

Manuel de Validation**Fascicule V3.03 : Statique linéaire des plaques et coques****Document : V3.03.121**

SSLS121 - Plaque stratifiée soumise à des chargements élémentaires

Résumé :

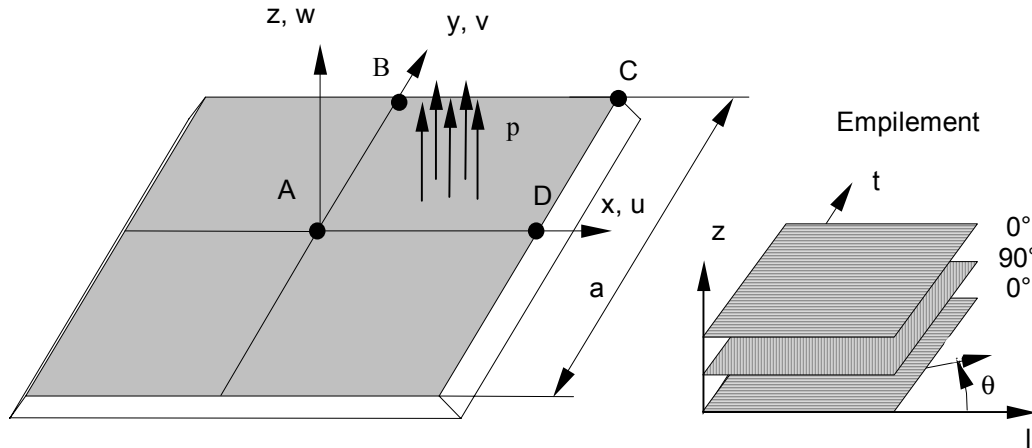
Ce test représente le calcul quasi-statique d'une plaque stratifiée, composée de 3 couches de matériau orthotrope, soumise à 4 chargements élémentaires.

La plaque est modélisée en éléments finis DST (mailles QUAD4), elle est située dans un plan XZ et inclinée de 48,5 degrés par rapport à X (pour vérifier les changements de repère).

Dans ce test, les contraintes planes et les contraintes de cisaillement transverse, sont comparées à une solution de référence analytique.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Largeur $a=100\text{mm}$, épaisseur $h=1\text{mm}$.

1.2 Propriétés du matériau

Les propriétés du matériau constituant chacune des trois couches de la plaque sont les suivantes:

Matériau orthotrope :

$$\begin{aligned} E_l &= 25 \text{ MPa} & E_t &= 1 \text{ MPa} \\ G_{lt} &= G_{tz} = 0.5 \text{ MPa} & G_{tz} &= 0.2 \text{ MPa} \\ \nu_{lt} &= 0.25 \end{aligned}$$

Empilement :

- orientation : [0 / 90 / 0]
- épaisseur : [h/4 / h/2 / h/4]

1.3 Conditions aux limites et chargements

Les chargements sont appliqués de façon à obtenir des états de contraintes uniformes dans la plaque :

- Cas de charge 1 : $M_{xx}=1$ dans la plaque
 - Encastrement sur AD
 - Moment réparti sur BC : $M_X=1$
- Cas de charge 2 : $M_{yy}=1$ dans la plaque
 - Encastrement sur AB
 - Moment réparti sur CD : $M_Y=1$
- Cas de charge 3 : $Q_X=1$ dans la plaque
 - Encastrement sur AD
 - Effort réparti sur BC : $F_Z=1$
- Cas de charge 4 : $Q_Y=1$ dans la plaque
 - Encastrement sur AB
 - Effort réparti sur CD : $F_Z=1$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Solution analytique [bib1].

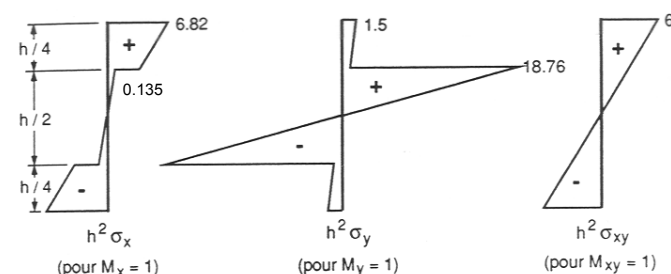
2.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont les suivants :

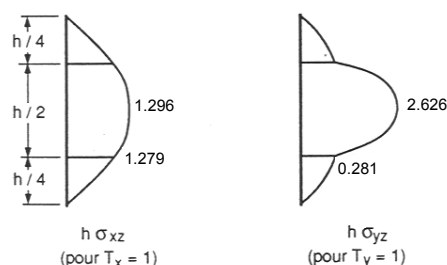
Cas de charge	Contraintes	Valeur (Mpa)	Commentaires
Mxx=1	SIXX (z=-h/2) Couche 1	-6.82	Contrainte σ_{xx} sur la peau inférieure de la couche 1
	SIXX (z=-h/4) couche 2	-0.135	Contrainte σ_{xx} sur la peau inférieure de la couche 2
Myy=1	SIYY (z=-h/2) Couche 1	-1.5	Contrainte σ_{yy} sur la peau inférieure de la couche 1
	SIYY (z=-h/4) couche 2	-18.76	Contrainte σ_{yy} sur la peau inférieure de la couche 2
QX=1	SIXZ (z=-h/4) Couche 2	1.279	Contrainte τ_{xz} sur la peau inférieure de la couche 2
	SIXZ (z=0) Couche 2	1.296	Contrainte τ_{xz} sur la peau moyenne de la couche 2
QY=1	SIYZ (z=-h/4) Couche 2	0.28125	Contrainte τ_{yz} sur la peau inférieure de la couche 2
	SIYZ (z=0) Couche 2	2.62625	Contrainte τ_{yz} sur la peau moyenne de la couche 2

L'allure de la répartition des contraintes dans l'épaisseur de la plaque est la suivante :

1) Contraintes planes:



2) Contraintes de CT:



2.3 Incertitudes sur la solution

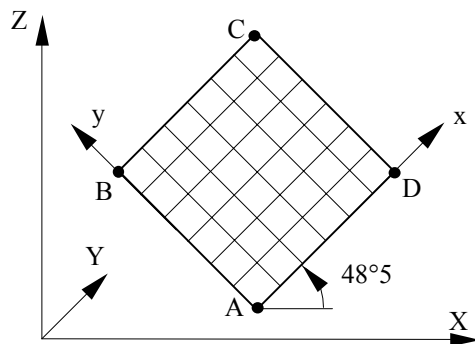
Nulle (solution analytique).

2.4 Références bibliographiques

- [1] Dhett-Batoz « Modélisation des structures par éléments finis, Volume 2 » Pages 246-250
Edition Hermes.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



Modélisation DST (QUAD4)

- La plaque est située dans le plan $Y = 0.5$
- Point A (0.4 ; 0.5 ; 0.25)

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 49

Nombre de mailles et type : 36 QUAD4

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot-clé facteur	Mot-clé
AFFE_MODELE	AFFE	'DST'
DEFI_MATERIAU	ELAS_ORTH	
DEFI_COQU_MULT	COUCHE	EPAIS MATER ORIENTATION
AFFE_CARA_ELEM	COQUE	EPAIS ANGL_REP
AFFE_CHAR_MECA	FORCE_CONTOUR	PRES
CALC_CHAM_ELEM	NUME_COUCHE	
	NIVE_COUCHE	'SUP' 'MOY'
	OPTION	'SIGM_ELNO_DEPL'

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Cas de charge	Identification	Référence	Aster	Différence (%)
Mxx=1	SIXX (z=-h/2) couche 1	-6.82	-6.818	0.03
	SIXX (z=-h/4) couche 2	-0.135	-0.13636	1
Myy=1	SIYY (z=-h/2) Couche 1	-1.5	-1.5	0
	SIYY (z=-h/4) couche 2	-18.76	-18.75	0.05
QX=1	SIXZ (z=-h/4) Couche 2	1.279	1.278	0.05
	SIXZ (z=0) Couche 2	1.296	1.295	0.09
QY=1	SIYZ (z=-h/4) Couche 2	0.28125	0.2812	0.09
	SIYZ (z=0) Couche 2	2.62625	2.625	0.04

5 Synthèse des résultats

La très bonne concordance des résultats avec la solution analytique valide le calcul des contraintes pour une plaque composite dans un repère quelconque, à différents niveaux de l'épaisseur.