



Université Moulay Ismaïl
Faculté des Sciences et Techniques
Département de Géosciences

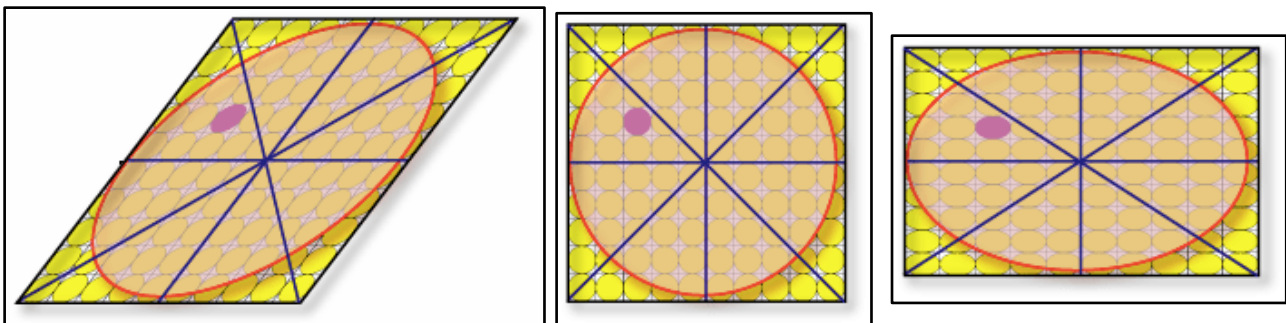
Année Universitaire : 2019-2020

Travaux dirigés : Série n° 1

Module G-244 : Tectonique

(Durée : 2h)

Question I : Que représentent les 3 figures suivantes ? Expliquer.



A

B

C

Question II :

- 1) Qu'est-ce que la pression lithostatique ? Quelles sont ses caractéristiques principales ?
- 2) Quel est le rôle de la pression lithostatique sur la déformation ?
- 3) Quel est le rôle de température sur la déformation ?

Réponse :**Question n° I :**

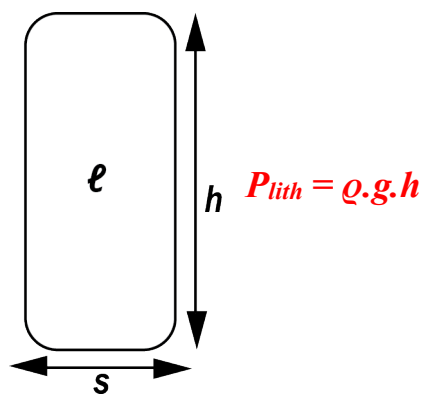
- La figure **B** représente une sphère de déformation.
 - Les figures **A** et **C** représentent un ellipsoïde de déformation.
 - Absence de déformation ($\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$) sur la figure B. Les contraintes sont *isotropes* (*contrainte uniaxiale*).
 - Présence de déformation sur les figures **A** et **C**. Donc, les contraintes sont *anisotropes*.
- ✓ Sur la figure **C**, la déformation est un *aplatissement pur* (*déformation non-rotationnelle*). Les axes de déformation X et Z gardent la même orientation. L'objet est « écrasé ». Les axes X et Z sont parallèles à la direction des contraintes principales ($\sigma_1 // Z$ et $\sigma_3 // X$). On dit que la *déformation est coaxiale* (*déformation linéaire*).
- ✓ Sur la figure **A**, la déformation est un *cisaillant simple* (*déformation rotationnelle*). Les axes X et Z changent de direction pendant la déformation, ils ne restent pas parallèles aux contraintes principales. L'objet est « cisailé ». On dit que la *déformation est non coaxiale* (*déformation angulaire* ou *cisaillante* ou *rotationnelle*).

Remarque :

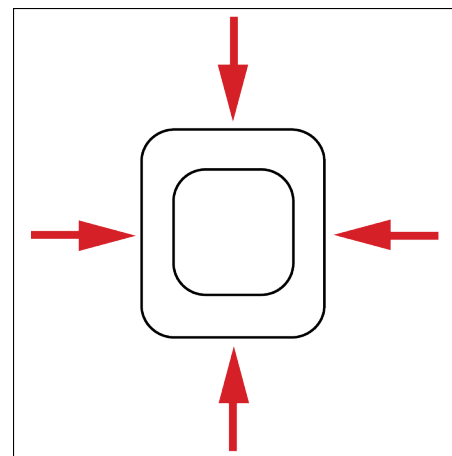
Il est impossible de reconstituer les ellipsoïdes de contraintes à partir des ellipsoïdes de déformation dans le cas d'un *cisaillement simple* car il y a une *déformation rotationnelle* (cisaillement simple : les axes x et Z ne restent pas parallèles aux contraintes σ_1 et σ_3).

Question n° II :

- 1- La pression lithostatique est liée au poids des sédiments sus-jacents. Elle s'est exprimée par deux expressions :



ρ : densité moyenne des roches ;
 g : accélération de pesanteur ;
 h : la profondeur

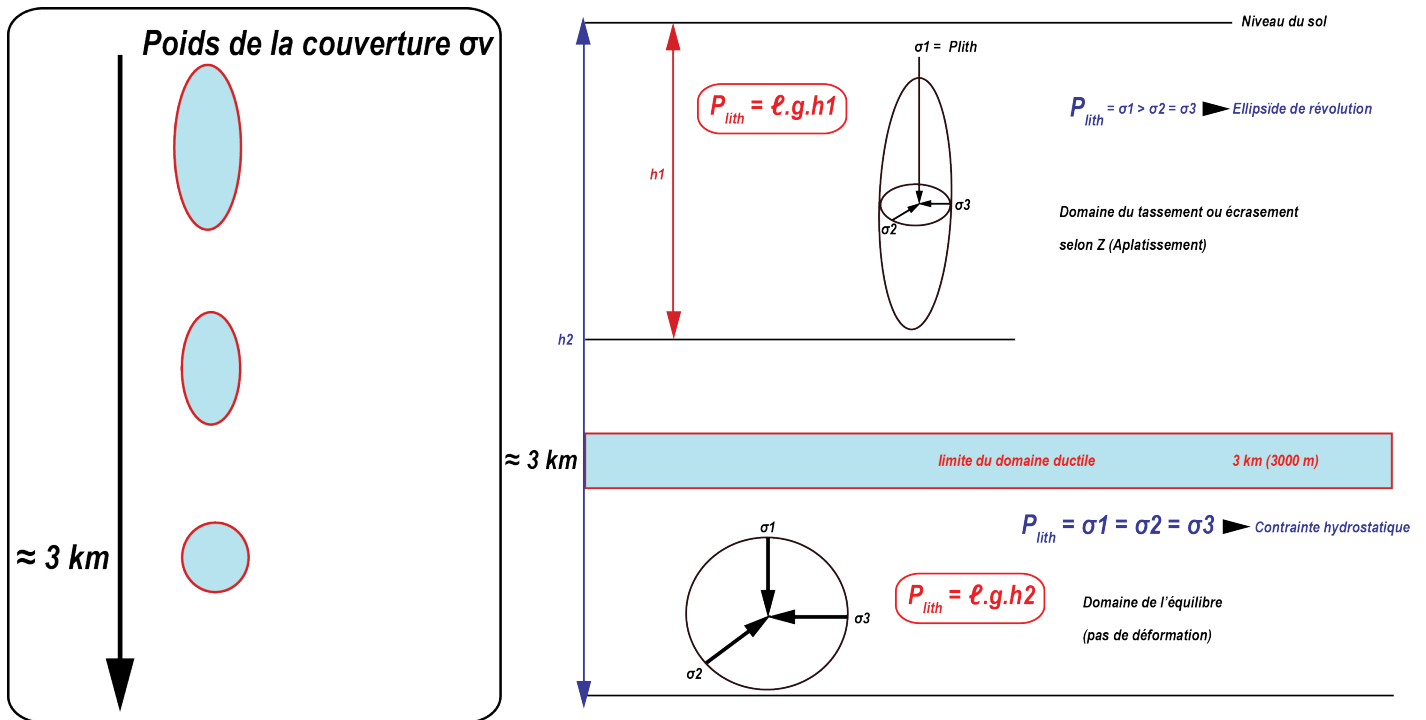


Pression lithostatique

$$P_{lith} = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)}{3}$$

- La pression lithostatique devient *isotrope* vers **3 km** de profondeur (*limite du domaine ductile*). L'écorce se comporte comme *un fluide*, la pression lithostatique est alors la

même dans toutes les directions (*pression hydrostatique*), on parle aussi de *pression de confinement* ou *pression confinante*.



• Dans l'écorce (*lithosphère*) stable, en équilibre, les *contraintes* ne sont *isotropes* qu'à partir de 3000 m ; lorsque le *milieu* devient suffisamment *ductile*.

Remarque :

L'ellipsoïde des contraintes triaxial est dit :

- *polyaxial* dans le cas général où $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$.
- *de révolution* dans les 2 cas où :
 - 1- $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$
 - 2- $\sigma_1 = \sigma_2 > \sigma_3$

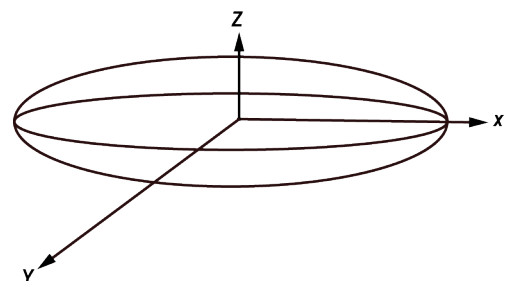
- Ellipsoïde des contraintes

- $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$



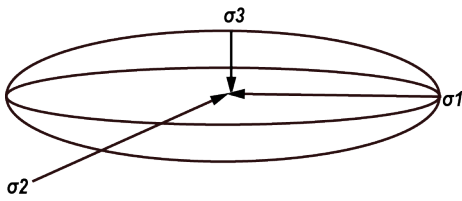
- Etat final et ellipsoïdes de déformation

- $X=Y > Z$



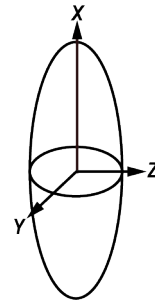
Aplatissement selon Z.
Allongement équidirectionnel selon X et Y.
Ellipsoïde de révolution de déformation autour de Z vertical.

$$- \sigma_1 = \sigma_2 > \sigma_3$$



Ellipsoïde de révolution autour de σ_3 vertical.

$$- X > Y = Z$$



Étirement vertical selon X.

Raccourcissement équidirectionnel selon Y et Z.

Ellipsoïde de révolution de déformation autour de X vertical.

Notez bien :

Dans une écorce (lithosphère) déformée, l'état de contrainte est représenté par l'ellipsoïde des contraintes et correspond deux composantes :

1- Une **partie isotrope** de type *hydrostatique*, due au *poids de la colonne de roches sus-jacentes*, c'est la **contrainte lithostatique** ou contrainte moyenne : $\sigma_m = P_{lith} = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)}{3}$. Cette partie hydrostatique du tenseur ne produit qu'un **changement de volume** du matériau.

2- Une **partie anisotrope** due aux *forces tectoniques*, c'est la **contrainte déviatorique** ($\sigma_d = \sigma - \sigma_m$; avec $\sigma_m = \sigma_{lith}$). Cette partie ($\sigma - \sigma_m$) qui dévie de la partie hydrostatique produit le **changement de forme** du matériau.

2- Le rôle de la pression lithostatique sur la déformation :

- changement de volume du matériau ;
 - ✓ Quand la pression lithostatique augmente :
 - limite d'élasticité (ou seuil de plasticité) augmente ;
 - la déformation élastique augmente ;
 - la déformation plastique avant rupture augmente ;
 - la fracturation est retardée ;
 - Si la pression lithostatique atteint de valeurs élevées supérieure à 30 MP, la rupture n'existe plus.

Conclusion : En profondeur, la roche est plus longtemps élastique puis plastique (ductile).

3- Le rôle de température sur la déformation :

- ✓ Quand la température augmente :
 - limite d'élasticité diminue ;
 - un amollissement de la roche ;
 - la quantité de la déformation plastique avant rupture augmente.

Conclusion :

En profondeur, la pression lithostatique retarde la rupture et la température abaisse le seuil de plasticité. Par leurs effets conjugués elles contribuent à étendre le domaine de la ductilité des roches.