

**Manuel de Validation****Fascicule V3.03 : Statique linéaire des coques et des plaques****Document : V3.03.101**

# **SSLS101 - Plaque circulaire posée soumise à une pression uniforme**

---

**Résumé :**

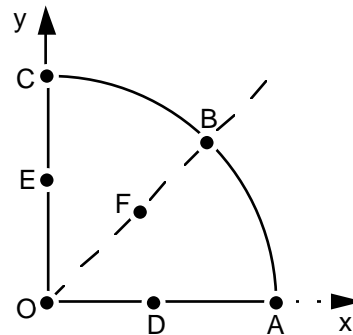
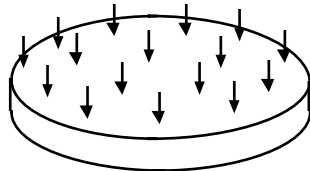
On traite le cas d'une plaque circulaire posée sur le bord en élasticité linéaire sous 3 chargements (poids propre, pression, effort réparti constant) qui donnent la même déformée.

Les deux premières modélisations permettent d'évaluer l'influence du maillage.

Le test regroupe 9 modélisations (modèles de Love-Kirchhoff, Mindlin-Reissner et COQUE\_3D et SHB8).

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



1/4 de plaque

Rayon  $R = 1 \text{ m}$   
Epaisseur  $t = 0.1 \text{ m}$

Coordonnées des points :

	O	A	B	C	D	E	F
x	0.	1.	$\sqrt{2}/2$	0.	0.5	0.	0.4
y	0.	0.	$\sqrt{2}/2$	1.	0.	0.5	0.4
z	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

### 1.2 Propriétés de matériaux

$E = 1. \text{ Pa}$   
 $\nu = 0.3$   
 $\rho = 1. \text{ kg/m}^3$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Appui simple sur le bord de la plaque :  
en tous les points P tels que  $OP = R : u = v = w = 0$

FORCE\_COQUE  
FORCE\_COQUE  
PESANTEUR

Pression uniforme  
Charge répartie normale  
 $g = 10 \text{ m/s}^2$  suivant Z d'où

$P = 1 \text{ N/m}^2$   
 $F3 = -1 \text{ N/m}^2$   
 $FZ = \rho g t = -1 \text{ N/m}^2$

Ces trois chargements conduisent à la même solution.

## 2 Solution de référence

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

Deux solutions de référence sont utilisables, pour le calcul de la déformée, suivant la théorie de plaque utilisée :

- la théorie de Love-Kirchhoff, couramment utilisée pour les plaques dites "minces", que l'on retiendra pour les modélisations A, B et E,
- la théorie de Reissner, incluant les effets du cisaillement pour les plaques dites "épaisses", que l'on retiendra pour les modélisations F, G et H.

En tout point distant de  $r$  du centre de la plaque ( $r \leq R$ ), on a pour le calcul de la flèche :

$$w(r) = -\frac{PR^4}{64D} \left( 1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \left( 1 + \frac{r^2}{R^2} - \frac{2(3+\nu)}{1+\nu} - \phi \right) \text{ avec } D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$\text{et } \phi = 0 \text{ (Love - Kirchhoff) ou } \phi = \frac{16}{5} \left( \frac{t}{R} \right)^2 \frac{1}{1-\nu} \text{ (Reissner).}$$

Pour le calcul des moments les deux théories conduisent aux mêmes expressions :

$$M_{rr}(r) = \frac{PR^2}{16} (3+\nu) \left( \frac{r}{R} \right)^2 - 1 \quad M_{\theta\theta}(r) = \frac{PR^2}{16} (3+\nu) \left( 1 - \frac{1+3\nu}{3+\nu} \left( \frac{r}{R} \right)^2 \right)$$

Au centre de la plaque :

$$w(0) = -\frac{PR^4}{64D} \left( \frac{5+\nu}{1+\nu} \right) \text{ (Love - Kirchhoff) ou } w(0) = -\frac{PR^4}{64D} \left( \frac{5+\nu}{1+\nu} + \phi \right) \text{ (Reissner)}$$

$$M_{rr}(0) = M_{\theta\theta}(0) = -\frac{PR^2}{16} (3+\nu)$$

**Remarque :**

Le Code\_Aster calcule les moments aux nœuds de chaque élément fini dans le repère de référence défini par la normale extérieure et les axes de référence définis sur la coque (voir *AFFE\_CARA\_ELEM* dans la documentation d'utilisation).

La valeur du moment  $M_{xx}$  (ou  $M_{yy}$ ), extraite du champ '*EFGE\_ELNO\_DEPL*', en un nœud appartenant à plusieurs éléments finis peut être considérée comme étant la moyenne des valeurs calculées sur les éléments qui ont ce nœud en commun. Cette moyenne peut être obtenue par la procédure *POST\_RELEVÉ* [U4.74.03].

Pour chaque nœud, on a :  $(M_{rr} + M_{\theta\theta}) = (M_{xx} + M_{yy}) = Sm$

$$\text{pour le point O} \quad M_{xx} = M_{yy} = M_{rr} = M_{\theta\theta}$$

$$\text{pour les points A et D} \quad M_{xx} = M_{rr} \text{ et } M_{yy} = M_{\theta\theta}$$

$$\text{pour les points C et E} \quad M_{xx} = M_{\theta\theta} \text{ et } M_{yy} = M_{rr}$$

$$\text{pour les points B et F} \quad M_{xx} = M_{yy} = (M_{rr} + M_{\theta\theta}) / 2$$

### 2.2 Résultats de référence

Flèche et moments aux points : O, A, B C, D E, F.

### 2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

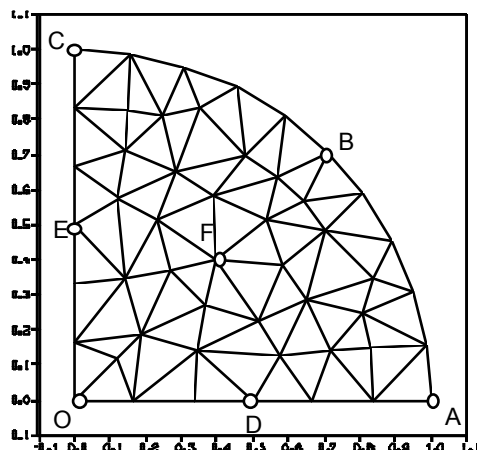
### 2.4 Références bibliographiques

- [1] TIMOSHENKO et WOINOWSKY-KRIEGER, Plaques et coques, Édition Béranger - (1961).

### 3 Modélisation A

#### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque DKT (modélisation d'un quart de plaque)



##### 3.1.1 Conditions limites

en tous les nœuds de l'arc ABC : DX: 0.,DY: 0.,DZ: 0.  
 en tous les nœuds du segment ]OA[ : DY: 0.,DRX:0.,DRZ:0.  
 en tous les nœuds du segment ]OC[ : DX: 0.,DRY:0.,DRZ:0.  
 au nœud O : DX: 0.,DY: 0.,DRX:0.,DRY:0.,DRZ:0.

Point O : mailles : M30 M33  
 Point A : mailles : M76  
 Point B : mailles : M39 M40 M51  
 Point C : mailles : M1  
 Point D : mailles : M55 M56 M65  
 Point E : mailles : M8 M17 M18  
 Point F : mailles : M34 M35 M37 M41 M46 M47 M48

#### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 50

Nombre de mailles et types : 76 TRIA3

#### 3.3 Fonctionnalités testées

##### Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE	EPAIS	
		ANGL_REP	
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_COQUE	PRES	
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'DKT'	TOUT
CALC_CHAM_ELEM	'EFGE_ELNO_DEPL'		
	'SIGM_ELNO_DEPL'		
DEFI_MATERIAU	ELAS		
POST_RELEVE	ACTION	OPERATION	'EXTRACTION'
		VALE_TEST	
		EPSI_TEST	

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
O $w(r)$	-695.6256	-687.95	-1.10
D $w(r)$	-489.727	-484.76	-1.01
E $w(r)$	-489.727	-484.69	-1.03
F $w(r)$	-435.8974	-431.33	-1.05

#### Référence

Point	$M_{rr}$	$M_{\theta\theta}$	$Sm / 2$
O	-0.20625	-0.20625	-0.20625
A	0.	-0.0875	-0.04375
B	0.	-0.0875	-0.04375
C	0.	-0.0875	-0.04375
D	-0.15469	-0.17656	-0.1656
E	-0.15469	-0.17656	-0.1656
F	-0.14025	-0.16825	-0.15425

#### Aster

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$
O	-0.20377	-0.20382	-0.20379
A	0.00992	-0.08265	-0.04628
B	-0.03827	-0.03771	-0.03799
C	-0.08263	0.00990	-0.04626
D	-0.15516	-0.17680	-0.16597
E	-0.17677	-0.15509	-0.16593
F	-0.15307	-0.15342	-0.15324

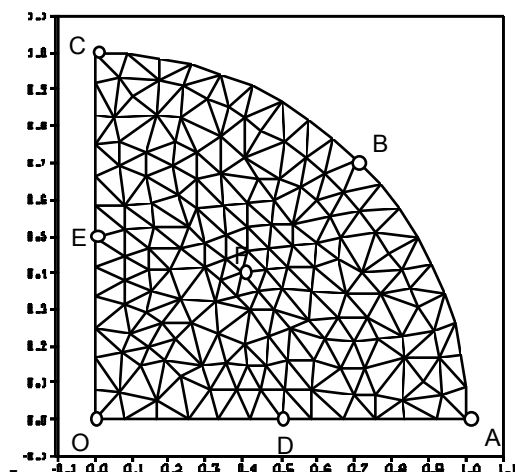
% différence (% différence sur les valeurs absolues)

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$	Tolérance relative
O	-1.20	-1.18	-1.19	1.5
A	-	-5.54	+5.79	-/6.
B	-12.5	-13.8	-13.1	13./14.
C	-5.56	-	+5.73	6./-
D	0.30	0.14	+0.2	0.5
E	0.12	0.26	+0.19	0.3
F	+9.15	-8.81	-0.66	10.

## 5 Modélisation B

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque DKT (modélisation d'un quart de plaque)



#### 5.1.1 Conditions limites

en tous les nœuds de l'arc ABC : DX: 0., DY: 0., DZ: 0.  
 en tous les nœuds du segment ]OA[ : DY: 0., DRX:0., DRZ:0.  
 en tous les nœuds du segment ]OC[ : DX: 0., DRY:0., DRZ:0.  
 au nœud O : DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.

Point O : mailles : M1 M2  
 Point A : mailles : M248 M255  
 Point B : mailles : M292 M293 M296  
 Point C : mailles : M74 M75  
 Point D : mailles : M76 M108 M109  
 Point E : mailles : M34 M40 M41  
 Point F : mailles : M122 M123 M124 M148 M152 M153

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 170

Nombre de mailles et types : 296 TRIA3

### 5.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE		
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_COQUE	PRES	
		F3	
	PESANTEUR		
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'DKT'	TOUT
CALC_CHAM_ELEM	'EFGE_ELNO_DEPL'		
	'SIGM_ELNO_DEPL'		
DEFI_MATERIAU	ELAS		
POST_RELEVÉ	ACTION	OPERATION	'EXTRACTION'
		VALE_TEST	
		EPSI_TEST	

## 6 Résultats de la modélisation B

### 6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
O $w(r)$	-695.6256	-694.97	-0.09
D $w(r)$	-489.727	-489.24	-0.1
E $w(r)$	-489.727	-489.31	-0.09
F $w(r)$	-435.8974	-435.48	-0.09

Référence			
Point	$M_{rr}$	$M_{\theta\theta}$	$Sm / 2$
O	-0.20625	-0.20625	-0.20625
A	0.	-0.0875	-0.04375
B	0.	-0.0875	-0.04375
C	0.	-0.0875	-0.04375
D	-0.15469	-0.17656	-0.1656
E	-0.15469	-0.17656	-0.1656
F	-0.14025	-0.16825	-0.15425

Aster			
Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$
O	-0.20631	-0.20609	-0.20620
A	0.00238	-0.08459	-0.04348
B	-0.4132	-0.04134	-0.04133
C	-0.08460	0.00238	-0.04349
D	-0.15516	-0.17727	-0.16621
E	-0.17739	-0.15523	-0.16631
F	-0.15461	-0.15468	-0.15464

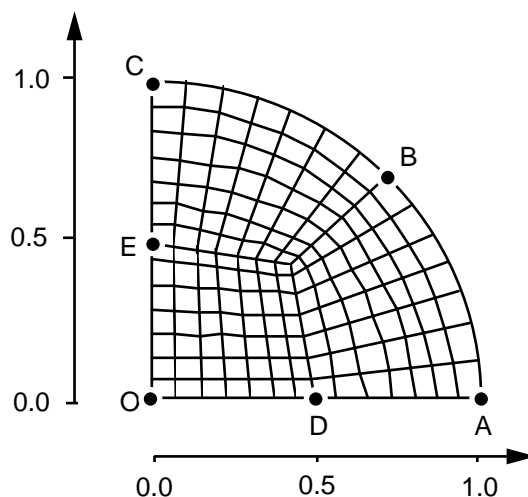
% différence (% différence sur les valeurs absolues)

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$	Tolérance relative
O	0.03	-0.7	0.02	0.1
A	-	-3.32	-0.06	-/3.5
B	-5.56	-5.51	-5.53	6.
C	-3.31	-	-0.06	3.5/-
D	+0.30	+0.40	+0.35	0.5
E	+0.47	+0.35	+0.42	0.5
F	+0.23	+0.28	+0.25	0.3

## 7 Modélisation C

### 7.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque SHB8 (modélisation d'un quart de plaque)



#### 7.1.1 Conditions limites

en tous les nœuds de l'arc ABC : DX: 0., DY: 0., DZ: 0.  
 en tous les nœuds de la face ]OA[ : DY: 0.,  
 en tous les nœuds de la face ]OC[ : DX: 0.,  
 au nœud O : DX: 0., DY: 0.,

Le maillage est construit à partir du maillage surfacique de la modélisation E, par épaississement, à l'aide de CREA\_MALLAGE/COQU\_VOLU. On construit 2 couches de mailles HEXA8.

### 7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 338

Nombre de mailles et types : 147 HEXA8

### 7.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_FACE	F2	
	FORCE_INTERNE	F2	
	PESANTEUR		
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	SHB8	TOUT
CALC_CHAM_ELEM	'EFGE_ELNO_DEPL'		
	'SIGM_ELNO_DEPL'		
DEFI_MATERIAU	ELAS		
CREA_MALLAGE	COQU_VOLU		
CALC_CHAM_ELEM	OPTION	COORD_ELGA	



## 8 Résultats de la modélisation C

---

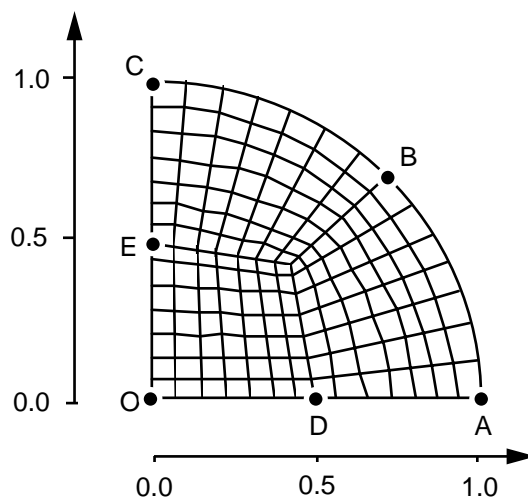
### 8.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
O $w(r)$	-695.6256	-698.6	0.4
D $w(r)$	-489.727	491.4	0.3
E $w(r)$	-489.727	-491.4	0.3
F $w(r)$	-435.8974	-436.6	0.2

## 9 Modélisation E

### 9.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque DKQ (modélisation d'un quart de plaque)



#### 9.1.1 Conditions limites

en tous les nœuds de l'arc ABC : DX: 0., DY: 0., DZ: 0.  
 en tous les nœuds du segment ]OA[ : DY: 0., DRX:0., DRZ:0.  
 en tous les nœuds du segment ]OC[ : DX: 0., DRY:0., DRZ:0.  
 au nœud O : DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.

Point O : mailles : M1  
 Point A : mailles : M147  
 Point B : mailles : M98 M111  
 Point C : mailles : M14  
 Point D : mailles : M85 M99  
 Point E : mailles : M7 M8  
 Point F : mailles : M91 M92 M105

### 9.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 169

Nombre de mailles et types : 147 QUAD4

### 9.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE		
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_COQUE	PRES	
		F3	
	PESANTEUR		
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'DKT'	TOUT
CALC_CHAM_ELEM	'EFGE_ELNO_DEPL'		
	'SIGM_ELNO_DEPL'		
DEFI_MATERIAU	ELAS		
POST_RELEVE	ACTION	OPERATION	'EXTRACTION'
		VALE_TEST	
		EPSI_TEST	

## 10 Résultats de la modélisation E

### 10.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
O $w(r)$	-695.6256	-695.01	-0.09
D $w(r)$	-489.727	-489.20	-0.11
E $w(r)$	-489.727	-489.20	-0.12
F $w(r)$	-435.8974	-435.38	-0.09

Référence			
Point	$M_{rr}$	$M_{\theta\theta}$	$Sm / 2$
O	-0.20625	-0.20625	-0.20625
A	0.	-0.0875	-0.04375
B	0.	-0.0875	-0.04375
C	0.	-0.0875	-0.04375
D	-0.15469	-0.17656	-0.1656
E	-0.15469	-0.17656	-0.1656
F	-0.14025	-0.16825	-0.15425

Aster			
Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$
O	-0.20639	-0.20639	-0.20639
A	+0.00036	-0.087104	-0.04353
B	-0.04330	-0.04332	-0.04331
C	-0.087133	+0.00034	-0.04355
D	-0.15506	-0.17790	-0.16648
E	-0.17790	-0.15507	-0.16648
F	-0.15380	-0.15377	-0.15378

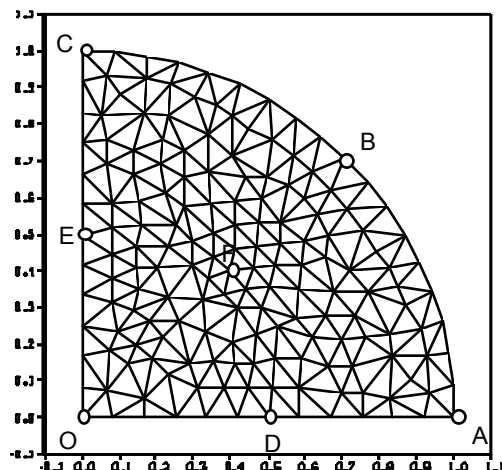
% différence (% différence sur les valeurs absolues)

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$	Tolérance relative
O	+0.07	+0.07	+0.07	0.1
A	-	-0.45	-0.49	-/0.5
B	-1.02	+0.98	+1.0	1.1
C	-0.42	-	-0.46	0.5/-
D	+0.24	+0.76	+0.5	1.
E	+0.76	+0.24	+0.5	1.
F	-0.29	-0.31	-0.3	0.5

## 11 Modélisation F

### 11.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque DST (modélisation d'un quart de plaque)



#### 11.1.1 Conditions limites

en tous les nœuds de l'arc ABC : DX: 0.,DY: 0.,DZ: 0.  
 en tous les nœuds du segment ]OA[ : DY: 0.,DRX:0.,DRZ:0.  
 en tous les nœuds du segment ]OC[ : DX: 0.,DRY:0.,DRZ:0.  
 au nœud O : DX: 0.,DY: 0.,DRX:0.,DRY:0.,DRZ:0.

Point O : mailles : M1 M2  
 Point A : mailles : M248 M255  
 Point B : mailles : M3292 M293 M296  
 Point C : mailles : M74 M75  
 Point D : mailles : M76 M108 M109  
 Point E : mailles : M34 M40 M41  
 Point F : mailles : M122 M123 M124 M148 M152 M153

### 11.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 170

Nombre de mailles et types : 296 TRIA3

### 11.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CAR_ELEM	COQUE		
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_COQUE	PRES	
		F3	
	PESANTEUR		
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'DST'	TOUT
CALC_CHAM_ELEM	'EFGE_ELNO_DEPL'		
	'SIGM_ELNO_DEPL'		
DEFI_MATERIAU	ELAS		
POST_RELEVÉ	ACTION	OPERATION	'EXTRACTION'
		VALE_TEST	
		EPSI_TEST	

## 12 Résultats de la modélisation F

### 12.1 Valeurs testées

Identification	Référence Reissner	Aster	% différence
O $w(r)$	-703.40	-704.25	+0.12
D $w(r)$	-495.56	-495.96	+0.08
E $w(r)$	-495.56	-496.04	+0.09
F $w(r)$	-441.18	-441.50	+0.07

#### Référence

Point	$M_{rr}$	$M_{\theta\theta}$	$Sm / 2$
O	-0.20625	-0.20625	-0.20625
A	0.	-0.0875	-0.04375
B	0.	-0.0875	-0.04375
C	0.	-0.0875	-0.04375
D	-0.15469	-0.17656	-0.1656
E	-0.15469	-0.17656	-0.1656
F	-0.14025	-0.16825	-0.15425

#### Aster

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$
O	-0.20705	-0.20692	-0.20698
A	-0.01143	-0.07992	-0.04567
B	-0.03976	-0.03977	-0.03977
C	-0.07993	-0.01143	-0.4568
D	-0.15597	-0.17665	-0.16631
E	-0.17678	-0.15606	-0.16642
F	-0.15445	-0.15452	-0.15448

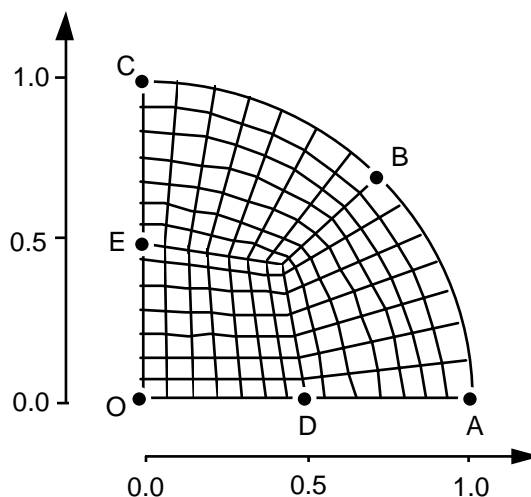
% différence (% différence sur les valeurs absolues)

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$	Tolérance relative
O	-0.39	-0.32	+0.07	0.4
A	-	-8.66	-4.40	-/9.
B	-9.12	-9.09	-9.10	9.5
C	-8.64	-	-4.41	9./-
D	+0.83	+0.05	+0.43	0.9
E	+0.13	+0.89	+0.49	0.9
F	+0.13	+0.18	+0.15	0.2

## 13 Modélisation G

### 13.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque DSQ (modélisation d'un quart de plaque)



#### 13.1.1 Conditions limites

en tous les nœuds de l'arc ABC : DX: 0., DY: 0., DZ: 0.  
 en tous les nœuds du segment ]OA[ : DY: 0., DRX:0., DRZ:0.  
 en tous les nœuds du segment ]OC[ : DX: 0., DRY:0., DRZ:0.  
 au nœud O : DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.

Point O : mailles : M1  
 Point A : mailles : M147  
 Point B : mailles : M98 M111  
 Point C : mailles : M14  
 Point D : mailles : M85 M99  
 Point E : mailles : M7 M8  
 Point F : mailles : M91 M92 M105

### 13.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 169

Nombre de mailles et types : 147 QUAD4

### 13.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE		
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_COQUE	PRES	
		F3	
	PESANTEUR		
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'DST'	TOUT
CALC_CHAM_ELEM	'EFGE_ELNO_DEPL'		
	'SIGM_ELNO_DEPL'		
DEFI_MATERIAU	ELAS		
POST_RELEVÉ	ACTION	OPERATION	'EXTRACTION'
		VALE_TEST	
		EPSI_TEST	

## 14 Résultats de la modélisation G

### 14.1 Valeurs testées

Identification	Référence Reissner	Aster	% différence
O $w(r)$	-703.40	-702.61	-0.11
D $w(r)$	-495.56	-494.90	-0.13
E $w(r)$	-495.56	-494.90	-0.13
F $w(r)$	-441.18	-440.51	-0.15

#### Référence

Point	$M_{rr}$	$M_{\theta\theta}$	$Sm / 2$
O	-0.20625	-0.20625	-0.20625
A	0.	-0.0875	-0.04375
B	0.	-0.0875	-0.04375
C	0.	-0.0875	-0.04375
D	-0.15469	-0.17656	-0.1656
E	-0.15469	-0.17656	-0.1656
F	-0.14025	-0.16825	-0.15425

#### Aster

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$
O	-0.20469	-0.20469	-0.20469
A	+0.00654	-0.08547	-0.39465
B	-0.04063	-0.04063	-0.04063
C	-0.08553	+0.00629	-0.39620
D	-0.15560	-0.17723	-0.16641
E	-0.17723	-0.15563	-0.16643
F	-0.18352	-0.18349	-0.18350

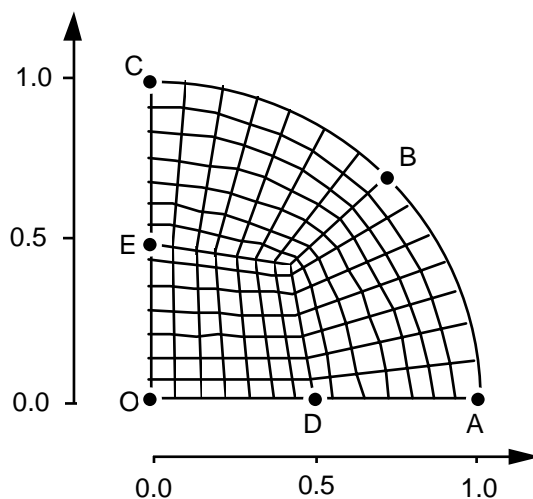
% différence (% différence sur les valeurs absolues)

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$	Tolérance relative
O	-0.76	-0.76	-0.76	1.
A	-	-2.32	-9.80	-/2.5
B	-7.11	-7.12	-7.12	7.5
C	-2.24	-	-9.44	2.5/-
D	+0.59	+0.37	+0.49	0.6
E	+0.38	+0.60	+0.50	0.7
F	+19.0	+18.9	+19.	19.

## 15 Modélisation H

### 15.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque Q4γ (modélisation d'un quart de plaque)



#### 15.1.1 Conditions limites

en tous les nœuds de l'arc ABC : DX: 0.,DY: 0.,DZ: 0.  
 en tous les nœuds du segment ]OA[ : DY: 0.,DRX:0.,DRZ:0.  
 en tous les nœuds du segment ]OC[ : DX: 0.,DRY:0.,DRZ:0.  
 au nœud O : DX: 0.,DY: 0.,DRX:0.,DRY:0.,DRZ:0.

Point O : mailles : M1  
 Point A : mailles : M147  
 Point B : mailles : M98 M111  
 Point C : mailles : M14  
 Point D : mailles : M85 M99  
 Point E : mailles : M7 M8  
 Point F : mailles : M91 M92 M105

### 15.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 169

Nombre de mailles et types : 147 QUAD4

### 15.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE		
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_COQUE	PRES	
		F3	
	PESANTEUR		
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'DKT'	TOUT
CALC_CHAM_ELEM	'EFGE_ELNO_DEPL'		
	'SIGM_ELNO_DEPL'		
DEFI_MATERIAU	ELAS		
POST_RELEVÉ	ACTION	OPERATION	'EXTRACTION'
		VALE_TEST	
		EPSI_TEST	



## 16 Résultats de la modélisation H

### 16.1 Valeurs testées

Identification	Référence Reissner	Aster	% différence
O $w(r)$	-703.40	-702.18	-0.15
D $w(r)$	-495.56	-494.53	-0.20
E $w(r)$	-495.56	-494.53	-0.20
F $w(r)$	-441.18	-440.23	-0.21

#### Référence

Point	$M_{rr}$	$M_{\theta\theta}$	$Sm / 2$
O	-0.20625	-0.20625	-0.20625
A	0.	-0.0875	-0.04375
B	0.	-0.0875	-0.04375
C	0.	-0.0875	-0.04375
D	-0.15469	-0.17656	-0.1656
E	-0.15469	-0.17656	-0.1656
F	-0.14025	-0.16825	-0.15425

#### Aster

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$
O	-0.20595	-0.20595	-0.20595
A	-0.01204	-0.09107	-0.05155
B	-0.05233	-0.05236	-0.05234
C	-0.09107	-0.01207	-0.05157
D	-0.15438	-0.17699	-0.16568
E	-0.17699	-0.15437	-0.16568
F	-0.15374	-0.15374	-0.15374

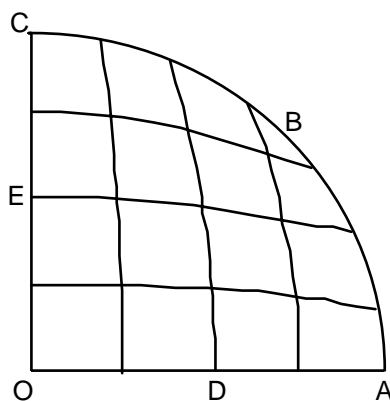
% différence (% différence sur les valeurs absolues)

Point	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$Sm / 2$	Tolérance relative
O	-0.14	-0.14	-0.14	0.2
A	-	+4.08	+17.8	-/4.5
B	+19.6	+19.7	+19.7	20.
C	+4.08	-	+17.9	4.5/-
D	-0.2	+0.24	+0.05	0.25
E	+0.24	-0.2	+0.05	0.25
F	-0.33	-0.33	-0.33	0.35

## 17 Modélisation I

### 17.1 Caractéristiques de la modélisation

**Modélisation** : Elément de COQUE\_3D MEC3QU9H



#### 17.1.1 Conditions limites

en tous les noeuds de l'arc ABC  
 en tous les noeuds de l'arc OC  
 au noeud O

DX:0., DY:0., DZ:0.  
 DRX:0., DRY:0., DRZ:0.  
 DX:0., DY:0., DZ:0.  
 DRX:0., DRY:0., DRZ:0.  
 DX:0., DY:0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.

Noms des nœuds :

Point O	mailles : M1	Point A	mailles : M21
Point B	mailles : M25	Point C	mailles : M5
Point D	mailles : M11	Point E	mailles : M3

### 17.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 96

Nombre de mailles et types : 25 QUAD9

### 17.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE		
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_COQUE	PRES	
		F3	
	PESANTEUR		
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'COQUE_3D'	TOUT
CALC_CHAM_ELEM	'EFO_ELNO_DEPL'		
	'SIGM_ELNO_DEPL'		
DEFI_MATERIAU	ELAS		
POST_RELEVÉ	ACTION	OPERATION	'EXTRACTION'
		VALE_TEST	
		EPSI_TEST	

## 18 Résultats de la modélisation I

### 18.1 Valeurs testées

Point	Référence REISSNER	Aster	% différence
O	-703.40	-703.41	$1.42 \cdot 10^{-3}$
A	0.	eps	-
B	0.	eps	-
C	0.	eps	-
D	-495.56	-496.57	$2. \cdot 10^{-3}$
E	-495.56	-496.57	$2. \cdot 10^{-3}$

Point	Référence			Aster		
	$M_{rr}$	$M_{\theta\theta}$	Sm/2	$M_{xx}$	$M_{yy}$	Sm/2
O	-0.20625	-0.20625	-0.20625	-0.20842	-0.20842	-0.20842
A	0.	-0.0875	-0.04375	-0.08846	-0.00159	-0.04502
C	0.	-0.0875	-0.04375	-0.00067	-0.08938	-0.04502
D	-0.15469	-0.17656	-0.1656	-0.17743	-0.15472	-0.16607
E	-0.15469	-0.17656	-0.1656	-0.15459	-0.17757	-0.16608

Point	% différence		Tolérance relative	
	$M_{xx}$	$M_{yy}$	Sm/2	
O	1.05	1.05	1.05	3
A	1.09	-	2.9	3
C	-	2.1	2.9	5
D	0.49	0.02	0.28	1
E	-0.06	0.57	0.28	1

- avec  $\text{eps} \leq 10^{-14}$  et % différence sur les valeurs absolues

#### Remarques :

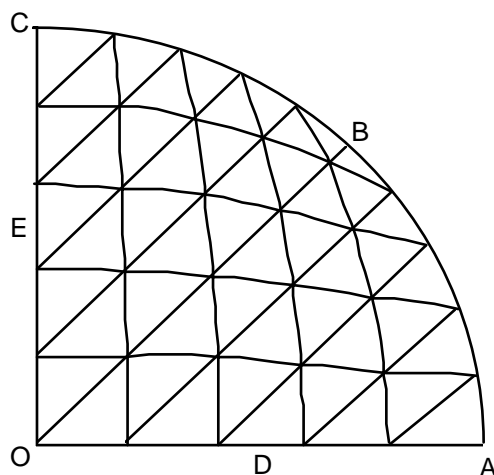
Le test des valeurs est réalisé automatiquement à l'aide des fonctionnalités offertes par la procédure **POST\_RELEVE** :

- extraction sur les nœuds correspondant aux points observés des valeurs moyennes des composantes  $M_{xx}$  et  $M_{yy}$  ; ces valeurs sont extraites du champ '**EFGE\_ELNO\_DEPL**', et la moyenne est calculée pour toutes les valeurs disponibles sur les mailles qui contiennent le nœud observé,
- calcul de l'écart par rapport à la valeur de référence fournie en appliquant les règles de correspondance entre  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$  et  $M_{rr}$ ,  $M_{\theta\theta}$  données page 3.

## 19 Modélisation J

### 19.1 Caractéristiques de la modélisation

**Modélisation :** Elément de COQUE\_3D MEC3TR7H



#### 19.1.1 Conditions limites

en tous les noeuds de l'arc    DX:0.,    DY: 0.,DZ: 0.  
 ABC                                DRX:0.,    DRY:0.,DRZ:0.  
 segment ]OA]                    DY:0.,    DRX:0.,DRZ:0.  
 segment ]OC]                    DX:0.,    DRY:0.,DRZ:0.  
 au noeud O                        DX:0.,    DY:0.,    DRX:0.,DRY:0.,DRZ:0.

Noms des nœuds :

Point O	mailles : M1 et M2	Point A	mailles : M41
Point B	mailles : M49 et M50	Point C	mailles : M10
Point D	mailles : M21	Point E	mailles : M6

### 19.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 121

Nombre de mailles et types : 50 TRIA7

### 19.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE		
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_COQUE	PRES	
		F3	
	PESANTEUR		
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'COQUE_3D'	TOUT
CALC_CHAM_ELEM	'EFFECT_ELNO_DEPL'		
	'SIGM_ELNO_DEPL'		
DEFI_MATERIAU	ELAS		
POST_RELEVÉ	ACTION	OPERATION	'EXTRACTION'
		VALE_TEST	
		EPSI_TEST	

## 20 Résultats de la modélisation J

### 20.1 Valeurs testées

Point	Référence REISSNER	Aster	% différence
O	-703.40	-703.19	-0.03
A	0.	eps	-
B	0.	eps	-
C	0.	eps	-
D	-495.56	-495.22	-0.07
E	-495.56	-495.22	-0.07

Point	Référence			Aster		
	$M_{rr}$	$M_{\theta\theta}$	Sm/2	$M_{xx}$	$M_{yy}$	Sm/2
O	-0.20625	-0.20625	-0.20625	-0.20860	-0.20860	-0.20860
A	0.	-0.0875	-0.04375	-0.08619	-0.00154	-0.04386
C	0.	-0.0875	-0.04375	-0.00134	-0.08639	-0.04386
D	-0.15469	-0.17656	-0.1656	-0.17617	-0.15409	-0.16513
E	-0.15469	-0.17656	-0.1656	-0.15407	-0.17619	-0.16513

Point	% différence		Tolérance relative	
	$M_{xx}$	$M_{yy}$	Sm/2	
O	1.14	1.14	1.14	2
A	-1.49	-	0.25	2
C	-	-1.27	0.25	2
D	-0.22	-0.39	-0.28	1.
E	-0.40	-0.21	-0.28	1.

- avec  $\text{eps} \leq 10^{-14}$  et % différence sur les valeurs absolues

#### Remarques :

Le test des valeurs est réalisé automatiquement à l'aide des fonctionnalités offertes par la procédure *POST\_RELEVE* :

- extraction sur les nœuds correspondant aux points observés des valeurs moyennes des composantes  $M_{xx}$  et  $M_{yy}$  ; ces valeurs sont extraites du champ '*EFGE\_ELNO\_DEPL*', et la moyenne est calculée pour toutes les valeurs disponibles sur les mailles qui contiennent le nœud observé,
- calcul de l'écart par rapport à la valeur de référence fournie en appliquant les règles de correspondance entre  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$  et  $M_{rr}$ ,  $M_{\theta\theta}$  données page 3.

## 21 Synthèse des résultats

% des différences par rapport aux solutions de référence

	DKT		DKQ		DST	DSQ	Q4G
	A	B	E	F	G	H	
	Love-Kirchhoff	Love-Kirchhoff	Love-Kirchhoff	Reissner	Reissner	Reissner	
	50 nœuds	170 nœuds	169 nœuds	170 nœuds	169 nœuds	169 nœuds	
	76 TRIA3	296 TRIA3	147 QUAD4	296 TRIA3	147 QUAD4	147 QUAD4	
O $w(r)$	-1.10	-0.09	-0.09	+0.12	-0.11	-0.15	
D $w(r)$	-1.01	-0.1	-0.11	+0.08	-0.13	-0.20	
E $w(r)$	-1.03	-0.09	-0.12	+0.09	-0.13	-0.20	
F $w(r)$	-1.05	-0.09	-0.09	+0.07	-0.15	-0.21	
	MEC3QU9H		MEC3TR7H		SHB8		
	I	J	C				
	96 nœuds	121 nœuds	338 nœuds				
	25 QUAD9	50 TRIA7	147 HEXA8				
O $w(r)$	1.42 $10^{-3}$	-0.03	0.4				
D $w(r)$	2. $10^{-3}$	-0.07	0.3				
E $w(r)$	2. $10^{-3}$	-0.07	0.3				
F $w(r)$	-	-	0.2				

	DKT		DKQ		DST	DSQ	Q4G
	A	B	E	F	G	H	
	Love-Kirchhoff	Love-Kirchhoff	Love-Kirchhoff	Reissner	Reissner	Reissner	
	50 nœuds	170 nœuds	169 nœuds	170 nœuds	169 nœuds	169 nœuds	
	76 TRIA3	296 TRIA3	147 QUAD4	296 TRIA3	147 QUAD4	147 QUAD4	
O Sm/2	-1.19	+0.02	+0.07	+0.07	-0.76	-0.14	
A Sm/2	+5.79	-0.06	-0.49	-4.40	-9.80	+17.80	
B Sm/2	-13.100	-5.53	+1.00	-9.10	-7.12	+19.70	
C Sm/2	+5.73	-0.06	-0.46	-4.41	-9.44	+17.90	
D Sm/2	+0.20	+0.35	+0.50	+0.43	+0.49	+0.05	
E Sm/2	+0.19	+0.42	+0.50	+0.49	+0.50	+0.05	
F Sm/2	-0.66	+0.25	-0.30	+0.15	+19.00	-0.33	
	MEC3QU9H		MEC3TR7H				
	I	J					
	96 nœuds	121 nœuds					
	25 QUAD9	50 TRIA7					
O Sm/2	1.05	1.14					
A Sm/2	2.9	0.25					
B Sm/2	-	-					
C Sm/2	2.9	0.25					
D Sm/2	0.28	-0.28					
E Sm/2	0.28	-0.28					
F Sm/2	-	-					

Concernant les efforts :

- la valeur sur le bord appuyé est inacceptable pour DSQ et Q4 $\gamma$  et dans une moindre mesure pour DST,
- pour DSQ, on constate en plus une erreur importante au point F.