MODULE 3

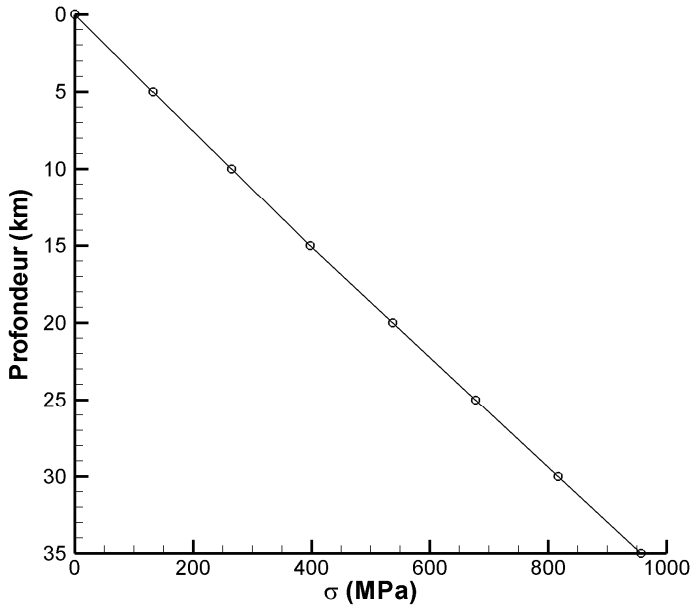
EXERCICES COURTS ET QUESTIONS À TRAVAILLER CHEZ SOI

CORRIGÉ

1. Qu'est-ce qu'une force ? Qu'est-ce qu'une contrainte ? Quelle est la relation entre les deux.
2. Calculer l'augmentation moyenne de la contrainte lithostatique ($\sigma = \rho g h$) avec la profondeur en sachant que de 0 à 15 km la densité de la croûte est de ρ = 2.7 et pour 15 à 30 km elle est de ρ = 2.85. Placer les données sur un graphique z vs σ et trouver quelle serait la pression lithostatique (σ en kbar et en MPa) à la base de la croûte sous la ville de Québec soit à 35 km de profondeur par extrapolation.
   - *On définit d'abord ρ_1 = 2.7 et ρ_2 = 2.85.*
   - *Pour les premiers 15 km : $\sigma = \rho_1 g z$*
   - *Pour les km 15 à 30 : $\sigma = \rho_2 g (z\text{-}15km) + \rho_1 g \times 15km$*

z	***σ***		
km	*Pa*	*MPa*	*kbar*
0	*0*	*0*	*0*
5	*132435000*	*132.43*	*1.32*
10	*264870000*	*264.87*	*2.65*
15	*397305000*	*397.30*	*3.97*
20	*537097500*	*537.09*	*5.37*
25	*676890000*	*676.89*	*6.77*
30	*816682500*	*816.68*	*8.17*
35	***956475000***	***956.47***	***9.56***

La valeur de la contrainte sous la ville de Québec 'a 35 km de profondeur est de 9.56 kbar.



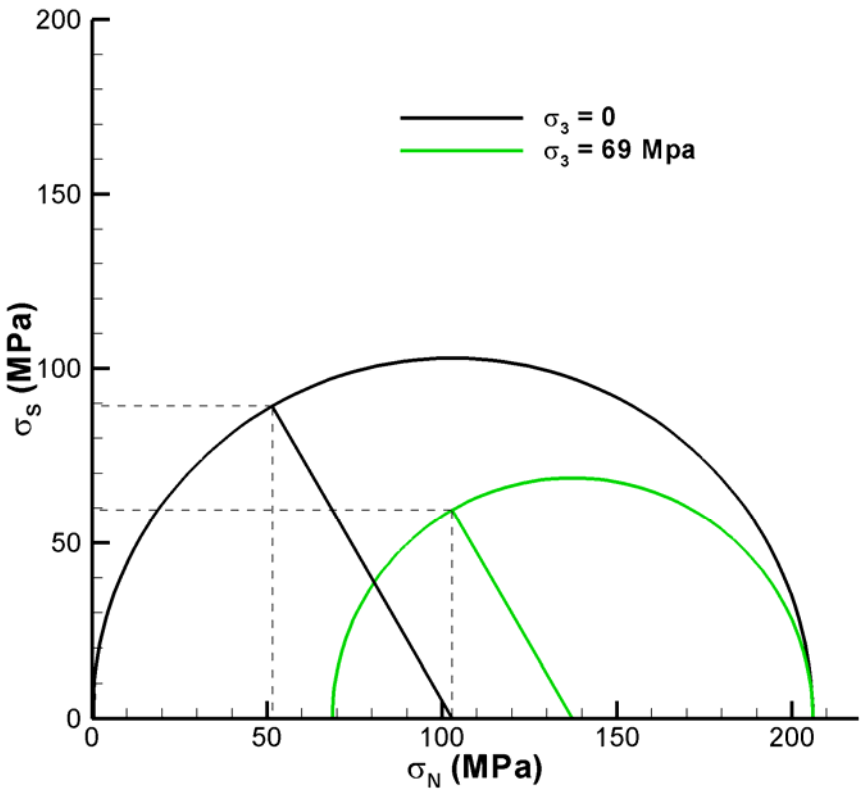
3. Calculer la contrainte lithostatique (σ), la contrainte normale (σ_N) et la contrainte tangentielle (σ_S) qui agissent sur un plan de faille incliné à 30° et situé à 7 kilomètres de profondeur dans la croûte (ρ = 3000 kg.m^{-3}).

Ici, on utilise tout simplement les équations 3.3 et 3.4 de Davis and Reynolds. Pour σ_1, on utilise $\sigma_1 = \rho g h$ et puisque qu'il n'y a pas d'autres indications dans la question, on considère que $\sigma_3 = 0$. On utilise l'angle θ = 30°. Ainsi, on obtient les valeurs suivantes :

σ_1 = 206 Mpa, σ_N = 51.5 MPa, σ_S = 89.2 MPa et σ = 103 MPa. Cette dernière valeur est obtenue comme suit : $\sigma = \sqrt{\sigma_N^{\,2} + \sigma_S^{\,2}}$ *. La même réponse aurait pu être obtenue en traçant le cercle de Mohr.*

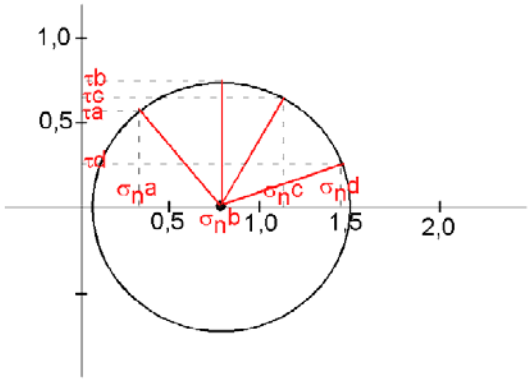
Ceux qui sont les plus débrouillards auront calculé σ_3 en utilisant l'équation suivante présentée à la page 145 de Davis and Reynolds : $\sigma_3 = \sigma_1/3$. Ils ont alors obtenu les valeurs suivantes : σ_3 = 69 Mpa, σ_N = 103 MPa, σ_S = 59.5 MPa et σ = 119 MPa.

Voici les deux solutions obtenues avec le cercle de Mohr :



4. Dans un corps rocheux homogène, les contraintes principales maximales et minimales sont de 1.5 kbar et de 0.08 kbar, respectivement. Déterminer les contraintes normales et tangentielles qui agissent sur des plans orientés à 25°, 45°, 60° et 80° de σ_1, sachant que σ_1 est vertical et que les plans ont une direction perpendiculaire au plan σ_1 σ_3.

   On dessine le cercle de Mohr avec σ_1 et σ_3. Ensuite, on trace des rayons avec les angles 2θ. On aurait également pu utiliser les équations 3.3 et 3.4 de Davis and Reynolds.



Plan	***θ***	***σ_N***	***σ_S***
-	°	*kbar*	*kbar*
a	*25*	*0.33*	*0.58*
b	*45*	*0.79*	*0.75*
c	*60*	*1.13*	*0.66*
d	*80*	*1.45*	*0.25*

5. Expliquez les comportements mécaniques élastiques et **plastiques**. Dessiner sur un diagramme contrainte vs déformation les courbes caractéristiques de ces comportements. Pour le comportement élastique, dessinez deux courbes caractéristiques de roches rigides et peu rigides.
6. Expliquez graphiquement les notions de durcissement (strain hardening) et d'amollissement (strain softening).
7. Expliquez comment chacun des facteurs suivants influencent le comportement mécanique des roches: la lithologie, la pression de confinement, la pression du fluide, la température, la vitesse de déformation.