

EXAMEN MATÉRIAUX COMPOSITES

Département Thermique-Energétique, option CTMF

10 janvier 2020 - Nb de pages **2** - *Documents autorisés : tous*

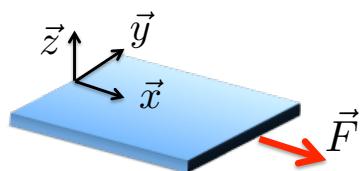
1 Questions de cours (5 pts)

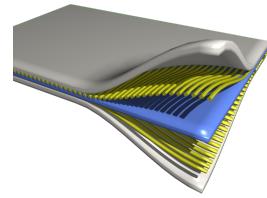
1. Elasticité linéaire - symétries élastiques : combien de constantes élastiques peut posséder au maximum un matériau ? Comment est réduit ce nombre en présence d'un plan de symétrie matérielle ? de deux plans orthogonaux de symétrie matérielle ? d'une symétrie de révolution de la microstructure ?
2. Quelles caractéristiques mécaniques d'un matériau sont améliorées par l'ajout de fibres.
3. Décrire (illustrer à défaut) l'hypothèse cinématique de Kirechoff-Love. Justifier l'utilisation de l'hypothèse de contraintes planes dans cette théorie.

2 Traction hors-axe (7pts)

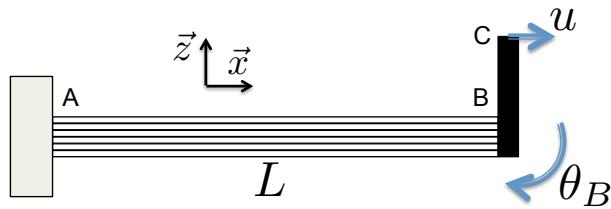
Une plaque composite carrée de côté $a = 100$ mm, encastrée à une de ses extrémités, est soumise à une résultante $\vec{F} = 180kN$ sur la face orientée selon \vec{x} . Elle est faite d'un empilement de 4 couches unidirectionnelles d'épaisseur 0.5mm avec la séquence d'orientation suivante (de bas en haut) : $45^\circ/0^\circ/0^\circ/45^\circ$. Chaque couche possède les caractéristiques suivantes : $E_L = 70$ GPa, $E_T = 10$ GPa, $G_{LT} = 6$ GPa, $\nu_{LT} = 0.4$.

- 1) Cette plaque présentera-t-elle un couplage membrane-flexion ?
- 2) Calculer les matrices de rigidité des plis.
- 3) En déduire la matrice de rigidité en membrane $[A]$.
- 4) Calculer les déformations générées par le chargement appliqué.
- 5) En déduire le déplacement du point central de la face chargée. Commenter.





3 Plaque composite en flexion (8 pts)



On considère une plaque stratifiée de longueur $L = 30\text{cm}$ et de largeur 5cm , constituée de couches d'UD d'épaisseur $e = 0.25\text{mm}$, et dont les propriétés mécaniques sont $E_L = 150 \text{ GPa}$; $E_T = 20 \text{ GPa}$; $G_{LT} = 7 \text{ GPa}$; $\nu_{LT} = 0.25$. L'empilement des couches est le suivant ($90^\circ, 45^\circ, -45^\circ, -45^\circ, 45^\circ, 90^\circ$).

Elle est encastrée en A , et liée en B à une plaque indéformable de hauteur $h = BC$ à laquelle on impose un déplacement u au point C . En B , ce chargement se traduit essentiellement par une rotation θ_B de l'extrémité droite.

- 1) Dans le cadre de déplacements et rotations faibles et en négligeant l'allongement de la plaque selon \vec{x} , donner la relation entre u et θ_B .
- 2) Par analogie avec les poutres, justifier qu'on peut considérer la courbure γ_x constante. On prendra par la suite $\gamma_x = \frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{\theta_B}{L}$.
- 3) En déterminant les matrices de rigidité intégrées nécessaires, calculer alors le vecteur moment intégré $\{\bar{M}\}$. On prendra $h = 5 \text{ cm}$ et $u = 5 \text{ mm}$. Commentez ce résultat.
- 4) Si maintenant un moment selon \vec{y} était imposé en B au lieu de la rotation, donnez qualitativement la forme que prendrait cette plaque.