

# Devoir surveillé de Composites

Option Polymères et Composites, Polytech’Nantes, 2011-2012

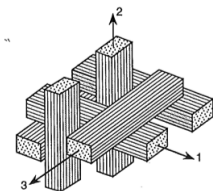
## 1 Questions de cours (12 pts)

1. Pour un composite unidirectionnel sollicité en traction dans le sens des fibres, rappelez l’effet du taux de renfort sur les propriétés suivantes : module d’Young, Allongement à rupture, limite d’élasticité conventionnelle, résistance maximale.
2. Tracez schématiquement la courbe de traction du même composite et celle de la matrice en précisant les unités et les points caractéristiques.
3. Pour un même taux de fibres et une matrice identique, la résistance d’un composite à fibres courtes alignées est toujours plus faible que celle de l’unidirectionnel à fibres continues. Justifiez pourquoi.
4. Dans le cadre de l’élasticité linéaire, donnez dans le tableau suivant le nombre de coefficients nécessaires pour décrire la loi de comportement.

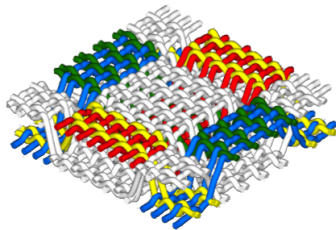
Type d’anisotropie	monoclinique	triclinique	orthotrope	isotrope	isotrope transverse
Nombre de coefficients					

5. Pour chacun des matériaux dont la microstructure est représentée sur les figures suivantes, proposez un type de symétrie élastique.

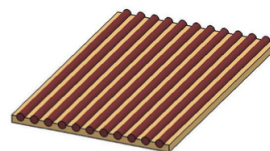
(a)



(b)



(c)



(d)



## 2 Exercice (8 pts)

Comme l'illustre la figure 1, on s'intéresse au cas de composites stratifiés minces faits d'une alternance de couches unidirectionnelles orientées à  $\pm\theta$ . Le stratifié ainsi formé est fait est supposé fait de  $n$  couches alternées d'épaisseur et de propriétés identiques, qui conduisent à une épaisseur totale  $e$ . On distingue deux cas : si  $n$  est impair l'empilement est symétrique, si  $n$  est pair, il est dit antisymétrique.

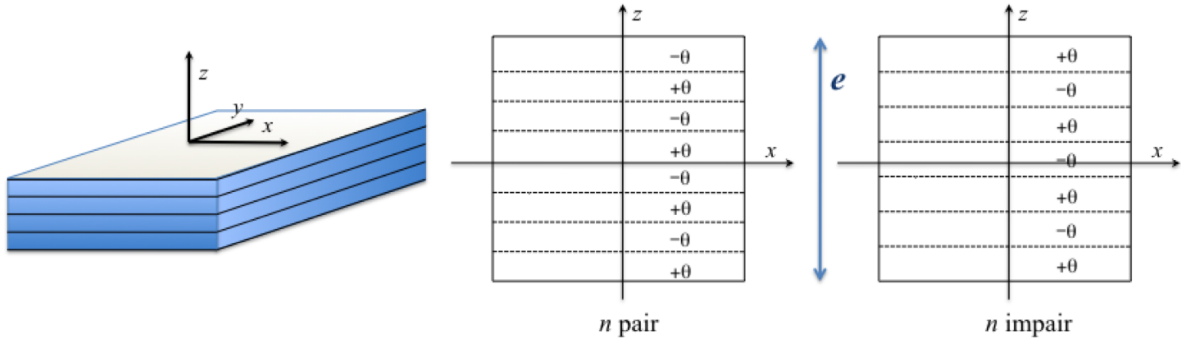


Figure 1: Composite stratifié alterné, cas d'empilements pairs et impairs.

Dans le repère propre  $(\vec{N}_1, \vec{N}_2, \vec{N}_3)$  de chaque couche, la matrice de rigidité réduite (en contraintes planes) s'écrit :

$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} Q_{11} & Q_{12} & 0 \\ Q_{12} & Q_{22} & 0 \\ 0 & 0 & Q_{66} \end{bmatrix}$$

1. Pour une couche à  $+\theta$ , donner l'expression de la matrice de rigidité, notée  $\mathbf{Q}^\theta$ , dans la base  $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  (vous pouvez utiliser les formulaires donné en cours).
2. Même question pour les couches à  $-\theta$ .
3. Donner les relations entre les coefficients  $Q_{ij}^\theta$  et  $Q_{ij}^{-\theta}$ .
4. Pour le cas antisymétrique, exprimer en fonction des  $Q_{ij}^\theta$ ,  $e$  et  $n$  les coefficients  $A_{ij}$ ,  $B_{ij}$  et  $D_{ij}$  de la matrice du comportement intégré de la plaque (dans les hypothèses de Kirschhoff-Love).
5. Même question pour le cas symétrique.
6. Pour un stratifié alterné pair de ce type, que se passe-t-il si on effectue une traction simple selon  $\vec{x}$ . Réponse simple souhaitée, bonus si démonstration convaincante).