

## SSLS121 - Plaque stratifiée soumise à des chargements élémentaires

---

### Résumé :

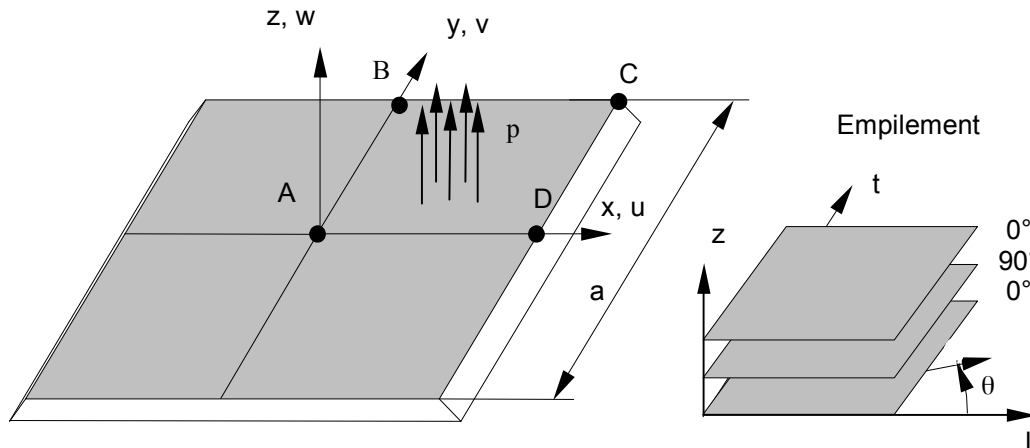
Ce test représente le calcul quasi-statique d'une plaque stratifiée, composée de 3 couches de matériau orthotrope, soumise à 4 chargements élémentaires.

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 :

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

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

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Solution analytique [bib1].

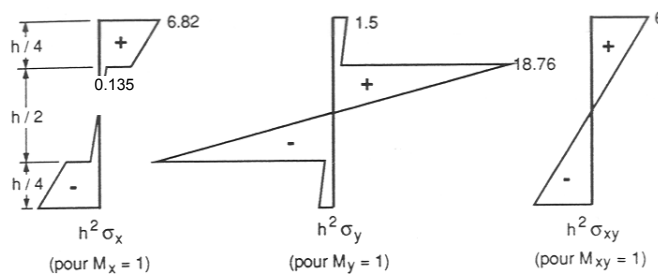
### 2.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont les suivants :

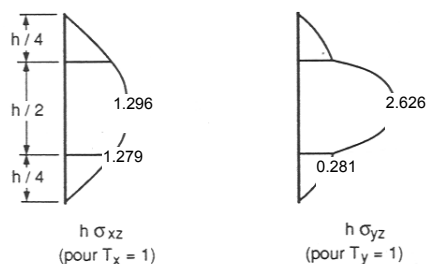
Cas de charge	Contraintes	Valeur (Mpa)	Commentaires
$M_{xx} = 1$	$SIXX(z = -h/2)$ Couche 1	-6.82	Contrainte $\sigma_{xx}$ sur la peau inférieure de la couche 1
	$SIXX(z = -h/4)$ couche 2	-0.135	Contrainte $\sigma_{xx}$ sur la peau inférieure de la couche 2
$M_{yy} = 1$	$SIYY(z = -h/2)$ Couche 1	-1.5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

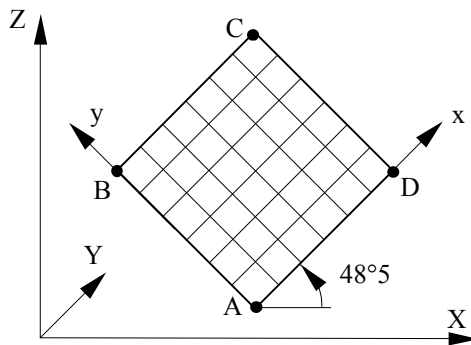
Nulle (solution analytique).

## 2.4 Références bibliographiques

- 1) Dhatt-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 Valeurs testées

Cas de charge	Identification	Référence
$M_{xx} = 1$	$SIXX (z = -h/2)$	-6.82
	couche 1 $SIXX (z = -h/4)$	-0.135
$M_{yy} = 1$	couche 2 $SIYY (z = -h/2)$	-1.5
	Couche 1 $SIYY (z = -h/4)$	-18.76
$QX = 1$	couche 2 $SIXZ (z = -h/4)$	1.279
	$SIXZ (z = 0)$ Couche 2	1.296
$QY = 1$	$SIYZ (z = -h/4)$	0.28125
	Couche 2 $SIYZ (z = 0)$ Couche 2	2.62625

## 4 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.