

Nom : _____
 Prénom : _____

note :

Matériaux Cellulaires « BENDING-DOMINATED » vs « STRECH-DOMINATED »

Deux matériaux cellulaires (matériaux poreux à motifs répétitifs) sont envisagés comme renforts rigides et légers: les mousses (F) et les treillis octet-truss (L) (figure 1).

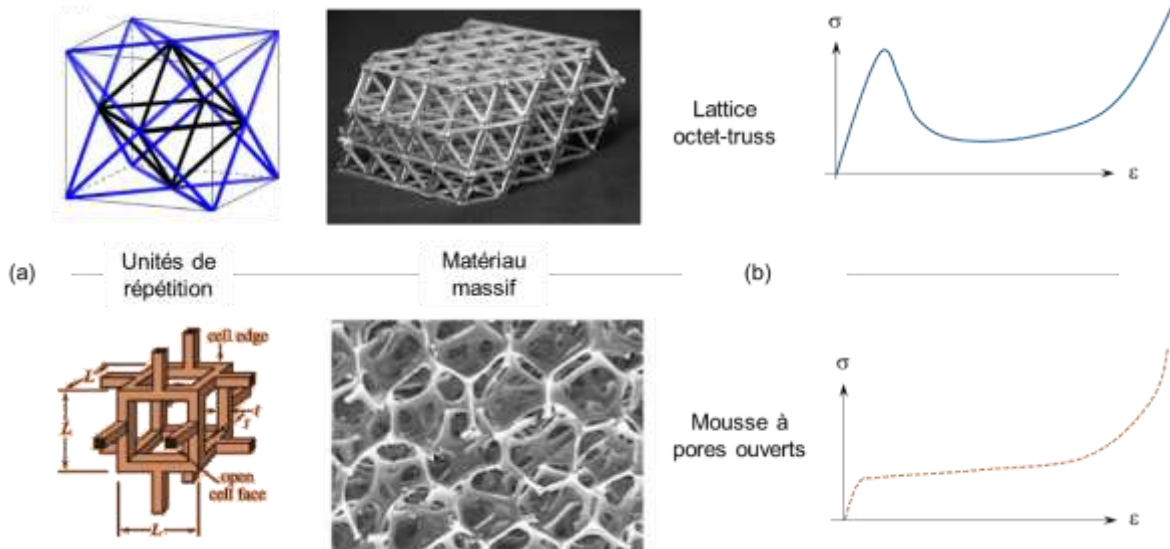


Figure 1 : matériaux cellulaires. (a) morphologie ; (b) profil contrainte nominale /déformation nominale obtenu lors d'un essai de compression uniaxial.

En première approximation, pour des densités relatives inférieures à 0.2, on peut exprimer les modules (E_i) de ces deux matériaux cellulaires comme suit :

- Pour la mousse ($i=F$): $E_F \approx \bar{\rho}_F^2 E_{SF}$ (eq. 1)
 - Pour la lattice octet-truss ($i=L$) : $E_L \approx 0.3 \bar{\rho}_L E_{SL}$ (eq. 2)

Avec $\bar{\rho}_i$ la densité relative du matériau cellulaire concerné et E_{Si} le module élastique du matériau parent ($i = F$ ou L).

1. A quoi correspond la densité relative $\bar{\rho}_i$? Donnez, en justifiant votre réponse, son unité.

2. Faire apparaître les modules explicités plus haut directement sur les courbes proposées figure 1b et figure 2.

3. En vous aidant des équations 1&2 et ne modifiant qu'un paramètre à la fois, proposer 2 solutions pour concevoir un treillis au module élastique égal à celui d'une mousse. Commenter les résultats.

4.. Un treillis octet-truss de densité relative 0.02 est maintenant réalisé par impression 3D à partir d'un matériau polymère de densité 1000 kg/m^3 et de module élastique 2 GPa (à T_{amb}). En vous aidant de la figure 2 ci-dessous, suggérer un matériau réaliste qui, moussé à 97% ($\bar{\rho}_F=0.03$), aurait le même module. Discuter votre choix en considérant la masse volumique des matériaux cellulaires.

5. Enfin ces matériaux sont couramment utilisés comme absorbeur d'énergie. La densité d'énergie de déformation est donnée par la formule suivante :

$$\text{(eq. 7)} \quad W \approx \int_0^\varepsilon \sigma \, d\varepsilon$$

Quelle est son unité ?

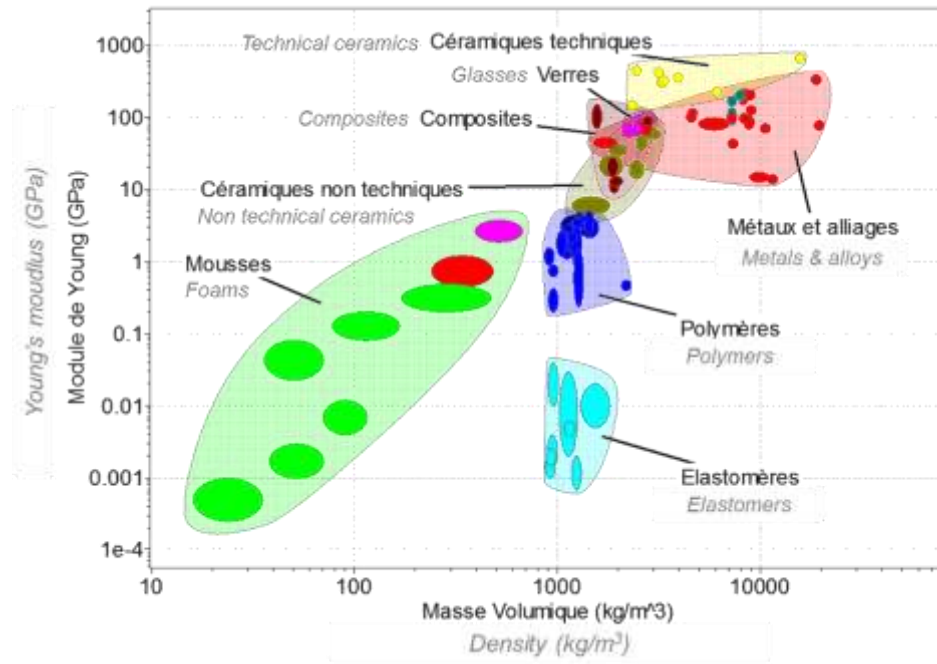


Figure 2: Module de Young en fonction de la masse volumique des grandes familles de matériaux.