

NOM : ...

TEST A

**GEOLOGIE -RHEOLOGIE – 15 min**

(1) rayer la réponse fausse lorsque deux options son proposées

Qu'appelle-t-on

- une roche compétente : roche rigide qui se déforme difficilement (= a tendance à se fracturer lorsqu'elle est soumise à une contrainte)

- un cisaillement pur : déformation sans composante rotationnelle (= qui conserve la direction des axes de ellipsoïde de déformation ; = déformation co-axiale).

Photo A : Nommer la déformation visible : stylolithe

Représenter la direction de la déformation maximale et celle de la contrainte maximale

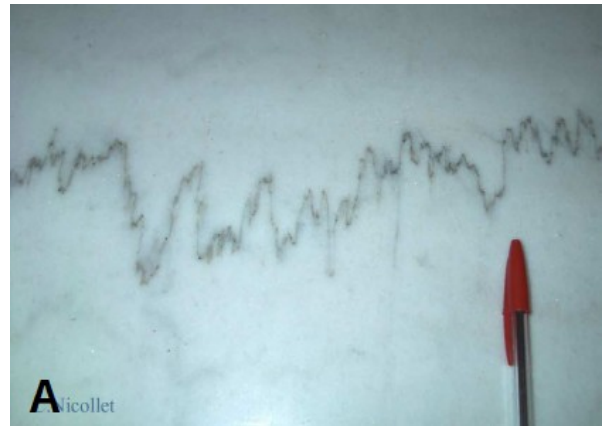
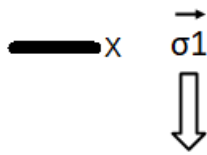


Photo B,

-tracer la déformation principale observable

→ pointillés blancs

- la nommer : faille normale

-Représenter l'ellipsoïde de déformation associé



RQ : en jaune sur la photo rejet vertical de 1,5m (1) ; rejet horizontal de 1m (2)

Est-il possible d'établir un ellipsoïde des contraintes : oui/ non? (1)

si oui le représenter →

RQ : la direction de Z donne celle de la contrainte max, la direction de x donne celle de la contrainte min.

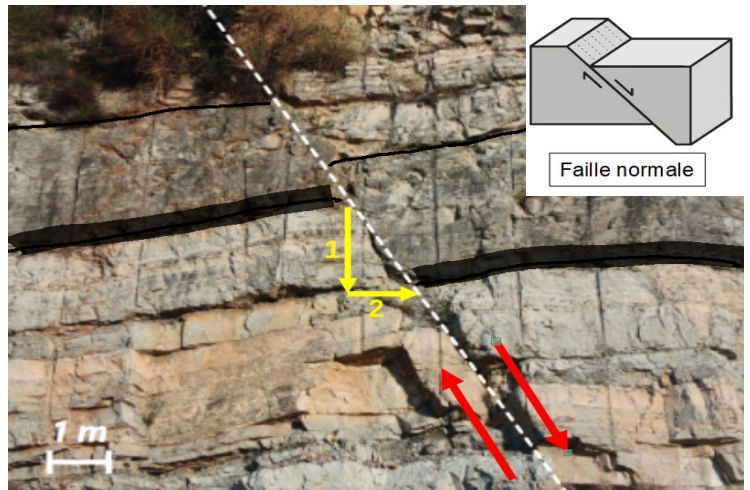
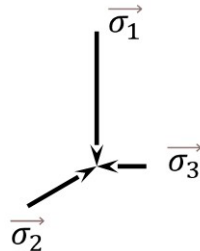


Photo C

Nommer la structure (ou fabrique) observable sur cette lame mince : Foliation

Comment nomme-t-on les régions sombres au bord du cristal central : ombre de pression

Cette structure résulte d'une déformation réversible ou irréversible (1) plastique ou cassante (1)

Pensez vous que cette déformation comporte une part de rotation ? oui/non? (1)

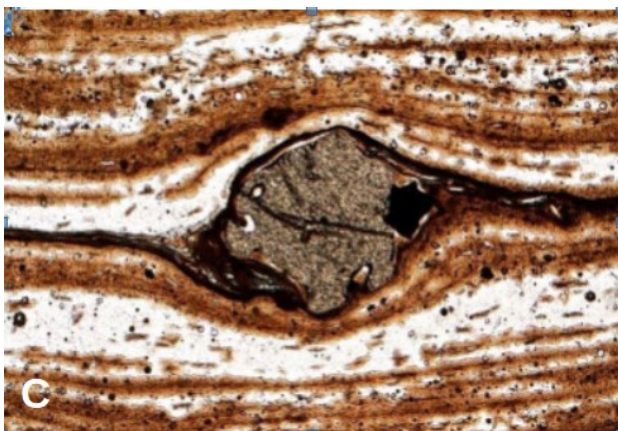
S'agit-il d'un cisaillement pur ou simple?(1)

La rotation explique la dysmétrie des ombre de pression

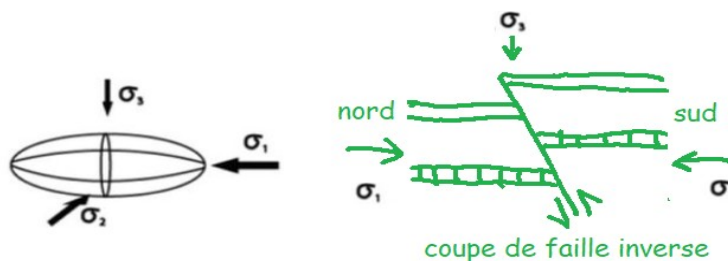
Représenter ellipsoïde de déformation sachant que lame mince est réalisée dans le plan défini par les axes X et Z de la déformation.

Est-il possible d'établir un ellipsoïde des contraintes ?

oui/non (1) Si oui, le représenter (On ne peut pas déduire l'ellipsoïde des contrainte dans le cas d'un cisaillement simple).



Supposons une région non déformée dans laquelle se met en place le régime de contrainte suivant :  
 contrainte maximale de direction Nord-Sud et contrainte minimale verticale. Représenter en coupe la structure de déformation fragile attendue



### ETUDE EXPERIMENTALE DES PROPRIETES MECANIQUE DES ROCHES

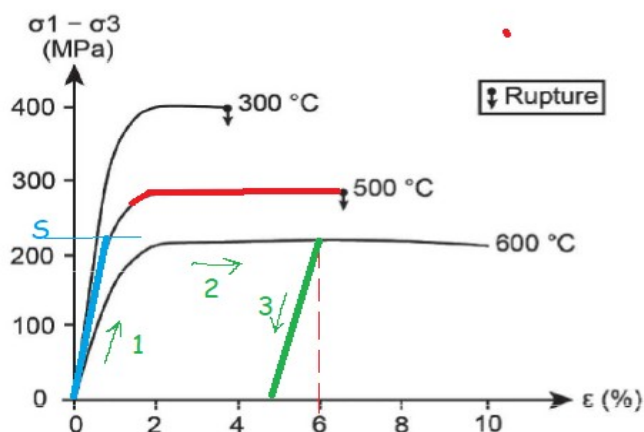
- sur la courbe réalisée à 500°C, repasser en bleu le domaine élastique, en rouge le domaine ductile, indiquer la valeur du seuil d'élasticité :  $S = 220 \text{ MPa}$ . (contrainte à partir de laquelle la déformation devient irréversible)

- On exerce des contraintes de façon à déformer de 6 % une roche à 600°C puis on annule ces contraintes. Quelle est la déformation finale ? 5 %  
 La déformation est élastique (1), puis plastique (2). Lorsqu'on relâche les contraintes (3), la déformation plastique irréversible persiste, mais la déformation plastique réversible disparaît.)

- à quelle température la roche a-t-elle un comportement ductile : 600°C  
 À 300 et 500°C comportement ductile-cassant  
 -la plasticité d'une roche augmente / diminue (1) lorsque la température augmente.

Citez 3 autres facteurs qui influent sur les propriétés mécaniques des roches :  
 en plus de la température : la pression, la nature de la roche, la présence de fluide, le temps (au choix)

expériences rhéologiques en presse triaxiale sur un cylindre de roche soumis à différentes températures. Seule la température varie lors des expériences, entre 300 et 600 °C.



Comment appelle-t-on les courbes correspondant au granite et à la dunite sur le graphique ci-contre : lois de fluage. (ces lois délimitent pour chaque matériaux les conditions PT où la déformation est élastique (au dessus) des conditions PT où la déformation est ductile (en dessous))

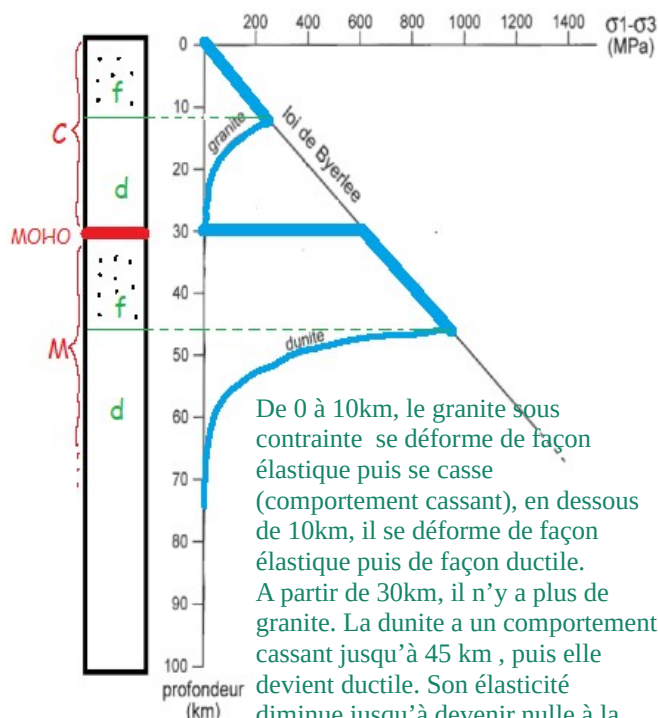
D'après les lois présentées sur ce graphique,  
 - quelle type de déformation subit un granite dans les conditions suivantes

Profondeurs (km)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (MPa)	Type de déformation
10	50	élastique
10	300	Impossible (la roche a cassée à 200MPa)

- quelle contrainte différentielle déclenche à 40km la rupture  
 d'un granite : 800MPa  
 d'une dunite : 800MPa

(la loi de Byerlee ne dépend pas du matériau)  
 On modélise une lithosphère continentale avec du granite dans la croûte et de la dunite dans le manteau avec un MOHO à 30km

-sur le graphique représenter en bleu le profil rhéologique de cette lithosphère continentale  
 -dans la colonne noire à gauche du graphique  
 - placer la croûte (C) et le manteau (M).  
 - signaler les domaines ductiles (d) et fragiles (f).  
 -placer avec un trait rouge le MOHO  
 -Représenter avec des petits points noirs le ou les les secteur(s) où peuvent se trouver des foyers sismiques (ce sont les secteurs fragiles!!)



De 0 à 10km, le granite sous contrainte se déforme de façon élastique puis se casse (comportement cassant), en dessous de 10km, il se déforme de façon élastique puis de façon ductile. A partir de 30km, il n'y a plus de granite. La dunite a un comportement cassant jusqu'à 45 km, puis elle devient ductile. Son élasticité diminue jusqu'à devenir nulle à la base de la lithosphère (vers 65km) Ce profil dépend de divers facteurs : géotherme, pression des fluides....

NOM : ...

**GEOLOGIE -RHEOLOGIE – 15 min**

(1) rayer la réponse fautive lorsque deux options sont proposées

Qu'appelle-t-on

-une roche **incompétente** : roche qui se déforme facilement sans se casser (roche plastique, au comportement ductile)

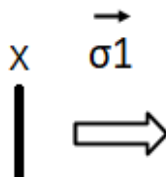
-un **cisaillement simple** : déformation avec une composante rotationnelle (= qui ne conserve pas la direction des axes de ellipsoïde de déformation ; = déformation non co-axiale)).

Photo A :Nommer la déformation visible :

fente de tension

Représenter la direction de la déformation maximale  $x \rightarrow$

et celle de la contrainte maximale  $\rightarrow$

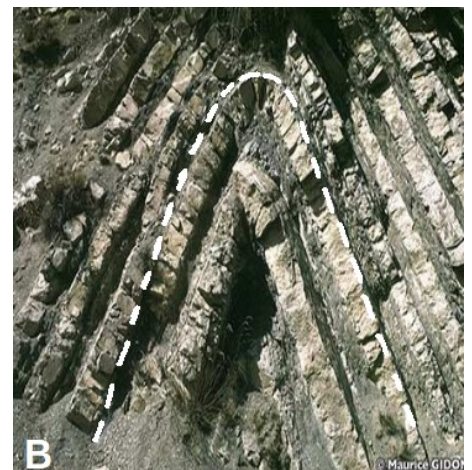


Sur la photo B

- tracer la déformation principale observable, pointillés blancs

- la nommer : plis anticlinal

- représenter l'ellipsoïde de déformation associée  $\rightarrow$



Est-il possible d'établir un ellipsoïde des contraintes :

oui/ non ?(1) si oui le représenter

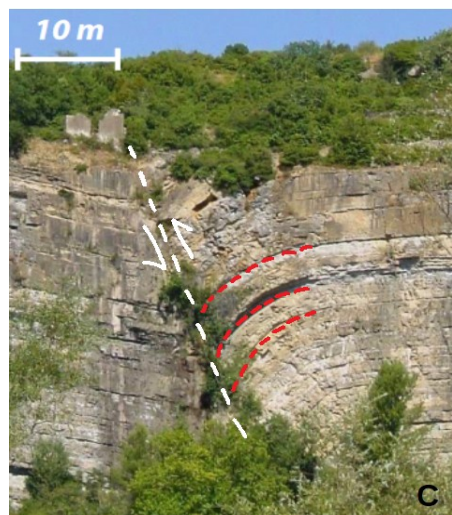


Photo C :

Nommer la faille observable sur cette photo :

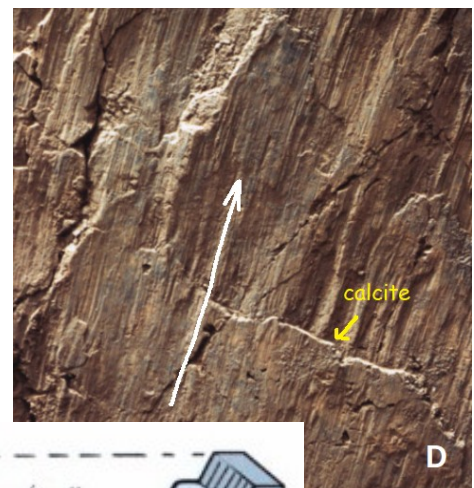
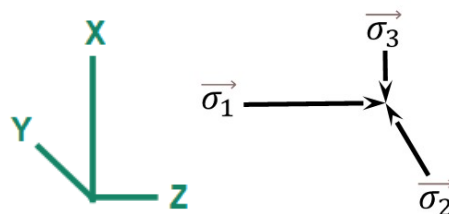
Faille inverse (en pointillés blancs)

Nommer la déformation observable à droite de la faille :

Crochons de faille (pointillés rouges, permettent de déterminer le mouvement relatif des 2 blocs)

Représenter l'ellipsoïde de déformation associée à cette faille

Est-il possible d'établir un ellipsoïde des contraintes : oui/ non ?(1) si oui le représenter

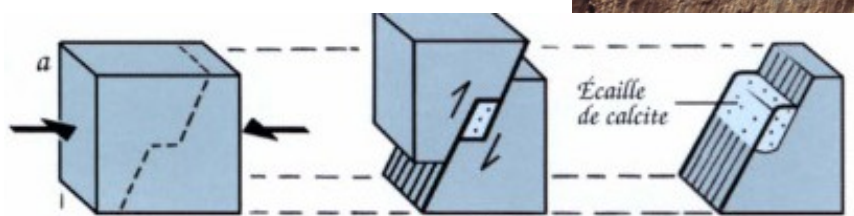


RQ : la direction de Z donne celle de la contrainte max, la direction de x donne celle de la contrainte min.

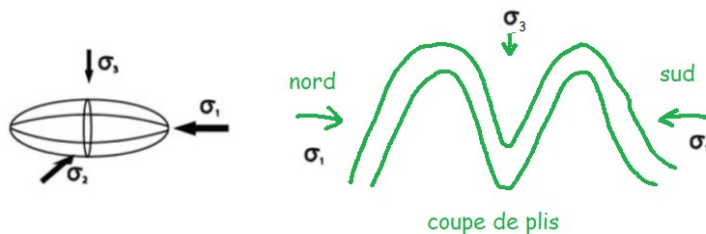
Photo D ( prise au niveau d'un miroir de faille).

Représenter avec une flèche la direction et le sens de déplacement du bloc situé au dessus de ce miroir.

RQ : Les stries du miroir de faille indiquent la direction du déplacement relatif des 2 blocs. Le relief + écaille de calcite (flèche jaune) indiquent le sens de déplacement.



Supposons une région non déformée dans laquelle se met en place le régime de contrainte suivant : contrainte maximale de direction Nord-Sud et contrainte minimale verticale.



Représenter en coupe la structure de déformation ductile attendue

### ETUDE EXPERIMENTALE DES PROPRIETES MECANIQUE DES ROCHES

- sur la courbe réalisée à 500°C, repasser en bleu le domaine élastique, en rouge le domaine ductile, indiquer la valeur du seuil d'élasticité :  $S = 220$  MPa.

(lorsque la déformation cesse d'être linéaire)

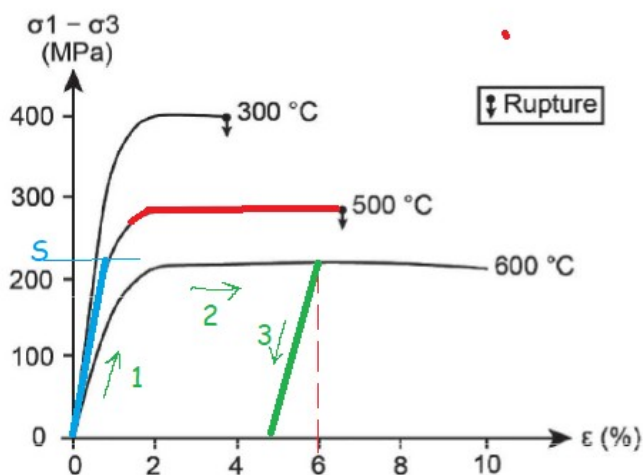
- On exerce des contraintes de façon à déformer de 6 % une roche à 600°C puis on annule ces contraintes. Quelle est la déformation finale ? 5 %  
La déformation est élastique (1), puis plastique (2).  
Lorsqu'on relâche les contraintes (3), la déformation plastique irréversible persiste, mais la déformation plastique réversible disparaît.)

- à quelle température la roche a-t-elle un comportement ductile : 600°C

À 300 et 500°C comportement ductile-cassant

-la plasticité d'une roche augmente / diminue (1) lorsque la température augmente.

expériences rhéologiques en presse triaxiale sur un cylindre de roche soumis à différentes températures. Seule la température varie lors des expériences, entre 300 et 600 °C.



Citez 3 autres facteurs qui influent sur les propriétés mécaniques des roches :

en plus de la température : la pression, la nature de la roche, la présence de fluide, le temps (au choix)

Comment appelle-t-on les courbes correspondant au gabbro et à l'olivine sur le graphique ci-dessous

lois de fluage. (ces lois délimitent pour chaque matériaux les conditions PT où la déformation est élastique (au dessus) des conditions PT où la déformation est ductile (en dessous))

D'après les lois présentées sur ce graphique, quel type de déformation subit un gabbro dans les conditions suivantes

Profondeurs (km)	$\sigma_1 - \sigma_3$ (MPa)	Type de déformation
10	50	élastique
10	300	Impossible (la roche a cassée à 200MPa)

- quelle contrainte différentielle déclenche à 40km la rupture d'un gabbro : 800 MPA  
d'une olivine : 800 MPA ....

(la loi de Byerlee ne dépend pas du matériau)

On modélise une lithosphère océanique avec du gabbro dans la croûte et de l'olivine dans le manteau avec un MOHO à 10km

- sur le graphique : représenter le profil rhéologique de cette lithosphère océanique

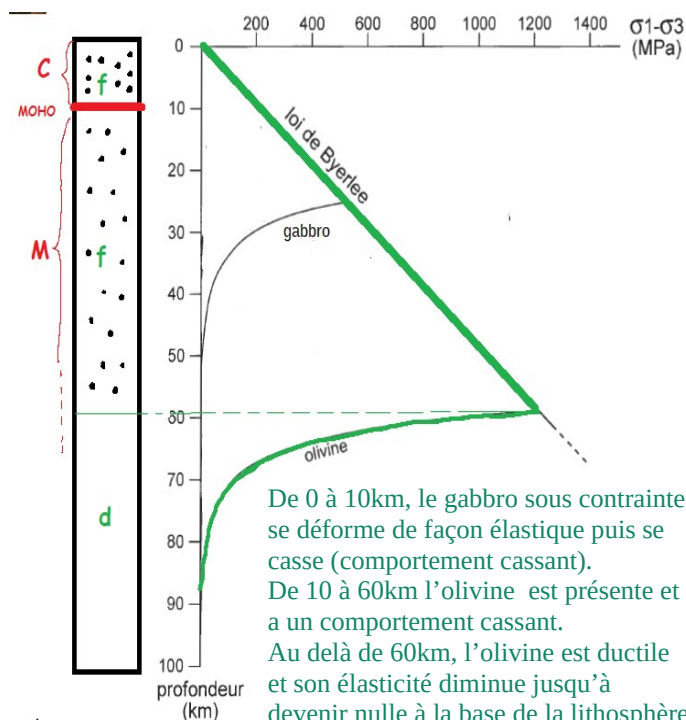
- dans la colonne noire à gauche du graphique

- placer la croûte (C) et le manteau (M).

- signaler les domaines ductiles (d) et fragiles (f).

- placer avec un trait rouge le MOHO

- Représenter avec des petits points noirs les secteurs où peuvent se trouver des foyers sismiques (ce sont les secteurs fragiles!!)



De 0 à 10km, le gabbro sous contrainte se déforme de façon élastique puis se casse (comportement cassant).

De 10 à 60km l'olivine est présente et a un comportement cassant.

Au delà de 60km, l'olivine est ductile et son élasticité diminue jusqu'à devenir nulle à la base de la lithosphère (vers 80km).

Ce profil dépend de divers facteurs : géotherme, pression des fluides....