Chapitre 1 – Méthodes de caractérisation des matériaux

EXERCICE 1-6

a) Déformation sous charge de 4200 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%

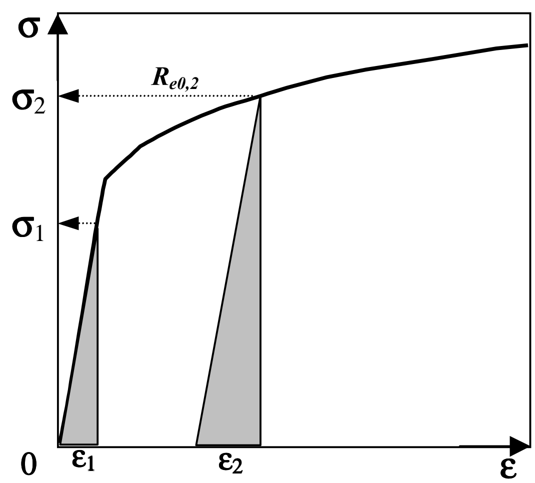
b) Module d'Young :

Sou la charge de 4200 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 à la déformation élastique. On obtient les valeurs suivantes :

E_{acier} = 214 GPa **E_{Cu} = 131 GPa** **E_{Al} = 66 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):



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

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 4200 N;
σ_1 = contrainte appliquée sous une charge de 4200 N.

La contrainte σ_1 est obtenue aisément en faisant le rapport de la force appliquée (4200 N) à la section initiale de chacun des matériaux. Nous obtenons ainsi:

Matériau	**Déformation élastique ε_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 $W = \frac{1}{2}\sigma\varepsilon$ (aire du triangle hachuré).

Par conséquent, avec les données fournies, nous obtenons:

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

Par ordre décroissant, la réponse est donc: **1er : acier; 2ème : aluminium; 3ème : cuivre**