

# Géologie Structurale

STU S3



## Shop

- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



## Etudier

Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



## Emploi

- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

## IV. Mini-lexique

---

Avec équivalents anglais. Attention aux faux-amis.



*On trouve parfois des définitions un peu différentes dans la littérature française et anglaise (ou des mots n'existent pas dans une des deux langues). Autant que possible j'ai essayé de trouver des équivalents. Quand ce n'est pas possible, j'ai privilégié l'usage international (anglophone) ; quand il existe plusieurs terminologies j'ai choisi celle des géologues de terrain plutôt que des mécaniciens des roches ; Mercier et Vergely proposent souvent des classifications un peu différentes, ou présentent les choses dans un autre ordre que moi ; leur perspective est celle de mécaniciens du solide plus que de structuralistes de terrain.*

### 1. Mécanique et rhéologie

Force	<i>Force</i>	Une force imposée à un corps crée une accélération, $F = ma$ .
Contrainte	<i>Stress</i>	Une force exercée sur une surface génère une contrainte, $\vec{\sigma} = \frac{\vec{F}}{s}$ . Une contrainte est homogène à une pression (s'exprime en unités de pression) mais est orientée (vectorielle, ou tensorielle).
• Contrainte moyenne	<i>Mean stress</i>	La moyenne des trois contraintes principales. Normalement égale à la contrainte lithostatique en géologie.
• Contrainte lithostatique	<i>Lithostatic stress</i>	La contrainte exercée par le poids des roches au-dessus du point étudié. C'est une contrainte isotrope (une pression, donc).
• Contrainte déviatorique	<i>Deviatoric stress</i>	La différence entre la contrainte totale, et la contrainte lithostatique. Elle est responsable des déformations.
• Contrainte normale	<i>Normal stress</i>	Sur un plan donné, la partie de la contrainte qui s'exerce perpendiculairement à ce plan.
• Contrainte tangentielle	<i>Shear stress</i>	Sur un plan donné, la partie de la contrainte qui s'exerce dans ce plan.
• Contrainte principale	<i>Principal stress</i>	Les directions où les contraintes cisailantes s'annulent correspondent aux directions des contraintes principales du système, qui sont orthogonales entre elles (et définissent les vecteurs propres du tenseur des contraintes).
Ellipsoïde des contraintes	<i>Stress ellipsoid</i>	Représentation graphique du tenseur des contraintes.

Tenseur des contraintes	<i>Stress tensor</i>	Description mathématique complète du tenseur des contraintes ; les contraintes varient en intensité et en orientation dans différentes directions de l'espace.
Déformation	<i>Deformation</i>	L'ensemble des changements de forme et de position d'un corps soumis à une contrainte.
• Translation	<i>Translation</i>	Déplacement en bloc, linéaire ; les vecteurs mouvements de tous les points du corps sont parallèles.
• Rotation	<i>Rotation</i>	Déplacement en bloc par pivotement. Les vecteurs mouvement sont tangents à des cercles concentriques.
• Déformation interne (ou distorsion)	<b>Strain</b>	Changement de forme d'un corps. C'est ce qu'on observe le plus souvent en géologie structurale.  <i>En toute rigueur, on devrait en Français utiliser ici « distorsion » ; mais le plus souvent c'est le terme « déformation » qui est utilisé, créant donc une ambiguïté quant au sens de ce mot ! Dans toutes les définitions suivantes, bien que le mot de « déformation » soit le terme consacré par l'usage, c'est en fait bien de distorsion qu'il est question – cf. les équivalents anglais tous construits sur « strain ».</i>
• Changement de volume (dilatation/contraction)	<i>Volume change (dilatation/contraction)</i>	La quatrième composante de la déformation.
Déformation finie	<i>Finite strain (ou : total strain)</i>	La déformation totale, entre l'objet initial et l'objet final.
Déformation incrémentale	<i>Incremental strain (ou: progressive strain)</i>	Une étape de déformation, entre deux états de déformation successifs.
Ellipsoïde de déformation	<i>Strain ellipsoid</i>	Représentation de la forme de la déformation ; la forme que prendrait un objet initialement sphérique déformé dans ces conditions.
Taux de deformation	<i>Strain rate</i>	Ou vitesse de déformation. La quantité de déformation par unité de temps. La quantité de déformation est sans unité, et un taux de déformation s'exprime donc en s <sup>-1</sup>

Déformation homogène/hétérogène	<i>Homogeneous/in homogeneous strain</i>	La déformation est homogène si elle est identique en tout point du corps déformé ; dans ce cas des lignes initialement parallèles le restent après la déformation.
Déformation continue/discontinue	<i>Continuous/discontinuous strain</i>	La déformation est continue si ses propriétés varient progressivement, sans rupture, dans l'espace.
Déformation coaxiale / non rotationnelle / cisaillement pur	<i>Coaxial / non rotational strain, pure shear</i>	La déformation est coaxiale si les axes de l'ellipsoïde de déformation restent fixes tout au long de la déformation.  S'il n'y a pas de changement de volume, on est dans le cas particulier du cisaillement pur.
Déformation non coaxiale / rotationnelle / cisaillement simple	<i>Non-coaxial / rotational strain, simple shear</i>	Les axes de la déformation tournent pendant la déformation.  S'il n'y a pas de changement de volume : cisaillement simple.
Constriction	<i>Constriction</i>	Déformation dominée par l'étirement selon X.
Aplatissement	<i>Flattening</i>	Déformation dominée par l'aplatissement selon Z.
	<i>Oblate</i>	Décrit la forme d'un ellipsoïde de déformation aplati (crêpe)
	<i>Prolate</i>	Décrit la forme d'un ellipsoïde de déformation étiré (cigare).
Paramètre de Flinn	<i>Flinn's parameter</i>	Paramètre décrivant la forme de l'ellipsoïde de déformation, $k = \frac{X/Y - 1}{Y/Z - 1}$ . $k > 1$ en constriction et $< 1$ en aplatissement.
Déformation élastique	<i>Elastic deformation</i>	Déformation instantanée, non-permanente, réversible.
Déformation plastique	<i>Plastic</i>	Déformation progressive, non-réversible.
Cassant	<i>Brittle</i>	Comportement d'une roche qui ne subit que peu de déformation plastique avant la rupture.
Ductile	<i>Ductile</i>	Comportement d'une roche dont la déformation est essentiellement ou totalement plastique.

Comportement anélastique	<i>Anelastic behaviour</i>	Déformation réversible, mais pas instantanée (c'est une variante plus réaliste de la déformation élastique).
Seuil d'écoulement plastique	<i>Yield stress</i>	Valeur de contrainte (déviatorique) au dessus de laquelle une roche passe d'une déformation élastique à une déformation plastique.
Fluage	<i>Creep</i>	Déformation plastique « idéale », où le matériau se déforme sans que la contrainte n'augmente (on ne peut pas accumuler de contrainte).
Visqueux	<i>Viscous</i>	Au sens strict (« idéalement visqueux »), désigne un matériau au comportement Newtonien, qui se déforme (1) sans seuil d'écoulement plastique (il n'a aucune composante de déformation élastique) ; (2) avec une relation linéaire entre contrainte et taux de déformation.
Viscosité	<i>Viscosity</i>	Relation entre taux de déformation et contrainte (rapport entre les deux, pour un corps Newtonien).
Loi de Hooke	<i>Hooke's law</i>	Loi linéaire décrivant la déformation élastique par une relation de proportionnalité entre déformation et contrainte.
Comportement Newtonien	<i>Newtonian behaviour</i>	Comportement idéalement visqueux (voir ce mot).
Critère de Navier-Coulomb	<i>Navier-Coulomb criterion</i>	Critère de rupture basé sur une relation entre contraintes normales et cisailante sur un plan : rupture si $\tau > C_0 + a \cdot \sigma_N$
Cercle de Mohr	<i>Mohr circle</i>	Diagramme représentant de façon graphique les relations entre contraintes normale et cisailante. Utilisé pour décrire la géométrie de la rupture.
Résistance	<i>Strength</i>	Contrainte maximale que peut supporter un matériau, que ce soit une limite de rupture ou de fluage.

## 2. Déformation ductile

Eléments structuraux planaires	<i>Foliation</i> 	N'importe quel élément structural planaire !	
• Schistosité	<i>Cleavage, (disjunctive cleavage)</i>	Elément structural planaire, correspondant à un débit préférentiel de la roche	Discontinuité mécanique (débit préférentiel)
			
• Foliation	Schistosity, (=phyllitic cleavage, slaty cleavage)	Elément structural planaire correspondant à l'alignement des micas ( formés lors du métamorphisme syn-déformation), ou des argiles	Discontinuité minéralogique (feuillets de nature minéralogique différentes, résultant d'un métamorphisme)
			
	<i>Gneissosity</i>	Litage compositionnel dans des conditions métamorphiques de degré moyen à élevé, avec des lits de compositions minéralogiques différentes.	
Linéation	<i>Lineation</i>	Elément structural linéaire	
• Linéation d'intersection	<i>Intersection lineation</i>	Intersection entre deux plans (pas très intéressant, ça n'apporte aucune information supplémentaire !)	
• Linéation de crénulation (de miroplis)	<i>Crenulation lineation (form lineation)</i>	Linéation marquée par des axes de (micro)plis, parallèles.	

• Linéation d'étirement (ou d'allongement)	<i>Stretching lineation</i>	Linéation marquée par l'allongement d'objets pre-existants (minéraux, fossiles, galets...).
• Linéation (de croissance) minérale	<i>Mineral (growth) lineation</i>	Linéation marquée par l'allongement de minéraux (orientation préférentielle, minéraux étirés...). Si les minéraux ont grandi de façon syn-tectonique, linéation de croissance minérale.
• Linéation de boudinage		Linéation marquée par des niveaux compétents découpés par boudinage.



*Seules les linéations d'étirement et les linéations minérales sont parallèles à l'axe X de l'ellipsoïde déformation finie !*

Bande (zone) de cisaillement (ductile)	<i>(ductile) shear band (zone) ; high-strain zone</i>	Zone (généralement un plan, une ligne en carte) de localisation de la déformation ductile.
Indicateurs de sens de cisaillement	<i>Shear sense indicators (criteria) ; kinematic indicators</i>	N'importe quel critère (objet déformé, géométrie...) qui permet de définir un sens de cisaillement.
Structure C/S	<i>C/S fabric</i>	Structure sigmoïde, avec deux familles de plans à angle aigu les uns des autres : des plans de cisaillement (C) et des plans de foliation (S).
??Amas de micas	<i>Mica fish</i>	Amas losangique de mica, limité par des plans de cisaillement et contenant une foliation.
Claste sigmoïde	<i>Sigma clast</i>	Claste avec des surcroissances dissymétriques (ombres de pression = <i>pressure shadow</i> ), qui ont grandi de cette façon
Claste en delta	<i>Delta clast</i>	Clastes avec des surcroissances dissymétriques, qui ont tourné après leur formation.
Boudinage	<i>Boudinage</i>	Déformation d'une couche plus compétente qui est cassé par étirement au moins local en fragments réguliers.
L, LS, S ; fabrique planaire, linéaire	<i>Planar, linear fabric</i>	Décrit différents types de fabrique ductile, dominés par une linéation, une foliation, ou les deux (cf. paramètre de Flinn).

Crénulation	<i>Crenulation</i>	Micro-plies très serrés affectant (en général) une schistosité préexistante.
-------------	--------------------	--

Transposition	<i>Transposition</i>	Effacement d'une fabrique (tectonique ou primaire) par déformation : rotation, allongement, etc., pour former une nouvelle fabrique tectonique.
---------------	----------------------	---

Mécanismes de déformation :

- |   |   |   |
|---|---|---|
| • Macle de déformation                                  | <i>Mechanical twin</i>  | Macles minérales (calcite ou plagioclase typiquement), formées par la déformation du réseau cristallin.   |
| • Pression-dissolution (ou dissolution sous contrainte) | <i>Pressure solution (dissolution creep, si c'est un mécanisme de fluage)</i> | Dissolution de parties des minéraux sous l'effet de la pression (et recristallisation dans d'autres parties de la roche, en général !), en présence de fluides. |
| • Fluage par diffusion                                  | <i>Diffusion creep</i>  | Fluage par transport d'éléments chimiques d'un côté des cristaux à un autre.  |
| • Fluage-dislocation                                    | <i>Dislocation creep</i>  | Fluage par déformation des cristaux et glissement le long de défauts du réseau cristallin.  |
| • Recuit  | <i>Annealing</i>  | Rééquilibrage textural par formation de nouveaux grains, plus grands que ceux issus de la déformation, généralement avec une texture à joints à 120°.           |

- |              |                           |  |
|--------------|---------------------------|--|
| Pli          | <i>Fold</i>               |  |
| • Axe        | <i>Axis</i>               | Axe de courbure principale du pli.   |
| • Plan axial | <i>Axial plane</i>        | Plan défini par les axes de toutes les surfaces courbées ensemble dans le pli. |
| • Crête      | <i>Crest, culmination</i> | Sommet (topographique) du pli, pas nécessairement confondu avec son axe.       |
| • Charnière  | <i>Hinge</i>              | Point de plissement maximal, en 2D : équivalent 2D de l'axe.                   |
| • Flanc      | <i>Limb</i>               | Parties relativement droites du pli, reliant deux charnières.                  |

Pli cylindrique	<i>Cylindrical fold</i>	Pli dont la forme ne change pas par translation le long de l'axe.
-----------------	-------------------------	---

Synforme, antiforme	<i>Synform, antiform</i>	Synforme: pli dont les flancs pendent de façon concentrique (vers un centre commun) ; Antiforme : les flancs pendent de façon opposée (antithétique)
------------------------	------------------------------	---

Synclinal, anticlinal	<i>Syncline, anticline</i>	Synclinal: pli où les couches les plus jeunes sont au coeur.
--------------------------	--------------------------------	--

Forme des plis :

- |                                    |   |  |
|------------------------------------|---|--|
| • Pli ouvert/serré/isoclinal       | <i>Open/tight/isoclinal</i>                       | Décrit le degré d'ouverture d'un pli.  |
| • Pli droit/incliné/déversé/couché | <i>Upright/Inclined/Overtured/R ecumbent fold</i> | Décrit le pendage du plan axial, de vertical à horizontal.   |
| • Pli isopaque                     | <i>Isopach, parallel fold</i>                     | Pli où l'épaisseur d'une couche ne change pas si on la suit. Pose des problèmes de volume au coeur du pli.   |
| • Pli semblable                    | <i>Similar fold</i>                               | Pli où l'épaisseur d'une couche change (épaisse à la charnière, mince sur les flancs). Chacune des couches empilée a la même forme et le pli peut se « répéter » indéfiniment. |
| • Pli en genou                     | <i>Kink fold</i>                                  | Pli avec des charnières très étroites, à angle aigu.   |
| • Pli coffré                       | <i>Box fold</i>                                   | Pli avec des flancs verticaux et horizontaux, séparés par des charnières assez serrées.  |
| • Pli déraciné                     | <i>Rootless fold</i>                              | Pli dont les flancs ont été étirés au point d'avoir disparu.   |
| • Pli en fourreau                  | <i>Sheath fold</i>                                | Pli dont l'axe est courbe, qui forment des cylindres ou quasi-cylindres.   |

Schistosité de plan axial	<i>Axial planar cleavage</i>	Schistosité parallèle à l'axe du pli, formée en même temps.
---------------------------	------------------------------	---

Plis parasites	<i>Parasitic folds</i>	Plis de second ordre sur les flancs d'un pli principal.
----------------	------------------------	---

Interférence de plis	<i>Fold interference</i>	Structures formées par plusieurs phases de plissement affectant la même région.
----------------------	--------------------------	---

Modes de plissement :

- |                   |   |
|-------------------|---|
| • Pli par flexure | Pli formés par déformation « externe » d'une couche, sans déformation dans la masse. Plis « actifs ». |
|-------------------|---|

• Flambage	<i>Buckling</i>	Mode de déformation d'une poutre ou d'une plaque que l'on serre à ses extrémités.
• Plissement par déformation de flanc, de charnière	<i>Flexural folding, neutral surface folding</i>	Modes d'accommodation de la déformation en plissement flexural ; elle peut se concentrer dans les flancs ou dans les charnières du pli.
• Ligne neutre	<i>Neutral line</i>	Dans un pli par déformation de charnière, une ligne (ou surface) neutre sépare une partie interne en compression, d'une partie externe en extension.
• Extradados, intrados	<i>Outer arc, inner arc</i>	Partie externe (resp. interne) du pli.
• Plissement par cisaillement	<i>Shear folding</i>	Plissement par cisaillement hétérogène ; les différences d'intensité de la déformation font que un marqueur passif, sans rôle mécanique, est diversement déformé et apparaît plissé. Plis « passifs ».
Association de plis et chevauchements	<i>Fold-and-thrust belt</i>	Structures typiques des zones externes des chaînes de montagnes. Les chevauchements sont souvent des flancs inverses de plis couchés, étirés jusqu'à la rupture. A l'inverse des plis accommodent la déformation entre des chevauchements imbriqués.

### 3. Déformation cassante

Fractures de Griffith	<i>Griffith cracks</i>	Microfractures présentes dans une roche apparemment massive, sur lesquelles la rupture s'initie.
Fentes de tension	<i>Tensile cracks (mécanique), tension gashes (observées sur le terrain)</i>	Fentes formées par une rupture en tension, perpendiculaire à $\sigma_1$ (faibles pressions de confinement).
Fractures cisailantes	<i>Shear fractures</i>	Fractures formées par rupture oblique, à plus fortes pressions de confinement.
Failles (ou fentes) conjuguées	<i>Conjugate faults</i>	Failles symétriques, généralement à 60° d'angle, formées par un épisode de déformation.

En échelon	<i>En-echelon</i>	Failles ou fentes parallèles et décalées.	
Joint ou fracture	<i>Joint, fracture</i>	Plan de rupture sur une roche sans déplacement associé.	
	<i>Stockwork</i>	Forme de brèche formée par un système de joints, souvent avec des minéralisations dans les fractures.	
Prismation en orgues basaltiques	<i>Columnar jointing</i>	Joints formés par diminution de volume lors du refroidissement de roches volcaniques.	
Stylolithes	<i>Stylolithic joints</i>	« Fractures » irrégulières, formées par pression-dissolution. Souvent associés à des fentes de tension.	
Faille	<i>Fault</i>	Plan de rupture avec déplacement associé.	
	• Mur	<i>Foot wall</i>	Compartiment en dessous de la faille.
	• Toit	<i>Hanging wall</i>	Compartiment au dessus de la faille.
	• Dextre, senestre	<i>Dextral, sinistral ou (plus commun) right-lateral, left-lateral</i>	Indique le sens de mouvement sur une faille ; il se définit par la direction du mouvement apparent du compartiment opposé pour un observateur debout sur un des cotés de la faille.
• Déplacement apparent	<i>Fault separation</i>	La distance, en carte (ou en coupe) entre deux points d'une même couche interrompue par une faille. C'est un déplacement apparent, car il n'informe que très imparfaitement sur le déplacement réel le long de la faille.	
Plan de faille strié	<i>Slickenslide</i>	Plan de faille portant des « éraflures » formées par le mouvement sur celle-ci.	
Stries	<i>Slickenslide lineation, groove lineation</i>	Les éraflures elles-mêmes. Leur orientation donne le sens du mouvement.	
Ecailles (sur un plan de faille)	<i>Steps, slip fibres</i>	Précipitations minérales sur un plan de faille. Leur asymétrie peut informer sur la direction du mouvement.	

Quadrant en compression/extension	<i>Compressive/extensional quadrant</i>	Lors d'un mouvement (séisme) sur une faille, la partie de l'espace qui subit une compression/une extension. Deux quadrants de chaque type.
Plan auxiliaire	<i>Auxiliary plane</i>	Plan imaginaire, perpendiculaire à la faille et à la direction de mouvement. Le plan de faille et le plan auxiliaire séparent les cadrons en compression et en extension.
Failles secondaires	<i>Fault splay</i>	Failles mineures associées, et se branchant, sur une faille principale.
Joints de Riedel	<i>Riedel joints</i>	Joints associés à une faille, avec une orientation de 15° de part et d'autre de $\sigma_1$ .
Terminaison en queue de cheval	<i>Horsetail</i>	Amortissement d'une faille, sous la forme d'un groupe de failles ou fractures se branchant sur la faille principale.
Brèches de failles	<i>Fault breccia, fault gouge</i>	Roches broyées, formés de fragments anguleux dans une matrice souvent altérée en argiles, formée par le jeu de la faille.
Cataclasite	<i>Cataclasite</i>	Roche de faille cohésive, fragments angulaires en puzzle.
Mylonite	<i>Mylonite</i>	Roche de faille cohésive, fortement foliée, à grains très fins.
Pseudo-tachylite	<i>Pseudo-tachylite</i>	Roche de faille formée par fusion le long de la faille (c'est un verre à l'origine).
Escarpement de faille	<i>Fault scarp</i>	Ligne topographique formée par le jeu sur la faille.
Faille normale	<i>Normal fault</i>	Faille où le compartiment supérieur descend par rapport au mur.
• Graben	<i>Graben</i>	Système formé par des failles normales conjuguées, qui définissent une zone effondrée et souvent remplie de sédiments (syn-faille).
• Détachement	<i>Detachment</i>	Faille normale plate. S'observe souvent en association avec les « core complex ».

• Metamorphic core complex	<i>Metamorphic core complex</i>	Dôme de croûte inférieure, exhumée par extension le long de failles normales (détachement).
Faille inverse	<i>Reverse fault</i>	Faille où le toit monte par rapport au mur.
Chevauchement	<i>Thrust</i>	Faille inverse plate, souvent avec transport important.
• Nappe	<i>Nappe</i>	Unité de roches transportée tectoniquement par un chevauchement, potentiellement à de très grandes distances de sa région d'origine.
• Autochtone, allochtone	<i>Autochthonous, allochthonous</i>	Respectivement, les terrains sous un chevauchement (qui sont restés sur place) et dans la nappe (qui ont été déplacés).
• Fenêtre	<i>Window, parfois alld. Fenster</i>	Zone où une nappe a été érodée, et où l'autochtone apparaît.
• klippe	<i>Klippe (plur. Alld Klippen)</i>	Zone ou un fragment de nappe a été isolé au milieu de l'autochtone par érosion.
• Rampes et plats	<i>Ramps and flats</i>	Forme « en marche d'escalier » d'un chevauchement, avec des plats qui suivent des interfaces géologiques et des rampes qui les relient.
• Duplex	<i>Duplex</i>	Système de chevauchements empilés.
• Décollement	<i>Basal thrust</i>	Chevauchement de base d'un système de nappes.
Décrochement	<i>Strike slip fault (opposé de dip-slip fault); Wrench fault</i>	Faille généralement verticale ou sub-verticale, avec un jeu essentiellement horizontal.
• Faille transformante	<i>Transform (ou transfert) fault</i>	Décrochement qui constitue une limite de plaques.
• Faille coulissante (rare)	<i>Transcurrent fault</i>	Décrochements sans limite de plaques.
• Transpression, transtension	<i>Transpression, transtension</i>	Jeu mixte sur une faille, décrochant et compressif ou extensif.
• Pull apart	<i>Pull apart</i>	Structure extensive formée sur une irrégularité d'un décrochement, avec un bassin losangique.

- Structure en fleur

*Flower structure*

Structure compressive formée sur une irrégularité d'un décrochement, avec un système de failles inverses parallèles au décrochement.

# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

