

Les contraintes tectoniques à l'origine d'un séisme

● ● ● 1/4

Observation

Après un séisme, on observe parfois des déformations en surface liées à la présence d'une faille située en profondeur.

Les trois expériences suivantes permettent de mettre en évidence ces déformations en surface et de comprendre leur origine profonde. Une dernière met en évidence l'extension limitée d'une surface de faille.

Apparition de failles en surface sous l'effet d'un décrochement (coulissage horizontal)

→ Partir d'une photo où l'on voit un champ labouré dont les sillons présentent un décrochement (livre de 4^e SVT collection Bordas) ou une mosaïque dont le dessin se trouve coupé en deux et décalé (diapositives du CRDP réf : Séismes et mouvements associés - 21 vues et commentaires).

Faire réfléchir les élèves pour découvrir l'origine de ce décrochement.

Hormis les interprétations particulières (l'agriculteur labourait son champ, le séisme l'a fait sauter de 30 cm à droite et il a poursuivi son travail), les élèves arrivent à la notion de déplacement.

Faire l'expérience

Prendre deux feuilles de papier. Les faire se chevaucher de quelques centimètres. Les recouvrir d'une pellicule de sable de quelques millimètres d'épaisseur.

Quand on fait bouger les feuilles en décrochement, une faille majeure apparaît au niveau du coulissage ainsi que des failles secondaires plus ou moins perpendiculaires à la faille majeure.

Pour faciliter la vision dans l'espace, on peut utiliser, à la place des feuilles, deux planches de bois qui coulissent l'une par rapport à l'autre. On peut ainsi voir, sur la tranche, « une coupe du sol ».

Conclure en projetant une diapositive de la faille de San Andreas ou un transparent (photo extraite du livre Sciences de la vie et de la terre - édition Bordas) qui montre ces types de failles.



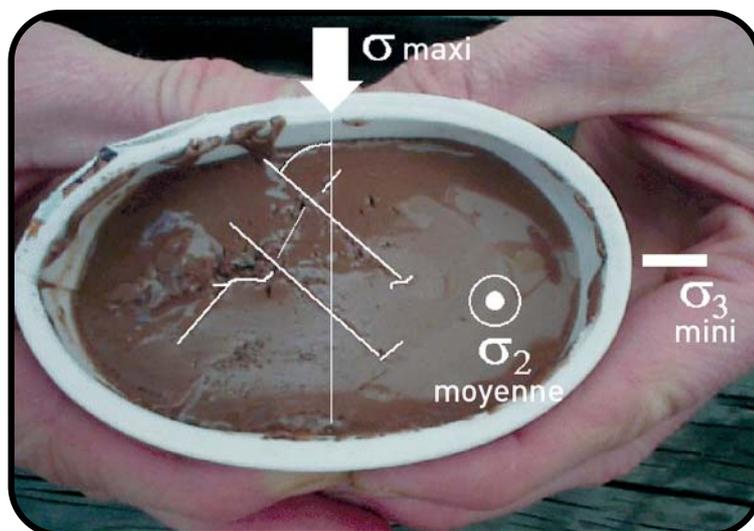


Apparition de failles sous l'effet d'une compression

(voir fiche « élève » n°3 : les contraintes tectoniques à l'origine d'un séisme)

→ Partir d'une photographie où l'on voit une faille inverse après un séisme. Faire réfléchir les élèves comme précédemment.

Quand il y a compression, il n'y a pas forcément création d'une faille inverse, comme le montre l'expérience qui suit.



Expérience

Prendre un yaourt nature (maigre et non pas au lait entier) dans un pot en plastique. Enfoncer un morceau de sucre au centre pour créer une zone de faiblesse (et améliorer le résultat final). Serrer horizontalement les parois du pot, doucement puis plus fermement. Il faut serrer près de la surface du yaourt.

Sous l'effet de la « contrainte tectonique » appliquée, des « failles » se forment à la surface du yaourt. Cette expérience marche plus ou moins bien selon la consistance du yaourt (il ne faut pas utiliser des yaourts bulgares ou les fromages battus !). Mais elle est très facile et peu coûteuse à reproduire. Ici, l'un des objectifs est que, chaque fois qu'ils mangeront un yaourt, les élèves aient d'eux-mêmes envie de renouveler l'expérience.

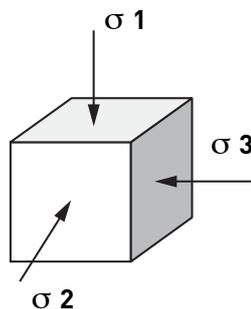
Faire remarquer qu'au lieu d'une faille unique, on a quelquefois une série de failles dites en « échelon » qui se relaient les unes les autres. On peut également constater deux grandes directions de failles faisant entre elles un angle de 60°. (30° avec σ_1)



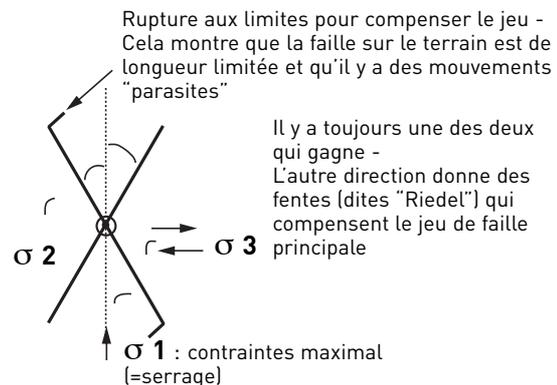


Sous l'action des forces tectoniques, il y a création d'un état de contraintes conduisant à une déformation. Cette contrainte a la même dimension qu'une pression et se décompose en 3 vecteurs orthogonaux :

- ✓ $\sigma 1$ - contrainte maximale
- ✓ $\sigma 2$ - contrainte moyenne
- ✓ $\sigma 3$ - contrainte minimale



$\sigma 2$ est toujours dans le plan de la rupture
 $\sigma 3$ est dans la même direction de la déformation
 (les atomes vont là où c'est le plus facile !)



Origine profonde de la rupture

(voir fiche « élève » n°3 : les contraintes tectoniques à l'origine d'un séisme)

→ Utiliser la maquette Tectodidac de Pierron si vous l'avez au laboratoire. Sinon vous pouvez la construire, si vous êtes un bon bricoleur à l'aide de la fiche TE de l'APBG n°44 de 1991 (voir annexe n°2 : Extension, compression : modélisation analogique en TP). Il existe également une cassette vidéo « TP TECTONIQUE Extension et compression modélisées référence MT20924-201 » de Pierron qui coûte 30.34 Euros (199 frs) (disponible également dans certains CRDP).

Matériel

Maquette Tectodidac, sable humidifié de couleurs différentes ou plâtre grossier pour carreaux de plâtre, coloré (pigments pour ciment, ou craie concassée), deux crayons pour rétroprojecteur de couleurs différentes, un transparent, un rétroprojecteur.

Réalisation

Empiler les couches de sable de deux couleurs différentes en tassant bien chaque couche avant de déposer la suivante. Sur le transparent, faire dessiner à un(e) élève les couches de sable vues en coupe.

Comprimer (on peut également travailler en distension) le sable en poussant sur les poignées. Sous le premier schéma, faire dessiner le résultat avec une couleur différente. Présenter aux élèves le transparent au rétroprojecteur.



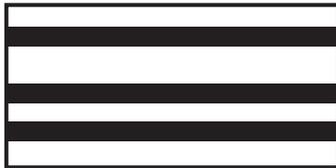
Résultat

Faire remarquer qu'il y a eu déplacement (la longueur du deuxième dessin est plus petite). Schématiser ce déplacement par deux flèches sur le transparent.

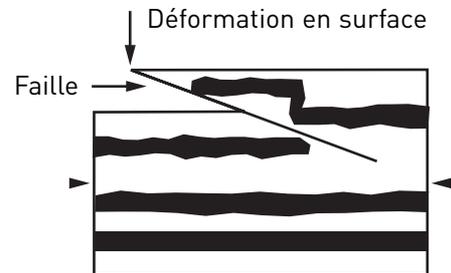
Montrer qu'une faille est apparue, donc qu'il y a eu cassure. Tracer cette faille en rouge sur le transparent.

Repérer les déformations qui ont eu lieu en surface (un des blocs monte sur l'autre en utilisant la faille comme surface de chevauchement)

Avant rapprochement



Après rapprochement



Interprétation

Quand des forces s'exercent suffisamment longtemps sur les roches, leur rupture peut s'accompagner de déplacements verticaux ou horizontaux parfois visibles en surface.

Surface de rupture d'un séisme

→ Les élèves ont encore en mémoire la faille de San Andreas. Ils s'imaginent que les failles ont des surfaces de rupture illimitées.

On peut faire une analogie entre la rupture sismique au sein des roches et la déchirure d'une feuille de papier.

Prendre une feuille de papier journal. La tenir de la main gauche, paume vers le haut. Appuyer avec le pouce droit sur la partie supérieure de la feuille et, avec la main gauche, tirer vers le haut pour tendre la feuille en son milieu.

Quand on appuie suffisamment, la feuille se déchire (=SÉISME), avec une déchirure maximale vers le centre, là où se trouve le pouce droit, et un écart entre les deux morceaux de la feuille qui va en diminuant vers les extrémités de la déchirure.

La surface de rupture a donc une extension limitée (visible également avec l'expérience du yaourt).

