

**Manuel de Validation****Fascicule V3.03 : Statique linéaire des coques et des plaques****Document : V3.03.110**

---

**SSLS110 - Stabilité d'une plaque carrée comprimée**

---

**Résumé :**

Une plaque carrée élastique linéaire isotrope homogène simplement appuyée sur ses quatre côtés est soumise à une force linéique de compression agissant sur deux de ses côtés.

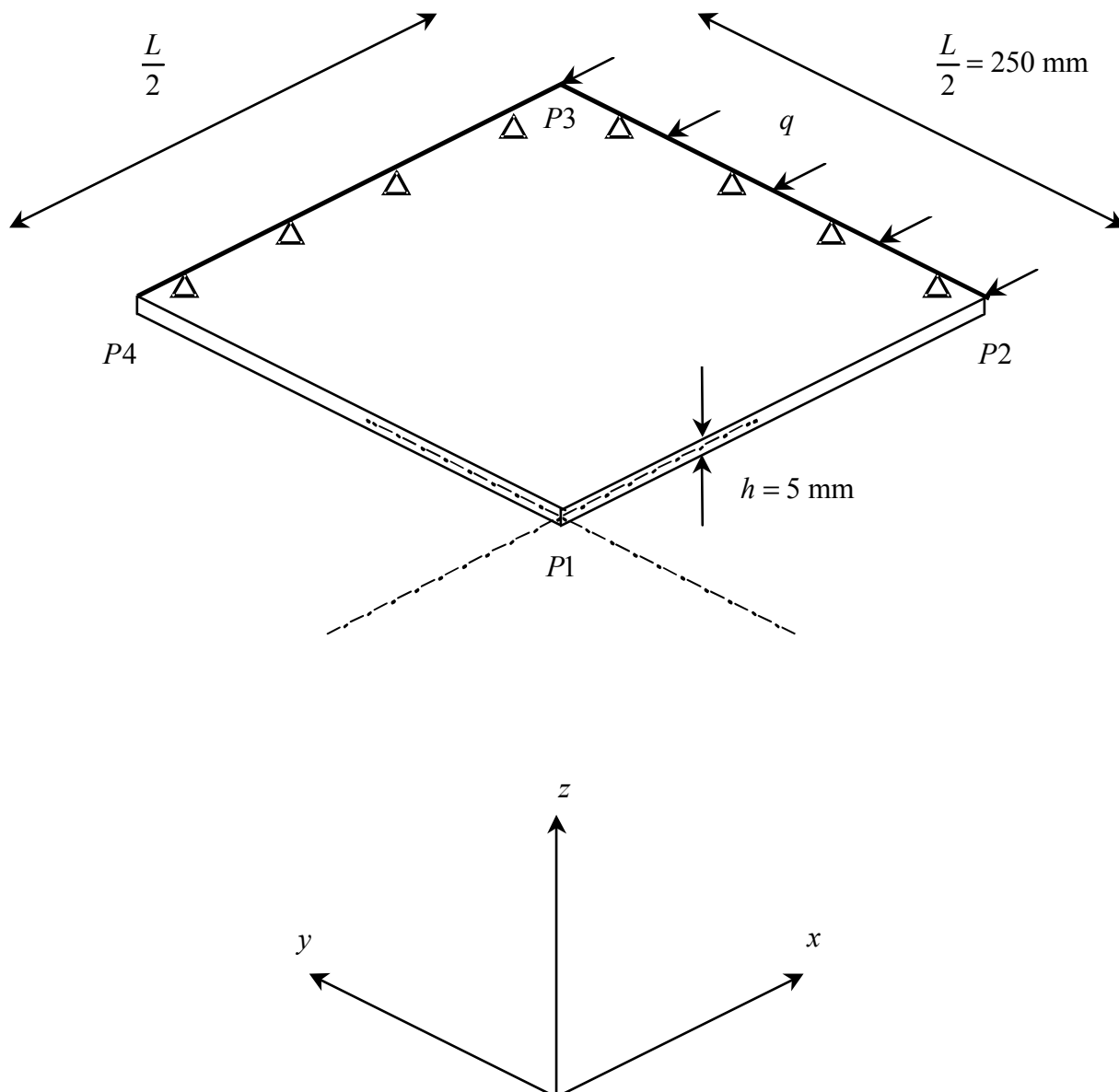
On calcule les charges critiques conduisant au flambement élastique de la plaque. La matrice de rigidité géométrique utilisée dans la résolution du problème aux valeurs propres est celle qui est due aux contraintes initiales.

- mécanique élastique linéaire,
- flambement d'une coque,
- intérêt du test : calcul de la matrice de rigidité géométrique des éléments COQUE\_3D,
- 2 modélisations.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

En raison de la symétrie géométrique et physique du problème, seul le quart de la plaque est modélisé. En prenant compte les conditions de symétrie, on ne peut capter que les seuls modes de flambement symétriques.



### 1.2 Propriétés de matériaux

$E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ Mpa.}$

$\nu = 0.3$

Le coefficient de cisaillement transverse pour la plaque vaut  $A_{\text{CIS}} = 5/6$ .

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

C.L. : P2P3 : DZ = 0.  
P3P4 : DZ = 0.  
Symétrie P1P2 : DY = 0. DRX=0. DRZ=0.  
P4P1 : DX=0. DRY=0. DRZ=0.

Chargement :

Force linéique de compression  $q$  sur P2P3

### 1.4 Remarques

Il n'est pas possible de résoudre le problème de déformation de compression sans introduire les conditions de symétrie. En effet, imposer des conditions aux limites de symétrie pour un quart de plaque revient à éliminer les modes de corps rigide pour la plaque complète.

## 2 Solution de référence

### 2.1 Solution de référence

La solution analytique obtenue avec une théorie de plaque mince en élasticité linéaire homogène isotrope [bib1] sans prise en compte de l'énergie de cisaillement transverse détermine la  $i$ ème charge critique :

$$q_{crI} = \frac{D\pi^2}{L^2} \left(i + \frac{1}{i}\right)^2$$

avec :

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} : \text{le coefficient de rigidité de flexion de la coque}$$

$h$  : l'épaisseur

$L$  : la longueur du côté de la plaque carrée.

### 2.2 Résultats de référence

Certains modes correspondant aux charges critiques de la solution analytique ne sont pas symétriques et ne peuvent pas être captés avec les conditions de symétrie pour un quart de plaque. Les Valeurs des charges critiques obtenues correspondent donc aux 3 premiers modes symétriques de flambement :

- Mode 1 du quart de la plaque = Mode 1 de toute la plaque
- Mode 2 du quart de la plaque = Mode 3 de toute la plaque
- Mode 3 du quart de la plaque = Mode 5 de toute la plaque

### 2.3 Incertitude sur la solution

Solution exacte pour une théorie de plaque sans cisaillement transverse.

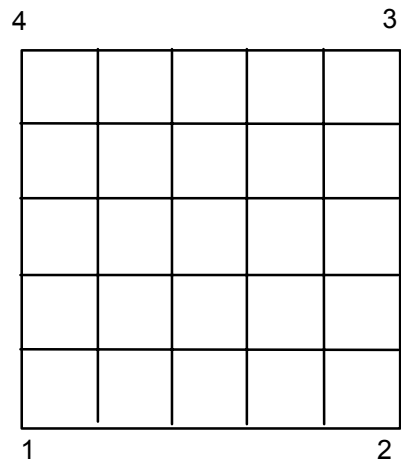
### 2.4 Références bibliographiques

- [1] J. G. EISLEY "Mechanics of Elastic Structures : Classical and Finite Element Methods". Prentice Hall, Englewood Cliffs N.J. 07632 (19XX).
- [2] "Stability of Square Plate Under Biaxial Loading". The SAMCEF User's Manuals V7.1. (1998).

### 3Modélisation A

#### 3.1Caractéristiques de la modélisation

MEC3QU9H (coque 3D )



modélisation COQUE\_3D

#### 3.2Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 121  
Nombre de mailles et types : 25 QUAD9

#### 3.3Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'COQUE_3D'	TOUT	[U4.22.01]
AFFE_CARA_ELEM	COQUE	A_CIS EPAIS		[U4.24.01]
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO FORCE_ARETE	GROUP_NO GROUP_MA		[U4.25.01]
CALC_MATR_ELEM	'RIGI_GEOM'			[U4.41.01]
MODE_ITER_SIMULT	'PLUS_PETITE'			[U4.52.02]

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
mode 1	-3.79600E+02	-3.78520E+02	-0.987
mode 2	-1.05444E+03	-1.04904E+03	-0.512
mode 3	-2.56609E+03	-2.57466E+03	+0.334

### 4.2 Remarques

L'énergie due au cisaillement transverse n'est pas négligée.

### 4.3 Paramètres d'exécution

Version : 5.02.20

Machine : SGI - ORIGIN 2000

Encombrement mémoire : 32 Mo

Temps CPU User : 13.30 secondes



## 6 Résultats de la modélisation B

### 6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
Mode 1	-3.79600E+02	-3.77689E+02	-0.503
Mode 2	-1.05444E+03	-1.05744E+03	+0.284
mode 3	-2.56609E+03	-2.58295E+03	+0.657

### 6.2 Remarques

L'énergie due au cisaillement transverse n'est pas négligée.

### 6.3 Paramètres d'exécution

Version : 5.02.20

Machine : SGI - ORIGIN 2000

Encombrement mémoire : 32 Mo

Temps CPU User : 48.06 secondes

## 7 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont très satisfaisants pour les deux types d'éléments, QUAD9 et TRIA7, même s'il est nécessaire d'employer un plus grand nombre d'éléments triangles.