

LA DÉFORMATION DES ROCHES

**2^{ème} Année LMD
Génie Civil**

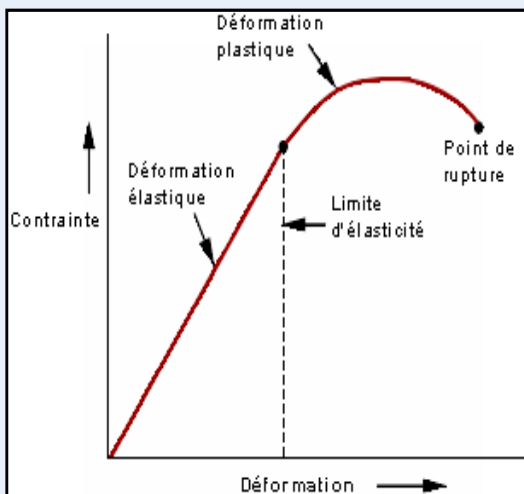
Déformation des roches

- ☐ On peut définir simplement la contrainte comme étant une force appliquée à une certaine unité de surface.
- ☐ Tout solide possède une force qui lui est propre pour résister à la contrainte.
- ☐ Lorsque la contrainte dépasse la résistance du matériel, l'objet est déformé et il s'ensuit un changement dans la forme et/ou le volume.
- ☐ Les contraintes peuvent déformer tout aussi bien un volume de pâte à modeler que tout un segment de la croûte terrestre.
- ☐ La déformation peut être permanente ou non. Le bris d'un vase qu'on échappe par terre est permanent, alors que la déformation d'une balle de tennis due à l'impact sur la raquette est éphémère.

Relation générale entre contrainte et déformation

On reconnaît trois principaux types de déformations qui affectent la croûte terrestre: élastique, plastique et cassante (un quatrième type n'est pas discuté ici, la déformation visqueuse qui s'applique aux liquides).

Le schéma ci-contre montre la relation générale entre contrainte et déformation.



La première réponse d'un matériau à la contrainte est la **déformation élastique**. Quand la contrainte est relâchée, le matériau reprend sa forme et son volume initial, comme la bande élastique que l'on étire ou la balle de tennis frappée par la raquette. L'énergie emmagasinée par le matériau durant la déformation est dissipée lorsque la contrainte est relâchée; cette énergie est transformée, par exemple, en mouvement dans le cas de la balle de tennis.

Sur le schéma, la relation contrainte-déformation est linéaire dans le cas de la déformation élastique.

A un point donné durant la déformation élastique, la relation contrainte-déformation devient non linéaire: le matériau a atteint sa **limite d'élasticité**.

Si la contrainte dépasse cette limite, le matériau est déformé de façon permanente; il en résulte une **déformation plastique** (l'écrasement d'une balle de pâte à modeler par exemple) ou une **déformation cassante** (le verre qui se brise).

Dans le cas de la déformation plastique, toute l'énergie est utilisée pour déformer le matériau.

Avec une augmentation de la contrainte, le matériau atteint un second seuil, son **point de rupture**, et il casse; c'est la déformation cassante.

Lorsqu'un matériau est soumis à des taux de contraintes très rapides, la déformation plastique est minime ou même inexistante.

Les paramètres de la déformation des matériaux de la croûte terrestre

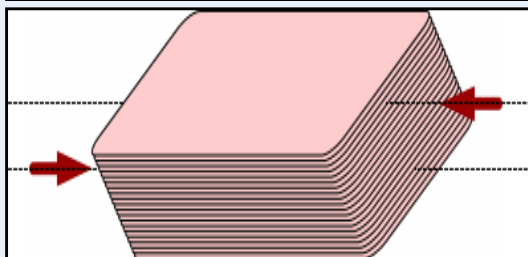
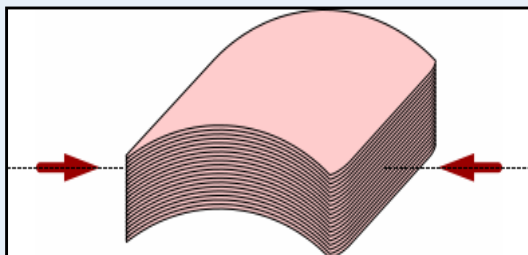
- **La Température** et **le pression** augmentent avec la profondeur dans la croûte terrestre et modifient le comportement des matériaux. D'une manière générale, les roches de surface seront déformées de façon cassante, alors que les roches en profondeur le seront de façon plastique. C'est-à-dire que pour un type de roche donné, celui-ci peut se retrouver sous un état fragile ou ductile, selon la profondeur à laquelle il se trouve dans la croûte terrestre.
- **Le Temps** est aussi un facteur très important lorsqu'on discute de déformation. Si on étire brusquement (temps court) un cylindre de pâte à modeler, il casse; si on y va plutôt lentement (temps long), il se déforme de façon plastique.
- Un autre paramètre à ne pas négliger est **la composition de la roche**. Certaines roches sont cassantes de nature (comme les calcaires, les grès, les granites), d'autres plutôt plastiques (comme les roches argileuses).

Les types de contraintes

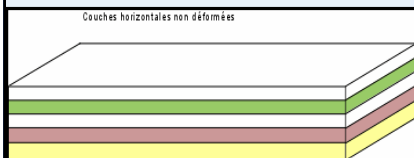
- Les contraintes responsables de la déformation des roches de la croûte terrestre résultent le plus souvent des mouvements des plaques lithosphériques qui se traduisent par des déformation qui modifient la forme des roches, leur volume et, dans certains cas, leur composition minéralogique.
- Il y a fondamentalement deux types de contraintes qui déforment les roches: les contraintes de compression et celles de tension.
- Dans la compression, les forces convergent; elles peuvent être coaxiales ou non.
- Dans la tension, les contraintes divergent et ont pour effet d'étirer le matériel.

Déformations liées à la compression

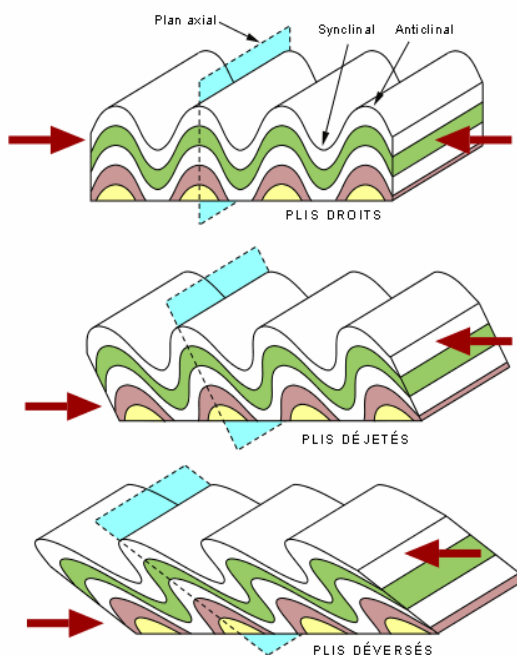
- ◊ Dans la compression, les forces convergent; elles peuvent être coaxiales ou non.
- ◊ La déformation d'un jeu de carte sous contraintes de compression illustre la différence.
- ◊ Dans le cas d'une contrainte de compression coaxiale, les cartes vont s'arquer, comme illustré ici:
- ◊ Si les contraintes ne sont pas coaxiales, il va se développer du cisaillement; le jeu de carte se déforme par le glissement des cartes les unes sur les autres.

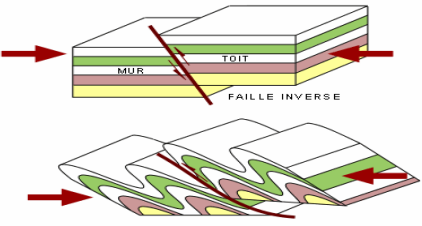
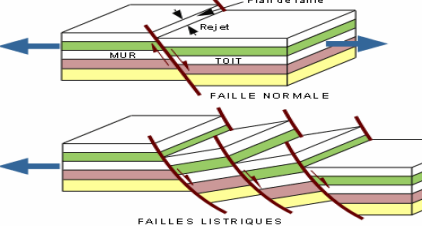
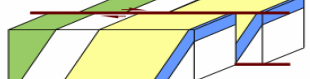


Comportement plastique (ductile) des roches sous l'effet de contraintes de compression.



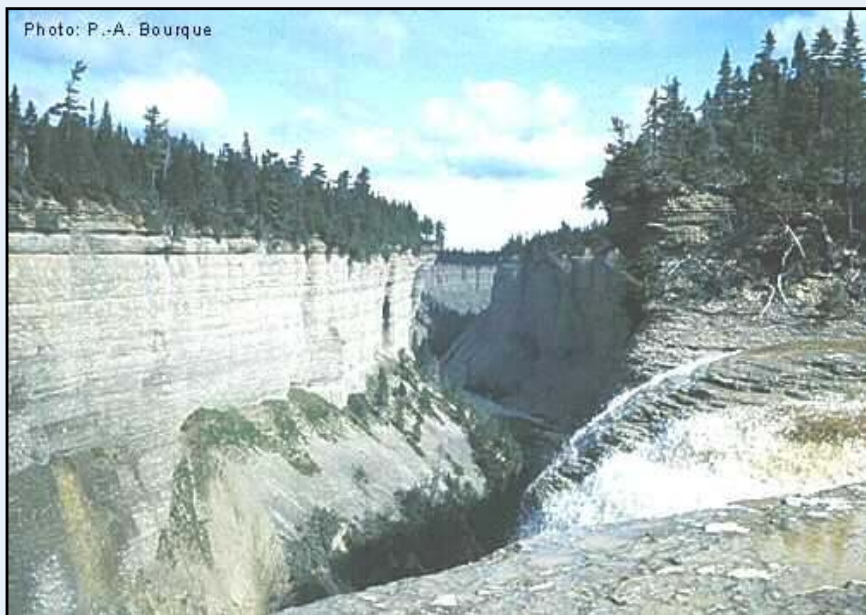
Déformation plastique - Régime compressif



- La déformation cassante se traduit par des plans de cassures, les failles. - Par convention, on nomme toit le compartiment qui se situe au-dessus du plan de faille, et mur celui qui est au-dessous. - Le rejet est le déplacement net des deux compartiments. - Les contraintes de compression produisent des failles inverses (plan de faille abrupte) ou de chevauchement (plan de faille près de l'horizontale). Dans ces deux cas, le toit monte par rapport au mur. - Les contraintes de tension produisent des failles normales et listriques; le toit descend par rapport au mur. - Les failles de décrochement (ou de coulissage) constituent un cas particulier; elles se produisent par le déplacement de deux compartiments l'un par rapport à l'autre dans un plan horizontal. On les retrouve en régimes compressifs ou extensifs.	Déformation cassante - Régime compressif
	 FAILLE INVERSE FAILLE DE CHEVAUCHEMENT
	Déformation cassante - Régime extensif
	 Plan de faille Rejet MUR TOIT FAILLE NORMALE FAILLES LISTRIQUES
	Déformation cassante - Régime coulissant
	 FAILLE DE DÉCROCHEMENT

Couches sédimentaires horizontales non déformées.

Photo: P.-A. Bourque



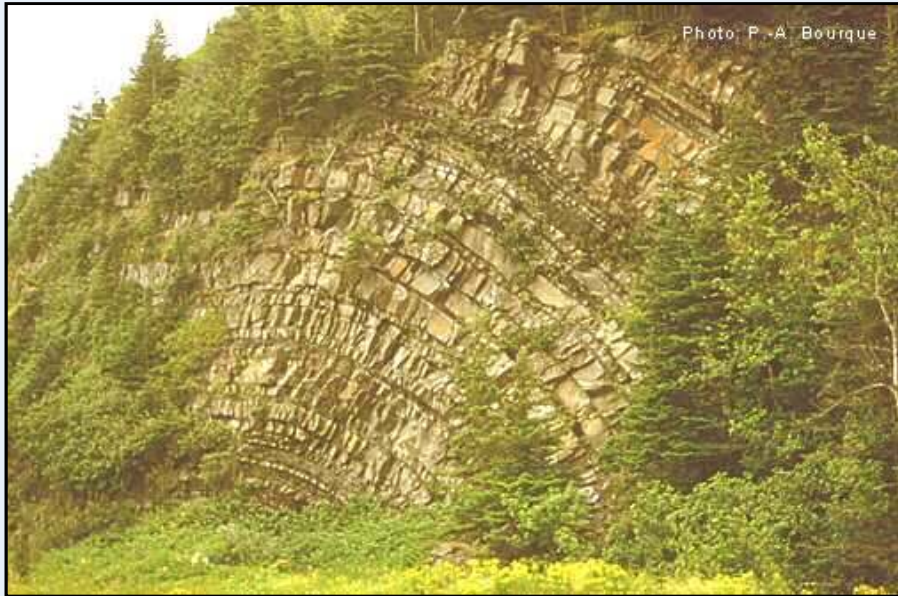
Couches inclinées à environ 45 degrés.



Couches sédimentaires plissées.



Pli dans des couches sédimentaires.



Pli plongeant vers la personne. Couches sédimentaires.



Pli dans des couches sédimentaires.



Autres plis dans des couches sédimentaires.



Pli dans des couches sédimentaires.



Faille qui met en contact deux ensembles de roches de composition différente.

