EXERCICES PRATIQUES DU MODULE 2 (Partie A)

LA THÉORIE DE LA DÉFORMATION

CORRIGÉ

EXERCICE 1 - La déformation homogène

1. Y a-t-il eu déformation du carré? Y a-t-il eu distorsion et/ou dilatation?

   Oui, il y a eu déformation du carré. Il y a eu distorsion, mais il n'y a pas eu de dilatation. On peut vérifier qu'il n'y a pas eu de dilatation en calculant l'aire du carré non déformé (a = base × hauteur) au carré déformé (a = base × hauteur).

2. Comment pouvez-vous prouver que le carré a été déformé?

   L'angle et la longueur des cotés du carré ont été modifiés.

3. Y a-t-il eu des changements de forme, de longueur de certaines lignes ou d'angle entre deux lignes?

   La forme des lignes n'a pas changé ; elles sont encore droites. Par contre, la longueur de certaines lignes a changé ainsi que l'angle entre les lignes.

4. Peut-on quantifier la déformation? Si oui, de quelle(s) façon(s) et quels sont les résultats obtenus?

   Il est possible de quantifier la déformation linéaire et angulaire avec les paramètres suivants : e, S, λ, ψ, γ. Les résultats de la déformation linéaire pour les lignes verticales sont : e = 0.43, S = 1.43, λ = 2.05, ψ = 45°, γ = 1.

5. S'agit-il d'une déformation homogène ou hétérogène? D'une déformation par cisaillement pur ou par cisaillement simple? Justifiez votre réponse.

   Il s'agit d'une déformation homogène car les droites sont demeurées droites et que les lignes parallèles sont demeurées parallèles. Il s'agit de cisaillement simple car le carré est converti en parallélogramme et que l'angle des cotés du carré original a changé.

EXERCICE 2 - La déformation hétérogène

1. Décrivez la forme du carré initial dans son état déformé?

   Les lignes verticales du carré sont devenues courbes tandis que les lignes horizontales sont demeurées identiques. La forme finale du carré est très irrégulière.

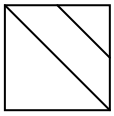
2. Y a-t-il eu des changements de forme, de longueur de certaines lignes ou d'angle entre deux lignes perpendiculaires de l'état initial à l'état déformé?

   Il y a eu changement de forme des lignes verticales car elles étaient droites avant la déformation et sont courbes après la déformation. Elles ont également subi un changement de longueur et un changement d'angle.

3. Peut-on quantifier la déformation? Comment?

   Oui, il est possible de quantifier la déformation linéaire en mesurant la longueur originale d'une ligne du carré non déformé ainsi que la même ligne dans son état déformé. La déformation angulaire est possible à mesurer mais les lignes courbes forment maintenant une multitude d'angles avec les lignes horizontales, ce qui fait qu'il n'y ait pas de réponse unique et représentative de la déformation angulaire.

4. Quantifiez la déformation linéaire en mesurant deux lignes parallèles entre elles. Choisissez des lignes verticales et horizontales (les côtés du carré) ainsi que des lignes obliques, parallèles à la diagonale du carré initial que vous aurez tracé sur les cartes dans leur état initial (non déformé).



	l_i	l_f	S
Ligne horizontale du bas (cm)	*7*	*7*	*1*
Ligne horizontale du haut (cm)	*7*	*7*	*1*
Ligne verticale de gauche (cm)	*7*	*10.5*	*1.5*
Ligne verticale de droite (cm)	*7*	*10.5*	*1.5*
Ligne oblique du centre (cm)	*10*	*12.7*	*1.27*
Ligne oblique du haut (cm)	*5*	*8.5*	*1.7*

Dans une déformation homogène, la déformation linéaire est semblable pour tous les éléments qui ont la même orientation. On remarque que ce n'est pas le cas pour les lignes obliques car l'étirement S pour les deux lignes est différent, soit de 1.27 et 1.7. Cette différence est attribuable à une déformation hétérogène.

EXERCICE 3 - L'ellipse de la déformation

1. Quelle est le rapport entre l'axe long et l'axe court des ellipses dans chacun des cas?

	30°	45°	60°
Longueur de l'axe long (cm)	*9.4*	*11.5*	*15.3*
Longueur de l'axe court (cm)	*5.3*	*4.5*	*3.2*
Rapport	*1.77*	*2.56*	*4.78*

2. Peut-on quantifier la déformation à chaque stade de la déformation progressive, i.e. pour chacune des ellipses produites? De quelle(s) façon(s)?

   Oui, on peut quantifier la déformation à chaque stade de la déformation progressive en calculant l'étirement maximal (S_1) et l'étirement minimal (S_3).

3. Calculez la déformation linéaire en mesurant la longueur des axes long et court des ellipses (e et S). Calculez l'ellipticité R.

	30°	45°	60°
e_1	*0.34*	*0.64*	*1.18*
S_1	*1.34*	*1.64*	*2.18*
e_3	*-0.24*	*-0.35*	*-0.54*
S_3	*0.76*	*0.64*	*0.46*
R	*1.76*	*2.56*	*4.77*

4. Y a-t-il eu dilatation? Faites-en la preuve (surface d'un cercle = πr^2 et surface d'une ellipse = πXZ).

   Surface du cercle : $\pi r^2 = 3.1416 \times (3.5\ cm)^2 = 38.48\ cm^2$
   Surface de l'ellipse à 30° : $\pi XZ = 3.1416 \times (9.4\ cm/2) \times (5.3\ cm/2) = 39.13\ cm^2$
   Surface de l'ellipse à 45° : $\pi XZ = 3.1416 \times (11.5\ cm/2) \times (4.5\ cm/2) = 40.64\ cm^2$
   Surface de l'ellipse à 60° : $\pi XZ = 3.1416 \times (15.3\ cm/2) \times (3.2\ cm/2) = 38.45\ cm^2$

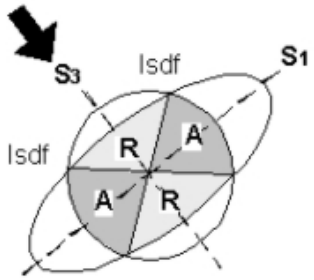
   Les surfaces sont à peu près égales, et en considérant l'incertitude liée aux mesures, on peut conclure que l'aire demeure inchangée tout au long de la déformation, donc pas de dilatation. On aurait pu aussi utiliser le produit S_1S_3 qui est égal à 1 lorsqu'il n'y a pas de changement de volume ou d'aire dans un objet. Par exemple pour l'ellipse déformée à 30°, on obtient $S_1S_3 = 1.34 \times 0.76 = 1.02 \cong 1$.

5. Évaluez la déformation angulaire en calculant le cisaillement angulaire ψ et la déformation cisaillante $\gamma = tg\ \psi$ pour chaque stade de la déformation progressive.

	30°	45°	60°
ψ	*30°*	*45°*	*60°*
γ	*0.58*	*1*	*1.73*

6. Peut-on trouver une direction selon laquelle la longueur des lignes demeure inchangée d'un stade de déformation à l'autre? Pour vous aider, superposez le cercle initial aux ellipses de la déformation. Ces directions correspondent aux lignes sans déformation finie (lsdf).

   Oui, il est possible d'en trouver. Il s'agit des lignes qui relient le centre de l'ellipse de la déformation et le point d'intersection entre le cercle original et l'ellipse de déformation, lorsqu'ils sont superposés (lignes lsdf sur la figure suivante) :



Cisaillement simple

7. Qu'ont de particulier les domaines situés de part et d'autre de ces lsdf? Comment se comporterait un objet géologique, une veine de quartz par exemple, si lors d'un épisode de déformation il se situait dans le champ de raccourcissement de l'ellipse de la déformation? Et s'il se situait dans le champ d'allongement de l'ellipse de la déformation?

   Les domaines situés de part et d'autre des lsdf ont la particularité que les objets situés entre l'axe S_1 et la lsdf vont subir un allongement et ceux situés entre la lsdf et l'axe S_3 vont subir un raccourcissement. Par exemple, la veine de quartz subirait un allongement si elle se situait dans le champ d'allongement (en gris sur la figure ci-haut). La veine de quartz subirait un raccourcissement dans le champ de raccourcissement.