

5. APPLICATIONS SUR LES STRATIFIES

Nous allons voir qu'à partir d'une même configuration donnée, nous pouvons obtenir des stratifiés dont les comportements mécaniques diffèrent selon le type de renfort choisi. Nous utiliserons pour cela les mêmes monocouches déjà présentées.

Pour les stratifiés composés de monocouches à renfort unidirectionnel, nous vérifierons la validité des formules de PUCK en traçant l'évolution de la valeur du critère en fonction de la fraction volumique des fibres V_f que nous optimiserons par la suite. Par conséquent, on prendra les limites maximales en valeur absolue des données de base dans le repère d'orthotropie, soient :

$$X_c = -700 \text{ MPa}, X_t = 1100 \text{ MPa}, Y_c = -140 \text{ MPa}, Y_t = 40 \text{ MPa}, T = 65 \text{ MPa}$$

En supposant que pour une résine en polyester renforcée par de fibres de verre, la fraction volumique des fibres est comprise entre 0.1 et 0.4, nous prendrons $V_f = 0,3$.

Pour les monocouches à renfort par tissu équilibré, on aura les mêmes données utilisées précédemment.

Pour pouvoir comparer les contraintes moyennes admissibles avec les efforts généralisés, on prendra des monocouches de même épaisseur, on choisira $e_i = 1 \text{ mm}$.

Pour une résine en polyester renforcée par des fibres de verre, les données de chaque composante sont les suivantes :

$$E_f = 71\,500 \text{ MPa}$$

$$\nu_f = 0,25$$

$$V_f = 0,345$$

$$2000 \text{ MPa} \leq E_m \leq 4000 \text{ MPa} ; \text{ on prendra } E_m = 2900 \text{ MPa}$$

$$\nu_m = 0,4$$

5.1. Stratifié (90/0/0/90) – renfort unidirectionnel

Il s'agit d'une configuration orthogonale symétrique par rapport à son plan moyen géométrique, on a alors un modèle sans couplage membrane-flexion. Dans cet exemple on a quatre couches 1,2,3,4 à renfort unidirectionnel dont les fibres sont orientées respectivement par rapport au repère global par les angles $\theta_1 = 0^\circ, \theta_2 = 90^\circ, \theta_3 = 90^\circ, \theta_4 = 0^\circ$.

Nous adoptons la notation suivante : Stratifié ($\theta_1/\theta_2/.../\theta_i$), pour désigner un stratifié donné.

5.1.1. Contraintes moyennes admissibles en membrane

Avec quelques valeurs de α , regroupons sous forme de tableau les résultats obtenus à partir de la relation (83)

	0 °	15 °	30 °	45 °
σ_{m1c} [MPa]				
σ_{m1t} [MPa]				
σ_{m2c} [MPa]				
σ_{m2t} [MPa]				
σ_{m6+} [MPa]				
σ_{m6-} [MPa]				
σ_{mb+} [MPa]				
σ_{mb-} [MPa]				

Tableau 10 : Contraintes moyennes admissibles $[\sigma_m]_{ad}$ – stratifié à renfort unidirectionnel

Commentaires

5.1.2. Constantes pratiques apparentes

A partir des relations (75) et (85), regroupons dans le tableau ci-dessous les diverses caractéristiques apparentes du stratifié étudié, pour des modèles en membrane et en flexion

	0 °	15 °	30 °	45 °
E _{1m} [MPa]				
E _{2m} [MPa]				
G _{12m} [MPa]				
V _{12m}				
V _{16m}				
V _{26m}				
E _{1f} [MPa]				
E _{2f} [MPa]				
G _{12f} [MPa]				
V _{12f}				
V _{16f}				
V _{26f}				

Tableau 11 : Constantes pratiques apparentes – stratifié à renfort par tissu équilibré

Commentaires

Rigidité en membrane :

Rigidité en flexion :

5.2. Stratifié (45/90/90/45) – renfort par tissu équilibré

Avec la même configuration que précédemment, on prendra des monocouches renforcées par un tissu équilibré obtenu par croisement des fibres à 90°. Les couches sont alors empilées de la même façon.

5.2.3. Contraintes moyennes admissibles en membrane

Avec quelques valeurs de α , regroupons sous forme de tableau les résultats obtenus à partir de la relation (83)

	0 °	15 °	30 °	45 °
σ_{m1c}				
σ_{m1t}				
σ_{m2c}				
σ_{m2t}				
σ_{m6+}				
σ_{m6-}				
σ_{mb+}				
σ_{mb-}				

Tableau 14 : Contraintes moyennes admissibles $[\sigma_m]_{ad}$ – stratifié à renfort par tissu équilibré

Commentaires :

5.2.4. Constantes pratiques apparentes

A partir des relations (75) et (85), regroupons dans le tableau ci-dessous les diverses caractéristiques apparentes du stratifié étudié, pour des modèles en membrane et en flexion

	0 °	15 °	30 °	45 °
E_{1m} [MPa]				
E_{2m} [MPa]				
G_{12m} [MPa]				
V_{12m}				
V_{16m}				
V_{26m}				
E_{1f} [MPa]				
E_{2f} [MPa]				
G_{12f} [MPa]				
V_{12f}				
V_{16f}				
V_{26f}				

Tableau 15 : Constantes pratiques apparentes – stratifié à renfort par tissu équilibré

Commentaires

Rigidité en membrane :

Rigidité en flexion :