

Manuel de Validation
Fascicule V3.03 : Statique linéaire des plaques et coques
Document : V3.03.504

SSLS504 - Plaque carrée composite constituée de 3 couches, soumise à un chargement doublement sinusoïdale

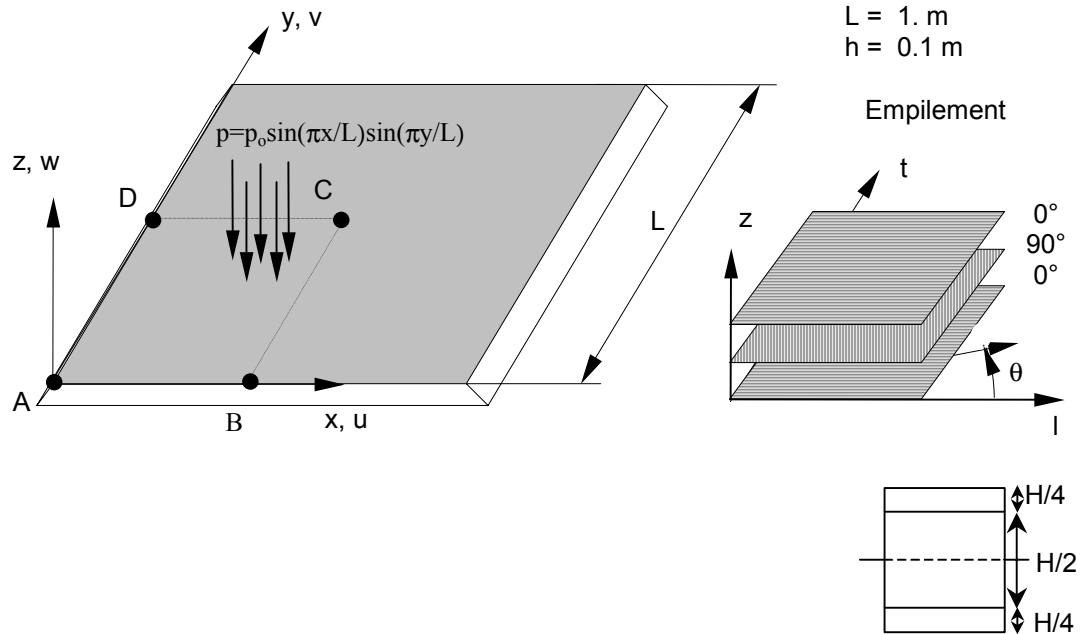
Résumé :

Ce test représente le calcul quasi-statique d'une plaque carrée composite constituée de 3 couches, simplement supportée, soumise à un chargement doublement sinusoïdal. Ce cas-test permet de valider la modélisation éléments finis DST avec les mailles TRIA3 et QUAD4, avec un matériau composite multi-couches.

Les déplacements et les contraintes obtenus sont comparés à une solution de référence numérique.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Les 3 couches ont pour épaisseur relative : $H/4$, $H/2$, $H/4$

1.2 Propriétés du matériau

Les axes d'orthotropie correspondent aux directions curvilignes x et y .

$$\begin{aligned} E_l &= 25. & E_t &= 1. \quad (l \Leftrightarrow x ; t \Leftrightarrow y) \\ G_{lt} &= G_{tz} = 0.5 & G_{tz} &= 0.2 \\ \nu_{lt} &= 0.25 \end{aligned}$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- CL : le déplacement perpendiculaire à la plaque, sur son contour est nul.
- Chargement : $p = p_0 \sin(\pi x/L) \sin(\pi y/L)$ avec $p_0 = 0.01$

1.4 Conditions initiales

Sans objet

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est une solution numérique [bib3].

2.2 Résultats de référence

Les résultats de référence numériques sont les suivants :

Grandeur	DST* (TRIA3)	DST* (QUAD4)
• Déplacement w au point C (L/2,L/2,0)	-0.07323	-0.07417
• Contrainte σ_{xx} au point C (L/2,L/2,h/2) (couche 3)	-0.478	-0.482
• Contrainte σ_{yy} au point C (L/2,L/2,h/4) (couche 2)	-0.339	-0.4
• Contrainte τ_{xz} au point D (0,L/2,0) (couche 2)	-0.0203	-0.0305
• Contrainte τ_{yz} au point B (L/2,0,0) (couche 2)	-0.0406	-0.0204

* les solutions de référence ont été obtenues avec un maillage 6x6 [bib3].

2.3 Incertitudes sur la solution

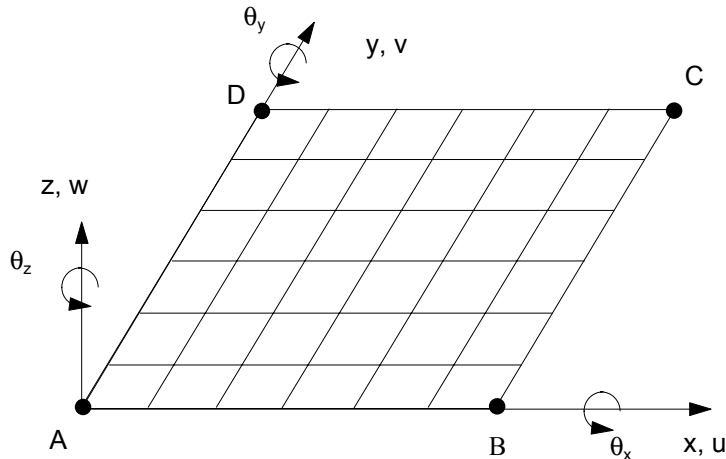
< 2%

2.4 Références bibliographiques

- [1] BATOZ J.L., DHATT G. : Modélisation des structures par éléments finis , Vol 2, Poutres et Plaques, HERMES.
- [2] PAGANO N.J., Hatfield J.J. : "Elastic behaviour of multilayered bidirectional composites", AIAA J., Vol 10, N°7, p. 931-933, 1972..
- [3] LARDEUR P. : Développement et évaluation de deux nouveaux éléments finis de plaques et de coques composites avec influence du cisaillement transversal, Thèse de Doctorat Ingénieur, Université de Technologie de Compiègne, 1990.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



Modélisation DST (QUAD4)

- Conditions aux limites :
 - . Coté AB : $w = \theta_y = 0$
 - . Coté AD : $w = \theta_x = 0$
- Conditions de symétrie :
 - . Coté BC : $u = \theta_y = 0$
 - . Coté CD : $v = \theta_x = 0$

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_F	FORCE_COQUE	PRES
CALC_CHAM_ELEM	NUME_COUCHE NIVE_COUCHE OPTION	'SUP' 'MOY' 'SIGM_ELNO_DEPL'

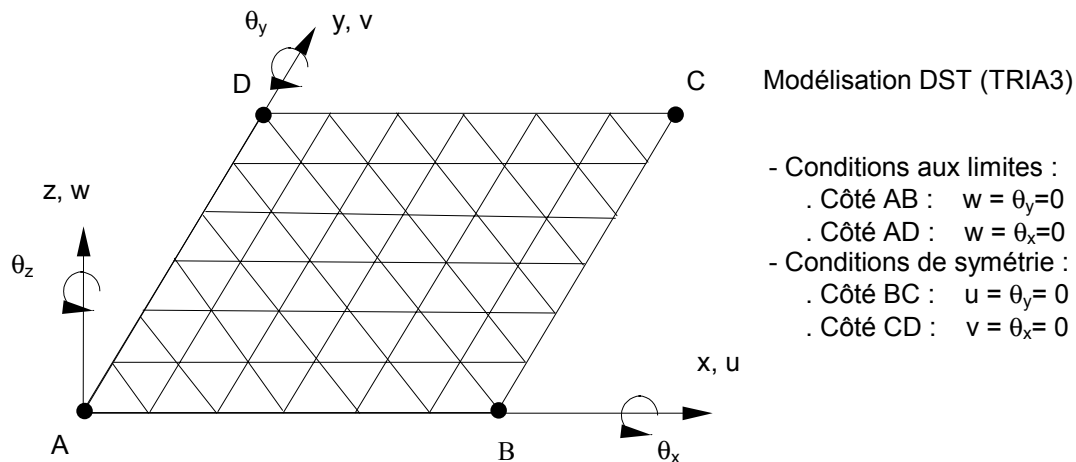
4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	Différence (%)
Déplacement w au point C ($L/2, L/2, 0$)	-0.07417	-0.07444	0.37
Contrainte σ_{xx} au point C ($L/2, L/2, h/2$)	-0.482	-0.474	-1.7
Contrainte σ_{yy} au point C ($L/2, L/2, h/4$)	-0.400	-0.412	3
Contrainte τ_{xz} au point D ($0, L/2, 0$)	-0.0305	-0.03	-1.7
Contrainte τ_{yz} au point B ($L/2, 0, 0$)	-0.0204	-0.021	2.8

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation



5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 49

Nombre de mailles et type : 72 TRIA3

5.3 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_F	FORCE_COQUE	PRES
CALC_CHAM_ELEM	NUME_COUCHE NIVE_COUCHE OPTION	'SUP' 'MOY' 'SIGM_ELNO_DEPL'

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	Différence (%)
Déplacement w au point C ($L/2, L/2, 0$)	-0.07323	-0.07112	-2.9
Contrainte σ_{xx} au point C ($L/2, L/2, h/2$)	-0.478	-0.4621	-3.3
Contrainte σ_{yy} au point C ($L/2, L/2, h/4$)	-0.339	-0.3413	0.7
Contrainte τ_{xz} au point D ($0, L/2, 0$)	-0.0203	-0.0217	7.3
Contrainte τ_{yz} au point B ($L/2, 0, 0$)	-0.0406	-0.0435	7.3

7 Synthèse des résultats

- **Déplacements** : le résultat obtenu avec les mailles QUAD4 est satisfaisant (écart de 0.4%). On observe un écart plus important (3%) pour les mailles TRIA3.
- **Contraintes** : le résultat obtenu avec les mailles QUAD4 est satisfaisant (écart maximum de 3%). On observe un écart plus important (7%) pour les mailles TRIA3.

Ce test permet donc de valider le calcul des plaques composites sous chargement fonction de la géométrie, aussi bien en terme de déplacements que de contraintes.