Déformation – Série 1

1. Grandeurs mécaniques

Quels sont le module de Young et la limite élastique :
- Du diamant
- De l'alumine (Al_2O_3)
- Du Nickel
- Du Fer
- De l'aluminium
- Des alliages d'aluminium
- Du polystyrène
- Des caoutchoucs

2. Grandeurs nominales et vraies

Démontrer les relations suivantes :

$$\varepsilon = \ln(1+\varepsilon_n)$$

$$\sigma = \sigma_n(1+\varepsilon_n)$$

- Montrer que si la déformation est faible, les déformations nominales et vraies tendent vers la même valeur.
- Montrer que la 2^e relation n'est valable que si le volume de l'éprouvette (A.L) est constant.

3. Essai de traction

On effectue un essai de traction sur un matériau métallique. Suite à un problème technique, seule une partie des données a pu être recueillie :

- Géométrie de l'éprouvette cylindrique à la section réduite : D_0 = 10 mm, l_0 = 100 mm
- Lorsque la force atteint F_1 = 11'000 N, la distance l est égale à 100.4 mm
- Si la force F_1 est supprimée, la distance mesurée par l'extensomètre est égale à 100.2 mm

- Sous une force F_2 = 7854 N, le diamètre D de l'éprouvette est égal à 9.995 mm
- La force maximale atteinte durant l'essai de traction est F_{max} = 19'630 N
- La longueur finale l_f après rupture est égale à 128.4 mm

3.1. Déterminez les grandeurs suivantes : E, $R_{e,0.2}$, ν, R_m, e_{rupt}

3.2. De quel matériau s'agit-il, justifiez ?

3.3. Si l'on fabrique un câble avec ce matériau et qu'on le suspend dans le vide, quel sera son allongement sous son propre poids ?

4. Additivité et signe des déformations

4.1. Soit une éprouvette de longueur L_0 soumise à un allongement plastique ΔL_1, menant à une déformation plastique 1. On reprend ensuite la même éprouvette, que l'on allonge d'une quantité ΔL_2, ce qui crée une déformation plastique 2. Finalement, on prend une autre éprouvette similaire, également de longueur L_0, et on l'allonge d'une quantité $\Delta L_1 + \Delta L_2$. Montrer que les deux éprouvettes ont subi les mêmes déformations vraies, et que ce n'est pas le cas si on utilise des déformations nominales.

4.2. Montrer que seul le signe de la déformation vraie diffère si l'on considère une traction doublant la longueur initiale de l'éprouvette, ou une compression la réduisant de moitié.

5. Critère de Considère

But de l'exercice: Démontrer le critère d'instabilité de Considère. $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \sigma_S$

Soit un test de traction effectué sur une éprouvette de section initiale S_0, soumise à une force de traction F.

1. En utilisant les déformations et contraintes vraies, montrer qu'on peut écrire

$$F = S_0 e^{-\varepsilon}\sigma \qquad \text{(a)}$$

avec σ la contrainte vraie
ε la déformation vraie

Hypothèse: La déformation plastique est à volume constant (incompressibilité)

2. Avec l'équation (a), dériver le critère d'instabilité de Considère.

6. Loi de Plasticité

L'exercice suivant se propose d'étudier le comportement d'un barreau cylindre placé sur une machine de traction. Le barreau est de longueur L = 10 cm et de diamètre D = 4 cm. Il est composé d'aluminium et suit la loi de comportement suivante (valeurs nominales):

$$\sigma(\epsilon) = \begin{cases} E\,\epsilon, & en\ \acute{e}lastique \\ K\,\epsilon^n, & en\ plastique \end{cases}$$

avec :
— E = 70 GPa, le module de Young
— K = 100 MPa, une constante
— σ_y = 75 MPa, la limite élastique
— n = 0.2, le coefficient d'écrouissage

6.1. Exprimer la contrainte totale en fonction de la déformation totale dans le domaine plastique.

6.2. Calculer la force à appliquer pour obtenir une déformation de 0.2.

6.3. Calculer les valeurs vraies de déformation et de contrainte

6.4. Calculer la déformation nominale après le déchargement de l'éprouvette.

6.5. Calculer l'énergie de déformation après le relâchement du barreau (aire sous la courbe).

6.6. Exprimer le critère de considère dans le cas de cette loi de comportement.