

# Réalisation et lecture d'un profil rhéologique

26/01/2001

Auteur(s) :

**Stéphane Schwartz**

Laboratoire de Dynamique de la Lithosphère, CNRS / Univ. Claude Bernard - Lyon 1

Publié par :

Benoît Urgelli

*Résumé*

*Comprendre la réalisation d'un profil rhéologique et interpréter ce type de données.*

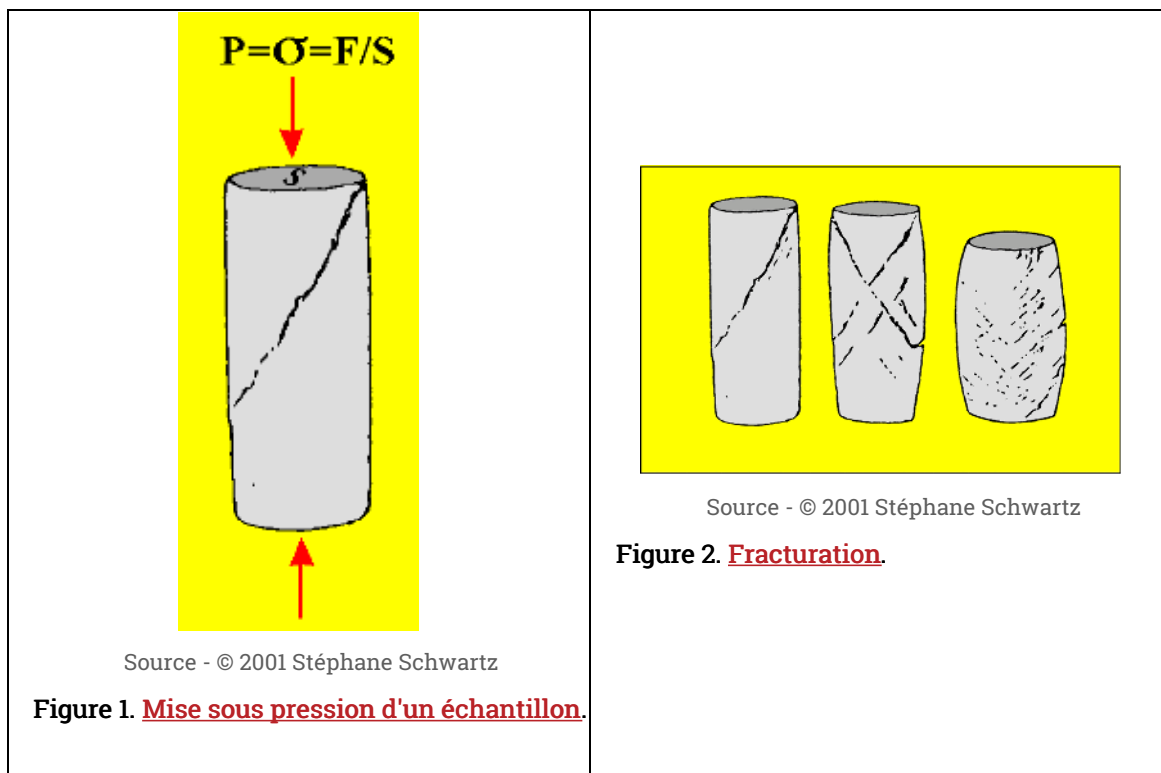
---

## Table des matières

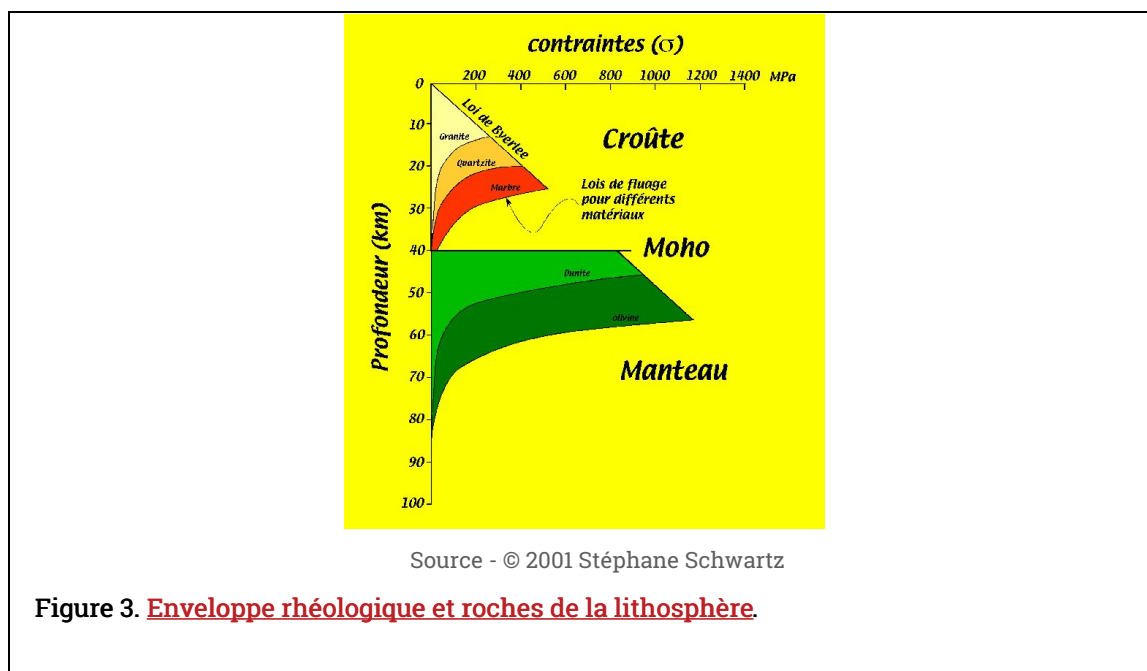
- [Principes de réalisation d'un profil rhéologique](#)
  - [Lecture du profil rhéologique](#)
- 

## Principes de réalisation d'un profil rhéologique

Les profils rhéologiques de lithosphère sont basés sur des études expérimentales de résistance des matériaux à la compression ou à la tension. Elles permettent de prédire le comportement des matériaux constitutifs de la croûte ou du manteau en fonction de la pression et de la température aussi bien pour le domaine fragile que pour le domaine ductile. On utilise pour représenter *la croûte* des matériaux représentatifs de sa composition, riche en quartz et feldspaths (quartzite et granite) tandis que pour *le manteau* on utilise préférentiellement des matériaux riches en olivine (dunite).



Le comportement cassant, aussi bien pour des matériaux crustaux que mantelliques, est décrit par la loi de Byerlee (1978). Cette dernière, de type linéaire, prédit le comportement d'un matériau préfracturé en fonction de la profondeur et des contraintes appliquées ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) pour obtenir un déplacement le long d'une fracture. Le comportement ductile est observé pour des températures plus élevées donc pour des profondeurs plus importantes.





Source - © 2001 Stéphane Schwartz

Figure 4. Déformation cassante sur le terrain.



Source - © 2001 Stéphane Schwartz

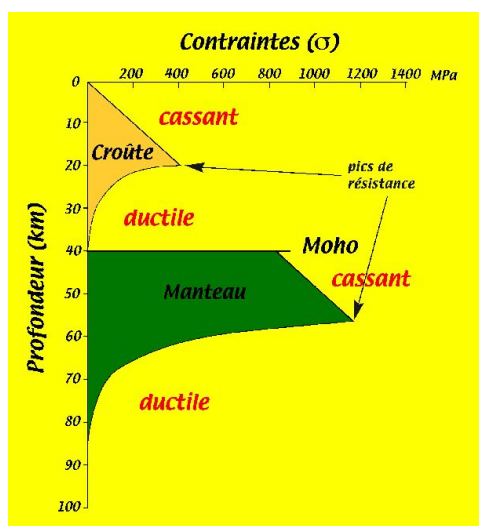
Figure 5. Déformation ductile sur le terrain.

Les lois utilisées pour décrire ce comportement sont des lois de fluages spécifiques au type de matériau utilisé (quartz, olivine,...). On obtient ainsi des courbes de résistance (voir Figure 4) qui montrent que les matériaux basiques (dunite) se révèlent être plus résistants que les matériaux acides (granite, quartzite). Ceci est également vrai pour des matériaux formés d'un seul type de minéral (olivine, quartz).

## Lecture du profil rhéologique

(voir aussi [Pourquoi et comment modéliser les processus tectoniques ?](#))

La figure ci-dessous représente l'enveloppe rhéologique d'une lithosphère continentale, constituée par la superposition d'une croûte et d'un manteau lithosphérique.

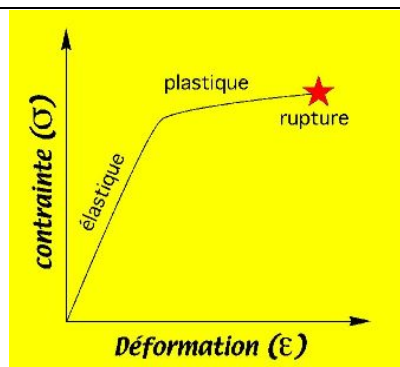


Source - © 2001 Stéphane Schwartz

Figure 6. Enveloppe rhéologique de la lithosphère froide.

La droite de Byerlee ainsi que les courbes de ductilité définissent deux pics de résistance : un pour la croûte et un pour le manteau. *Les zones de résistance* correspondent à des domaines qui ne sont pas déformés ou présentant une déformation de type élastique (réversible). Par exemple, pour une contrainte de 200 MPa à une profondeur de 20 kilomètres, la croûte présente un comportement élastique. Lorsque l'on se situe *en dehors de ces zones de résistance*, la roche subit une déformation soit cassante (exemple à 400 MPa, 10 km), soit ductile (400 MPa, 35 km).

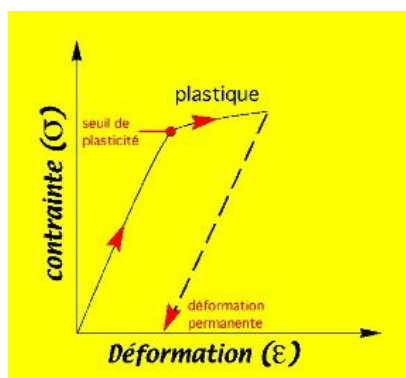
Lorsque l'on se localise à droite de la droite de Byerlee, les contraintes appliquées à la roche permettent de la déformer de façon cassante. C'est à dire que, dans un diagramme contrainte-déformation, on a atteint le stade de rupture, il y a glissement le long du plan de fracture.



Source - © 2001 Stéphane Schwartz

**Figure 7. Diagramme contrainte-déformation : contrainte en fonction de la déformation réalisée sur une éprouvette de roche, à vitesse constante.**

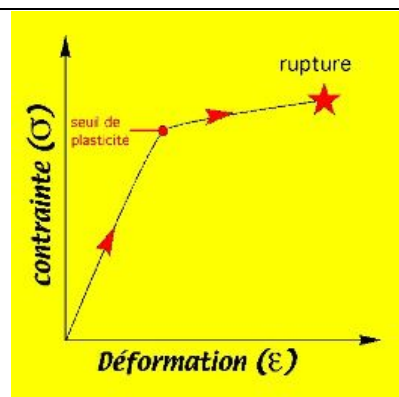
Les trois étapes de la déformation d'une roche : déformation élastique, déformation plastique puis rupture.



Source - © 2001 Stéphane Schwartz

**Figure 8. Diagramme contrainte-déformation : seuil de plasticité et déformation plastique irréversible.**

Dans le cas où le seuil de plasticité est dépassé, la roche se déforme de façon plastique. Si on relâche les contraintes (trait en pointillé), la roche présente alors une déformation permanente (pli par exemple).



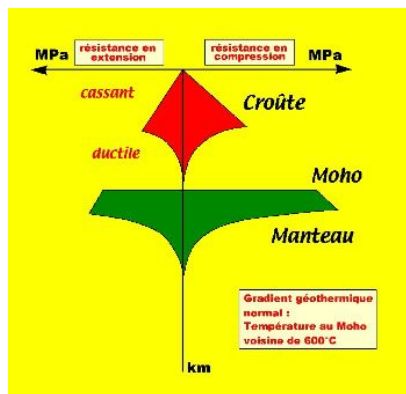
Source - © 2001 Stéphane Schwartz

**Figure 9. Diagramme contrainte-déformation : fracturation irréversible.**

Dans le cas où l'on atteint la rupture, la roche développe un plan de fracture irréversible.

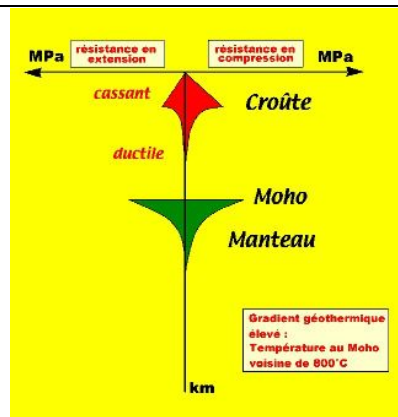
Lorsque l'on se localise en dessous des courbes de ductilité, la roche a un comportement ductile, c'est à dire que les contraintes appliquées sont accommodées par fluage de la matière. Dans un diagramme contrainte-déformation, ce domaine ductile correspond au dépassement du seuil de plasticité, qui permet l'obtention d'une déformation plastique irréversible (permanente) comme la formation de plis ou de zones de cisaillement.

Enfin, notez que tous les profils rhéologiques de lithosphère sont dépendants du gradient géothermique utilisé (cf. figures ci-dessous). Dans le cas d'un gradient élevé, les zones de résistance deviennent de plus petite dimension. Les courbes de ductilité sont remontées vers de plus basses pressions.



Source - © 2001 Stéphane Schwartz

**Figure 10. Profils rhéologiques en extension et en compression pour un gradient géothermique normal.**



Source - © 2001 Stéphane Schwartz

**Figure 11. Profils rhéologiques en extension et en compression pour un gradient géothermique élevé.**