

# EXAMEN MATÉRIAUX COMPOSITES

Département Matériaux, MAPI

16 décembre 2019 - Nb de pages **2** - *Documents autorisés : tous*

---

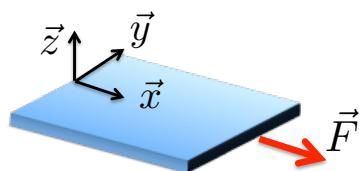
## 1 Questions de cours (5 pts)

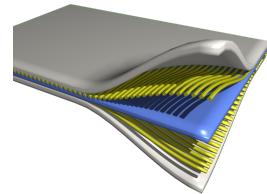
1. Elasticité linéaire - symétries élastiques : combien de constantes élastiques peut posséder au maximum un matériau ? Comment est réduit ce nombre en présence d'un plan de symétrie matérielle ? de deux plans orthogonaux de symétrie matérielle ? d'une symétrie de révolution de la microstructure ?
2. 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  $F = 180kN$  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 Chauffage d'un composite équilibré (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  $E_L = 150 \text{ GPa}$ ;  $E_T = 25 \text{ GPa}$ ;  $G_{LT} = 7 \text{ GPa}$ ;  $\nu_{LT} = 0.25$ . L'empilement des couches est le suivant  $(90^\circ, 30^\circ, -30^\circ, -30^\circ, 30^\circ, 90^\circ)$ . Le coefficient de dilatation longitudinal est  $\alpha_L = 4.10^{-5} K^{-1}$  et son coefficient de dilatation transverse  $\alpha_T = 24.10^{-5} K^{-1}$

Elle est insérée libre de contraintes internes avec une température initiale de  $20^\circ\text{C}$  dans une pièce métallique comportant deux appuis indéformables espacés de 30cm. Ce dispositif est maintenu à  $220^\circ\text{C}$ . On considère l'état stationnaire, où la plaque se met à température uniforme de  $220^\circ\text{C}$ .

- 1) Pourquoi est-il inutile de calculer les matrices  $[B]$  et  $[D]$  ?
- 2) Calculer la matrice  $[A]$  ainsi que les vecteurs dilatation thermique de chaque couche.
- 3) Calculer les efforts intégrés d'origine thermique.
- 4) En utilisant la loi de comportement intégrée thermo-mécanique, calculer l'effort intégré  $\{N\}$  subi par la plaque.
- 5) En déduire la force appliquée sur les appuis en  $A$  et  $B$ .

