

Exercices

1°) Calculez la rigidité d'un composite à matrice époxyde contenant 50% en volume de fibres de carbone. Quelles conclusions en tirez-vous si vous comparez la valeur de rigidité de l'aluminium et de la résine époxyde ?

$$E_c = (0,5 \times 390) + (0,5 \times 2) = 195 + 1 = 196 \text{ GPa}$$

$$\rho_c = (0,5 \times 1,95) + (0,5 \times 1,38) = 0,975 + 0,69 = 1,665 \text{ g/cm}^3$$

$$E/\rho = 196 \cdot 10^3 / 1,67 = 117000 \text{ N/m/g} \text{ au lieu de } 670 \text{ pour époxyde}$$

2°) Quelle quantité de billes de verre faut-il ajouter à une résine époxyde pour multiplier par 10 le module de la matrice ? Calculer la densité du composite et sa rigidité.

$$E_{\text{époxyde}} = 2 \text{ GPa}, E_{\text{verre}} = 70 \text{ GPa}$$

$$E_c = V_{\text{époxyde}} E_{\text{époxyde}} + V_{\text{verre}} E_{\text{verre}} = (1-x) \cdot 2 + x \cdot 70 = 20$$

$$x = 18/68 = 0,2647 \quad 27\%$$

$$\text{Rigidité : } E_c/\rho_c$$

$$\rho_c = (0,27 \times 2,4) + (0,73 \times 1,38) = 1,65 \text{ g/cm}^3$$

$$E_c = 20 \text{ GPa} = 20 \cdot 10^9 \text{ Pa} = 20 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Rigidité du composite} = 20 \cdot 10^9 / 1,65 \cdot 10^6 = 12 \, 156 \text{ Nm/g} \text{ (au lieu de } 308 \text{ Nm/g pour époxyde seul)}$$

3°) Soit un composite nylon + fibres de verre **contenant 30% en volume de fibres** , quelle est la fraction de la contrainte appliquée supportée par les fibres de verre ? $E_{\text{verre}} = 105 \text{ GPa}$ et $E_{\text{nylon}} = 4 \text{ GPa}$

$$\varepsilon_c = \varepsilon_m = \varepsilon_f$$

$$\varepsilon_m = \sigma_m / E_m = \varepsilon_f = \sigma_f / E_f$$

$$\sigma_f / \sigma_m = E_f / E_m = 26,25$$

$$\text{fraction} = \sigma_f / (\sigma_f + \sigma_m) = 1 / (1 + \sigma_m / \sigma_f) = 1 / (1 + 1/26,25) = 0,96$$

4°) Un composite polyester ($E = 3,4 \text{ GPa}$) renforcé avec 40% de fibres de verre (69 GPa). Calculer le E dans le sens longitudinal et perpendiculaire.

$$E_{cl} = (3.4 \times 0.6) + (69 \times 0.4) = 30 \text{ GPa}$$

$$E_{cp} = 1 / (0.6/3.4 + 0.4/69) = 5.5 \text{ GPa}$$