

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

---

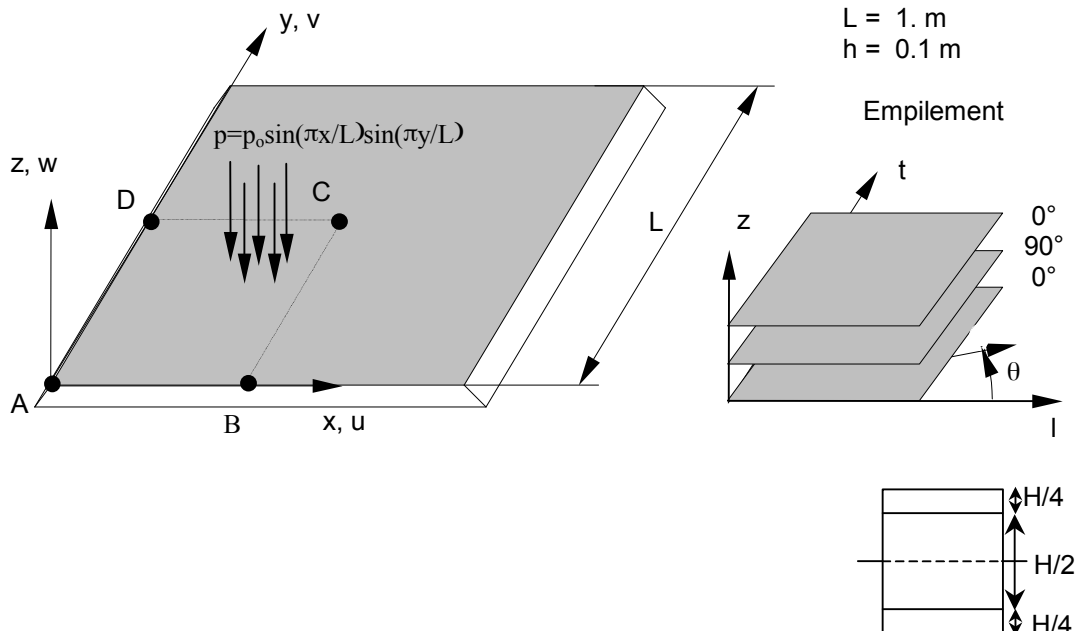
### Résumé :

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  $y$ .

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

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

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

### 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 [3].

### 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 $\sigma_{xx}$	au point $C$	$(L/2, L/2, h/2)$ (couche 3)	-0.478	-0.482
•	Contrainte $\sigma_{yy}$	au point $C$	$(L/2, L/2, h/4)$ (couche 2)	-0.339	-0.4
•	Contrainte $\tau_{xz}$	au point $D$	$(0, L/2, 0)$ (couche 2)	-0.0203	-0.0305
•	Contrainte $\tau_{yz}$	au point $B$	$(L/2, 0, 0)$ (couche 2)	-0.0406	-0.0204

\* les solutions de référence ont été obtenues avec un maillage  $6 \times 6$  [3].

### 2.3 Incertitudes sur la solution

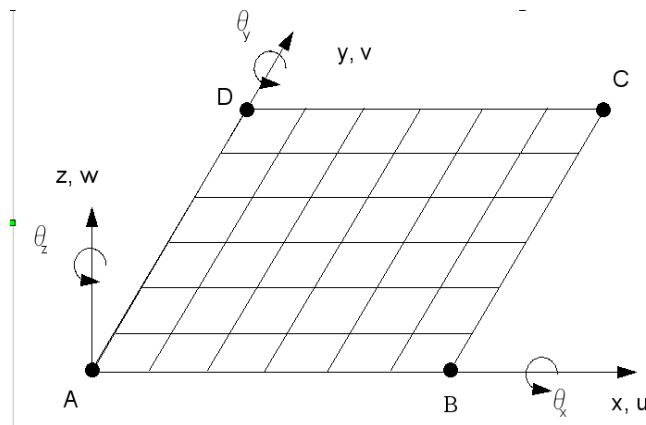
Inférieure à 2%

### 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 :

Côté  $AB$  :  $w = \theta_y = 0$

Côté  $AD$  :  $w = \theta_x = 0$

Conditions de symétrie :

Côté  $BC$  :  $u = \theta_y = 0$

Côté  $CD$  :  $v = \theta_x = 0$

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 49

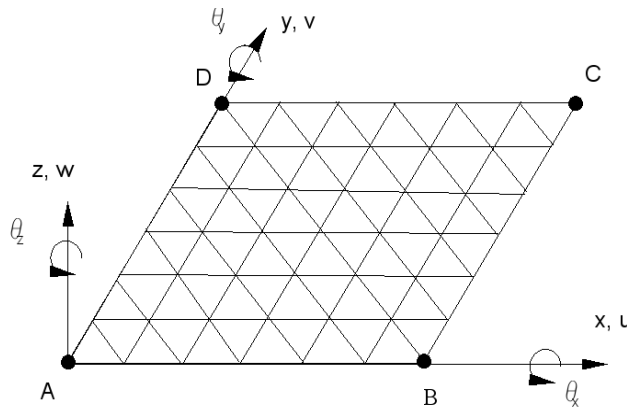
Nombre de mailles et type : 36 QUAD4

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification		Type de Référence	Valeur de Référence	Tolérance
Déplacement	$w$ au point $C$ $(L/2, L/2, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.07417	0.4%
Contrainte	$\sigma_{xx}$ au point $C$ $(L/2, L/2, h/2)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.482	2%
Contrainte	$\sigma_{yy}$ au point $C$ $(L/2, L/2, h/4)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.400	4%
Contrainte	$\tau_{xz}$ au point $D$ $(0, L/2, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.0305	2%
Contrainte	$\tau_{yz}$ au point $B$ $(L/2, 0, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.0204	3%

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation



Modélisation DST (TRIA3)

Conditions aux limites :

Côté  $AB$  :  $w = \theta_y = 0$

Côté  $AD$  :  $w = \theta_x = 0$

Conditions de symétrie :

Côté  $BC$  :  $u = \theta_y = 0$

Côté  $CD$  :  $v = \theta_x = 0$

### 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 49

Nombre de mailles et type : 72 TRIA3

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

	Identification	Type de Référence	Valeur de Référence	Tolérance
Déplacement $w$	au point $C$ $(L/2, L/2, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.07323	3%
Contrainte $\sigma_{xx}$	au point $C$ $(L/2, L/2, h/2)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.478	4%
Contrainte $\sigma_{yy}$	au point $C$ $(L/2, L/2, h/4)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.339	6.5%
Contrainte $\tau_{xz}$	au point $D$ $(0, L/2, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.0203	12%
Contrainte $\tau_{yz}$	au point $B$ $(L/2, 0, 0)$	'SOURCE_EXTERNE'	-0.0406	12%

## 5 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.