Chapitre 1 – Méthodes de caractérisation des matériaux

EXERCICE 1-6

a) Déformation sous charge de 5000 N :

Par définition, la déformation ε_1 (exprimée en %) est égale à : $\varepsilon\,(\%) = \dfrac{\Delta l}{l_0}\ x\ 100 = \dfrac{l - l_0}{l_0}\ x\ 100$

où l = longueur sous charge
l_0 = longueur initiale
Δl = allongement absolu

Avec les données du problème, nous obtenons les résultats suivants pour une charge de 5000 N:

Acier	**:**	**ε_1 = 0,121%**
Cuivre	**:**	**ε_1 = 0,132%**
Aluminium	**:**	**ε_1 = 0,113%**

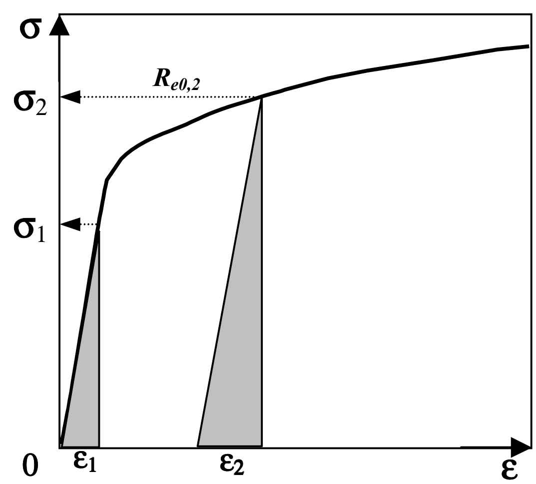
b) Module d'Young :

Sous la charge F = 5000 N, on constate que la déformation des trois matériaux est inférieure à 0,2%. On peut donc admettre que les matériaux sont déformés de façon purement élastique. Le module d'Young est alors le rapport de la contrainte élastique ($\sigma_1 = F/S = 4F/\pi d^2$) à la déformation élastique. On obtient les valeurs suivantes :

E_{acier} = 210,5 GPa **E_{Cu} = 117,7 GPa** **E_{Al} = 69,6 GPa**

c) Déformation élastique à la limite d'élasticité

Pour un matériau de module d'Young E, qui se déforme de façon élastique et qui obéit à la loi de Hooke, nous pouvons écrire l'égalité suivante qui sera toujours vérifiée (homothétie des deux triangles hachurés de la figure ci-contre):



$$\frac{\sigma_1}{\varepsilon_1} = \frac{\sigma_2}{\varepsilon_2} = E$$

Donc, à la limite d'élasticité $R_{e0,2}$, la déformation élastique ε_2 est égale à:

$$\varepsilon_2 = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}\,\varepsilon_1$$

où σ_2 = limite conventionnelle $R_{e0,2}$ d'élasticité du matériau;
ε_1 = déformation subie sous une charge de 5000 N;
σ_1 = contrainte appliquée sous une charge de 5000 N.

La contrainte σ_1, égale au rapport de la force appliquée (5000 N) à la section initiale de chacun des matériaux ($\sigma_1 = F/S = 4F/\pi d^2$), a déjà été calculée à la question b) ci-dessus. Nous obtenons ainsi:

Matériau	**Déformation élastique ε_2 (%) à $R_{e0,2}$**
Acier	0,285
Cuivre	0,170
Aluminium	0,431

d) Énergie élastique emmagasinée à la limite conventionnelle d'élasticité

L'énergie élastique emmagasinée par unité de volume dans un matériau soumis à une contrainte σ et subissant une déformation élastique ε est égale à $W = ½\, \sigma\varepsilon$ (aire du triangle hachuré).

Par conséquent, avec les données fournies, nous obtenons l'énergie élastique emmagasinée (par unité de volume du matériau) à leur limite conventionnelle d'élasticité :

Matériau	Limite d'élasticité $\sigma_2 = R_{e0,2}$ (MPa)	Déformation ε_2 (%)	Énergie W (kJ/m^3)
Acier	600	0,285	855
Cuivre	200	0,170	170
Aluminium	300	0,431	646

Puisque les échantillons ont tous le même volume quelque soit le matériau considéré, le classement des matériaux selon l'énergie élastique emmagasinée est , par ordre décroissant, le suivant :

1er : acier; 2ème : aluminium; 3ème : cuivre