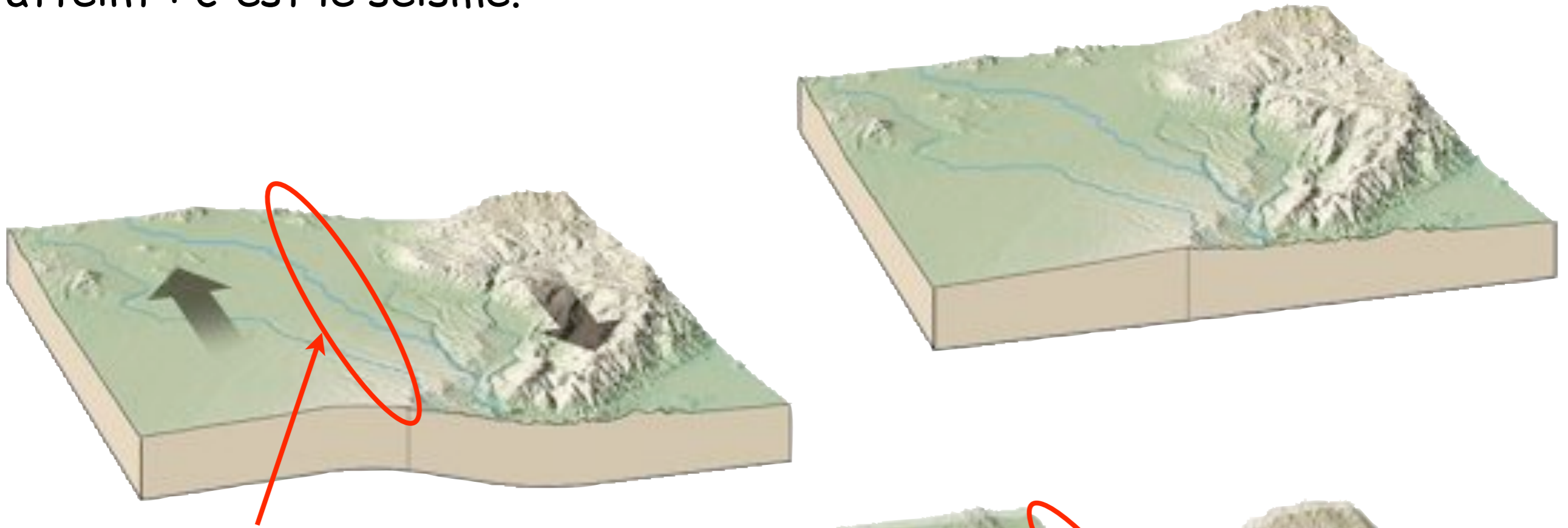


Contraintes et déformations

Les structures

Les déformations élastiques

Entre deux séismes, la croûte supérieure est déformée de façon élastique. La déformation élastique augmente jusqu'à ce que le seuil de rupture soit atteint : c'est le séisme.

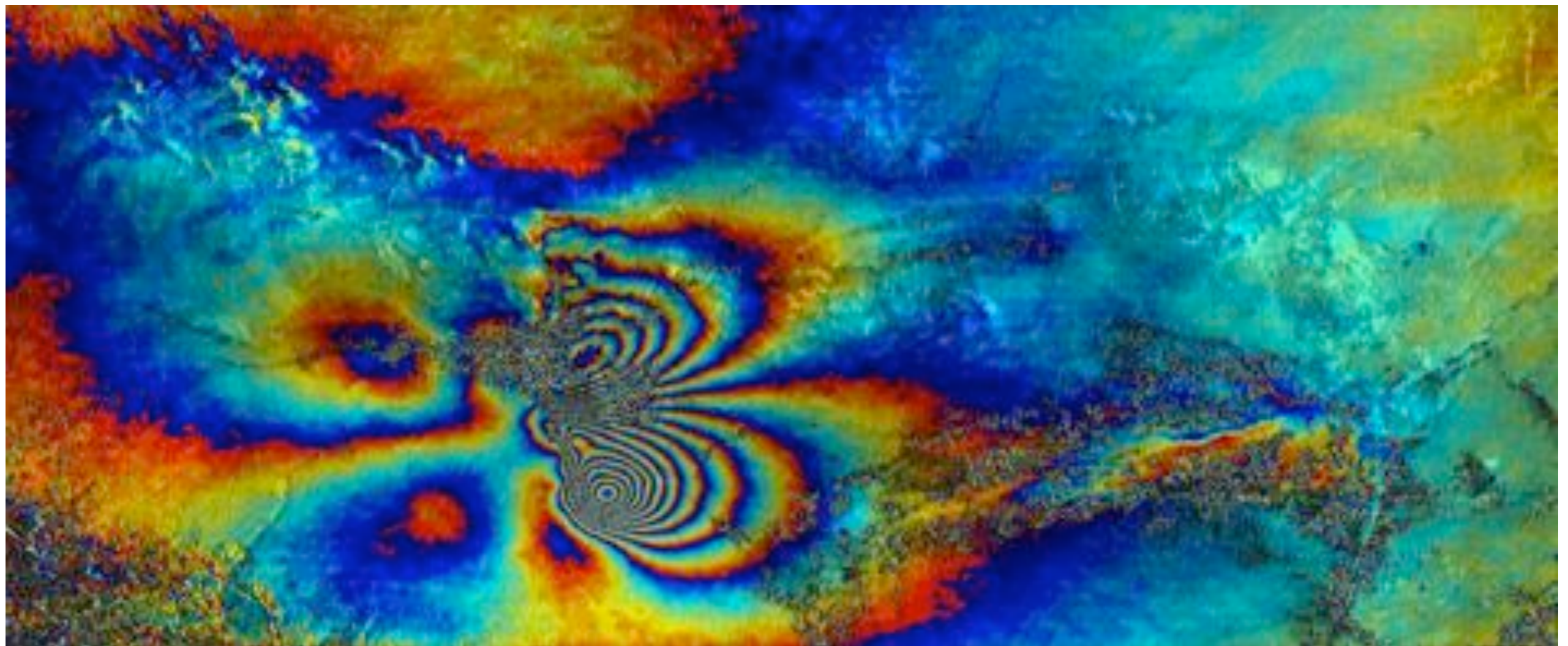


La zone de faille est bloquée

Lors du séisme, la zone de faille « rattrape » le retard de glissement



Ces déformations élastiques sont mesurées par géodésie



Joint = fissure ouvertes sans
mouvement relatif entre les deux
compartiments



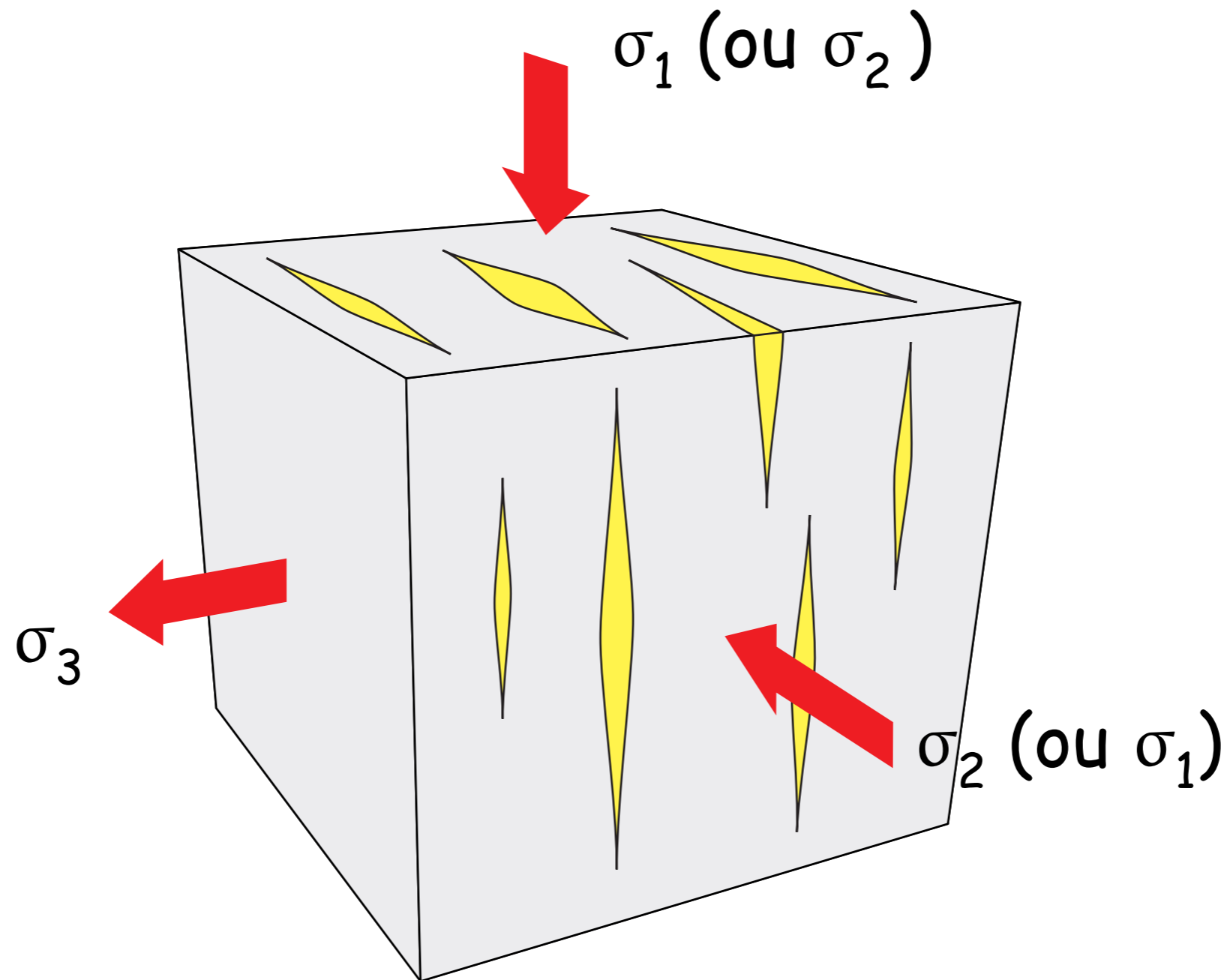
Les fissures sont fréquemment remplies de calcite CaCO_3 .



Elles ont souvent une géométrie **en échelon**.

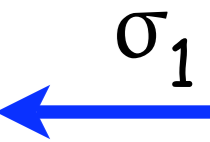
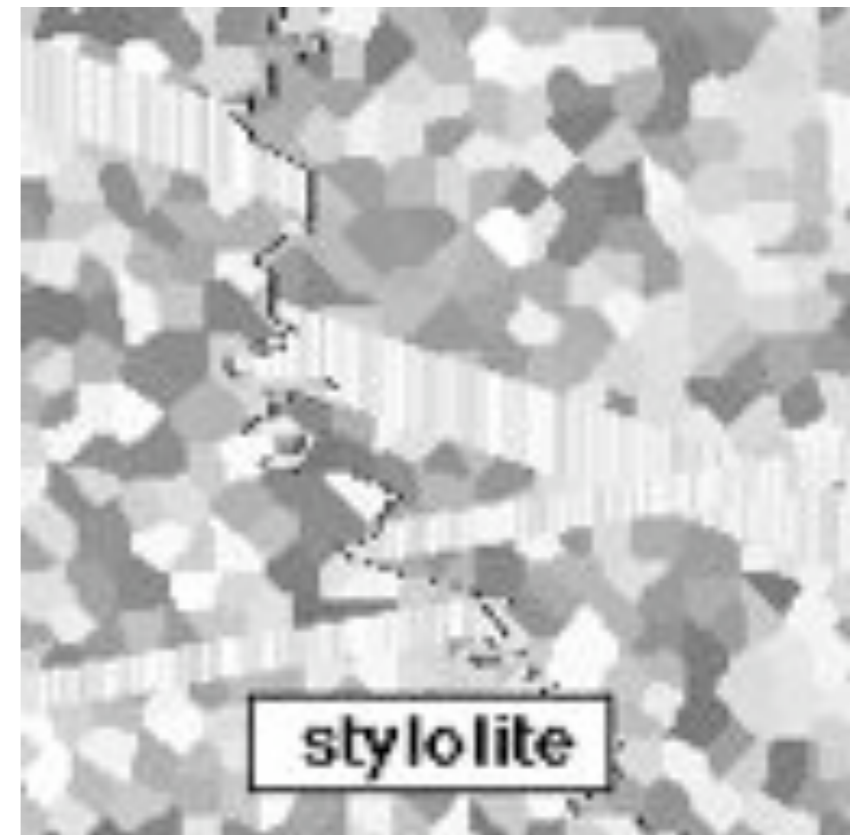
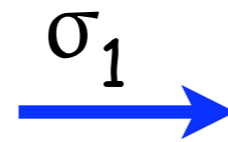
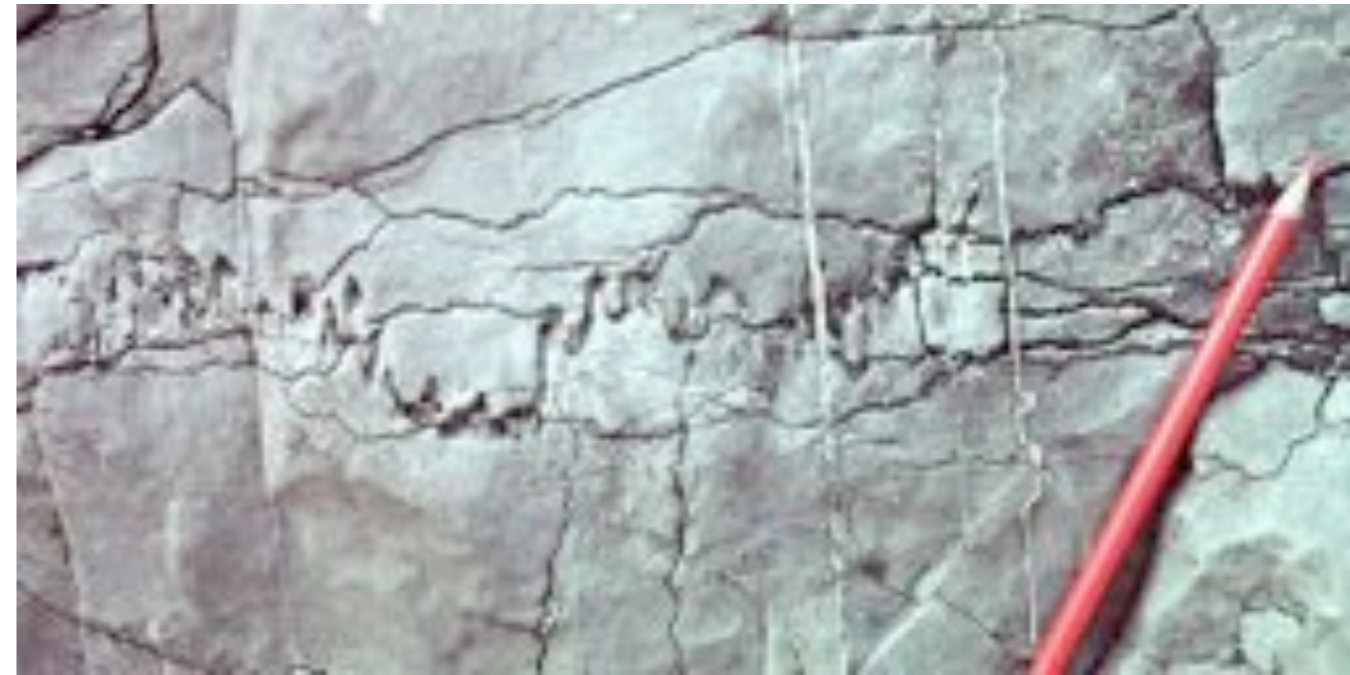
Relation géométrique entre joints et contraintes

Les joints sont dans un plan perpendiculaire à σ_3



Question : les joints coïncident-ils avec un plan principal de contrainte ?

Stylolites



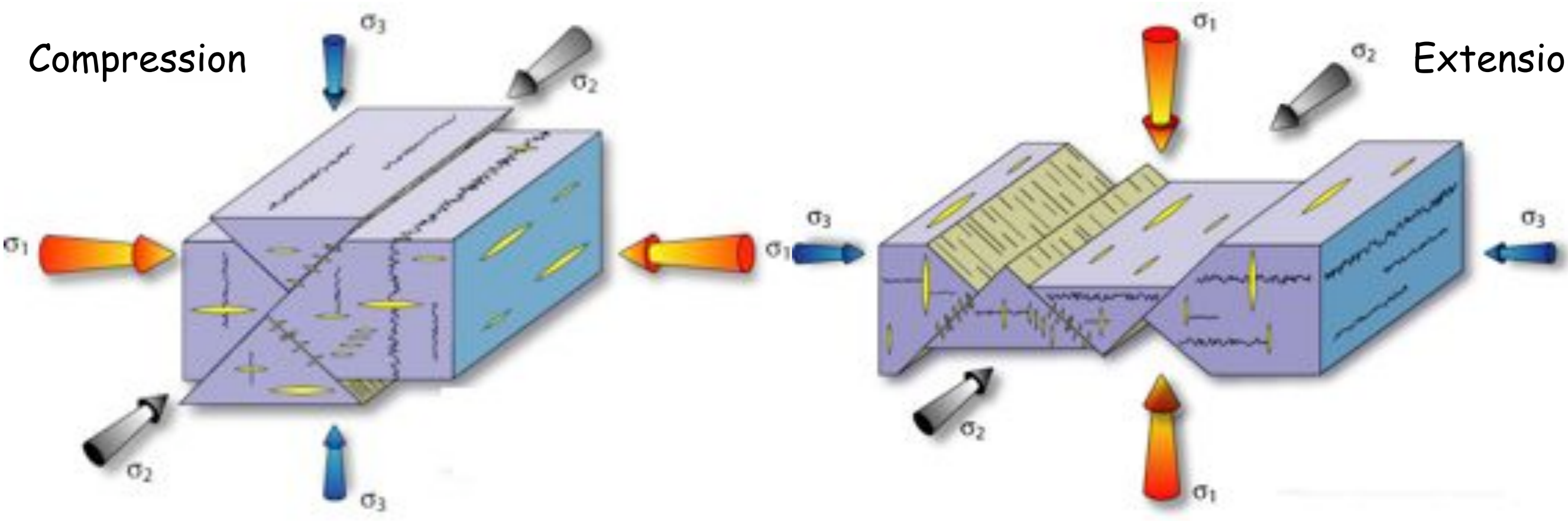
Formation par dissolution sous contrainte

Fentes et stylolites peuvent coexister

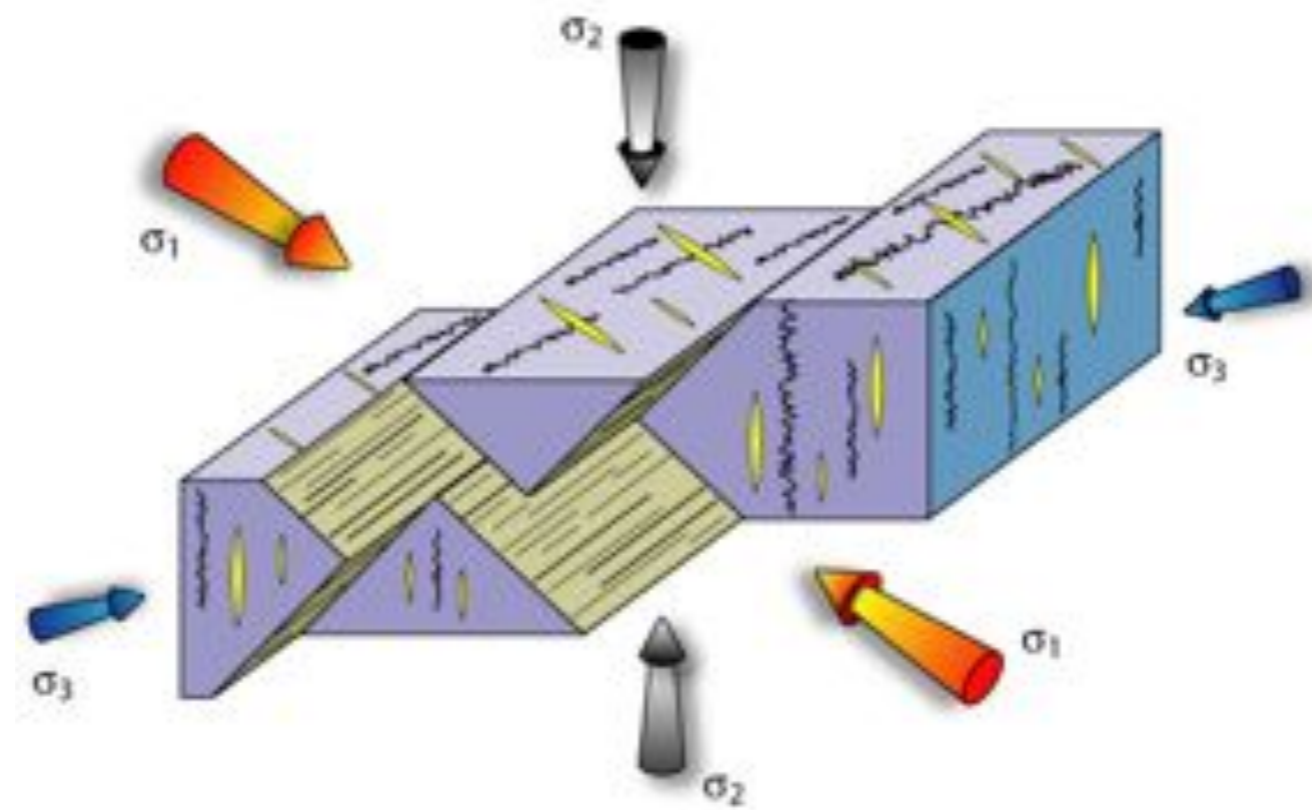
Leurs orientations dépendront du contexte tectonique

Compression

Extension



Décrochements



θ = angle entre σ_1 et la normale au plan

$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\theta$$

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin 2\theta$$

$$\theta = \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}$$

loi de Byerlee : $\tan \phi = 0.85 \rightarrow \phi \approx 40^\circ$

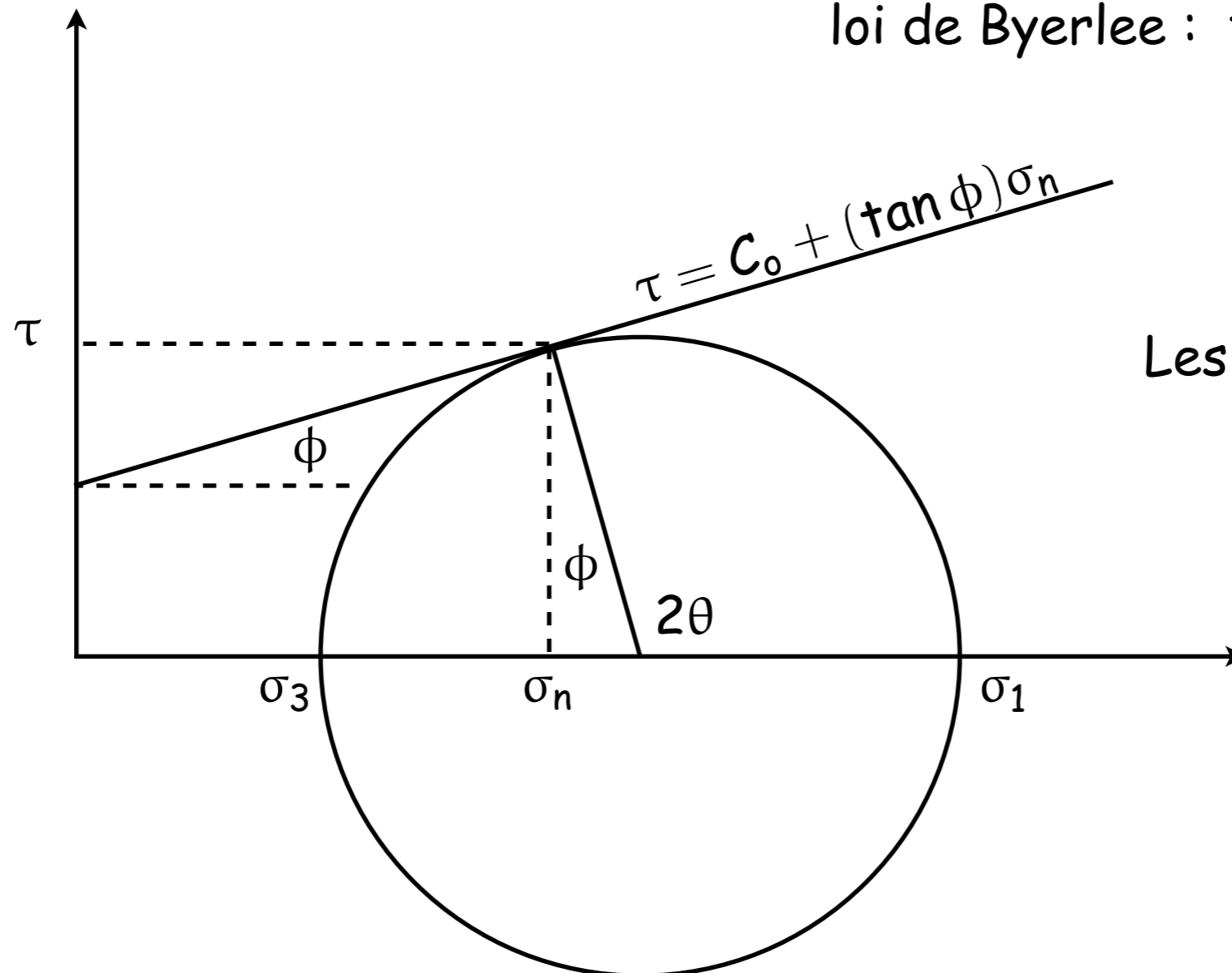
$$\theta \approx 45 + 20 = 65^\circ$$

Les failles font un angle de :

$$90 - 65 = 25^\circ$$

avec la direction de σ_1

($z \leq 3$ km)



Failles normales : σ_1 est verticale, σ_3 est horizontale

les failles font un angle de 25° avec σ_1 : elles ont un pendage moyen de $90-25 = 65^\circ$
dans la croûte supérieure ($\sigma_n \leq 1$ kbar).

Failles inverses : σ_1 est horizontale, σ_3 est verticale

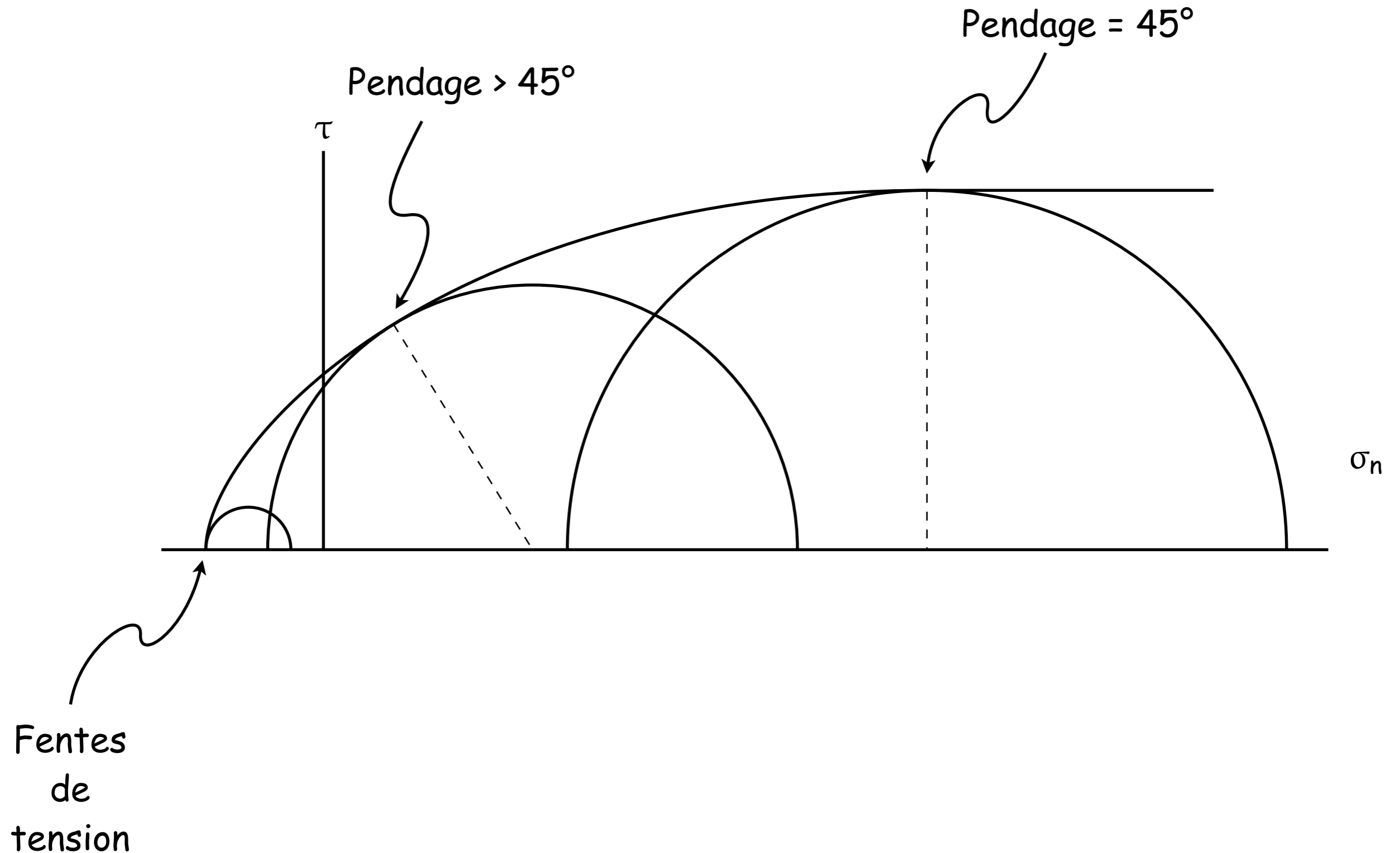
les failles font un angle de 25° avec σ_1 : elles ont un pendage moyen de 25° dans la
croûte supérieure ($\sigma_n \leq 1$ kbar).

À plus grande profondeur, la loi de Byerlee devient :

$$\tau = 0.5 + 0.6\sigma_n$$

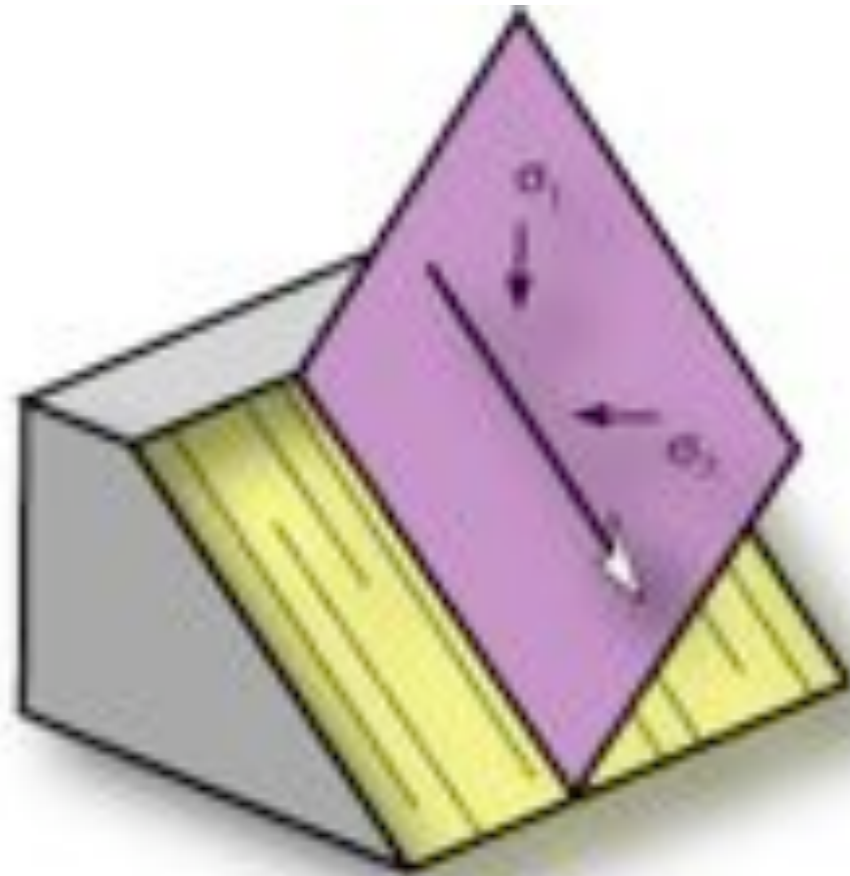
L'angle ϕ vaut $\text{atan}(0.6) \approx 30^\circ$

Si l'enveloppe de Mohr a une pente variable, le pendage des failles varie avec la contrainte normale, donc avec la profondeur :

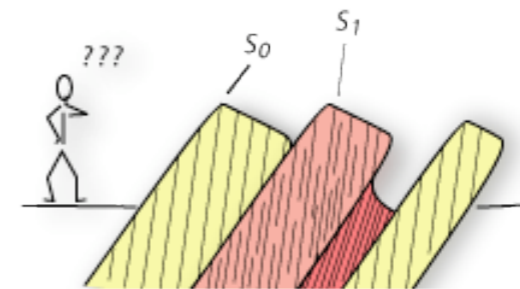


À petite échelle

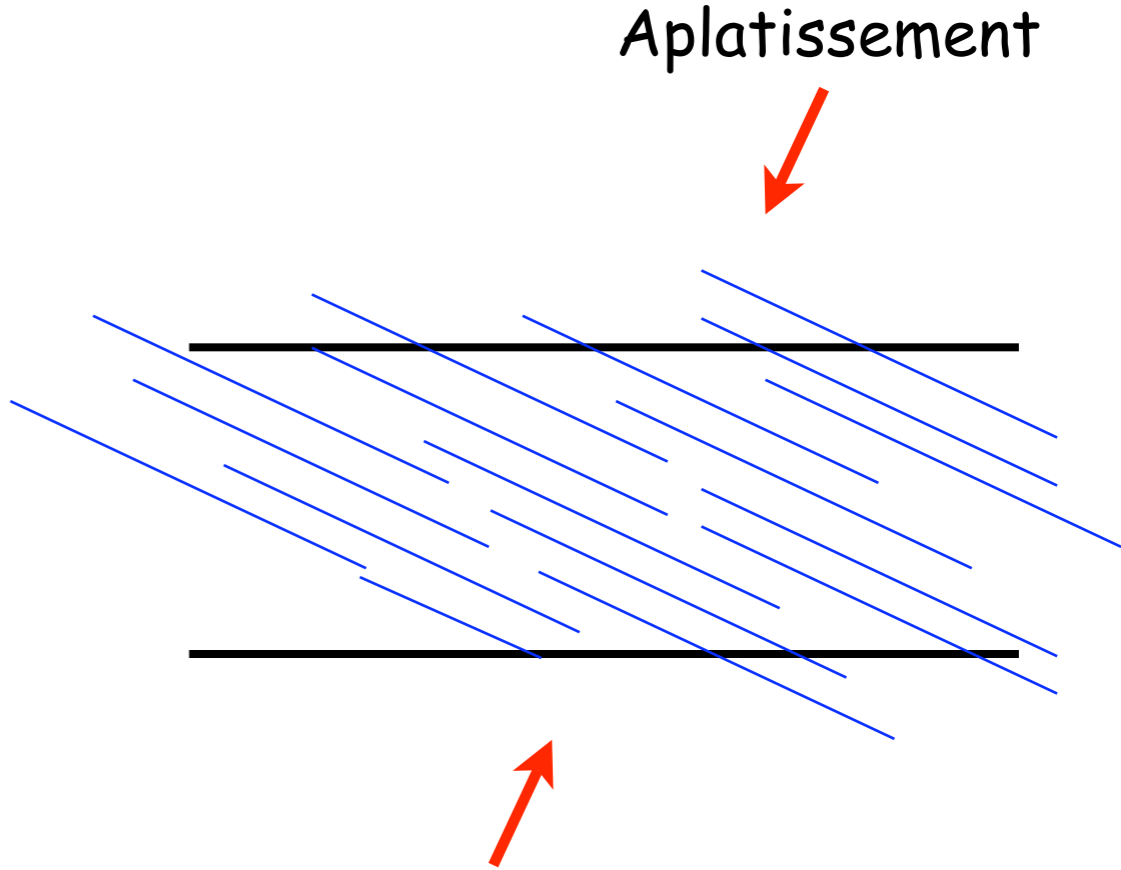
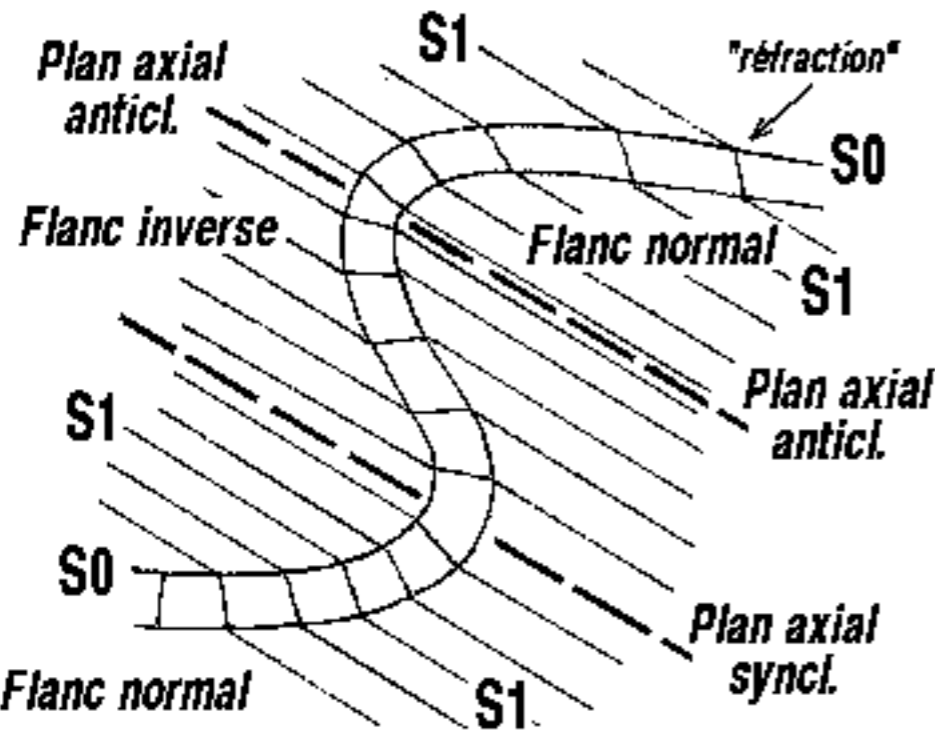
Les stries indiquent la direction de la contrainte cisailante sur le plan de faille



La schistosité est un débit plan, plus ou moins serré (mm - cm), distinct de la stratification.



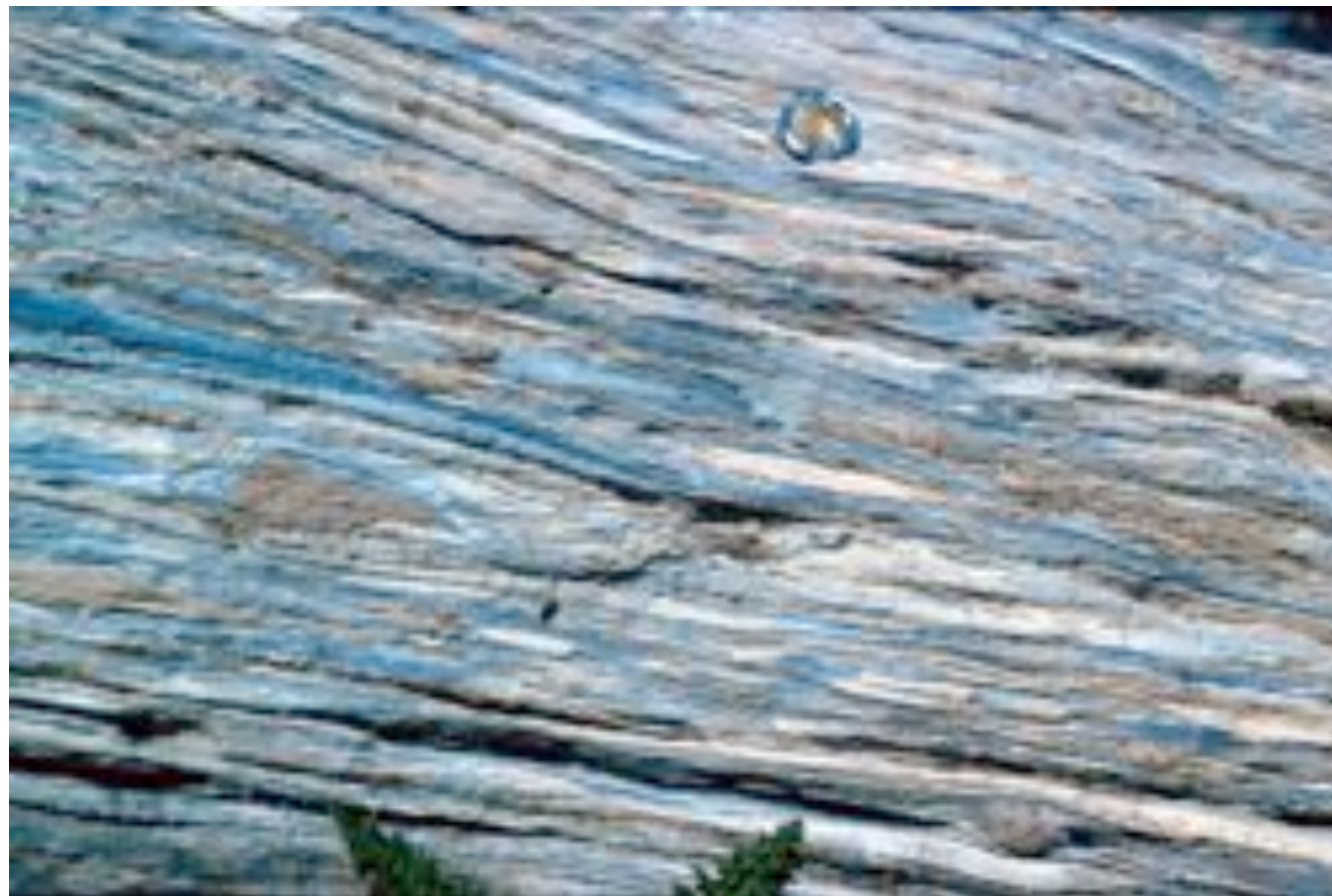
La schistosité est souvent parallèle au plan axial des plis.



Conglomérat non déformé



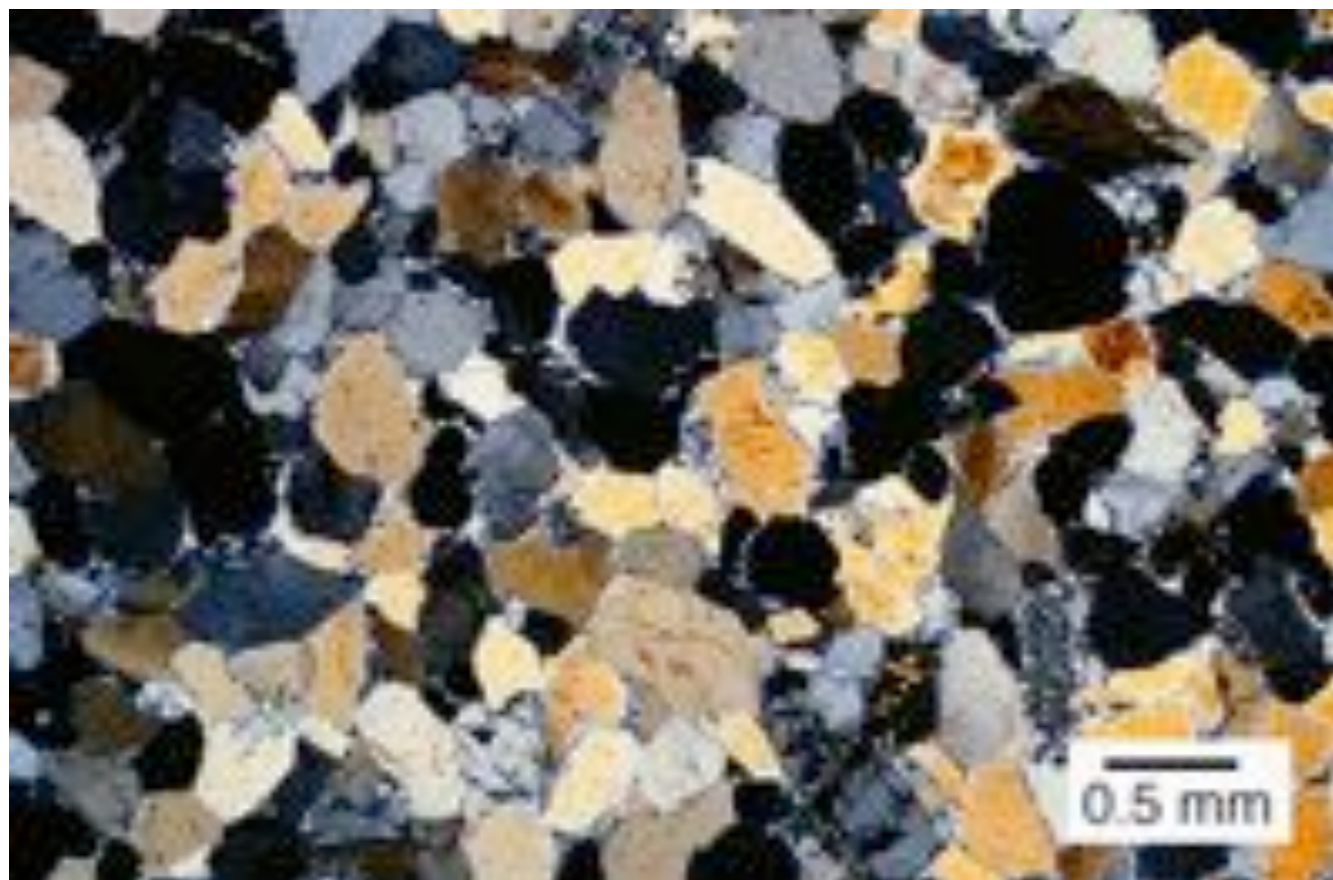
La déformation ductile affecte le matériau dans son ensemble.



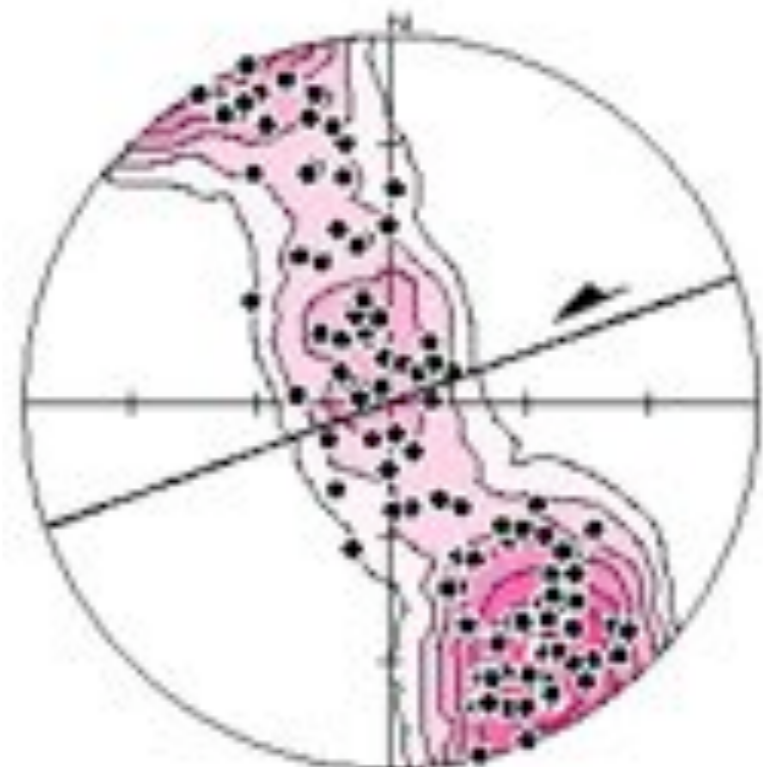
Conglomérat déformé

À l'échelle microscopique

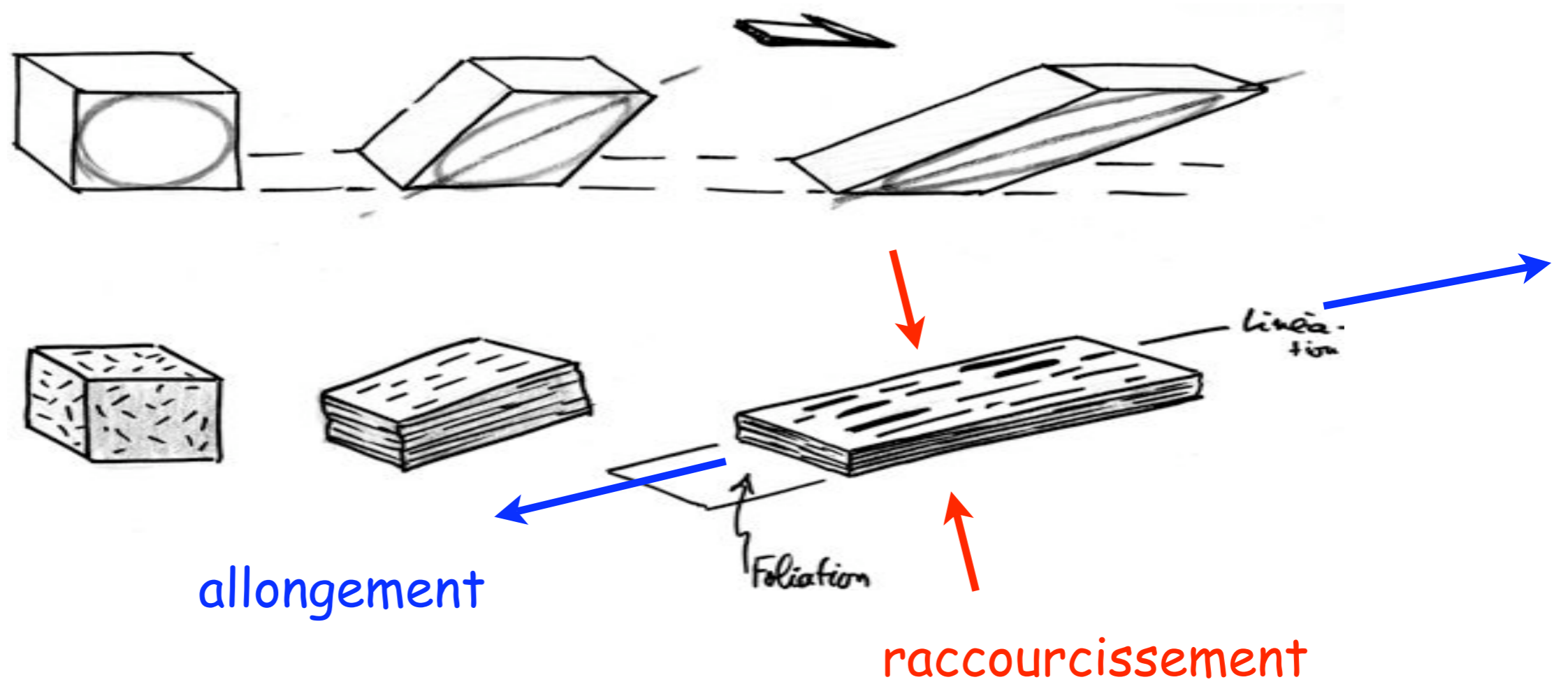
Roche non déformée



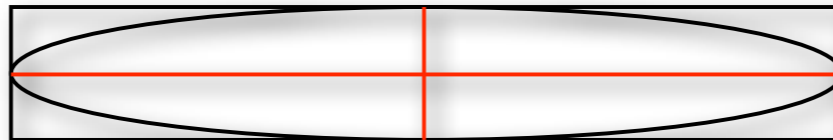
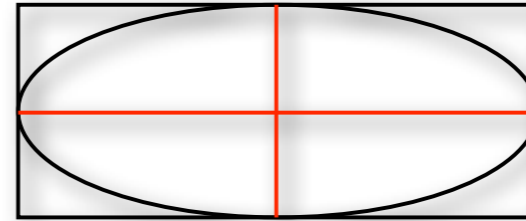
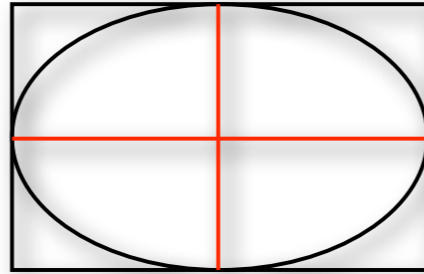
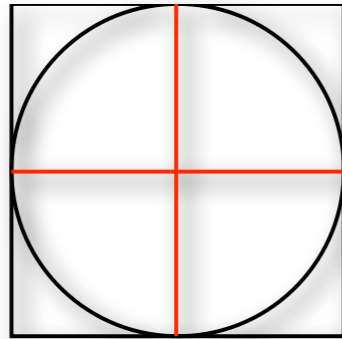
Roche déformée



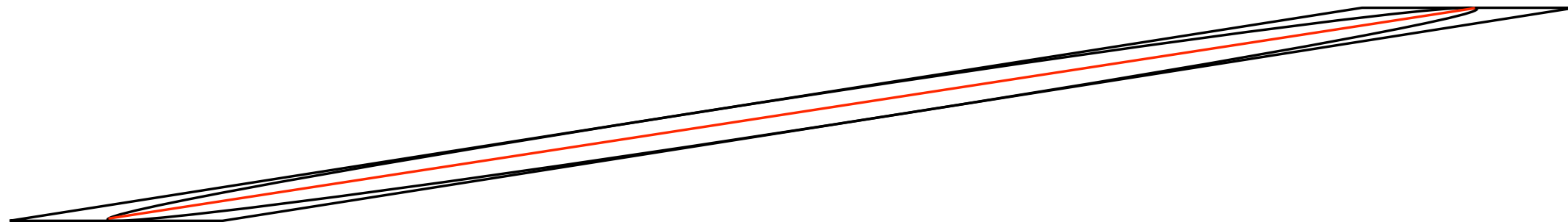
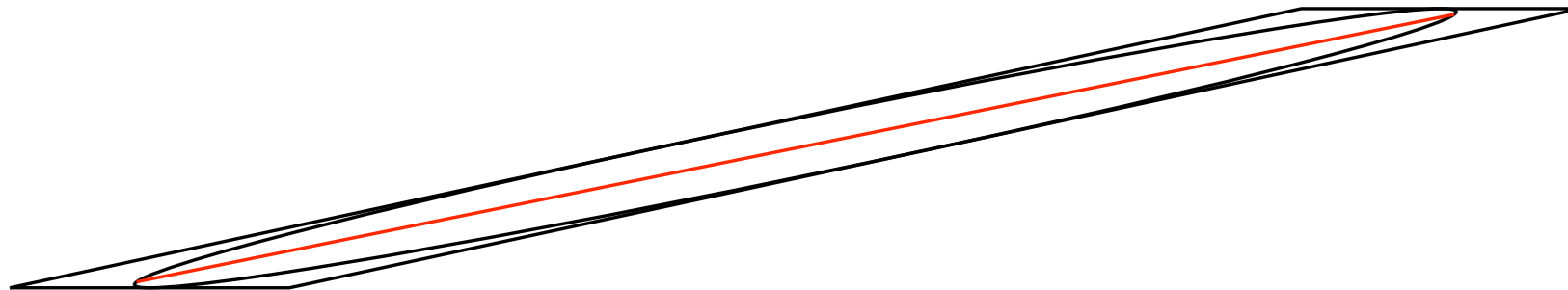
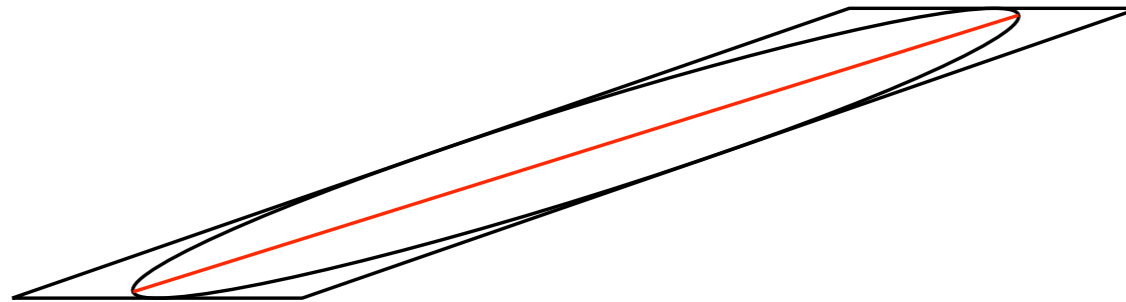
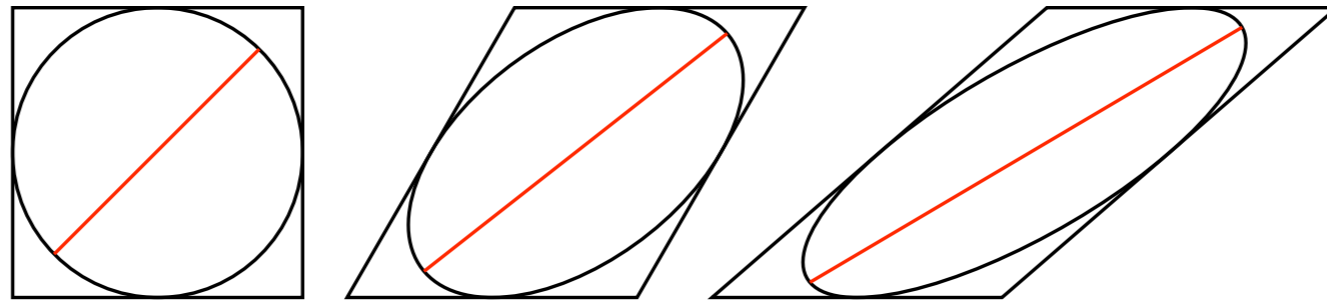
La déformation ductile se traduit par l'apparition d'une anisotropie dans la roche. Cette anisotropie se manifeste par l'apparition de la foliation et de la linéation (d'allongement).



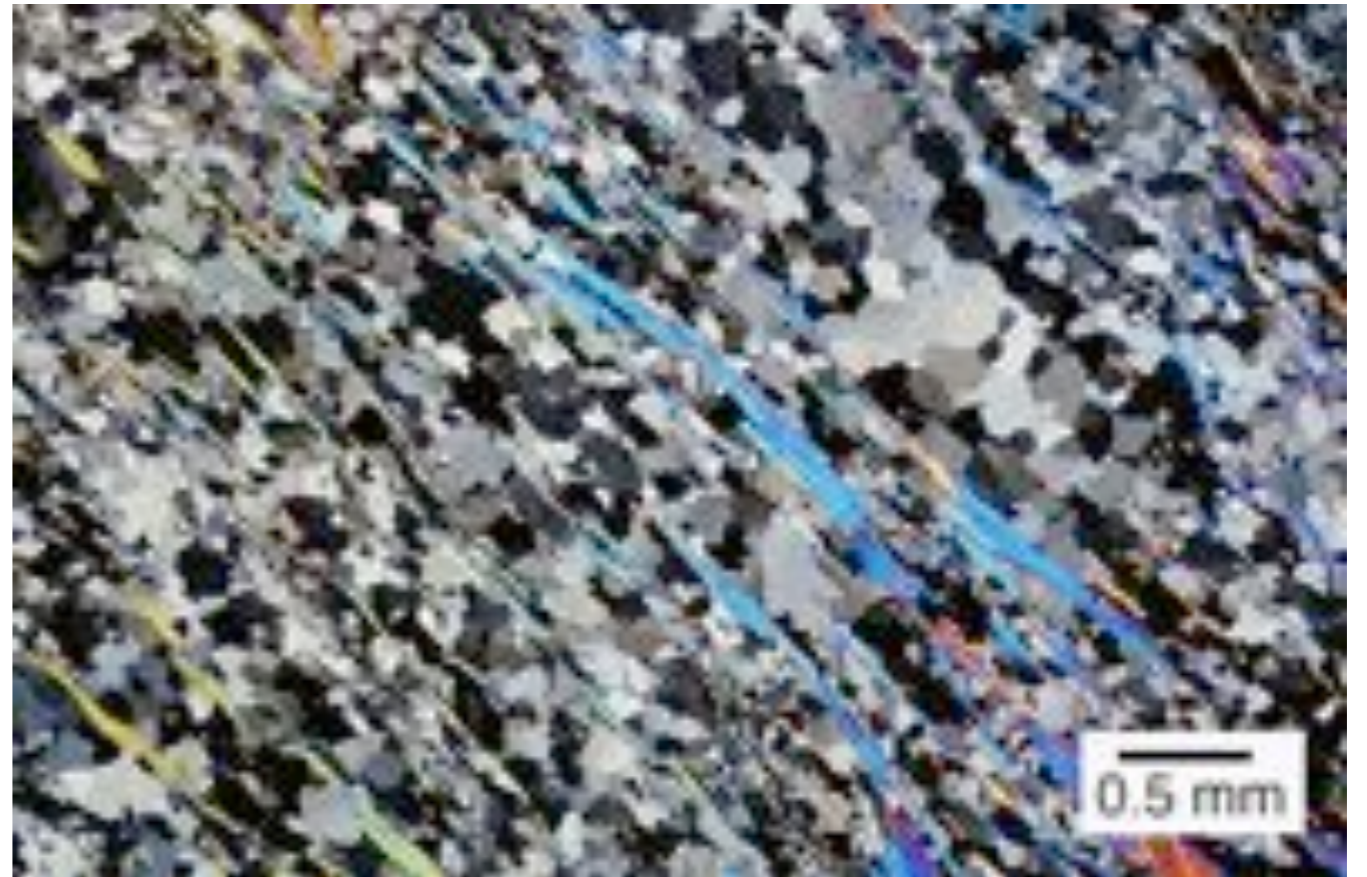
Cisaillement pur



Cisaillement simple



Exemples de foliation

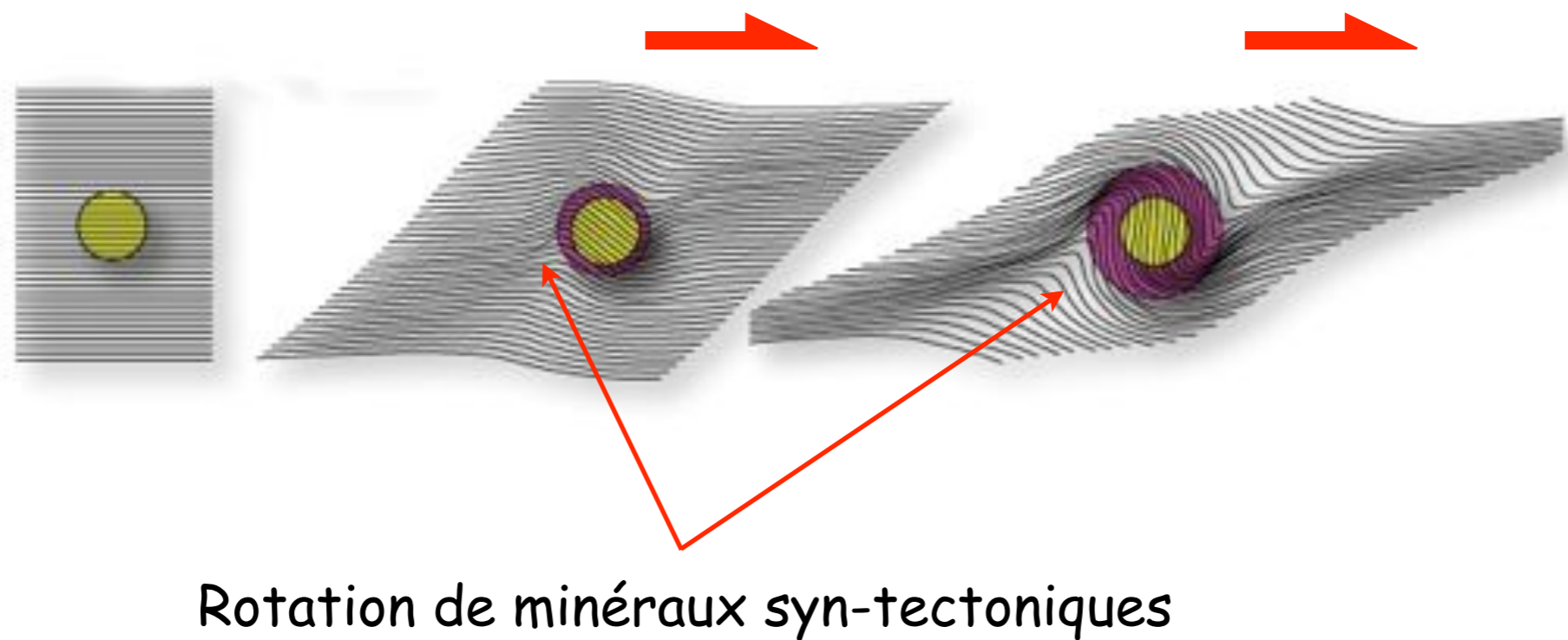
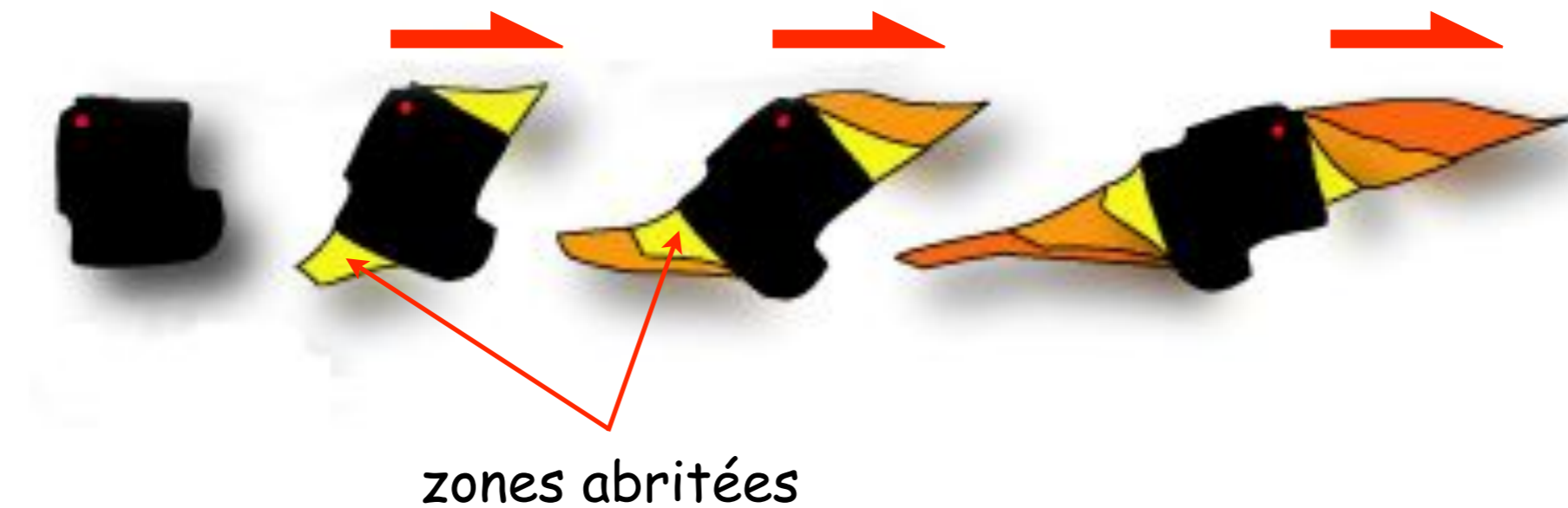




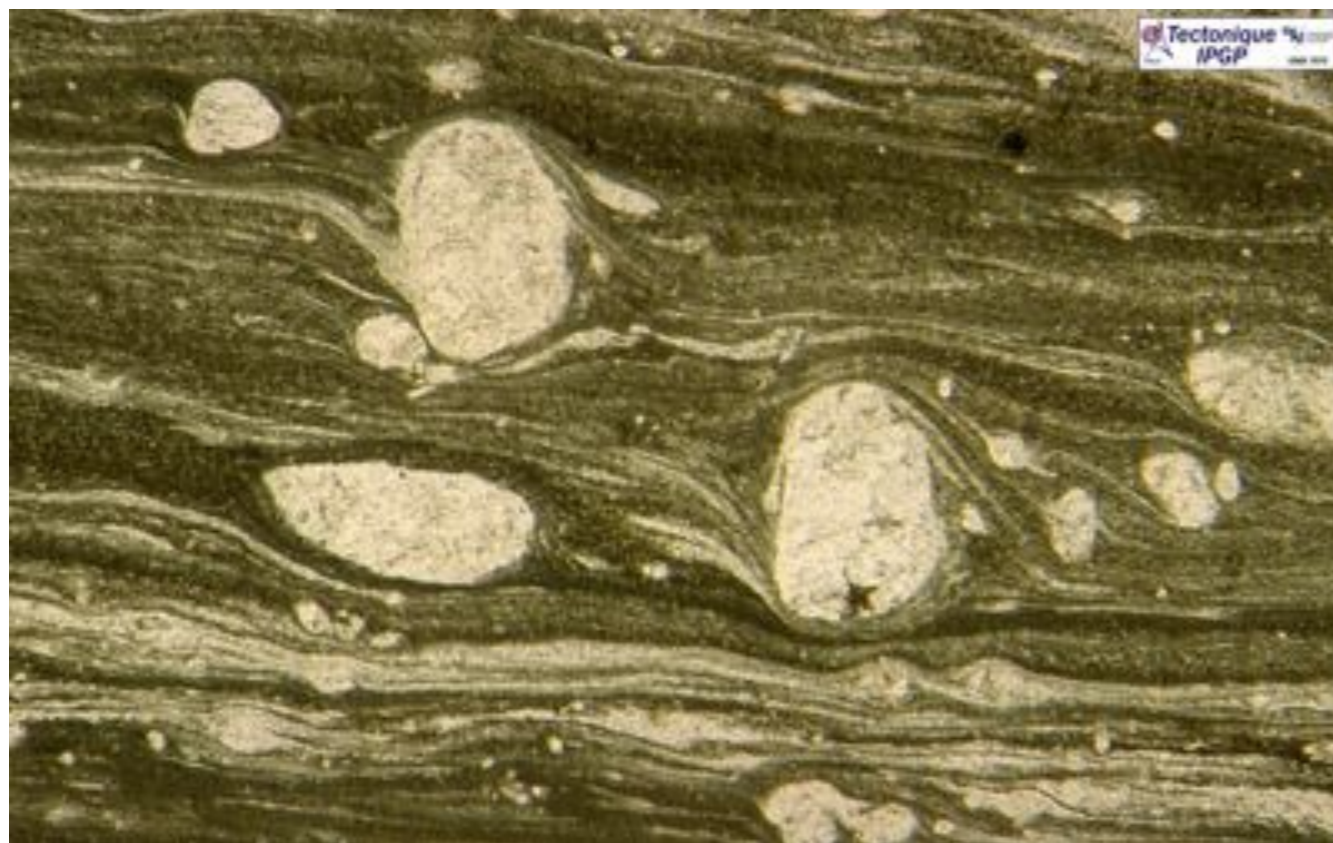
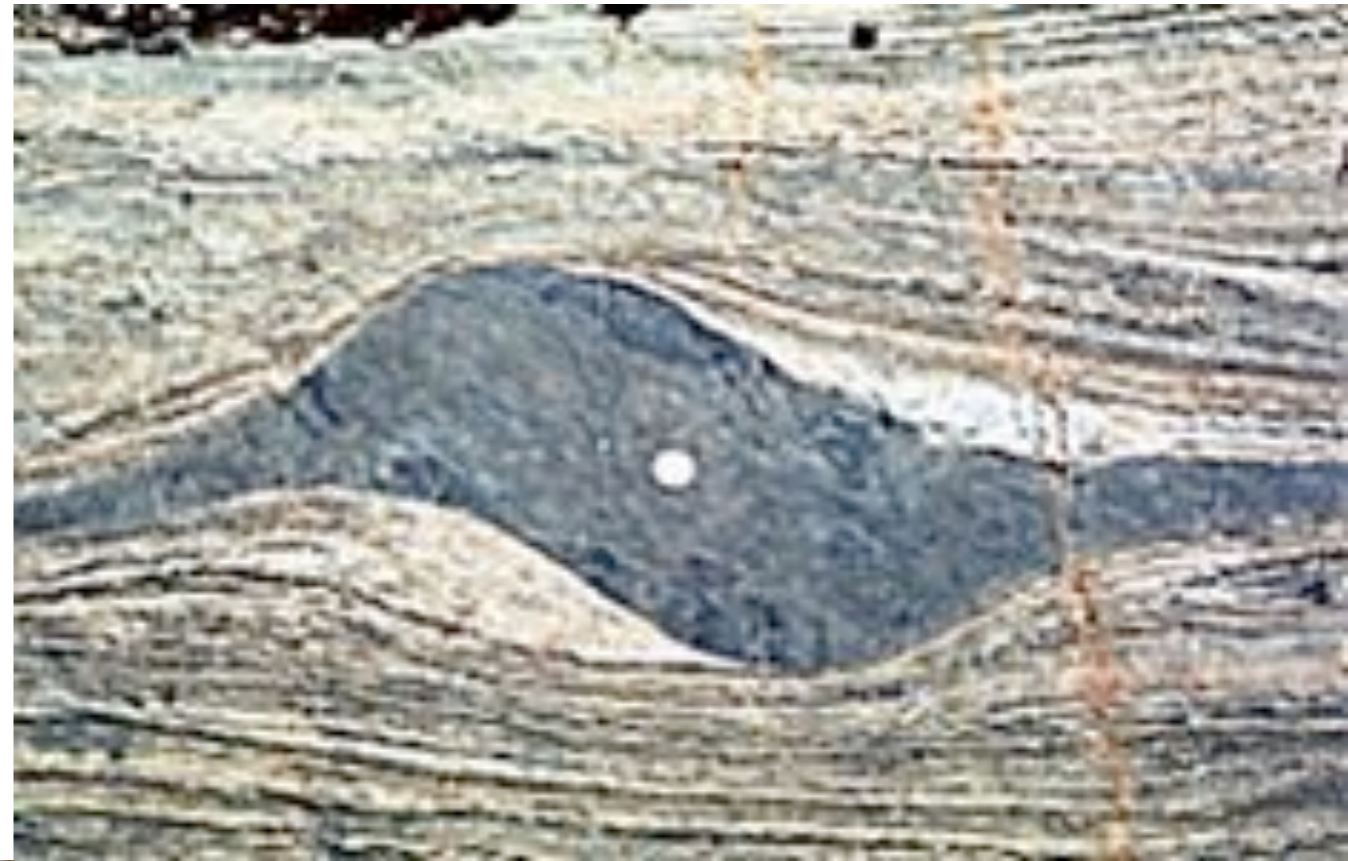
Exemple de linéation d'allongement

La linéation d'allongement
est toujours dans le plan
de foliation

La rotation d'objets rigides permet de déterminer le sens de cisaillement



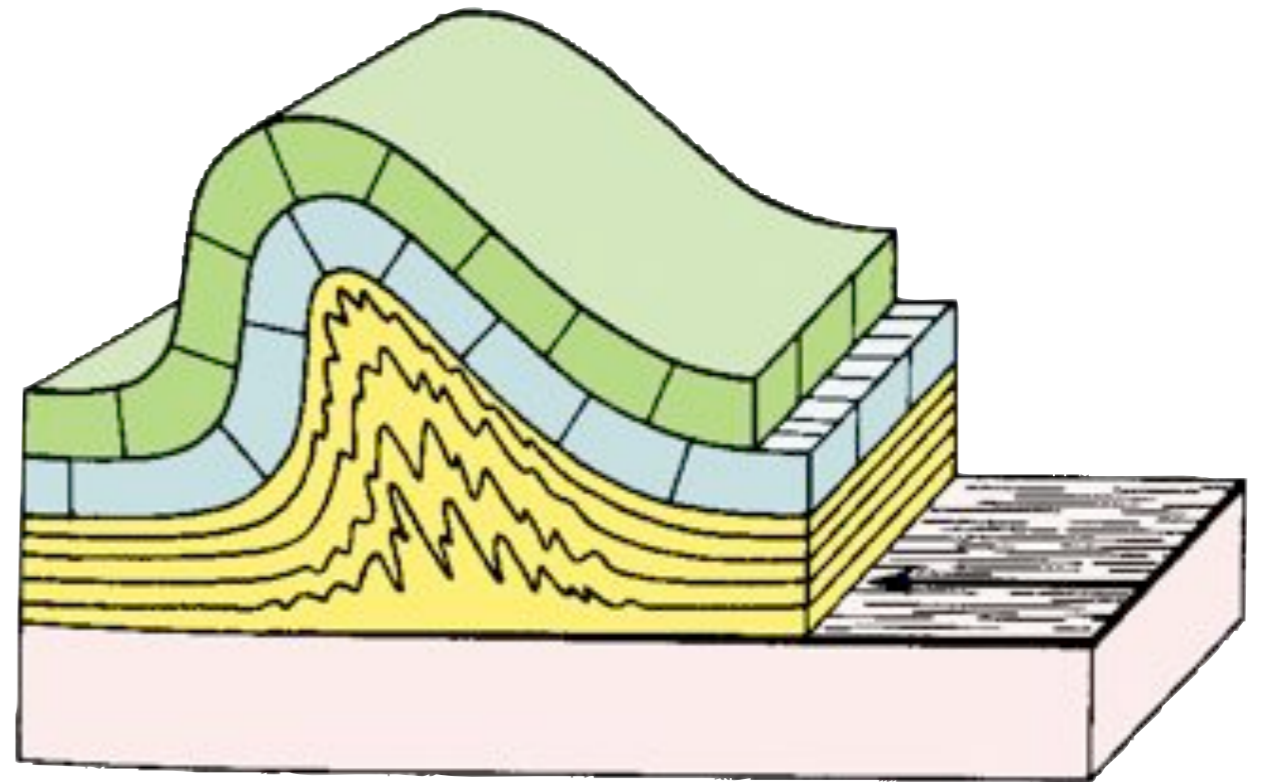
Exemples



Relations entre structure et déformation

Foliation	↔	Aplatissement
Linéation	↔	Allongement dans une direction
Rotation	↔	Sens de cisaillement

Plis isopaques



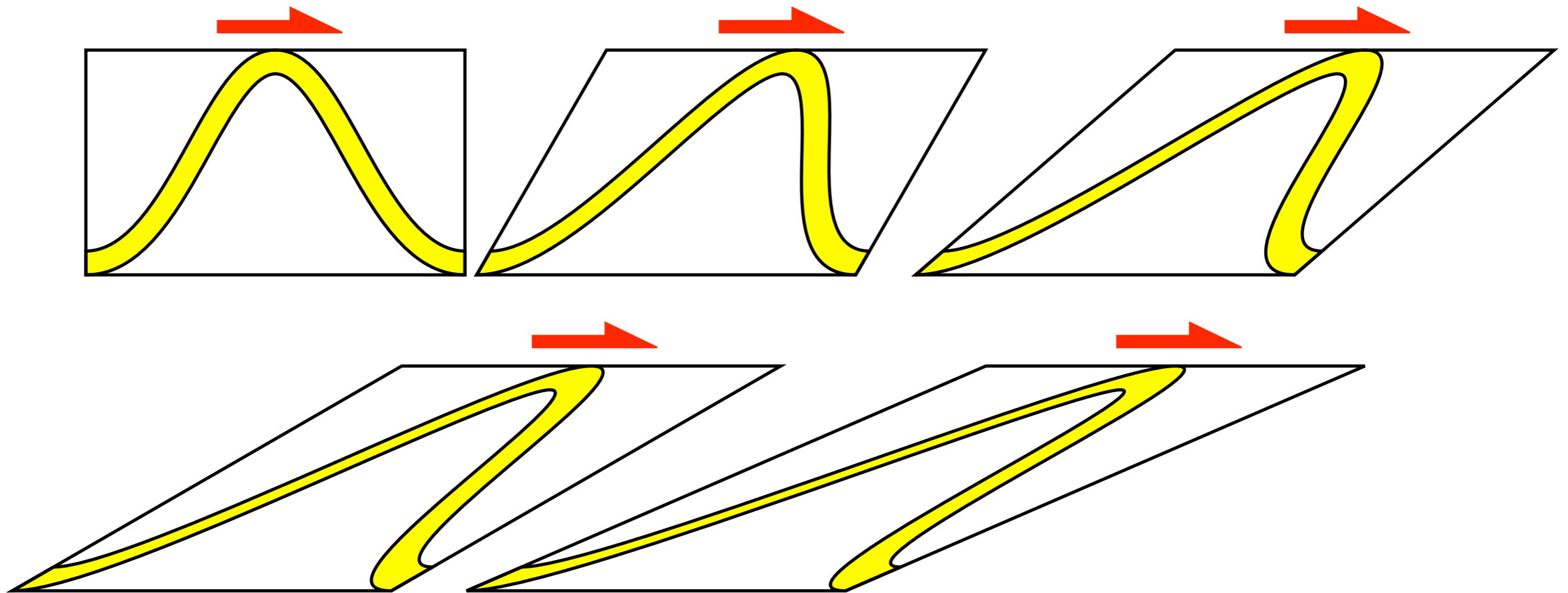
Plis anisopaques



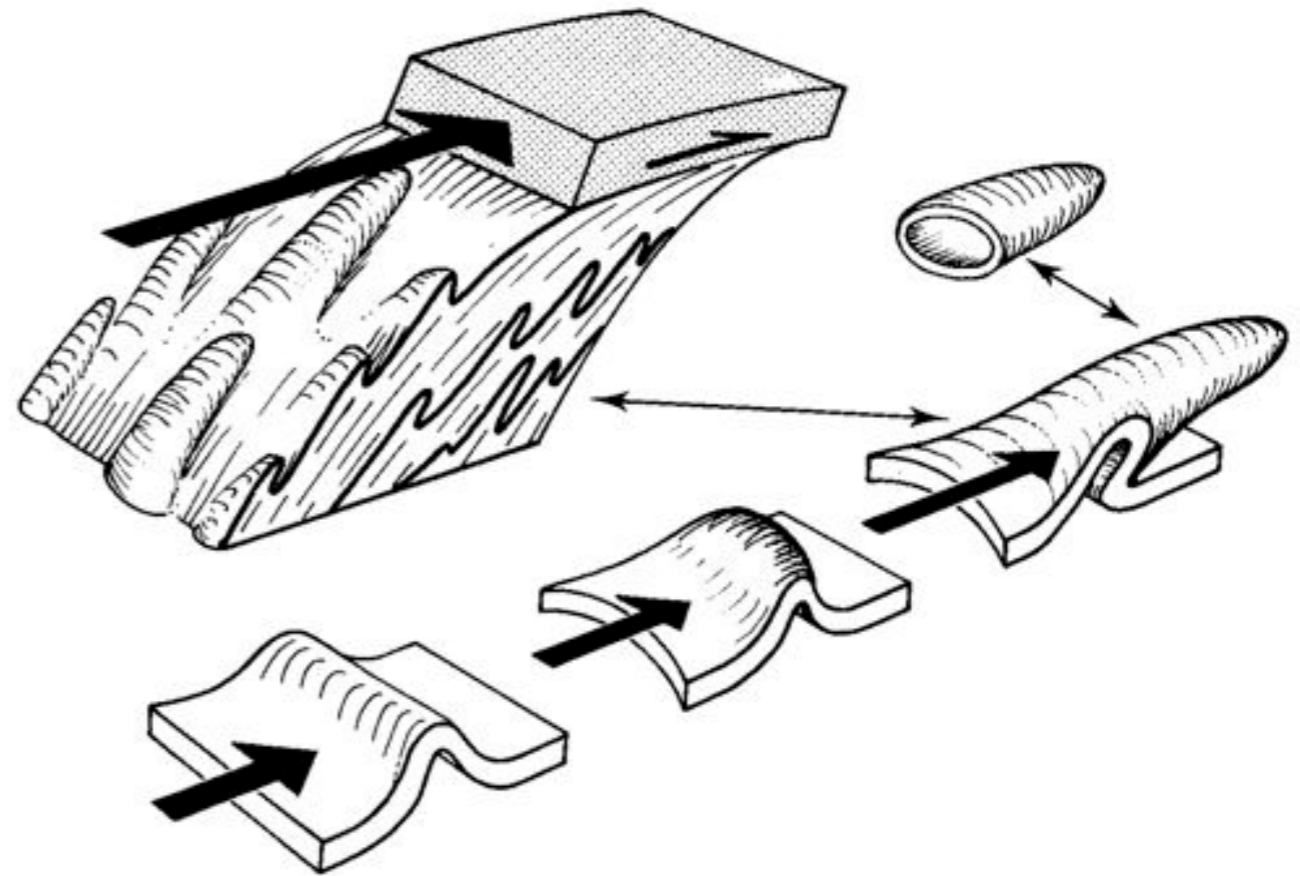
Plis isoclinaux



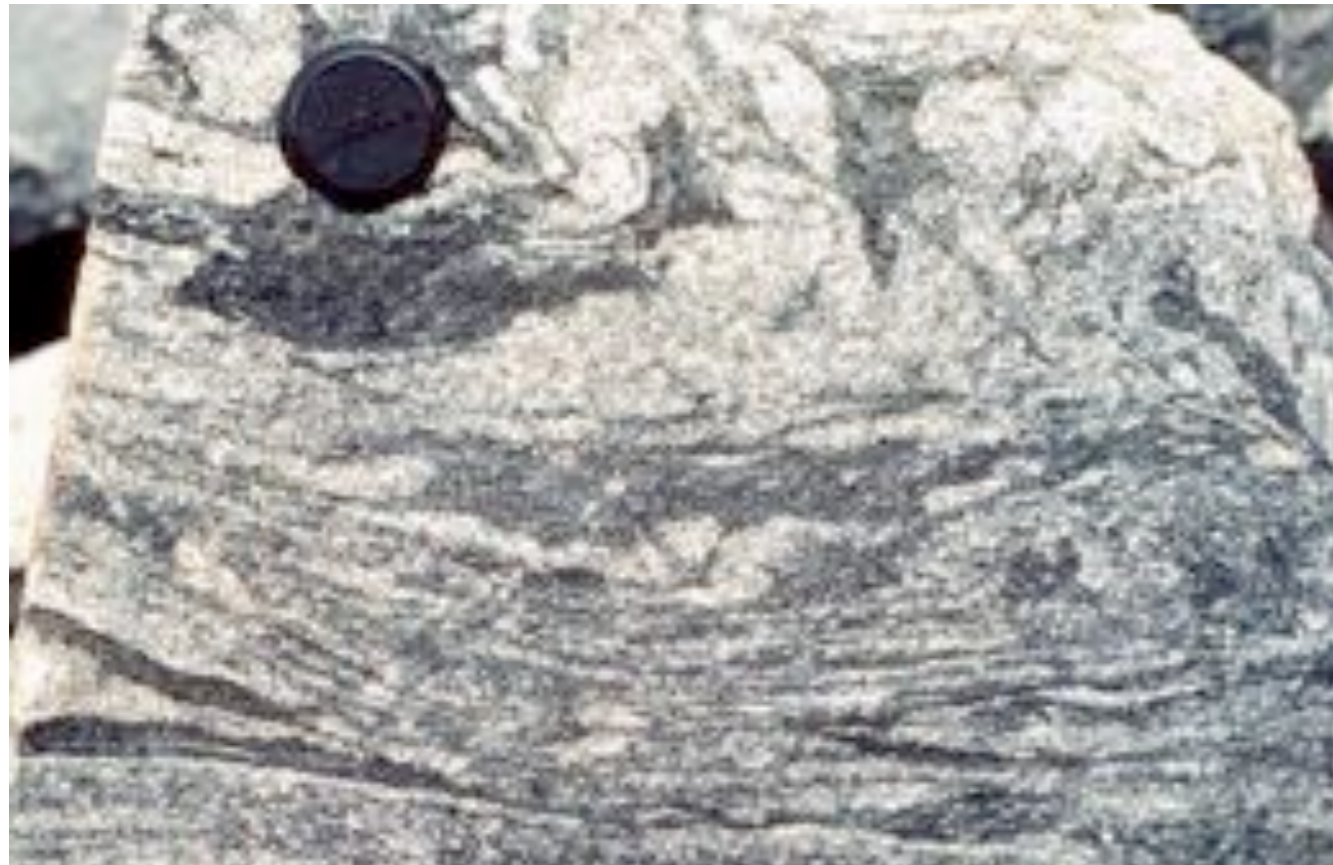
Formation des plis anisopaques et isoclinaux par cisaillement simple



Plis en fourreau

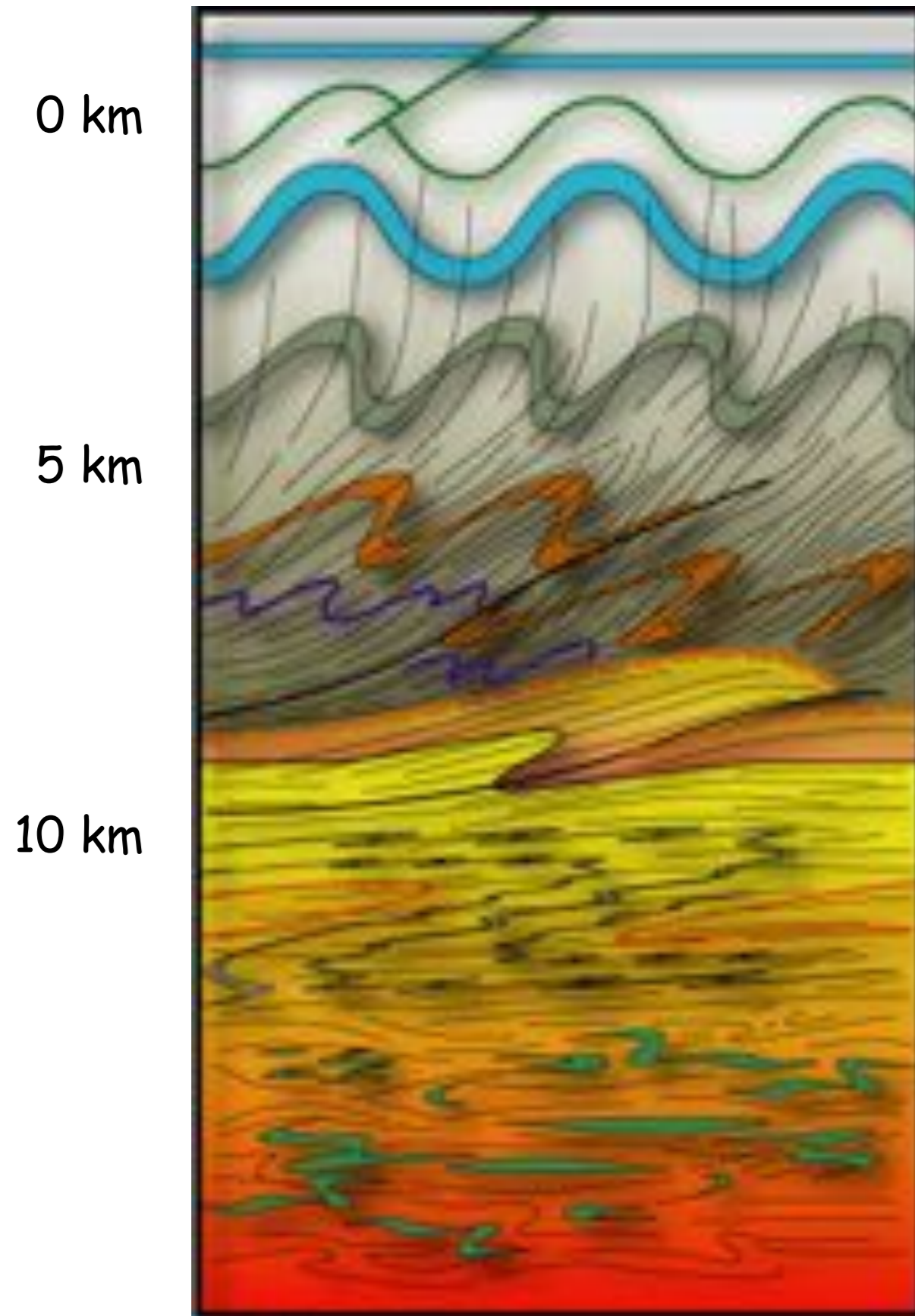


Migmatites



La température est
proche de la fusion

La notion de niveau structural



Failles

Plis droits, isopaques

Front supérieur de schistosité

Plis déversés

Plis isoclinaux

Foliation métamorphique

Migmatites

Boudinage

