

EPFL-MSE 340 Composites Polymères
 Exercices de mécanique des composites
 P.-E. Bourban 2024

- Une matrice polymère dont le module est de 5 GPa et la résistance au seuil élastique de 120 MPa a une déformation finale à la rupture après déformation plastique de 10 %. Elle est renforcée par des fibres de module 75 GPa et de résistance 800 MPa. La déformation des fibres à la rupture est de 1 %. Déterminez la fraction volumique critique de fibres à partir de laquelle la résistance longitudinale du composite unidirectionnel est supérieure à celle de la matrice.
 - Des fibres se déformant de 1.6 % lorsqu'elles atteignent leur résistance à la rupture de 1200 MPa sont mélangées à une matrice dont la déformation à la rupture est de 1 % et la résistance correspondante de 50 MPa. Calculez le volume critique de fibres unidirectionnelles indiquant le passage d'un comportement à la rupture dominé par la matrice à celui dominé par les fibres.
- Proposez deux méthodes pour déterminer le module transversal d'un composite contenant 20 % de fibres continues d'acier (Module 210 GPa) dans un élastomère de module 500 MPa, Comparez les 2 modules obtenus et discutez la différence. Comparez ce module avec le module longitudinal.

$$\bullet \quad a) \quad V_f^{\text{critique}} = \frac{\sigma_m^R - \sigma_m(\epsilon_f^R)}{\sigma_f^R - \sigma_m(\epsilon_f^R)} = \frac{120 - 50}{800 - 50} = 0,093 = 9,3\%$$

$\epsilon_f < \epsilon_m$

$$\bullet \quad b) \quad V_f^{\text{critique}} = \frac{\sigma_m^R}{\sigma_f - \sigma_f(\epsilon_m^R) + \sigma_m^R} = \frac{50}{1200 - 750 + 50} = 10\%$$

$\epsilon_f > \epsilon_m$

$\sigma_f = \epsilon_f \cdot E_f$
 $\sigma_f(\epsilon_m^R) = \epsilon_m^R \cdot E_f$
 $\sigma_m^R = \epsilon_m^R \cdot E_m$

$$\bullet \quad V_f = 0,2 \quad E_f = 210 \text{ GPa} \quad E_m = 0,5 \text{ GPa}$$

$$E_T = \frac{E_m \cdot E_f}{E_f(1 - V_f) + E_m V_f} = 0,62 \text{ GPa}$$

$$E_T = \frac{E_m (1 + \xi \chi V_f)}{1 - \chi V_f} = 0,87 \text{ GPa}$$

$\xi = 2$

$$\chi = \frac{E_f - E_m}{E_f + 2E_m} = 0,993$$

Halpin Tsai is better than mixture law

$$E_L = 42,4 \text{ GPa}$$