Chapitre 4 – Matériaux sous contrainte

EXERCICE 4-9

a) Énergie élastique à la limite proportionnelle d'élasticité

L'énergie élastique $\mathbf{W_{él}}$ emmagasinée dans le cuivre recuit à sa limite proportionnelle $\mathbf{R_e}$ est égale à :

$$W_{él} = \frac{R_e^2}{2E} = \frac{(40x10^6\,\mathrm{Pa})^2}{2x130x10^9\,\mathrm{Pa}} = 6{,}154x10^3\ \mathrm{J/m^3} = 6{,}15\ \mathrm{kJ/m^3}$$

$$\boxed{W_{él} = 6{,}15\ \mathrm{kJ/m^3}}$$

b) Hauteur $\mathbf{H_{él}}$

On a la relation suivante : $\mathbf{W_{él} = mgH_{él}}$ d'où $\mathbf{H_{él} = W_{él}/mg}$

Avec les données numériques, on obtient : $\mathbf{H_{él}}$ = $6{,}991x10^{-2}$ m ≈ **7 cm**

$$\boxed{H_{él} = 0{,}07\ \mathrm{m}}$$

c) Énergie emmagasinée et due à la présence des dislocations.

L'énergie $\mathbf{W_d}$ emmagasinée dans le cuivre écroui est égale à :

$$W_d = Gb^2\Lambda = (46x10^9\,\mathrm{Pa})(2{,}5x10^{-10}\,\mathrm{m})^2(10^{16}\,\mathrm{m/m^3}) = 2{,}875x10^7\,\mathrm{J/m^3} = 2875\mathrm{kJ/m^3}$$

$$\boxed{W_d = 2\,875\ \mathrm{kJ/m^3}}$$

d) Hauteur $\mathbf{H_d}$

On a la relation suivante : $\mathbf{W_d = mgH_d}$ d'où $\mathbf{H_d = W_d/mg}$

Avec les données numériques, on obtient : $\mathbf{H_d}$ = 327,1 m ≈ **327 m**

$$\boxed{H_d = 327\ \mathrm{m}}$$

Remarque : on constatera la très grande différence qui existe entre l'ordre de grandeur de l'énergie élastique et celle de l'énergie de déformation plastique requise pour multiplier les dislocations au cours d'un écrouissage.