

EXAMEN DE MÉCANIQUE DES COMPOSITES

Département Thermique-Energétique-Mécanique, option CTMF

7 décembre 2022 - Nb of pages **2** - *Tous documents autorisés* - durée : 1h30

1 Questions courtes (8 pts)

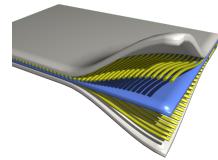
1. Soit un composite unidirectionnel composé de 55% de fibres de carbone de module d'élasticité $E_f=350$ GPa et d'une matrice en PEEK de module d'élasticité $E_m=5$ GPa. En utilisant les lois de mélange basiques, donnez les estimations du module longitudinal (E_L) et du module transverse (E_T) du composite. Rappelez les hypothèses qui permettent d'établir la loi des mélanges utilisée pour le sens longitudinal. /3
2. Rappeler les hypothèses cinématique de Kircchoff-Love. /1
3. Quels sont les constantes d'élasticité pour un matériau orthotrope ? /1
4. Quelle est la conséquence d'un empilement de couches UD non symétrique ? /1
5. Expliquer pourquoi une plaque stratifiée dont le comportement en membrane serait isotrope (même module de traction dans les deux directions planes) ne l'est pas nécessairement en flexion ? /1
6. Quel est le critère de dimensionnement le plus courant pour les plaques composites stratifiées ? Pourquoi doit-on adopter une telle forme ? /1

2 Etat de contraintes (6 pts)

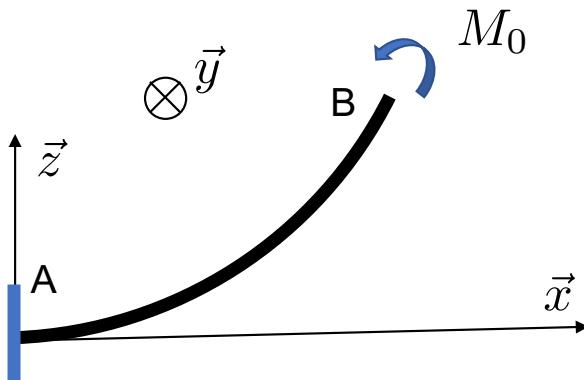
On considère une pièce composite faite de 12 couches UD d'épaisseur $e=0.25\text{mm}$ avec l'empilement suivant $[45, -45, 45, -45, 45, -45]_s$ (s veut dire qu'il est symétrisé). On mesure à un endroit de la pièce, à l'aide de jauge de déformation, l'état de déformation suivant :

$$\varepsilon_{xx} = 0.5\%, \varepsilon_{yy} = -0.1\% \text{ et } \varepsilon_{xy} = 0\%, \text{ avec des courbures nulles.}$$

Sachant qu'une couche est caractérisée par les propriétés suivantes : $E_L = 100$ GPa ; $E_T = 20$ GPa ; $\nu_{LT}=0.2$; $G_{LT}=12$ GPa,
calculer l'état de contraintes dans chaque couche.



3 Flexion pure (8 pts)



On considère une plaque stratifiée (figure ci-après) de longueur $L = 40\text{cm}$ et de largeur $b=2\text{cm}$, constituée de couches d'UD d'épaisseur $e = 0.25\text{mm}$, et dont les propriétés mécaniques sont $E_L = 170 \text{ GPa}$; $E_T = 25 \text{ GPa}$; $G_{LT} = 10 \text{ GPa}$; $\nu_{LT} = 0.25$. L'empilement des couches est le suivant $[0^\circ, 90^\circ, 0^\circ, 90^\circ, 90^\circ, 0^\circ, 90^\circ, 0^\circ]$.

Elle est encastrée en A , et soumise en B à un moment M_0 de 10 N.m qui la met dans un état de flexion pure (effort tranchant nul et moment constant).

1. Calculer les matrices de comportement de chaque couche à 0 et 90° . /2
2. Calculer les expressions littérales puis les valeurs des matrices de comportement intégré utiles à ce calcul. /3
3. Déterminez les efforts intégrés appliqués en B . /1
4. Calculer numériquement les déformations $\{\varepsilon_m\}$ and $\{\gamma\}$ /1
5. En déduire le déplacement vertical du point B . /1