

EPFL-MSE 340 Composites Polymères
Exercices de mécanique des composites
P.-E. Bourban 2022

6. Une plaque composite unidirectionnelle (2m de longueur, 1m de large et 1 cm d'épaisseur) est sollicitée dans la direction transversale aux fibres par une force de 10^6 N appliquée sur la section largeur * épaisseur. Les modules du composite sont $E_1=100$ GPa, $E_2=10$ GPa, $G_{12}=5$ GPa et son coefficient de Poisson ν_{12} est de 0.2. Calculez les allongements de la plaque dans les deux directions. Calculez ensuite la force supplémentaire à appliquer dans la direction des fibres pour que la déformation de la plaque dans cette direction soit nulle.

7. Comparez les coefficients A_{ij} de deux stratifiés, l'un constitué de 2 plis 0/90 et l'autre de 4 plis de 0/90/0/90. Les deux composites ont la même épaisseur de 1 mm et sont constitués de plis possédant les propriétés suivantes $E_1=40$ GPa, $E_2=12$ GPa, $\nu_{12}=0.3$, $\nu_{21}=0.09$, $G_{12}=4$ GPa). Comparez et calculez également les coefficients B_{ij} et D_{ij} . Discutez les résultats.

8. Un tuyau sous pression (10 bars) est fabriqué en composite époxyde/fibres de verre. Le tube à paroi mince d'épaisseur h et de rayon 10cm est bridé à une extrémité et libre à l'autre extrémité qui est entourée d'un joint d'étanchéité. La fraction volumique de fibres est de 60 %, toutes les fibres sont placées par enroulement filamentaire avec des angles de + et - 45°. Le composite est équilibré (balancé) et symétrique. Un coefficient de sécurité de 8 est imposé pour tenir compte du vieillissement du matériau notamment. Déterminez les lois de comportement mécanique et les déformations effectives dans les directions longitudinale x et radiale y , ainsi que dans la direction perpendiculaire aux fibres à + 45. Cette dernière étant celle subie par la matrice ne devrait pas dépasser 0.1 % pour éviter sa fissuration et le perlage du liquide à travers l'épaisseur du tube.
Démarche et propriétés du composite :
 - a) détermination des modules longitudinaux, transversaux, de cisaillement et le coefficients de Poisson des UD équivalents (littérature, tests, lois des mélanges..)
 - b) calcul des coefficients Q_{ij} pour les plis +45 et -45.
 - c) calcul des coefficients A_{ij} du composite
 - d) détermination des modules apparents (effectifs) du composite considéré.
Ils valent $E_x= 14130$ MPa = E_y , $G_{xy}=12760$ MPa, $\nu_{xy}=0.57=\nu_{yx}$.
 - e) la résistance à la rupture du composite considéré peut être calculée de façon similaire. Elle est de 94 MPaCalculs :
 - f) Avec les valeurs précédentes calculez l'épaisseur minimale h du composite qui doit supporter la pression de 10 bars.
 - g) Exprimez également la loi de comportement pour le cas étudié
 - h) Utilisez-la pour déterminer les déformations longitudinale et transversale
 - i) Vérifiez que les déformations de la matrice perpendiculairement aux fibres à +45 ne dépassent pas la déformation de perlage de 0.1 %