

# Devoir surveillé de Composites

Option Polymères et Composites, Polytech’Nantes, 2013-2014.

Documents autorisés : 2 pages de notes manuscrites et les formulaires sur l’anisotropie.

28 novembre 2013 - Durée: 2h.

## 1 Questions de cours (8 pts)

1. Rappeler les définitions des 4 grandeurs mécaniques caractéristiques des matériaux, qui permettent de comparer leurs performances. Expliquer comment le renforcement par des fibres UD influe sur ces différentes propriétés par rapport au comportement de la matrice seule.
2. Pour un matériau isotrope transverse, combien de constantes sont nécessaires pour définir la loi de comportement en élasticité linéaire ? Donner l’expression de la loi de comportement dans les axes d’anisotropie en terme de matrice de souplesse.
3. Pour le matériau isotrope transverse évoqué ci-dessus, on réalise un essai de traction à  $45^\circ$  de la direction des fibres. Donner sans calcul la forme de la matrice de souplesse.

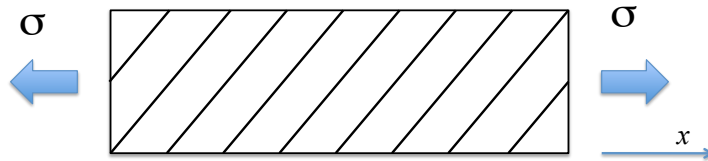


Figure 1: Traction selon  $\vec{x}$  d’un composite UD à  $45^\circ$ .

Représentez sur un schéma l’allure de la déformation de la partie de l’éprouvette représentée figure 1. Que se passe-t-il si les mors imposent un déplacement selon  $\vec{x}$  uniquement ?

4. Sous quelle condition peut-on appliquer la théorie des plaques en mécanique ? Pour le cas des composites stratifiés, rappelez les hypothèses de l’approche de Kirschhoff-Love ?

## 2 Exercice (12 pts)

Le stratifié verre/époxy représenté sur la figure 2 est constitué de 8 couches unidirectionnelles de même épaisseur  $e$  dont les caractéristiques dans les directions d'anisotropie sont :

$E_L = 55$  GPa,  $E_T = 10$  GPa,  $G_{LT} = 4$  GPa,  $\nu_{LT} = 0.35$ . On a affaire à un stratifié de type  $[0/+45/-45/90]_s$  dont les orientations sont indiquées sur la figure 2. L'épaisseur totale de la plaque est  $h = 1.6$  mm

1. Calculer les composantes de la matrice de rigidité  $\mathbf{Q}_{ref}$  dans les axes principaux d'anisotropie.
2. Calculer numériquement les matrices de rigidité de chaque couche dans le repère  $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ .
3. Justifier l'absence des couplages traction-cisaillement et traction-flexion dans ce composite.
4. Donner les valeurs des matrices de comportement du stratifié  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$  et  $\mathbf{D}$  en fonction des matrices de rigidité des différentes couches.
5. Lors de son utilisation dans une structure composite, ce matériau est soumis à une combinaison de traction et de flexion telle qu'on ait au point le plus chargé :

$${}^T\vec{N} = \langle 1118, 0, 0 \rangle \text{ N.mm}^{-1} \quad \text{et} \quad {}^T\vec{M} = \langle 0, 141, 0 \rangle \text{ N}$$

Déterminer en ce point les valeurs de déformations en membrane  $\{\hat{\varepsilon}_m\}$  et en courbure  $\{\hat{\chi}\}$ .

6. Commenter et justifier le résultat du problème en flexion.
7. Pouvez-vous situer la position la plus contrainte ?

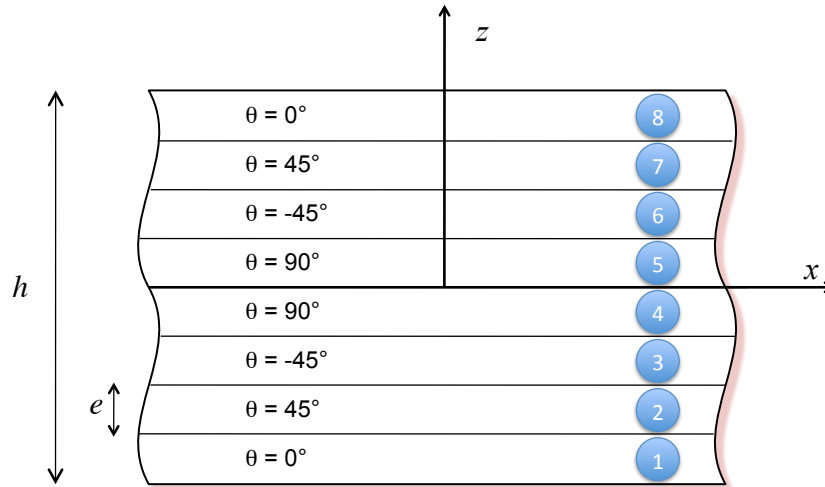


Figure 2: Composite stratifié à 8 couches.