Chapitre 14 - Composites

EXERCICE 14-4

a) Fraction volumique minimale pour que $R_{mC} \geq R_{mm}$

En appliquant l'équation 14.12, on obtient : $$V_f^* = \frac{(R_m)_m - \sigma_m}{(R_m)_f - \sigma_m} \qquad (1)$$

Le composite ayant un comportement élastique jusqu'à sa rupture, on obtient la valeur suivante pour la contrainte s'exerçant dans la matrice à l'instant de la rupture :

$$\sigma_m = \frac{(R_m)_f}{E_f} E_m = \frac{2100}{75} \text{ x } 2{,}4 = 67 \text{ MPa} \qquad (2)$$

En combinant les équations (1) et (2), on en déduit la fraction volumique minimale requise :

$$V_f^* = \frac{75 - 67}{2100 - 67} = 0{,}38\%$$

$$\boxed{V_f^* = 0{,}38\%}$$

Remarque : on constate que la fraction minimale de fibres requises pour que $R_{mC} \geq R_{mm}$ est faible dans le cas d'une matrice polymérique dont la résistance à la traction est en général faible. Ce ne sera plus le cas pour les composites à matrices métalliques, pour lesquels la résistance a la traction de la matrice est plus élevée, ce qui requiert une fraction volumique minimale de renfort plus élevée.

b) Fraction volumique pour que $R_{mC} = 10R_{mm}$

Pour obtenir $R_{mC} = 10R_{mm}$, on doit avoir une fraction volumique de fibres définie par la règle des mélanges appliquée à la résistance à la traction (éq. 14.8) :

$$(R_m)_c = V_f\ (R_m)_f + (1 - V_f)\sigma_m \qquad \text{avec} \qquad \sigma_m = 67 \text{ MPa}$$

d'où $$V_f^* = \frac{(R_m)_c - \sigma_m}{(R_m)_f - \sigma_m} = \frac{(10 \text{ x } 75) - 67}{2100 - 67} = 33{,}6\%$$

$$\boxed{V_f^* = 33{,}6\%}$$

c) Masse volumique du composite

La masse volumique ρ_C du composite est calculée en appliquant la règle des mélanges aux masses volumiques des composants :

$$\rho_C = V_f\, \rho_f + (1 - V_f)\, \rho_m = [(0{,}336 \text{ x } 2{,}54) + (0{,}664 \text{ x } 1{,}3)] = \mathbf{1{,}72\ g/cm^3}$$

$$\boxed{\rho_C = 1{,}72 \text{ g/cm}^3}$$