

## SSLS118 - Plaque carrée posée soumise à une pression sinusoïdale

---

### Résumé :

On traite le cas d'une plaque carrée mono-couche puis multicouche, simplement supportée et soumise à une pression sinusoïdale.

On calcule le déplacement au centre, les contraintes  $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$ ,  $\sigma_{xy}$ ,  $\sigma_{xz}$ ,  $\sigma_{yz}$  aux interfaces inférieures moyennes et supérieures, les efforts de membrane  $N_{xx}$ ,  $N_{yy}$ ,  $N_{xy}$ , les efforts tranchants  $T_x$ ,  $T_y$  et les moments  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$  et  $M_{xy}$ .

Le test regroupe 14 modélisations : en ce qui concerne les modélisations A à F, les résultats obtenus sont comparés pour des modélisations DKQ, DSQ, DKT, DST, COQUE\_3D avec des mailles triangulaires et COQUE\_3D avec des mailles rectangulaires.

Les modélisations G et H permettent de tester les résultats dans un repère utilisateur différent du repère global. Les modélisations I et J mesurent la sensibilité des résultats à la finesse du maillage, pour la configuration DSQ.

Les modélisations K à N concernent la plaque multicouche, pour les modélisations DST et DSQ, en repère global et utilisateur. Elles permettent d'estimer la répartition des contraintes planes et de cisaillement transverse à l'intérieur de la plaque.

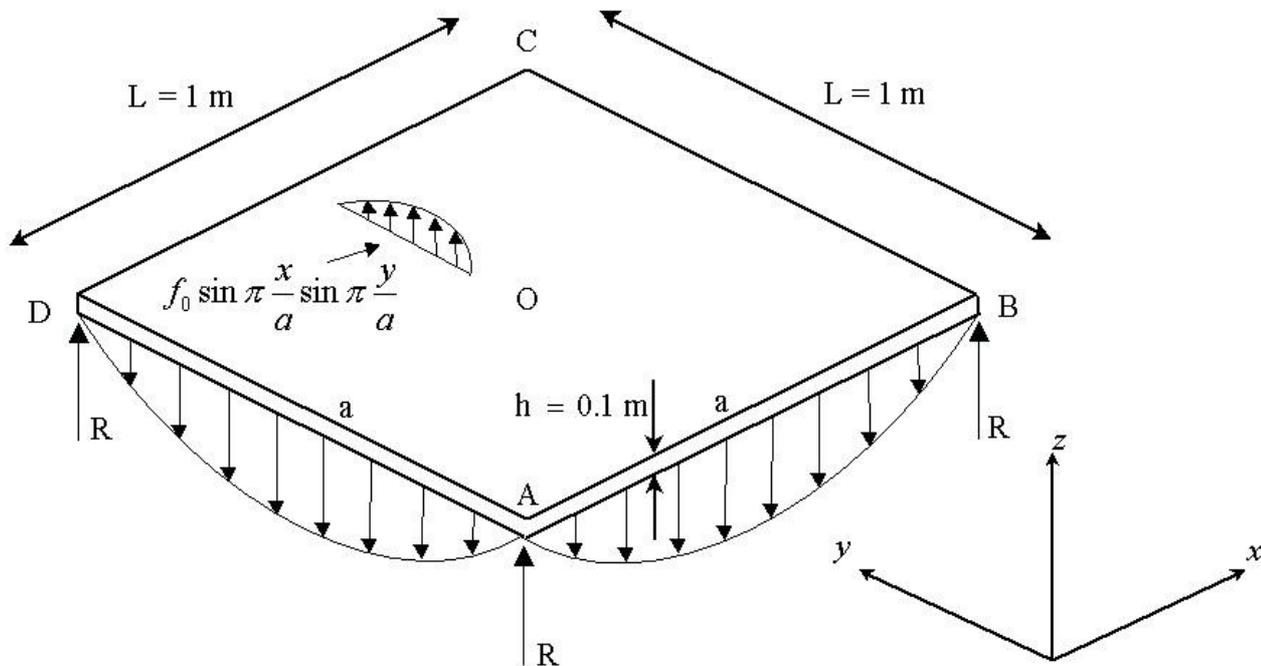
Les modélisations O à R valident l'élément Q4G.

Les modélisations S à T valident la modélisation Q4GG.

La modélisation W valide l'élément T3G.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



### 1.2 Propriétés de matériaux

$$E = 25 \text{ Pa}$$

$$\nu = 0.25$$

$$\rho = 1 \text{ kg/m}^3$$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Plaque en appui simple

<i>AB</i>	$DX = 0.$	$DZ = 0.$	$DRY = 0.$	$MY = 0.$	
<i>BC</i>	$DY = 0.$	$DZ = 0.$	$DRX = 0.$	$MX = 0.$	
<i>CD</i>	$DX = 0.$	$DZ = 0.$	$DRY = 0.$	$MY = 0.$	
<i>DA</i>	$DY = 0.$	$DZ = 0.$	$DRX = 0.$	$MX = 0.$	
Point <i>O</i>	$DX = 0.$	$DY = 0.$	$DRX = 0.$	$DRY = 0.$	$DRZ = 0.$

Chargement :

FORCE\_COQUE                      Pression sinusoïdale                      *P*

Avec  $P = f_0 \sin \pi \frac{x}{a} \sin \pi \frac{y}{a}$ , où  $f_0 = 1$  et  $a = 1$

### 1.4 Conditions initiales

Sans objet pour l'analyse statique.

## 2 Solution de référence

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

La solution analytique de référence est basée sur la théorie de Love-Kirchhoff, couramment utilisée pour les plaques dites "minces"[bib1].

Compte tenu du problème et en tout point de la plaque, on a pour le calcul de la flèche :

$$w = \frac{f_0 a^4}{4\pi^4 D} \sin \pi \frac{x}{a} \sin \pi \frac{y}{a}$$

avec :

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}, \quad f_0 = 1, \quad a = 1 \quad \text{et} \quad \nu = 0.25$$

Pour le calcul des moments, la théorie conduit aux expressions suivantes:

$$\begin{aligned} M_{xx} &= \alpha(1+\nu) \sin \pi \frac{x}{a} \sin \pi \frac{y}{a} \\ M_{yy} &= M_{xx} \\ M_{xy} &= -\alpha(1-\nu) \cos \pi \frac{x}{a} \cos \pi \frac{y}{a} \end{aligned}$$

Pour le calcul des courbures, la théorie conduit aux expressions suivantes:

$$\begin{aligned} \kappa_{xx} &= -\frac{f_0 a^2}{4\pi^2 D} \sin \left(\pi \frac{x}{a}\right) \sin \left(\pi \frac{y}{a}\right) \\ \kappa_{yy} &= -\frac{f_0 a^2}{4\pi^2 D} \sin \left(\pi \frac{x}{a}\right) \sin \left(\pi \frac{y}{a}\right) \\ \kappa_{xy} &= \frac{f_0 a^2}{4\pi^2 D} \cos \left(\pi \frac{x}{a}\right) \cos \left(\pi \frac{y}{a}\right) \end{aligned}$$

$$\text{avec } \alpha = \frac{f_0 a^2}{4\pi^2}$$

Pour les efforts tranchants, on obtient :

$$\begin{aligned} T_x &= \frac{f_0 a}{2\pi} \cos \pi \frac{x}{a} \sin \pi \frac{y}{a} \\ T_y &= \frac{f_0 a}{2\pi} \sin \pi \frac{x}{a} \cos \pi \frac{y}{a} \end{aligned}$$

Pour une plaque homogène, les contraintes planes sont données par :

$$\begin{pmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \sigma_{xy} \end{pmatrix} = z [A] \begin{pmatrix} M_{xx} \\ M_{yy} \\ M_{xy} \end{pmatrix}$$

avec  $[A] = \frac{12}{h^3} [I]$  et  $z$  la position dans l'épaisseur de la plaque

et les contraintes de cisaillement transverse par :

$$\begin{pmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \end{pmatrix} = [D_1(z)] \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \end{pmatrix},$$

avec  $[D_1(z)] = \frac{6}{h^3} \left( \left( \frac{h}{2} \right)^2 - z^2 \right)$

Pour l'énergie de déformation en flexion, on obtient :

$$E_{flexion} = \frac{1}{2} \int_S [(M_{xx} \cdot \kappa_{xx} + M_{yy} \cdot \kappa_{yy} + M_{xy} \cdot \kappa_{xy})] dS$$

## 2.2 Résultats de référence

Pour chacune des modélisations, on calcule :

- au centre de la plaque, le déplacement,
- au centre de la plaque et au milieu du côté  $AB$ , les contraintes  $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$ ,  $\sigma_{xy}$ ,  $\sigma_{xz}$ ,  $\sigma_{yz}$  sur les plans :
  - inférieur, moyen et supérieur de la plaque dans le cas mono-couche,
  - inférieur, moyen et supérieur de chaque tranche dans le cas multi-couche (5 couches),
- au centre, aux coins et au milieu des côtés  $AB$  et  $AD$ , les efforts de membrane  $N_{xx}$ ,  $N_{yy}$ ,  $N_{xy}$ , les efforts tranchants  $T_x$ ,  $T_y$  et les moments  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$  et  $M_{xy}$ ,
- au centre (point O), au point A, les déformations de membrane  $e_{xx}$ ,  $e_{yy}$ ,  $e_{xy}$  et les courbures  $\kappa_{xx}$ ,  $\kappa_{yy}$ ,  $\kappa_{xy}$ ,

Pour la modélisation V, on calcule au centre (point O) l'énergie de déformation *TOTALE*, de *MEMBRANE* et de *FLEXION*.

L'expression de ces quantités aux points  $O, A, B, C, D$  donne :

	$w$	$M_{xx}$	$M_{yy}$	$M_{xy}$	$T_x$	$T_y$	$\kappa_{xx}$	$\kappa_{yy}$	$\kappa_{xy}$
$O$	$\frac{3(1-\nu^2)}{\pi^4 E h^3}$	$\alpha(1+\nu)$	$\alpha(1+\nu)$	0	0	0	$\frac{-\alpha}{D}$	$\frac{-\alpha}{D}$	0
$A$	-	0	0	$-\alpha(1-\nu)$	0	0	0	0	$\frac{\alpha}{D}$
$B$	-	0	0	$\alpha(1-\nu)$	0	0	-	-	-
$BI$	-	0	0	0	0	$1/2\pi$	-	-	-
$C$	-	0	0	$-\alpha(1-\nu)$	0	0	-	-	-
$D$	-	0	0	$\alpha(1-\nu)$	0	0	-	-	-

Application numérique :

$$\frac{3(1-\nu^2)}{\pi^4 E h^3} = 1.154923$$

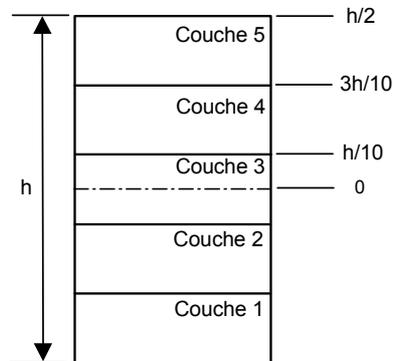
$$\alpha(1+\nu) = 0.0316629$$

$$\alpha(1-\nu) = 0.0189972$$

$$1/2\pi = 0.159155$$

La répartition des contraintes planes et de cisaillement aux points  $O$  et  $BI$  à l'intérieur de la plaque est la suivante :

$O$	$\sigma_{xx}$	$\sigma_{yy}$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
$h/2$	18.9972	18.9972	0	0	0
$3h/10$	11.3983	11.3983	0	0	0
$h/10$	3.7994	3.7994	0	0	0
0	0	0	0	0	0
$-h/10$	-3.7994	-3.7994	0	0	0
$-3h/10$	-11.3983	-11.3983	0	0	0
$-h/2$	-18.9972	-18.9972	0	0	0



$BI$	$\sigma_{xx}$	$\sigma_{yy}$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
$h/2$	0	0	0	0	0
$3h/10$	0	0	0	0	1.5278
$h/10$	0	0	0	0	2.3777
0	0	0	0	0	2.3873
$-h/10$	0	0	0	0	2.3777
$-3h/10$	0	0	0	0	1.5278
$-h/2$	0	0	0	0	0

## 2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

## 2.4 Références bibliographiques

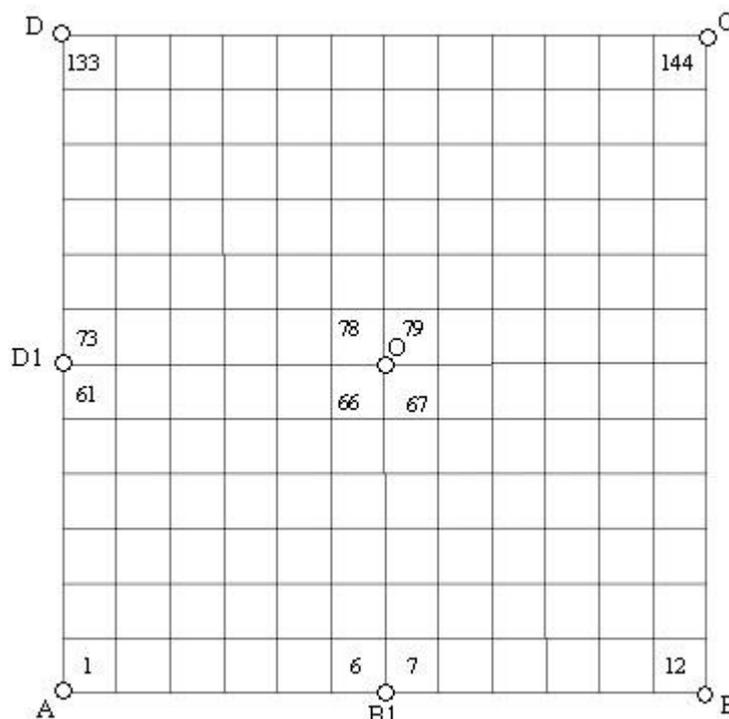
- 1) BATOZ et DHATT. Modélisation des structures par éléments finis. Poutres et Plaques. Volume 2 HERMES, 1990.

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque quadrangulaire DKQ.

Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

(GROUP\_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE\_ARETE

(GROUP\_NO: AB MY:0.)

(GROUP\_NO: BC MX:0.)

(GROUP\_NO: CD MY:0.)

(GROUP\_NO: DA MX:0.)

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171

Nombre de mailles et type : 144 QUAD4

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

Point O  
(M78)

$\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

Flèche verticale  $w = DZ$

Point  $BI$  (M6)  $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

### Identification

	(M78)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point	(M79)	$T_x, T_y$
$O$	(M66)	$T_x, T_y$
	(M67)	$T_x, T_y$

### Identification

Point	(M1)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
$A$		
Point	(M12)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
$B$		

### Identification

Point	(M144)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
$C$		
Point	(M133)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
$D$		

### Identification

Point	(M6)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
$BI$	(M7)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

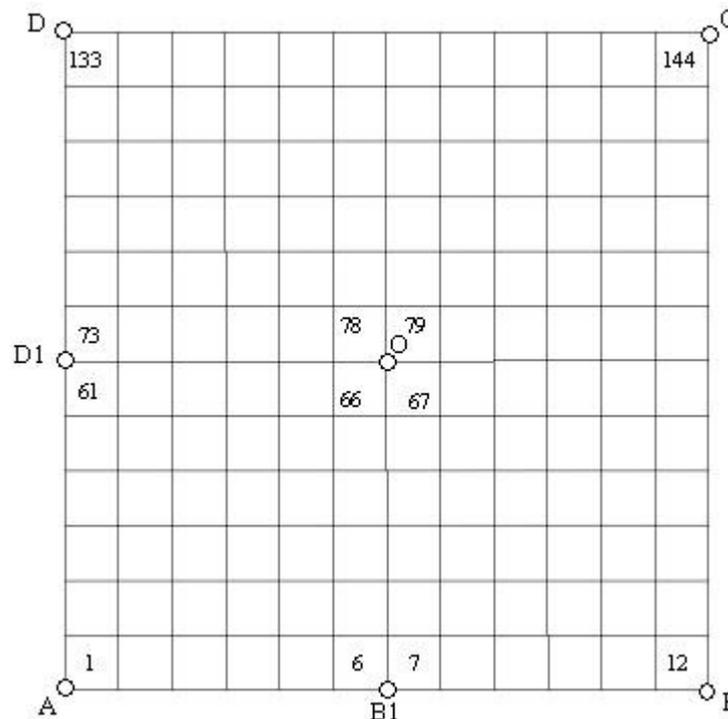
Point	(M61)	$T_x, T_y$
$DI$	(M73)	$, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque quadrangulaire  $DSQ$ .

Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY: 0.)  
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX: 0.)  
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY: 0.)  
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX: 0.)  
(GROUP_NO: O, DX: 0., DY:  
0., DRX: 0., DRY: 0., DRZ: 0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY: 0.)  
(GROUP_NO: BC MX: 0.)  
(GROUP_NO: CD MY: 0.)  
(GROUP_NO: DA MX: 0.)
```

### 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171

Nombre de mailles et type : 144 QUAD4

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

## Identification

Point *O* (M78)  $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur  
Flèche verticale  $w = DZ$

Point *B1* (M6)  $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

## Identification

(M78)  $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$   
Point *O* (M79)  $T_x, T_y$   
(M66)  $T_x, T_y$   
(M67)  $T_x, T_y$

## Identification

Point *A* (M1)  $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$   
Point *B* (M12)  $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

Point *C* (M144)  $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$   
Point *D* (M133)  $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

Point *B1* (M6)  $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$   
(M7)  $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

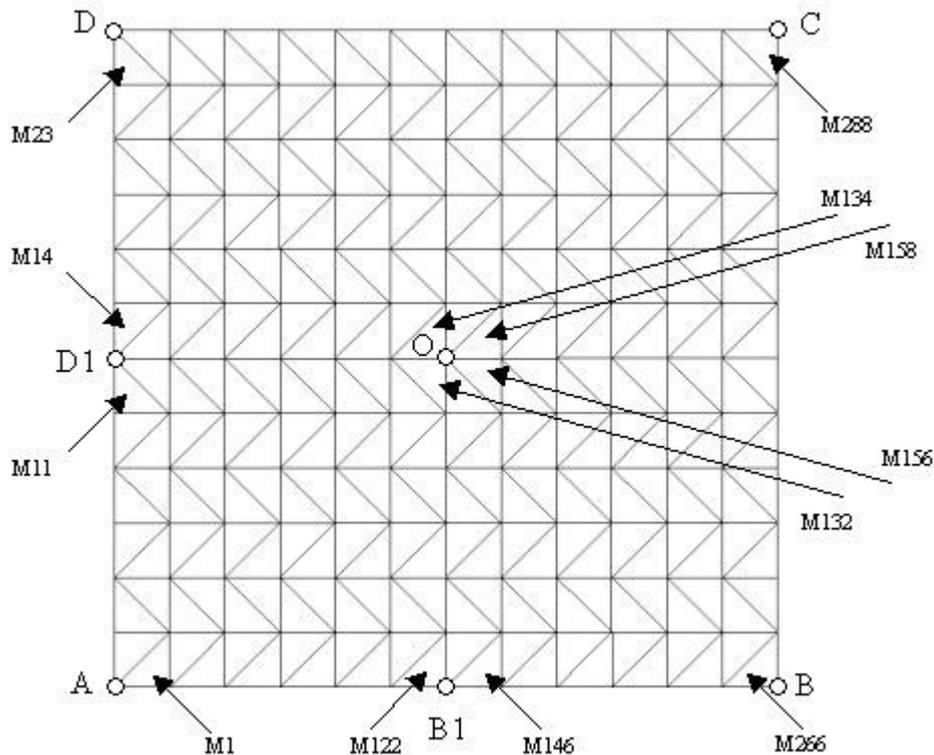
Point *D1* (M61)  $T_x, T_y$   
(M73)  $, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 5 Modélisation C

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque triangulaire DKT.

Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)
(GROUP_NO: BC MX:0.)
(GROUP_NO: CD MY:0.)
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 170

Nombre de mailles et type : 288 TRIA3

### 5.3 Grandeurs testées et résultats

## Identification

<b>Point O</b>	
<b>Contraintes</b> <i>M134</i>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur
<b>Déplacement</b>	$w = DZ$
<b>Point B1</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

## Identification

Point A	(M1)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M266)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point C	(M288)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M23)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

Point B1	(M122)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M146)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

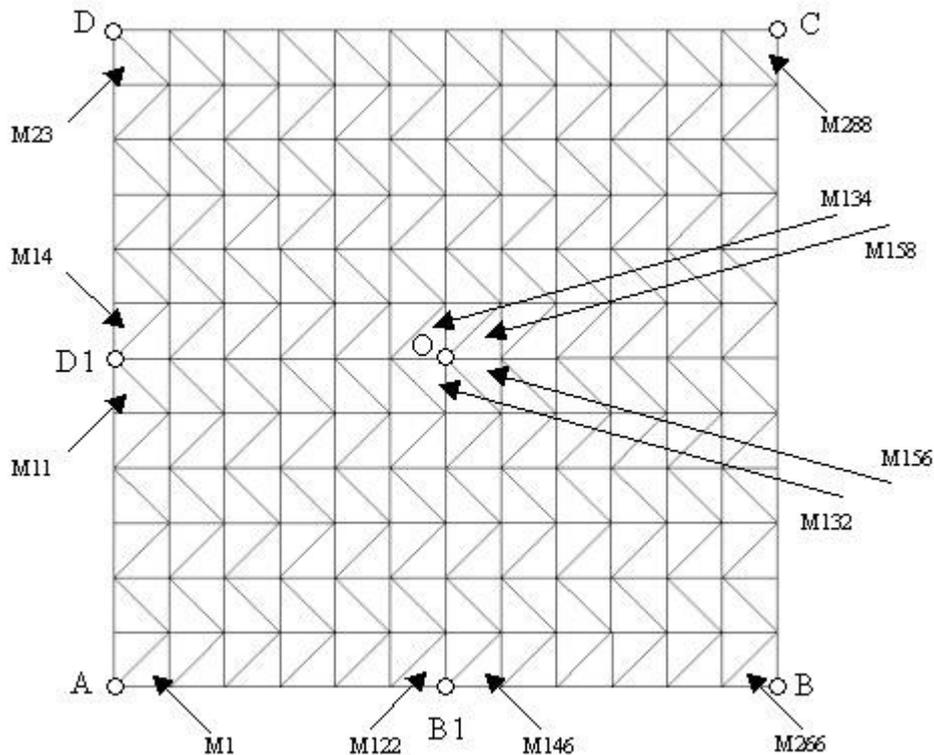
Point D1	(M11)	$T_x, T_y$
	(M14)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 6 Modélisation D

### 6.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque triangulaire `DST`.

Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

```
DDL_IMPO
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE_ARETE
(GROUP_NO: AB MY:0.)
(GROUP_NO: BC MX:0.)
(GROUP_NO: CD MY:0.)
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 6.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 170

Nombre de mailles et type : 288 `TRIA3`

### 6.3 Grandeurs testées et résultats

## Identification

Point O MI34

Contraintes

$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

Déplacement

DZ

Point O

Point BI MI22

Contraintes

$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

## Identification

Point O	(MI34)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(MI58)	$T_x, T_y$
	(MI32)	$T_x, T_y$
	(MI56)	$T_x, T_y$

## Identification

Point A	(MI)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M266)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point C	(M288)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M23)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

Point B1	(MI22)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(MI46)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

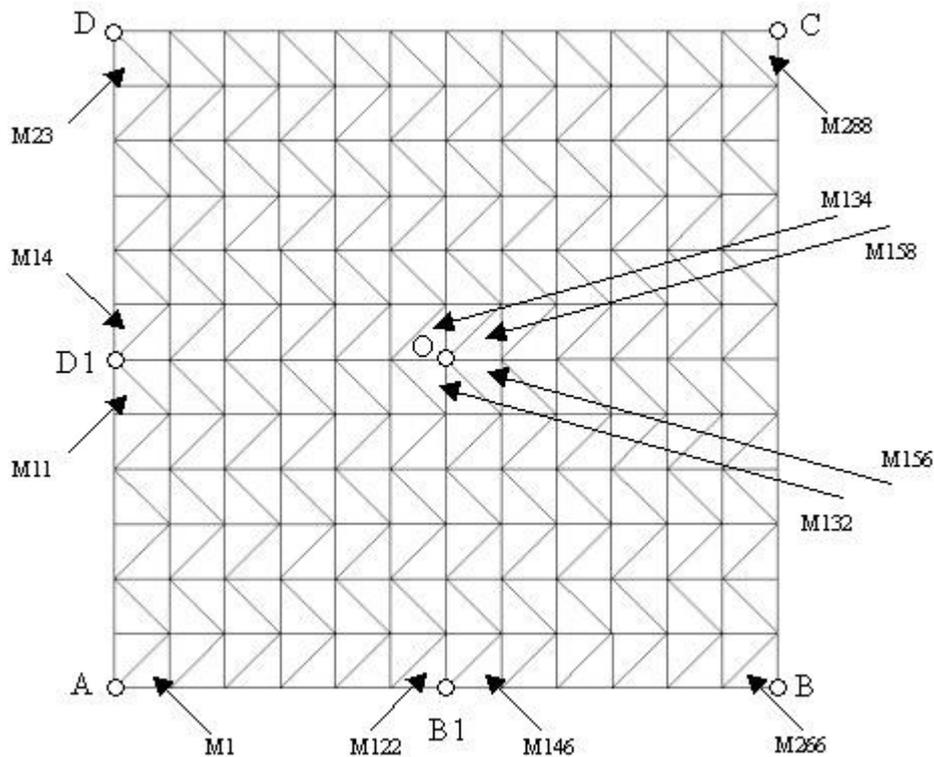
Point D1	(M11)	$T_x, T_y$
	(M14)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 7 Modélisation E

### 7.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque COQUE\_3D triangle.

Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)
(GROUP_NO: BC MX:0.)
(GROUP_NO: CD MY:0.)
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 626

Nombre de mailles et type : 288 TRIA6

### 7.3 Grandeurs testées et résultats

## Identification

<b>Point o</b> (M134)	
<b>Contraintes</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur
Déplacement	DZ
<b>Point B</b> (M122)	
Contraintes	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur
Maille (M132)	
Déformations équivalentes	INVA2
Maille (M132)	
Contraintes équivalentes Von Mises	VMIS
Contraintes équivalentes Tresca	TRESCA

## Identification

Point O	(M134)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M158)	$T_x, T_y$
	(M132)	$T_x, T_y, K_{xx}, K_{yy}, K_{xy}$
	(M156)	$T_x, T_y$

## Identification

Point A	(M1)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M266)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point C	(M288)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M23)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

Point B1	(M122)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M146)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

Point D1	(M11)	$T_x, T_y$
	(M14)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## Identification

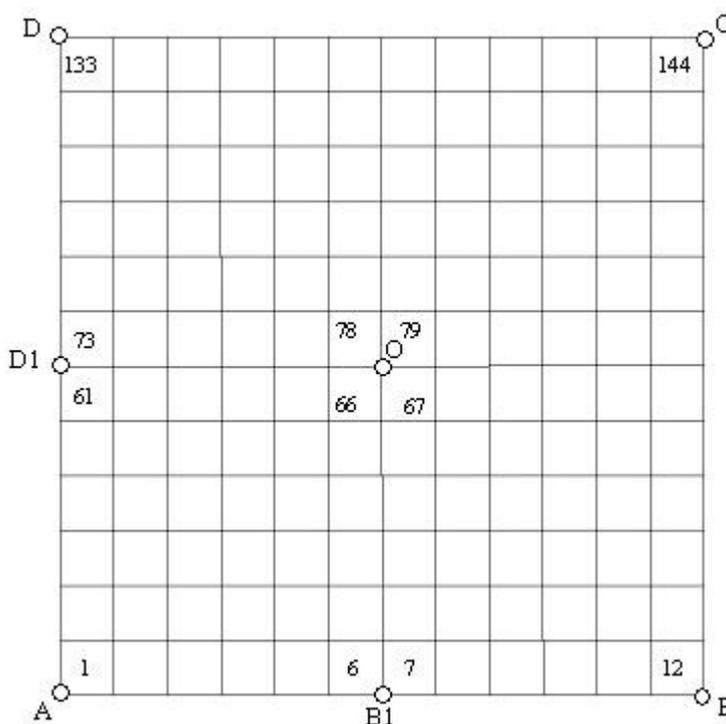
Point 7	(M132)	INVA2
	(M132)	VMIS, TRESCA

## 8 Modélisation F

### 8.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque COQUE\_3D quadrangle.

Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

(GROUP\_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE\_ARETE

(GROUP\_NO: AB MY:0.)

(GROUP\_NO: BC MX:0.)

(GROUP\_NO: CD MY:0.)

(GROUP\_NO: DA MX:0.)

### 8.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 482

Nombre de mailles et type : 144 QUAD8

### 8.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

Point O  
M78

**Contraintes**  $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

Déplacement  $DZ$

**Point B1**

**M6**

Contraintes  $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

### Identification

Point O	(M78)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M79)	$T_x, T_y$
	(M66)	$T_x, T_y, K_{xx}, K_{yy}, K_{xy}$
	(M67)	$T_x, T_y$

### Identification

Point A	(M1)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M12)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point C	(M144)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M133)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

Point B1	(M6)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M7)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

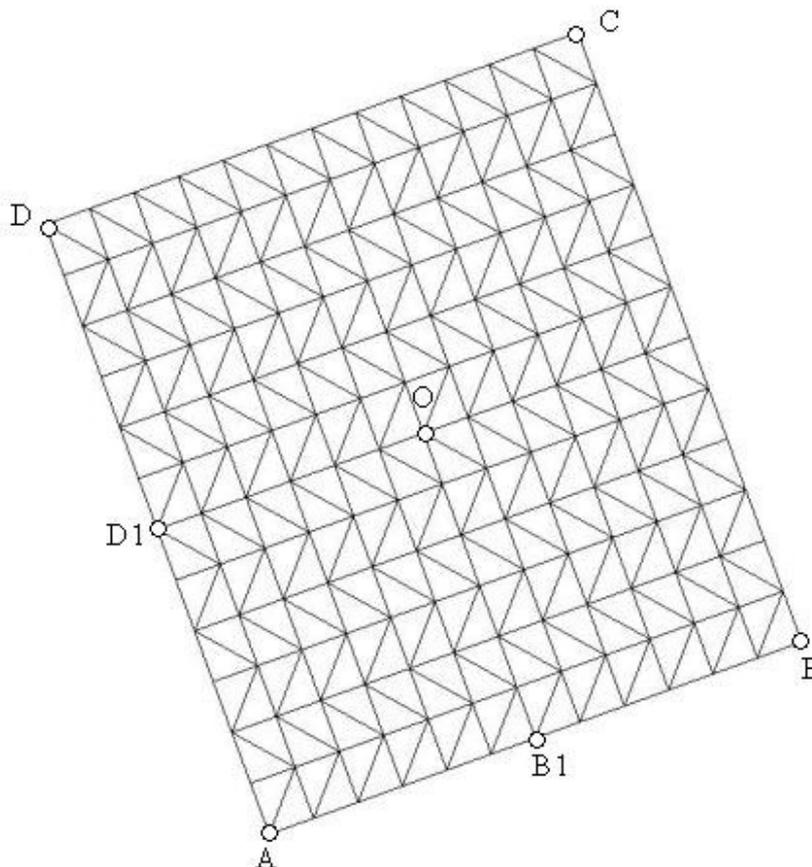
Point D1	(M61)	$T_x, T_y$
	(M73)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 9 Modélisation G

### 9.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque triangulaire `DST`.

Le modèle de plaque associé à la modélisation `D` est tourné de 20 degrés suivant l'angle nautique alpha et de 30 degrés suivant bêta. La numérotation des mailles est identique à celle de la modélisation `D`.



Conditions aux limites :

LIAISON\_OBLIQUE

(GROUP\_NO: AB, ANGL\_NAUT=(20., 30., 0.), DX: 0., DZ:  
0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: BC, ANGL\_NAUT=(20., 30., 0.), DY: 0., DZ:  
0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: CD, ANGL\_NAUT=(20., 30., 0.), DX: 0., DZ:  
0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: DA, ANGL\_NAUT=(20., 30., 0.), DY: 0., DZ:  
0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: O, ANGL\_NAUT=(20., 30., 0.), DX: 0., DY:  
0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE\_ARETE

(GROUP\_NO: AB MY:0.)

(GROUP\_NO: BC MX:0.)

(GROUP\_NO: CD MY:0.)

(GROUP\_NO: DA MX:0.)

## 9.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 170  
Nombre de mailles et type : 288 TRIA3

## 9.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	
<b>Point O (MI34)</b>	
<b>Contraintes</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur
Déplacement	DZ
<b>Point B1 (MI22)</b>	
<b>Contraintes</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

Identification	
Point O	(MI34) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(MI58) $T_x, T_y$
	(MI32) $T_x, T_y$
	(MI56) $T_x, T_y$
Point A	(MI) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M266) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

Identification	
Point C	(M288) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M23) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B1	(MI22) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(MI46) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

Identification	
Point D1	(MI1) $T_x, T_y$
	(MI4) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 9.4 Remarques

La valeur de référence du déplacement au point O est obtenue en projetant le déplacement calculé pour la modélisation D dans le repère tourné (le déplacement pour la modélisation D étant vertical, le nouveau déplacement est fonction de la projection de l'axe Z).

Dans le repère local, la projection de l'axe Z est la suivante :

$$\begin{pmatrix} \sin \beta \cos \alpha \\ \sin \beta \sin \alpha \\ \cos \beta \end{pmatrix}, \text{ avec } \alpha = 20. \text{ et } \beta = 30.$$

D'autre part, l'expression de la pression sinusoïdale dans le repère tourné devient :

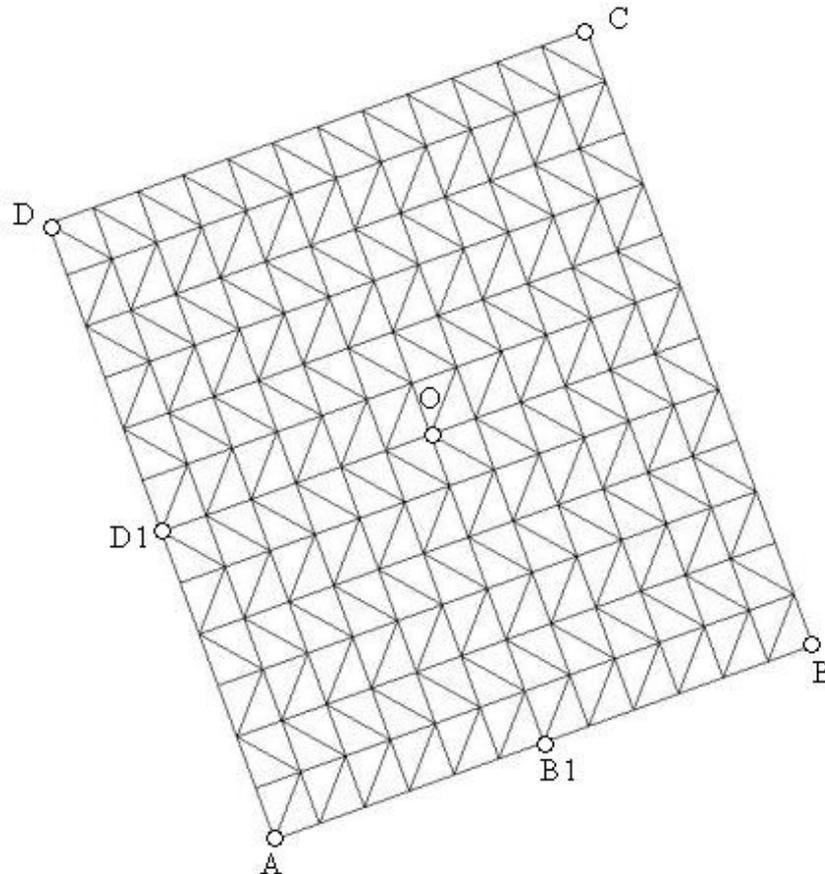
$$P = f_0 \sin \pi \frac{\cos \alpha \cos \beta x + \sin \alpha \cos \beta y - \sin \beta z}{a} \sin \pi \frac{\cos \alpha y - \sin \alpha x}{a}$$

## 10 Modélisation H

### 10.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque triangulaire COQUE\_3D.

Le modèle de plaque associé à la modélisation  $E$  est tourné de 20 degrés suivant l'angle nautique alpha et de 30 degrés suivant bêta. La numérotation des mailles est identique à celle de la modélisation  $E$ .



Conditions aux limites :

LIAISON\_OBLIQUE

```
(GROUP_NO: AB, ANGL_NAUT=(20.,30.,0.),DX: 0.,DZ: 0.,DRY:0.)  
(GROUP_NO: BC, ANGL_NAUT=(20.,30.,0.),DY: 0.,DZ: 0.,DRX:0.)  
(GROUP_NO: CD, ANGL_NAUT=(20.,30.,0.),DX: 0.,DZ: 0.,DRY:0.)  
(GROUP_NO: DA, ANGL_NAUT=(20.,30.,0.),DY: 0.,DZ: 0.,DRX:0.)  
(GROUP_NO: O, ANGL_NAUT=(20.,30.,0.),DX: 0.,DY:  
0.,DRX:0.,DRY:0.,DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)  
(GROUP_NO: BC MX:0.)  
(GROUP_NO: CD MY:0.)  
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 10.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 626  
Nombre de mailles et type : 288 TRIA6

## 10.3 Grandeurs testées et résultats

### Identification

<b>Point o (M134)</b>	
<b>Contraintes</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur
<b>Déplacement</b>	DZ
<b>Point B1 (M122)</b>	
<b>Contraintes</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

### Identification

Point O	(M134)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M158)	$T_x, T_y$
	(M132)	$T_x, T_y$
	(M156)	$T_x, T_y$
Point A	(M1)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M266)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

Point C	(M288)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M23)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

Point B1	(M122)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M146)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

Point D1	(M11)	$T_x, T_y$
	(M14)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 10.4 Remarques

La valeur de référence du déplacement au point  $O$  est obtenue en projetant le déplacement calculé pour la modélisation E dans le repère tourné (le déplacement pour la modélisation E étant vertical, le nouveau déplacement est fonction de la projection de l'axe  $Z$ ).

Dans le repère local, la projection de l'axe  $Z$  est la suivante :

$$\begin{bmatrix} \sin \beta \cos \alpha \\ \sin \beta \sin \alpha \\ \cos \beta \end{bmatrix}, \text{ avec } \alpha = 20. \text{ et } \beta = 30.$$

D'autre part, l'expression de la pression sinusoïdale dans le repère tourné devient :

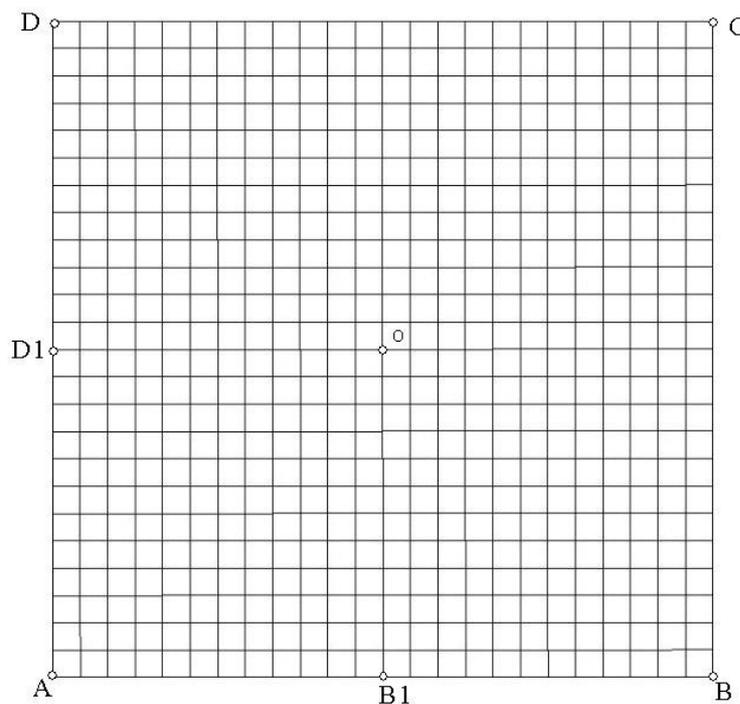
$$P = f_0 \sin \pi \frac{\cos \alpha \cos \beta x + \sin \alpha \cos \beta y - \sin \beta z}{a} \sin \pi \frac{\cos \alpha y - \sin \alpha x}{a}$$



## 11 Modélisation I

### 11.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque quadrangulaire  $DSQ$ . La plaque est modélisée avec un maillage  $24 \times 24$ .  
Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

```
DDL_IMPO
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE_ARETE
(GROUP_NO: AB MY:0.)
(GROUP_NO: BC MX:0.)
(GROUP_NO: CD MY:0.)
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 11.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 626  
Nombre de mailles et type : 576 QUAD4

### 11.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

Point o (M300)

#### Contraintes

$\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$ ,  $\sigma_{xy}$ ,  $\sigma_{xz}$ ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

Déplacement	DZ
Point B1 (M12)	
Contraintes	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

### Identification

Point O	(M300)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M301)	$T_x, T_y$
	(M276)	$T_x, T_y$
	(M277)	$T_x, T_y$

### Identification

Point A	(M1)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M24)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point C	(M576)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M576)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

Point B1	(M12)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M13)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

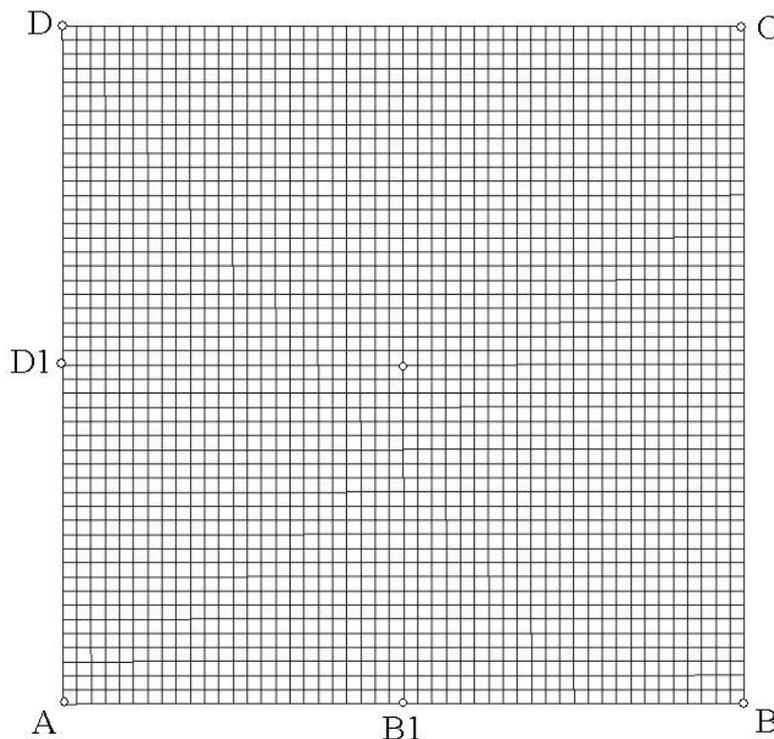
### Identification

Point D1	(M265)	$T_x, T_y$
	(M289)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 12 Modélisation J

### 12.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque quadrangulaire  $DSQ$ . La plaque est modélisée avec un maillage  $48 \times 48$ .  
Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0.,DZ: 0.,DRY:0.)  
(GROUP_NO: BC, DY: 0.,DZ: 0.,DRX:0.)  
(GROUP_NO: CD, DX: 0.,DZ: 0.,DRY:0.)  
(GROUP_NO: DA, DY: 0.,DZ: 0.,DRX:0.)  
(GROUP_NO: O , DX: 0.,DY: 0.,DRX:0.,DRY:0.,DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)  
(GROUP_NO: BC MX:0.)  
(GROUP_NO: CD MY:0.)  
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 12.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 2402  
Nombre de mailles et type : 2304 QUAD4

### 12.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

Point O M1176

<b>Contraintes</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur
Déplacement	DZ
<b>Point B1 (M24)</b>	
Contraintes	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

### Identification

Point O	(M1176)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M1177)	$T_x, T_y$
	(M1128)	$T_x, T_y$
	(M1129)	$T_x, T_y$

### Identification

Point A	(M1)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M48)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point C	(M2304)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M2257)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

Point B1	(M24)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M25)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

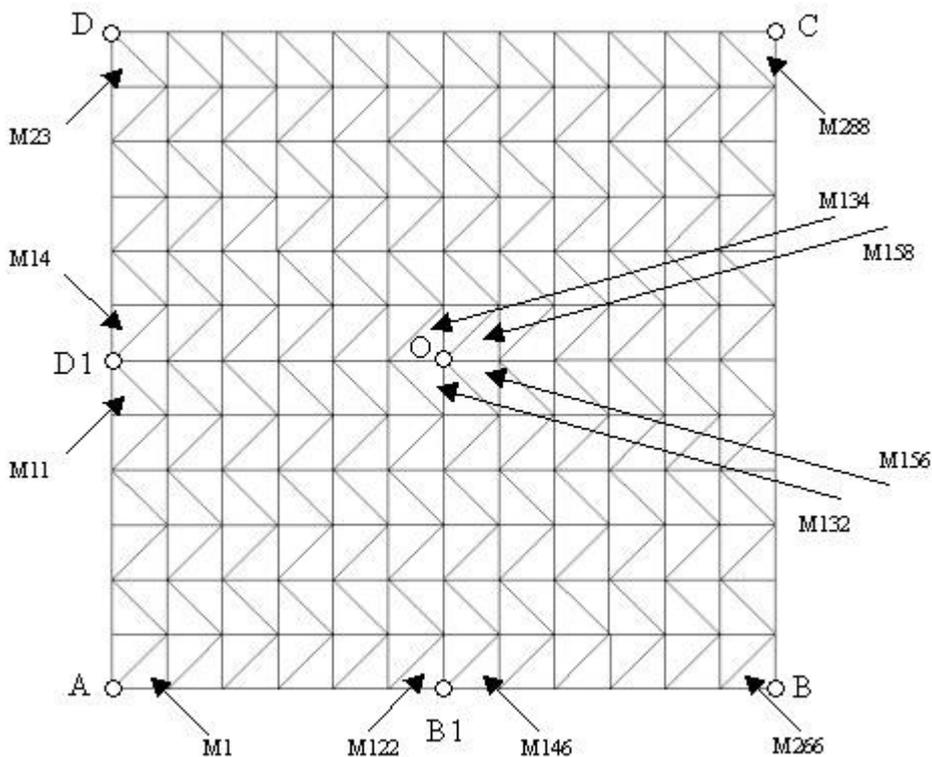
### Identification

Point D1	(M1105)	$T_x, T_y$
	(M1153)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 13 Modélisation K

### 13.1 Caractéristiques de la modélisation

Plaque multicouche isotrope (5 couches dans l'épaisseur). Élément de coque triangulaire DST.  
Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)
(GROUP_NO: BC MX:0.)
(GROUP_NO: CD MY:0.)
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 13.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 170

Nombre de mailles et type : 288 TRIA3

### 13.3 Grandeurs testées et résultats

## Identification

### Point *O* M134

**Couche 1**  $\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillet inférieur

**Couche 3**  $\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillet milieu

**Couche 5**  $\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillet supérieur

Déplacement *DZ*

### Point *B1*

*M122*

**Couche 1**  $\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillet inférieur

**Couche 3**  $\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillet milieu

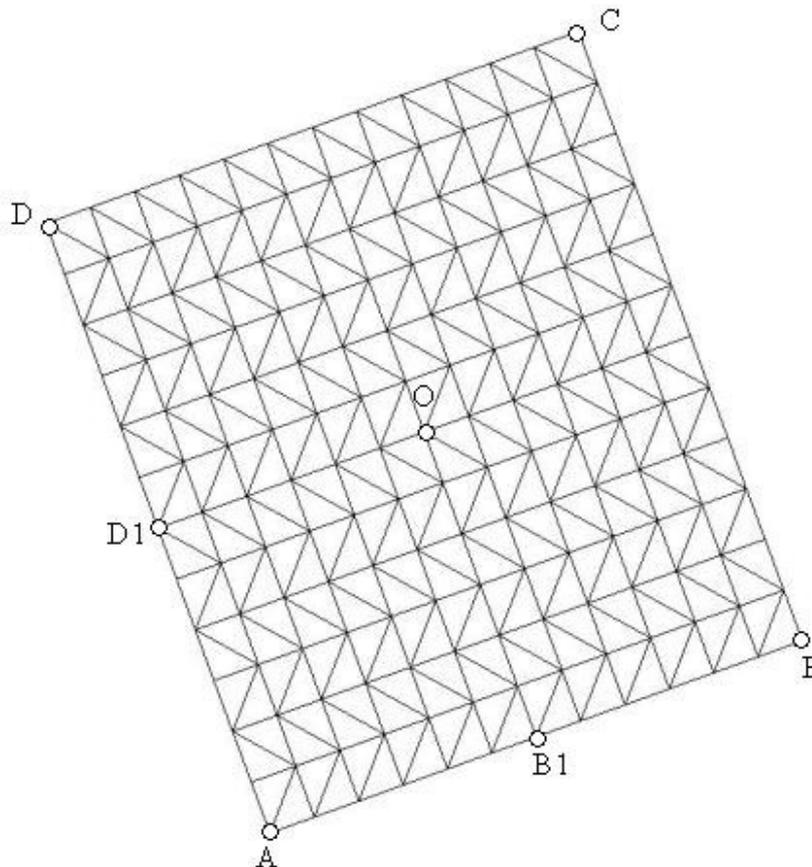
**Couche 5**  $\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillet supérieur

## 14 Modélisation L

### 14.1 Caractéristiques de la modélisation

Plaque multicouche isotrope (5 couches dans l'épaisseur). Elément de coque triangulaire `DST`.

Le modèle de plaque associé à la modélisation `K` est tourné de 20 degrés suivant l'angle nautique  $\alpha$  et de 30 degrés suivant  $\beta$ . La numérotation des mailles est identique à celle de la modélisation `K`.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)  
(GROUP_NO: BC MX:0.)  
(GROUP_NO: CD MY:0.)  
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 14.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 170

Nombre de mailles et type : 288 TRIA3

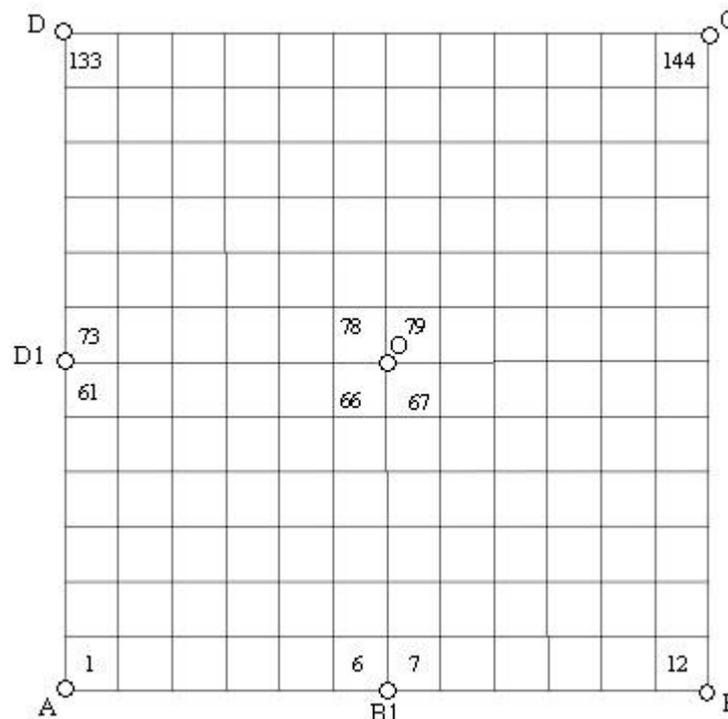
## 14.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	
<b>Point O M134</b>	
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet supérieur
Déplacement	DZ
<b>Point B1 M122</b>	
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet supérieur

## 15 Modélisation M

### 15.1 Caractéristiques de la modélisation

Plaque multicouche isotrope (5 couches dans l'épaisseur). Elément de coque quadrangulaire DSQ.  
Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions limites :

DDL\_IMPO

(GROUP\_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP\_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP\_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP\_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP\_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE\_ARETE

(GROUP\_NO: AB MY:0.)  
(GROUP\_NO: BC MX:0.)  
(GROUP\_NO: CD MY:0.)  
(GROUP\_NO: DA MX:0.)

### 15.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171

Nombre de mailles et type : 144 QUAD4

### 15.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

Point O MI34

Couche 1

$\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillet inférieur

---

<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet supérieur
Déplacement	$DZ$	

---

**Point** *B1 M122*

---

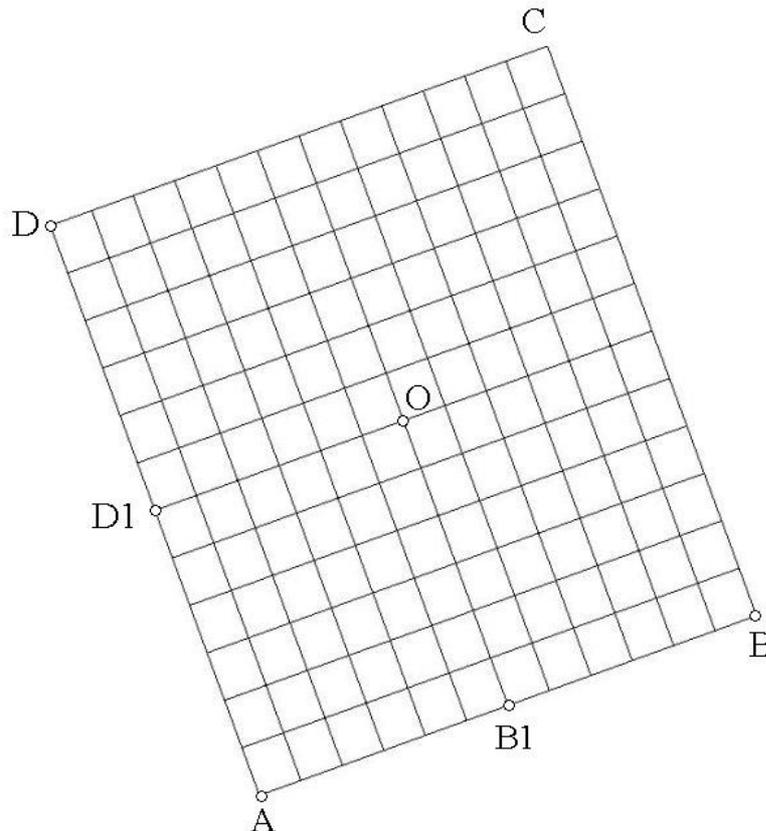
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet supérieur

---

## 16 Modélisation N

### 16.1 Caractéristiques de la modélisation

Plaque multicouche isotrope (5 couches dans l'épaisseur). Élément de coque quadrangulaire DSQ.  
Le modèle de plaque associé à la modélisation M est tourné de 20 degrés suivant l'angle nautique alpha et de 30 degrés suivant bêta. La numérotation des mailles est identique à celle de la modélisation M.



Conditions aux limites :

```
DDL_IMPO
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE_ARETE
(GROUP_NO: AB MY:0.)
(GROUP_NO: BC MX:0.)
(GROUP_NO: CD MY:0.)
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 16.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171  
Nombre de mailles et type : 144 QUAD4

## 16.3 Grandeurs testées et résultats

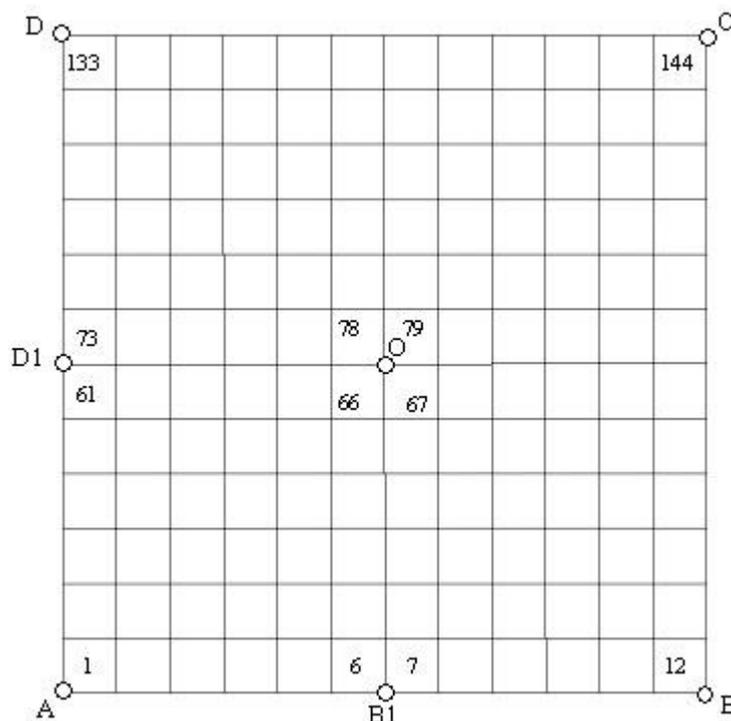
	Identification
<b>Point</b> <i>O MI34</i>	
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet supérieur
Déplacement	<i>DZ</i>
<b>Point</b> <i>B1 MI22</i>	
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet supérieur

## 17 Modélisation O

### 17.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque quadrangulaire Q4G.

Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)
(GROUP_NO: BC MX:0.)
(GROUP_NO: CD MY:0.)
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 17.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171

Nombre de mailles et type : 144 QUAD4

### 17.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

**Point O M78**

**Contraintes**

$\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

**Déplacement**

DZ

**Point B1 M6**

$\sigma_{xx}$  ,  $\sigma_{yy}$  ,  $\sigma_{xy}$  ,  $\sigma_{xz}$  ,  $\sigma_{yz}$  sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

**Identification**

Point O	(M78)	$N_{xx}$ , $N_{yy}$ , $N_{xy}$ , $M_{xx}$ , $M_{yy}$ , $M_{xy}$ , $T_x$ , $T_y$
	(M79)	$T_x$ , $T_y$
	(M66)	$T_x$ , $T_y$
	(M67)	$T_x$ , $T_y$

**Identification**

Point C	(M144)	$N_{xx}$ , $N_{yy}$ , $N_{xy}$ , $M_{xx}$ , $M_{yy}$ , $M_{xy}$ , $T_x$ , $T_y$
Point D	(M133)	$N_{xx}$ , $N_{yy}$ , $N_{xy}$ , $M_{xx}$ , $M_{yy}$ , $M_{xy}$ , $T_x$ , $T_y$

**Identification**

Point D1	(M61)	$T_x$ , $T_y$
	(M73)	$N_{xx}$ , $N_{yy}$ , $N_{xy}$ , $M_{xx}$ , $M_{yy}$ , $M_{xy}$ , $T_x$ , $T_y$

**Identification**

Point A	(M1)	$N_{xx}$ , $N_{yy}$ , $N_{xy}$ , $M_{xx}$ , $M_{yy}$ , $M_{xy}$ , $T_x$ , $T_y$
---------	------	---

**Identification**

Point B	(M12)	$N_{xx}$ , $N_{yy}$ , $N_{xy}$ , $M_{xx}$ , $M_{yy}$ , $M_{xy}$ , $T_x$ , $T_y$
---------	-------	---

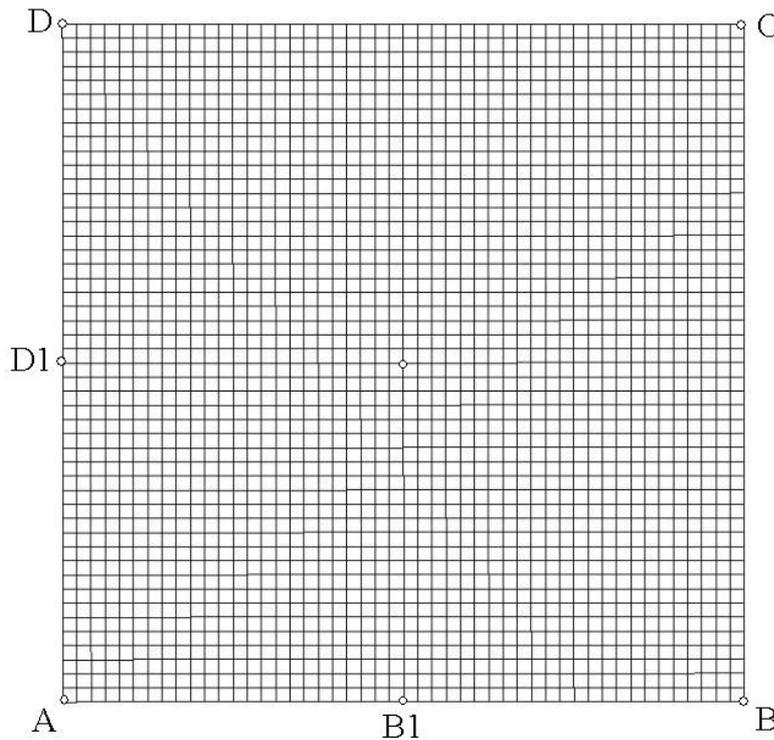
**Identification**

Point B1	(M6)	$N_{xx}$ , $N_{yy}$ , $N_{xy}$ , $M_{xx}$ , $M_{yy}$ , $M_{xy}$ , $T_x$ , $T_y$
	(M7)	$N_{xx}$ , $N_{yy}$ , $N_{xy}$ , $M_{xx}$ , $M_{yy}$ , $M_{xy}$ , $T_x$ , $T_y$

## 18 Modélisation P

### 18.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque quadrangulaire Q4G. La plaque est modélisée avec un maillage  $48 \times 48$ .  
Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0.,DZ: 0.,DRY:0.)  
(GROUP_NO: BC, DY: 0.,DZ: 0.,DRX:0.)  
(GROUP_NO: CD, DX: 0.,DZ: 0.,DRY:0.)  
(GROUP_NO: DA, DY: 0.,DZ: 0.,DRX:0.)  
(GROUP_NO: O , DX: 0.,DY: 0.,DRX:0.,DRY:0.,DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)  
(GROUP_NO: BC MX:0.)  
(GROUP_NO: CD MY:0.)  
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 18.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 2402  
Nombre de mailles et type : 2304 QUAD4

### 18.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

Point O M1176

<b>Contraintes</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur
Déplacement	DZ
<b>Point B1 M24</b>	
Contraintes	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillets inférieur, milieu et supérieur

### Identification

Point O	(M1176)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M1177)	$T_x, T_y$
	(M1128)	$T_x, T_y$
	(M1129)	$T_x, T_y$

### Identification

Point A	(M1)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M48)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point C	(M2304)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M2257)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

Point B1	(M24)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M25)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

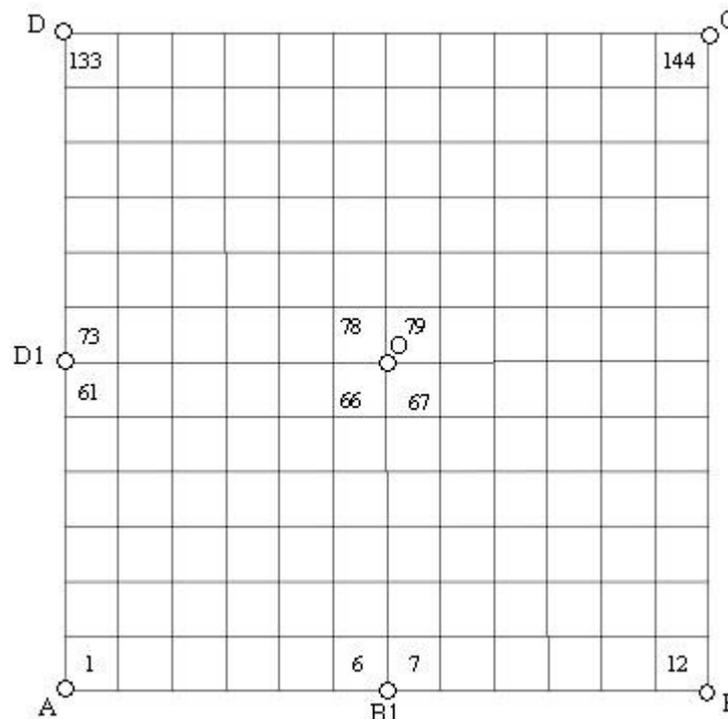
### Identification

Point D1	(M1105)	$T_x, T_y$
	(M1153)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 19 Modélisation Q

### 19.1 Caractéristiques de la modélisation

Plaque multicouche isotrope (5 couches dans l'épaisseur). Élément de coque quadrangulaire Q4G.  
Le repère utilisateur est confondu avec le repère d'orthotropie.



Conditions limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: O, DX: 0., DY:
0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)
(GROUP_NO: BC MX:0.)
(GROUP_NO: CD MY:0.)
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 19.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171

Nombre de mailles et type : 144 QUAD4

### 19.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

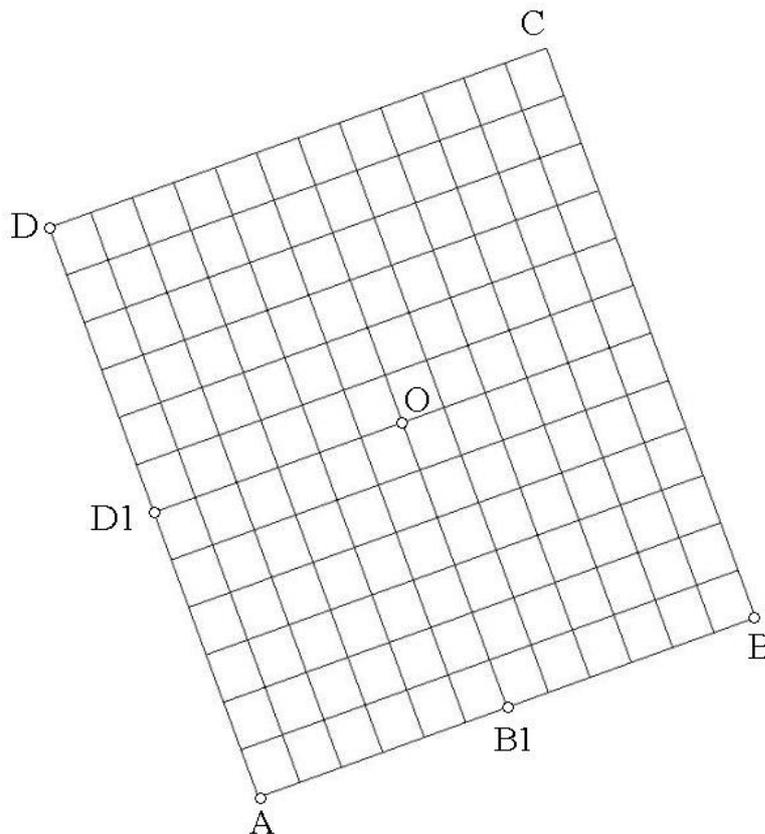
Point O MI34

<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillet supérieur
Déplacement	Flèche verticale $w = DZ$
<b>Point B1 M122</b>	
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$ sur feuillet supérieur

## 20 Modélisation R

### 20.1 Caractéristiques de la modélisation

Plaque multicouche isotrope (5 couches dans l'épaisseur). Élément de coque quadrangulaire Q4G.  
Le modèle de plaque associé à la modélisation  $Q$  est tourné de 20 degrés suivant l'angle nautique alpha et de 30 degrés suivant bêta. La numérotation des mailles est identique à celle de la modélisation  $Q$ .



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

```
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)
```

FORCE\_ARETE

```
(GROUP_NO: AB MY:0.)  
(GROUP_NO: BC MX:0.)  
(GROUP_NO: CD MY:0.)  
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 20.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171

Nombre de mailles et type : 144 QUAD4

## 20.3 Grandeurs testées et résultats

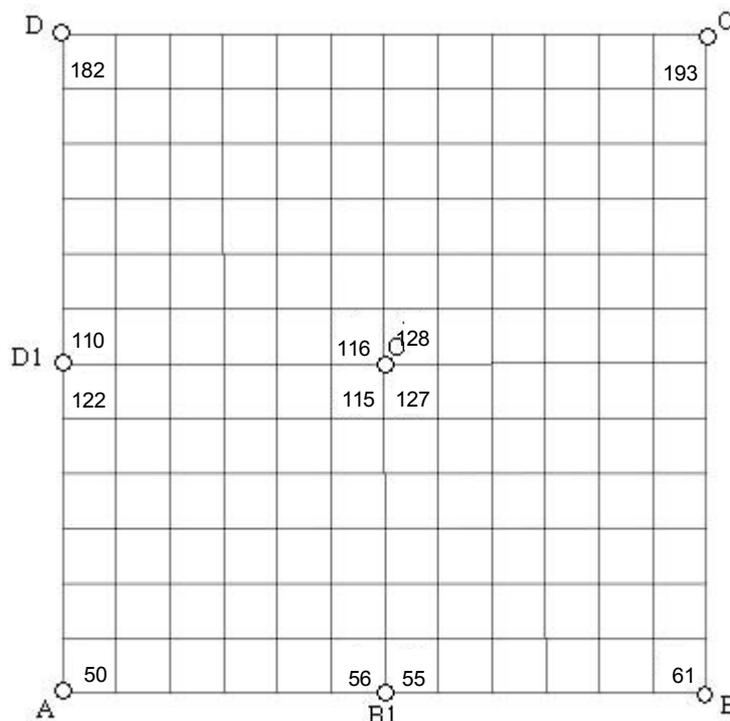
### Identification

		Identification
<b>Point</b> <i>O</i> <i>M78</i>		
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet supérieur
Déplacement	Flèche verticale $w = DZ$	
<b>Point</b> <i>B1</i> <i>M6</i>		
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$	sur feuillet supérieur

## 21 Modélisation S

### 21.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque quadrangulaire Q4GG.



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

(GROUP\_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP\_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP\_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP\_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP\_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE\_ARETE

(GROUP\_NO: AB MY:0.)  
(GROUP\_NO: BC MX:0.)  
(GROUP\_NO: CD MY:0.)  
(GROUP\_NO: DA MX:0.)

### 21.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171

Nombre de mailles et type : 144 QUAD4

### 21.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

Point	Identification
(M115)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
(M128)	$T_x, T_y$
(M116)	$T_x, T_y$

---


$$(M127) \quad \frac{T_x, T_y}{DZ}$$


---

**Identification**

---

Point A	(M50)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M61)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

---

**Identification**

---

Point C	(M193)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M182)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

---

**Identification**

---

Point B1	(M55)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M56)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

---

**Identification**

---

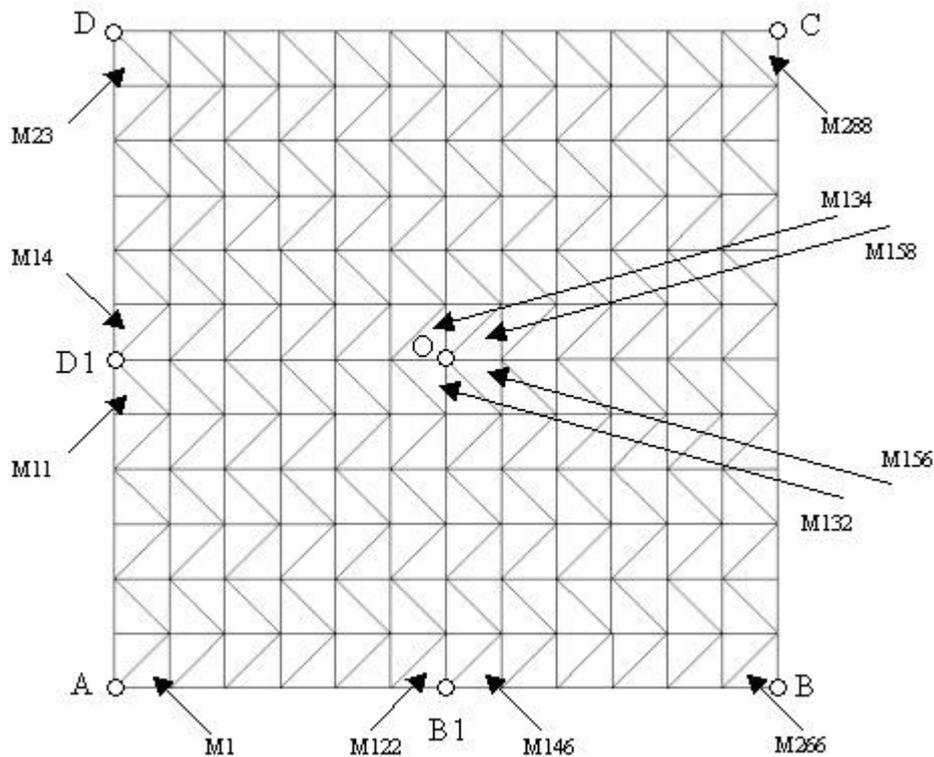
Point D1	(M122)	$T_x, T_y$
	(M110)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

---

## 22 Modélisation T

### 22.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque triangulaire Q4GG.



Conditions aux limites :

```
DDL_IMPO
(GROUP_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)
(GROUP_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)
(GROUP_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE_ARETE
(GROUP_NO: AB MY:0.)
(GROUP_NO: BC MX:0.)
(GROUP_NO: CD MY:0.)
(GROUP_NO: DA MX:0.)
```

### 22.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 170  
Nombre de mailles et type : 288 TRIA3

### 22.3 Grandeurs testées et résultats

#### Identification

Point O	(M134)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M158)	$T_x, T_y$
	(M132)	$T_x, T_y$
	(M156)	$T_x, T_y$
		DZ

### Identification

Point A	(M1)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point B	(M266)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point C	(M288)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
Point D	(M23)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

### Identification

Point B1	(M122)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	(M146)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

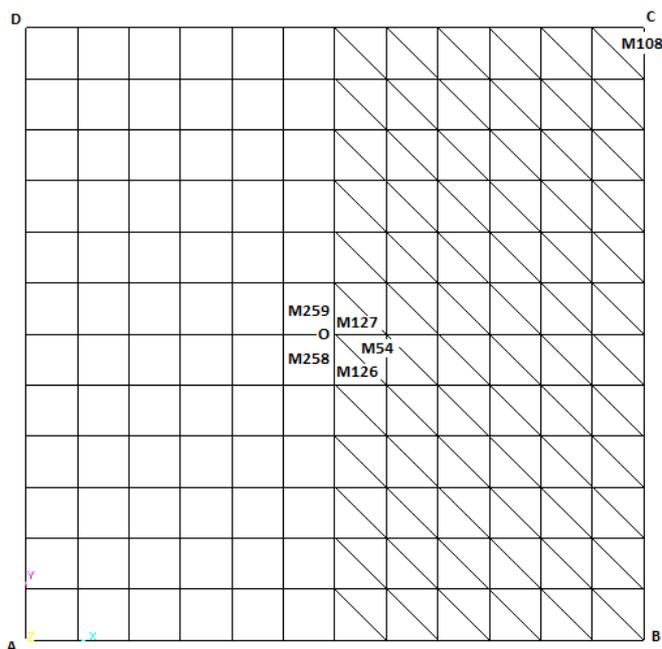
### Identification

Point D1	(M11)	$T_x, T_y$
	(M14)	$N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

## 23 Modélisation U

### 23.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque quadrangulaire et triangulaire Q4GG.



Conditions limites :

DDL\_IMPO

(GROUP\_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE\_ARETE

(GROUP\_NO: AB MY:0.)

(GROUP\_NO: BC MX:0.)

(GROUP\_NO: CD MY:0.)

(GROUP\_NO: DA MX:0.)

### 23.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171

Nombre de mailles et type : 72 QUAD4 , 144 TRIA3

## 23.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	
Point	(M258) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
O	(M54) $T_x, T_y$
	(M126) $T_x, T_y$
	DZ

Identification	
Point	(M108) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
C	

Identification		
(M126)	Point 1	$M_{xx}$
(M259)	Point 3	$M_{yy}$

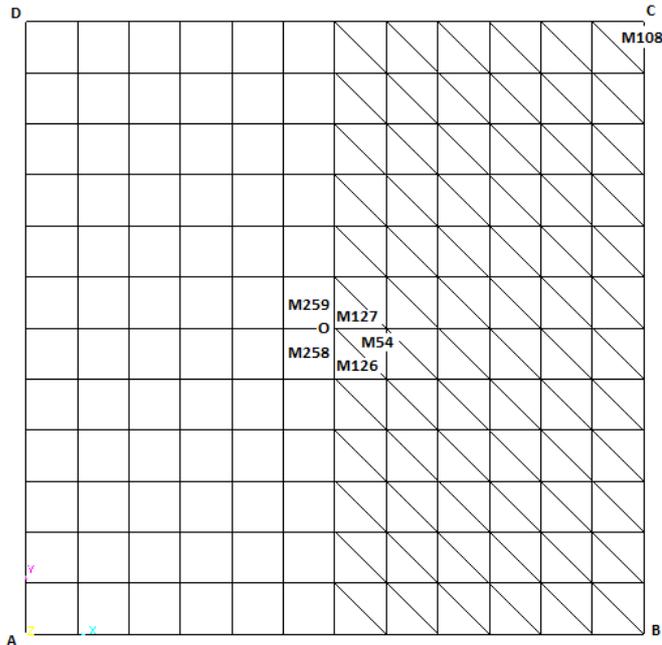
## 23.4 Remarques

Dans cette modélisation on vérifie qu'il est possible de calculer les contraintes généralisées (  $N$  ,  $M$  ,  $T$  ) à partir d'un champs de déplacements venant d'Europlexus.

## 24 Modélisation V

### 24.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque quadrangulaire et triangulaire DKTG.



Conditions limites :

DDL\_IMPO

(GROUP\_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP\_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP\_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)  
(GROUP\_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)  
(GROUP\_NO: O , DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE\_ARETE

(GROUP\_NO: AB MY:0.)  
(GROUP\_NO: BC MX:0.)  
(GROUP\_NO: CD MY:0.)  
(GROUP\_NO: DA MX:0.)

### 24.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 171

Nombre de mailles et type : 72 QUAD4 , 144 TRIA3

## 24.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	
Point O	(M258) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$
	Énergie élastique : <i>TOTALE MEMBRANE FLEXION</i>
	(M54) $T_x, T_y$
	(M126) $T_x, T_y$
DZ	

Identification	
Point C	(M108) $N_{xx}, N_{yy}, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}, T_x, T_y$

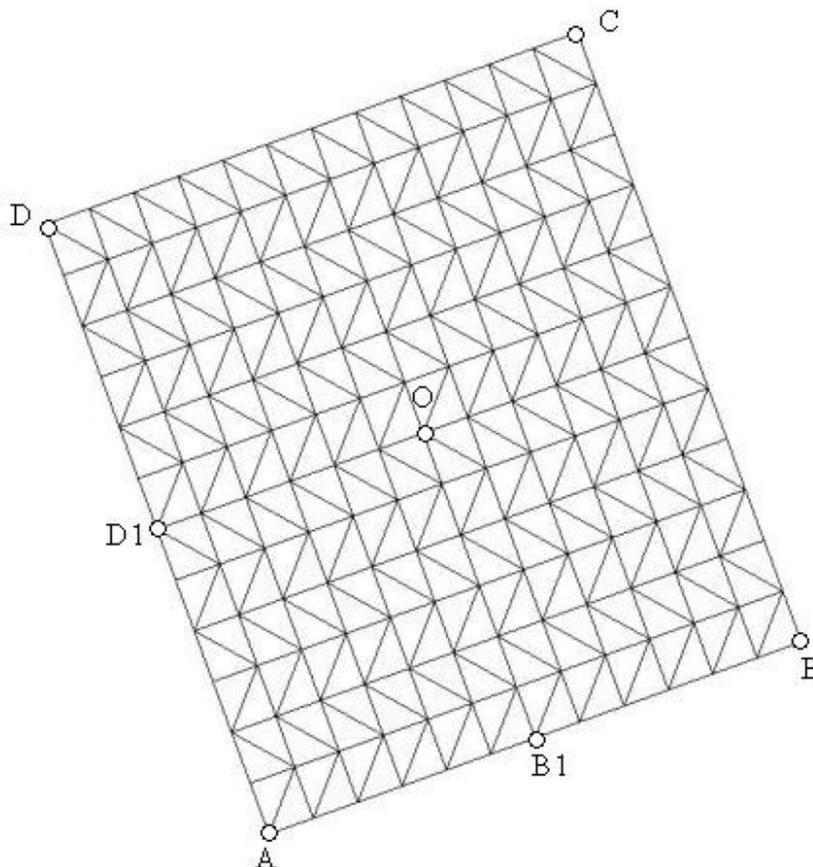
Identification		
(M126)	Point 1	$M_{xx}$
(M259)	Point 3	$M_{yy}$

## 25 Modélisation W

### 25.1 Caractéristiques de la modélisation

Plaque multicouches isotrope (5 couches dans l'épaisseur). Élément de coque triangulaire T3G.

Le modèle de plaque associé à la modélisation  $K$  est tourné de 20 degrés suivant l'angle nautique  $\alpha$  et de 30 degrés suivant  $\beta$ . La numérotation des mailles est identique à celle de la modélisation  $K$ .



Conditions aux limites :

DDL\_IMPO

(GROUP\_NO: AB, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: BC, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: CD, DX: 0., DZ: 0., DRY:0.)

(GROUP\_NO: DA, DY: 0., DZ: 0., DRX:0.)

(GROUP\_NO: O, DX: 0., DY: 0., DRX:0., DRY:0., DRZ:0.)

FORCE\_ARETE

(GROUP\_NO: AB MY:0.)

(GROUP\_NO: BC MX:0.)

(GROUP\_NO: CD MY:0.)

(GROUP\_NO: DA MX:0.)

### 25.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 170

Nombre de mailles et type : 288 TRIA3

## 25.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	
<b>Point</b> <i>O MI34</i>	
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet supérieur
Déplacement	<i>DZ</i>
<b>Point</b> <i>B1 MI22</i>	
<b>Couche 1</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet inférieur
<b>Couche 3</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet milieu
<b>Couche 5</b>	$\sigma_{xx}$ , $\sigma_{yy}$ , $\sigma_{xy}$ , $\sigma_{xz}$ , $\sigma_{yz}$ sur feuillet supérieur

## 26 Synthèse des résultats

---

Les résultats obtenus montrent que :

- la modélisation `DSQ` fournit une estimation plus précise des contraintes et des efforts tranchants (<5%) que la modélisation `DKQ` (=20%). L'estimation des moments est équivalente pour les deux modélisations,
- à maillage de équivalent, la modélisation `DSQ` obtient des résultats plus précis que la modélisation `Q4G` (comparaison des modélisations `B` et `O`). Les 2 modèles convergent vers les mêmes résultats (comparaison des modélisations `J` et `P`). Cela s'explique par l'ordre d'approximation des rotations qui est quadratique pour `DSQ` et bilinéaire pour `Q4G`,
- l'estimation des contraintes est plus précise avec la modélisation `DKT` (<2%) comparativement à la modélisation `DST` (<3,5%). L'effort tranchant est par contre mieux estimé par `DST` (<10% pour `DST` et <20% pour `DKT`),
- pour les configurations `COQUE_3D` triangle ou quadrangle, l'estimation de la contrainte de cisaillement transverse est constante dans l'épaisseur de la plaque, conformément aux hypothèses de modélisation,
- les résultats exprimés dans le repère utilisateur pour les configurations `DST` et `COQUE_3D` sont identiques à ceux exprimés dans le repère global,
- le raffinement du maillage pour la configuration `DSQ` améliore l'estimation des contraintes, des efforts tranchants et des moments ; la tendance s'inverse en ce qui concerne le déplacement,
- la configuration multicouche permet de visualiser la répartition des contraintes planes et de cisaillement transverse dans l'épaisseur de la plaque, et de confirmer la théorie, à savoir une répartition linéaire pour les contraintes planes et parabolique pour les contraintes de cisaillement ; d'autre part, la rotation du repère n'influe pas sur les valeurs des contraintes,
- de manière générale, aux nœuds où l'on attend des contraintes ou des efforts analytiquement nuls, les résultats numériques obtenus ne sont pas corrects du fait que les estimations sont faites maille par maille puis extrapolées aux nœuds. Même les valeurs moyennées aux nœuds en question ne sont pas forcément nulles.