# SSLS111 - Excentrement de plaque simple

**Résumé :**

Ce test permet de valider l'excentrement des plaques simples (c'est à dire qu'il ne s'agit ni d'un multicouche, ni d'un comportement homogénéisé).

Huit modélisations sont utilisées : DST (modélisation $A$ ), DKT (modélisation $B$ ) et DST (modélisation $C$ ),Q4G (modélisation $D$ ),Q4G (modélisation $E$ ),DKT (modélisation $F$ ),DST (modélisation $G$ ) et DKT (modélisation $O$ ).

Modélisations $A$ et $B$ : on modélise 2 plaques excentrées par rapport au plan moyen et on compare les résultats à une solution analytique.

Modélisation $C$ :
La référence est donnée par une première résolution où l'on modélise un bicouche constitué de 2 matériaux.
La validation se fait dans un second calcul où l'on modélise les 2 couches du modèle précédent par 2 plaques excentrées par rapport au plan moyen du premier calcul.

Modélisation $D$ , $E$ , $F$ , $G$ :
On modélise une seule plaque excentrée par rapport au plan moyen et on compare les résultats à une solution analytique.

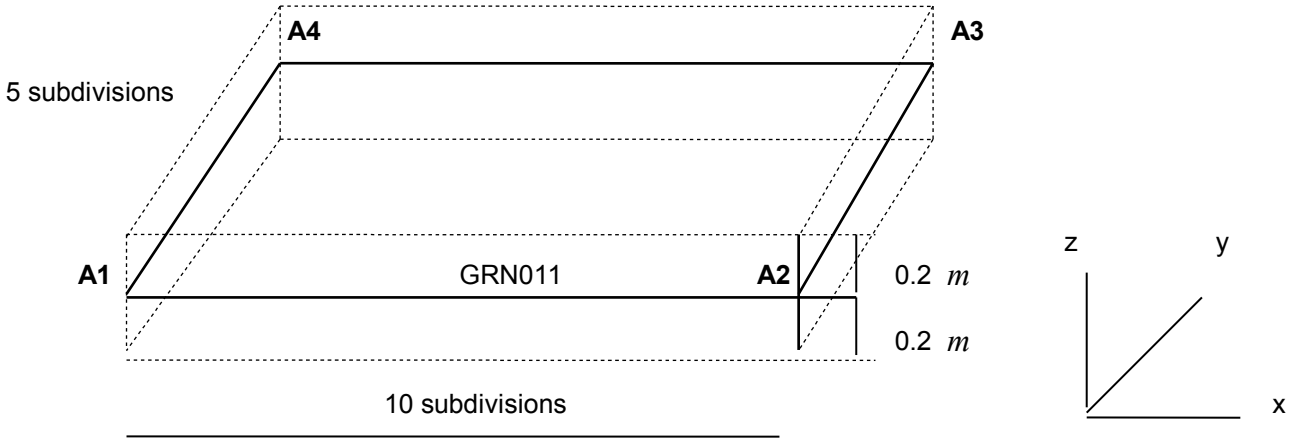
Modélisation $O$ :
On modélise une seule plaque excentrée par rapport au plan moyen afin de valider le calcul des composantes des contraintes SIXZ et SIYZ. Deux calculs sont effectués, le premier en mono-couche servant de référence au second en multi-couche.



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 1 Problème de référence

## 1.1 Géométrie




Les coordonnées des points sont données en mètres ( $m$ ):

$A1(0,0,0)$ $A3(10,5,0)$
$A2(10,0,0)$ $A4(0,5,0)$

## 1.2 Propriétés de matériaux

### 1.2.1 Modélisations A, B et D

Le matériau a un comportement élastique isotrope :

Module d'Young : $E=200000.\text{MPa}$
Coefficient de Poisson: $\nu=0.$
Masse volumique : $\rho=1000.\text{Kg}/m^3$

### 1.2.2 Modélisation C

Le matériau est un bicouche.

Le matériau constituant la première couche est élastique orthotrope et est caractérisé par les données suivantes :

$EL=20000.\text{MPa}$ $ET=20000.\text{MPa}$ $VLT=0.3$ $GLT=2000.\text{MPa}.$

Le matériau constituant la seconde couche est aussi élastique orthotrope et est caractérisé par les données suivantes :

$EL=15000.\text{MPa}$ $ET=15000.\text{MPa}$ $VLT=0.3$ $GLT=1500.\text{MPa}$



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

### 1.3.1 Modélisations A et B

L'arête $A1A4$ est encastrée.
On applique une force nodale $Fz=-1000\,\mathrm{N}$ sur l'arête $A1A2$ .

### 1.3.2 Modélisation C

Le nœud $A1$ est encastré :

$$dx=0. \qquad dy=0. \qquad dz=0.$$

$$dRx=0. \qquad dRy=0. \qquad dRz=0.$$

Le nœud $A2$ est bloqué selon les degrés de liberté suivants :

$$dx=0. \qquad dy=0.$$

On applique une force nodale $Fz=-1000\,\mathrm{N}$ sur le nœud $A3$ .

D'autre part, on applique sur 3 mailles (voir dessin en 5.2) le chargement réparti en repère local suivant (mot clé FORCE_COQUE) :

$F1=200\,N/m^2$ , $F2=-500\,N/m^2$ , $F3=-500\,N/m^2$ , $MF1=100\,N/m$ , $MF2=40\,N/m$

dans le plan du maillage.

### 1.3.3 Modélisation D, E, F et G

L'arête $A1A4$ est encastrée. La plaque a pour épaisseur $0{,}8\,m$ . La plaque est excentrée de $e=0{,}4\,m$ .
On applique une force nodale répartie transverse $F_z=-1000\,N/m$ sur l'arête $A2A3$ et une force nodale répartie de traction $F_x=4000\,N/m$ sur la même arête $A2A3$ .



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 2 Solution de référence

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

### 2.1.1 Modélisations A et B

La flèche $fl$ est donnée par la formule : $fl = FlL^3/3\mathrm{EI}$
où $l$ est la largeur, $L$ la longueur de la plaque, et $I = lh^3/12$ , $h$ étant l'épaisseur.

### 2.1.2 Modélisation C

Le calcul avec matériau bicouche sert de référence. La non régression des résultats obtenus pour ce premier calcul est vérifiée.

## 2.2 Résultats de référence

### 2.2.1 Modélisations A et B

Ils sont constitués des valeurs du champ de déplacement $DZ$ au point $A3$ et des efforts au point $A1$ . D'autre part, on calcule les 4 plus petites fréquences de la structure.

### 2.2.2 Modélisation C

Ils sont constitués des valeurs du champ de déplacement $DX$ , $DY$ , $DZ$ , $DRX$ , $DRY$ au point $A3$ (nœud $N1$ pour Code_Aster) et au point de coordonnées $(9,2,0)$ .

On compare aussi les efforts au point $A1$ .

D'autre part, on calcule les 4 plus petites fréquences de la structure.

### 2.2.3 Modélisation D

On ne représente dans ce cas qu'une seule plaque excentrée (excentrement $e = 0,4\,m$ , épaisseur $h/2 = 0,4\,m$ ). La flèche $w$ à l'extrémité libre est donnée par l'expression : $w = \left(2F_z L - 3F_x e\right)\ell L^2/6EI + F_z L/\left(6Gh5/6\right)$ . Les sollicitations globales sur le bord encastré $A1A4$ , de longueur $\ell = 5\,m$ sont : $N_x = F_x$ et $V_z = -F_z$ .

## 2.3 Incertitude sur la solution

Pour les modélisations $A$ et $B$ , la solution de référence est analytique. Il n'y a donc pas d'incertitude.

Pour la modélisation $C$ , les incertitudes sont nulles puisqu'il s'agit d'un même calcul réalisé par deux voies différentes.

### 2.3.1 Modélisation D, E, F, G

On utilise comme solution de référence pour la fréquence propre une autre solution venant d'un calcul non excentré.



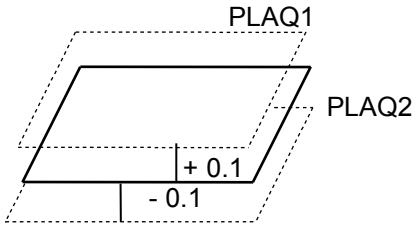
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 3 Modélisation A

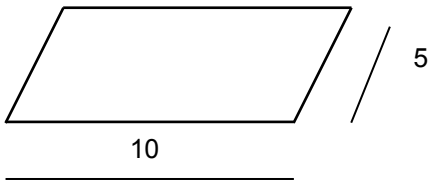
## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

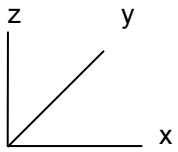
Le modèle est constitué de 2 plaques excentrées des distances $-0.1m$ et $0.1m$.

Les éléments utilisés sont des éléments de plaque DSQ.




## 3.2 Caractéristiques du maillage




Le maillage est régulier. On a 10 subdivisions selon $x$ et 5 subdivisions selon $y$ ; soit au total 50 mailles DSQ (QUAD4) et 66 nœuds.

## 3.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DZ ( $A3$ ) | 'ANALYTIQUE' | – 3.90625 $10^{-5}$ | 0.005 |
| MXX( $A1$ ) | 'ANALYTIQUE' | 5000. | 0.001 |
| QX( $A1$ ) | 'ANALYTIQUE' | -500. | 0.001 |
| SIXX( $M1, PT1, SSPT1$ ) | 'ANALYTIQUE' | 0. | 1.0E-8 |
| SIXX( $M1, PT1, SSPT2$ ) | 'ANALYTIQUE' | 990.585 | 0.0001 |
| Fréquence 1er mode | 'NON_REGRESSION' | 18.2 | 0.0001 |
| Fréquence 2ème mode | 'NON_REGRESSION' | 84.6 | 0.0001 |
| Fréquence 3ème mode | 'NON_REGRESSION' | 101.21 | 0.0001 |
| Fréquence 4ème mode | 'NON_REGRESSION' | 111.28 | 0.0001 |



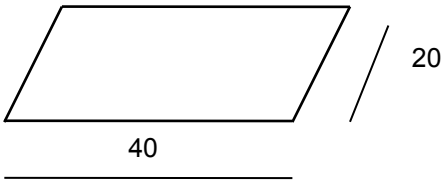
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

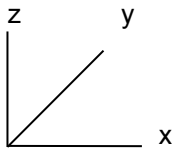
# 4 Modélisation B

## 4.1 Caractéristique de la modélisation

Le modèle est le même que celui de la modélisation A, à ceci près qu'au lieu d'avoir des éléments de plaque DSQ, on a des éléments DKT.

## 4.2 Caractéristique du maillage




Le maillage est régulier. On a 40 subdivisions selon $x$ et 20 subdivisions selon $y$ ; soit au total 1600 mailles DKT et 861 nœuds.

## 4.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DZ ( $A3$ ) | 'ANALYTIQUE' | – 3.90625 $10^{-5}$ | 0.005 |
| MXX( $A1$ ) | 'ANALYTIQUE' | 5000. | 0.3 |
| QX( $A1$ ) | 'ANALYTIQUE' | -500. | 0.15 |
| Fréquence 1er mode | 'NON_REGRESSION' | 18.25 | 0.0001 |
| Fréquence 2ème mode | 'NON_REGRESSION' | 88.35 | 0.0001 |
| Fréquence 3ème mode | 'NON_REGRESSION' | 100.1 | 0.0001 |
| Fréquence 4ème mode | 'NON_REGRESSION' | 113.5 | 0.0001 |



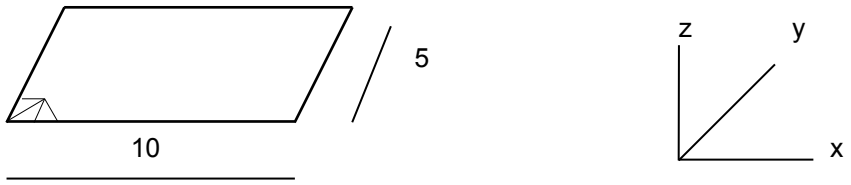
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 5 Modélisation C

## 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est le même que celui de la modélisation $A$ , à ceci près qu'au lieu d'avoir des éléments de plaque DSQ , on a des éléments DST . (Modélisation DST avec des mailles TRIA3 ).

## 5.2 Caractéristiques du maillage




Le maillage est régulier. On a 10 subdivisions selon $x$ et 5 subdivisions selon $y$ ; soit au total 100 mailles DST et 66 nœuds.

## 5.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DX *N66* | 'AUTRE_ASTER' | –6.49678E–06 | 0.0015 |
| DEPL DY *N66* | 'AUTRE_ASTER' | –6.08932E–07 | 0.004 |
| DEPL DZ *N66* | 'AUTRE_ASTER' | –5.33844E–03 | 0.004 |
| DEPL DRX *N66* | 'AUTRE_ASTER' | –4.29182E–04 | 0.003 |
| DEPL DRY *N66* | 'AUTRE_ASTER' | 4.75601E–04 | 0.003 |
| DEPL DX *N53* | 'AUTRE_ASTER' | -3.58293E-06 | 0.003 |
| DEPL DY *N53* | 'AUTRE_ASTER' | –1.18788E–06 | 0.002 |
| DEPL DZ *N53* | 'AUTRE_ASTER' | –3.63885E–03 | 0.004 |
| DEPL DRX *N53* | 'AUTRE_ASTER' | –4.05175E–04 | 0.004 |
| DEPL DRY *N53* | 'AUTRE_ASTER' | 4.23116E–04 | 0.0035 |
| EFGE NXX *N6* | 'AUTRE_ASTER' | 1.70005E+04 | 0.0035 |
| EFGE NYY *N6* | 'AUTRE_ASTER' | 1.14438E+04 | 0.0035 |
| EFGE NXY *N6* | 'AUTRE_ASTER' | 3.53598E+03 | 0.005 |
| EFGE MXX *N6* | 'AUTRE_ASTER' | 2.14585E+04 | 0.009 |
| EFGE MYY *N6* | 'AUTRE_ASTER' | 1.53094E+04 | 0.004 |
| EFGE MXY *N6* | 'AUTRE_ASTER' | 5.71331E+03 | 0.005 |
| EFGE QX *N6* | 'AUTRE_ASTER' | –3.03380E+03 | 0.0065 |
| EFGE QY *N6* | 'AUTRE_ASTER' | 1.76436E+03 | 0.015 |
| MODE 1 | 'AUTRE_ASTER' | 1.01181E+00 | 0.003 |
| MODE 2 | 'AUTRE_ASTER' | 4.27003E+00 | 0.003 |
| MODE 3 | 'AUTRE_ASTER' | 8.39151E+00 | 0.004 |
| MODE 4 | 'AUTRE_ASTER' | 1.72305E+01 | 0.006 |



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

## 5.4 Remarques

On note une différence entre la solution obtenue pour une coque bicouche et celle issue de deux coques monocouches excentrées, sans qu'il soit possible au moment de la rédaction du test de déterminer d'où vient l'écart.

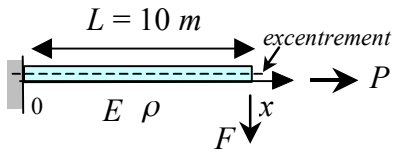


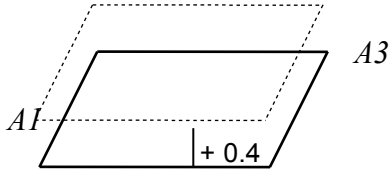
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 6 Modélisation D

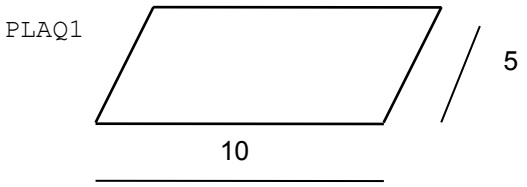
## 6.1 Caractéristiques de la modélisation

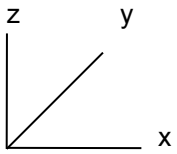
Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8\,m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque Q4G.




## 6.2 Caractéristiques du maillage




Le maillage est régulier. On a 20 subdivisions selon $x$ et 10 subdivisions selon $y$ ; soit au total 200 mailles QUAD4 et 231 nœuds.

## 6.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DZ $A3$ | 'ANALYTIQUE' | –2.97625E-05 | 0.005 |
| EFGE_NOEU NXX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU MXX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 0.03 |
| EFGE_NOEU QX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 1.e-9 |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD $N1$ MAILLE $M1$ | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 0,03 |
| MODE 0 | 'NON_REGRESSION' | 18.2307742712 | 1,e-9 |
| MODE 1 | 'AUTRE_ASTER' | 18.2307742712 | 0.04 |

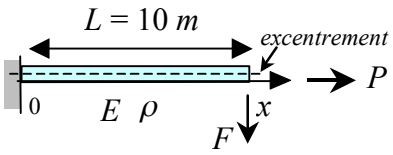


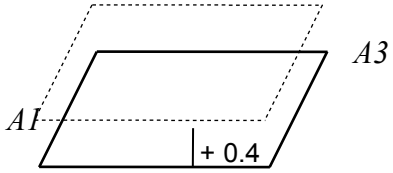
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 7 Modélisation E

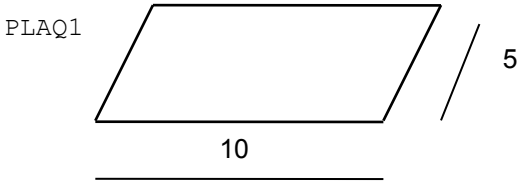
## 7.1 Caractéristiques de la modélisation

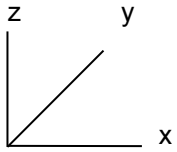
Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8\,m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque Q4G.




## 7.2 Caractéristiques du maillage




Le maillage est régulier. On a 5300 maille et 5151 nœuds. Cette modélisation montre l'influence du maillage sur la modélisation Q4G.

## 7.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DZ *A3* | 'ANALYTIQUE' | –2.97625E-05 | 0.005 |
| EFGE_NOEU NXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU MXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 0.05 |
| EFGE_NOEU QX *A1* | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 1.e-9 |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD *N1* MAILLE *M1* | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 0,01 |
| MODE 0 | 'NON_REGRESSION' | 18.2307742712 | 1.e-9 |
| MODE 1 | 'AUTRE_ASTER' | 18.2307742712 | 0.01 |

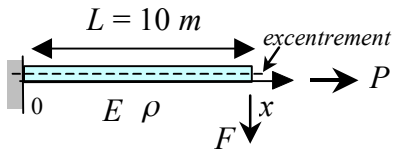


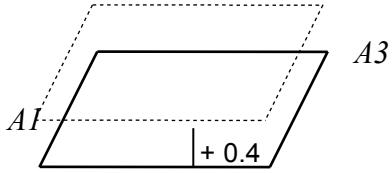
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 8 Modélisation F

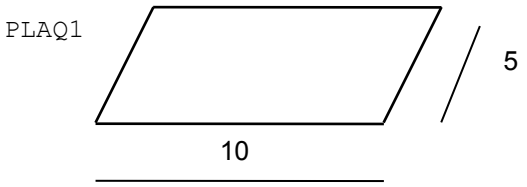
## 8.1 Caractéristiques de la modélisation

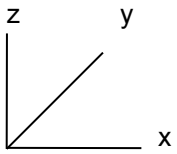
Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8\,m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque Q4G.




## 8.2 Caractéristiques du maillage




Le maillage est régulier. On a 20 subdivisions selon $x$ et 10 subdivisions selon $y$ ; soit au total 200 mailles QUAD4 et 231 nœuds. Cette modélisation montre l'influence du maillage sur la modélisation DKT.

## 8.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DX $A3$ | 'ANALYTIQUE' | –2.97625E-05 | 0.005 |
| EFGE_NOEU NXX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU MXX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU QX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 1.e-9 |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD $N1$ MAILLE $M1$ | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 1.e-9 |
| MODE 0 | 'NON_REGRESSION' | 18.2307742712 | 1.e-9 |
| MODE 1 | 'AUTRE_ASTER' | 18.2307742712 | 0.005 |

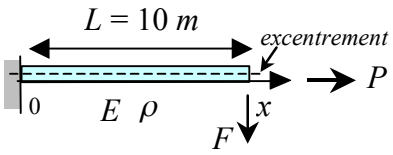


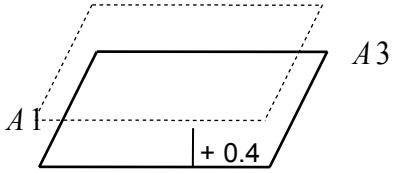
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 9 Modélisation G

## 9.1 Caractéristiques de la modélisation

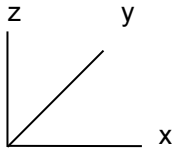
Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4\,m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8\,m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque Q4G.




## 9.2 Caractéristiques du maillage




Le maillage est régulier. On a 20 subdivisions selon $x$ et 10 subdivisions selon $y$ ; soit au total 200 mailles QUAD4 et 231 nœuds. Cette modélisation montre l'influence du maillage sur la modélisation DST.

## 9.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DX $A3$ | 'ANALYTIQUE' | –2.97625E-05 | 0.005 |
| EFGE_NOEU NXX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU MXX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU QX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 1.e-9 |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD $N1$ MAILLE $M1$ | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 1.e-9 |
| MODE 0 | 'NON_REGRESSION' | 18.2307742712 | 1.e-9 |
| MODE 1 | 'AUTRE_ASTER' | 18.2307742712 | 1.e-9 |

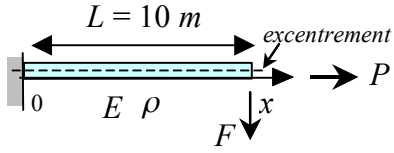


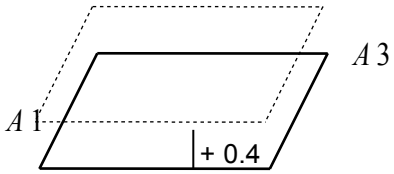
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 10 Modélisation H

## 10.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque DKTG avec MECA_STATIQUE.




## 10.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé de triangles TRIA3.

## 10.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DZ $A3$ | 'ANALYTIQUE' | –2.97625E-05 | 0.005 |
| EFGE_NOEU NXX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 0,1% |
| EFGE_NOEU MXX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 0;1% |
| EFGE_NOEU QX $A1$ | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 0;1% |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD $N1$ MAILLE $M1$ | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 0;1% |
| MODE 0 | 'NON_REGRESSION' | 18.2307742712 | 0;1% |
| MODE 1 | 'AUTRE_ASTER' | 18.2307742712 | 5% |

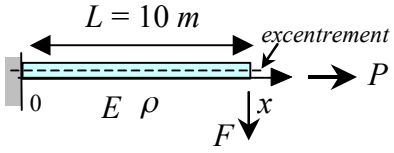


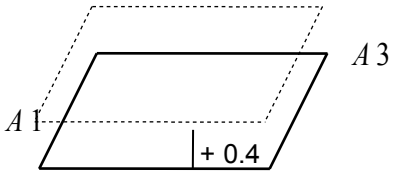
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 11 Modélisation I

## 11.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8\,m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque DKTG avec MECA_STATIQUE.




## 11.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé de quadrangles QUAD4.

## 11.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DZ *A3* | 'ANALYTIQUE' | –2.97625E-05 | 0.5% |
| EFGE_NOEU NXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU MXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 3% |
| EFGE_NOEU QX *A1* | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 0,1% |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD *N1* MAILLE *M1* | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 3% |
| Calcul modal MODE 0 | 'NON_REGRESSION' | 18.2307742712 | 0,0001% |
| Calcul modal MODE 1 | 'AUTRE_ASTER' | 18.2307742712 | 4% |

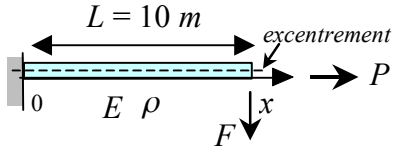


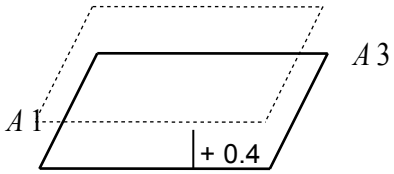
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 12 Modélisation J

## 12.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8\,m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque Q4GG avec MECA_STATIQUE.




## 12.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé de triangles TRIA3.

## 12.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DZ *A3* | 'ANALYTIQUE' | –2.97625E-05 | 0.005 |
| EFGE_NOEU NXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU MXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU QX *A1* | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 1.e-9 |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD *N1* MAILLE *M1* | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 1.e-9 |
| MODE 0 | 'NON_REGRESSION' | 18.2307742712 | 1.e-9 |
| MODE 1 | 'AUTRE_ASTER' | 18.2307742712 | 1.e-9 |

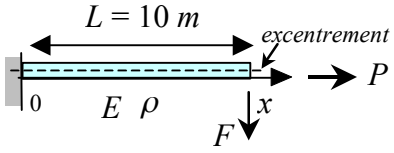


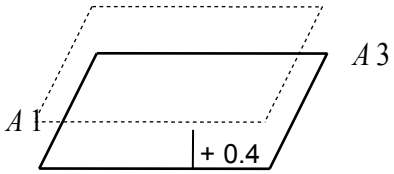
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 13 Modélisation K

## 13.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8\,m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque Q4GG avec MECA_STATIQUE.




## 13.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé de quadrangles QUAD4.

## 13.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DZ *A3* | 'ANALYTIQUE' | –2.97625E-05 | 0.005 |
| EFGE_NOEU NXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 15% |
| EFGE_NOEU MXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 0,1% |
| EFGE_NOEU QX *A1* | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 1.e-9 |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD *N1* MAILLE *M1* | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 5% |

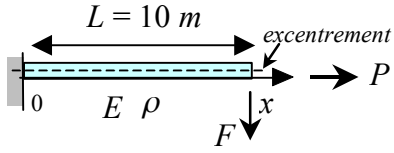


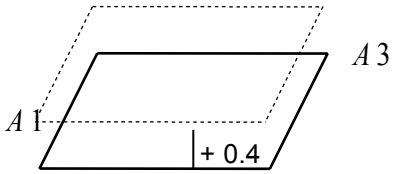
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 14 Modélisation M

## 14.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8\,m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque Q4GG avec STAT_NON_LINE.




## 14.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé de triangles TRIA3.

## 14.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DX *A3* | 'ANALYTIQUE' | –2.97625E-05 | 0.005 |
| EFGE_NOEU NXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 1.e-9 |
| EFGE_NOEU MXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 10% |
| EFGE_NOEU QX *A1* | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 1.e-9 |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD *N1* MAILLE *M1* | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 5% |

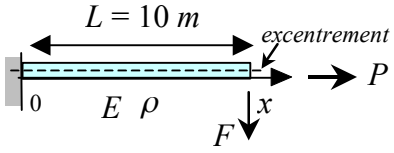


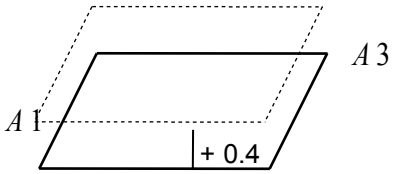
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 15 Modélisation N

## 15.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est constitué d'une plaque excentrée de $0.4m$ (PLAQ1) (par rapport au maillage initial). L'épaisseur totale est de $0,8\,m$. Les éléments utilisés sont des éléments de plaque Q4GG avec STAT_NON_LINE.




## 15.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé de quadrangles QUAD4.

## 15.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| DEPL DX *A3* | 'ANALYTIQUE' | -2.96875E-05 | 7% |
| EFGE_NOEU NXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 4000 | 0,1% |
| EFGE_NOEU MXX *A1* | 'ANALYTIQUE' | 10000 | 0,1% |
| EFGE_NOEU QX *A1* | 'ANALYTIQUE' | -1000 | 0,1% |
| EFGE_ELNO MXX NOEUD *N1* MAILLE *M1* | 'ANALYTIQUE' | 8400.0 | 0,1% |



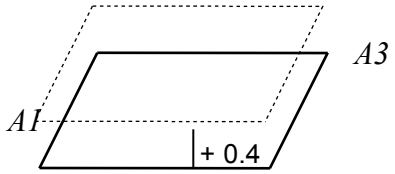
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 16 Modélisation O

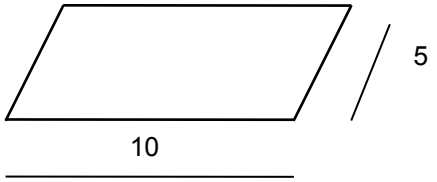
## 16.1 Caractéristiques de la modélisation

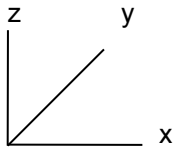
Le modèle est constitué d'une plaque d'une épaisseur de $0.8m$ excentrée de $0.4m$ .

Les éléments utilisés sont des éléments de plaque DKQ.




## 16.2 Caractéristiques du maillage




Le maillage est régulier. On a 10 subdivisions selon $x$ et 5 subdivisions selon $y$ ; soit au total 50 mailles DKQ (QUAD4) et 66 nœuds.

## 16.3 Grandeurs testées et résultats

**Calcul mono-couche :**

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| SIXZ( $M11, PT1, SSPT1$ ) | 'ANALYTIQUE' | 0. | 0.001 |
| SIXZ( $M11, PT1, SSPT2$ ) | 'NON_REGRESSION' | -1.875000000E+03 | - |
| SIXZ( $M11, PT1, SSPT3$ ) | 'ANALYTIQUE' | 0. | 0.001 |

**Calcul bi-couche :**

| Identification | Type de référence | Valeurs de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|
| SIXZ( $M11, PT1, SSPT1$ ) | 'ANALYTIQUE' | 0. | 0.001 |
| SIXZ( $M11, PT1, SSPT3$ ) | 'AUTRE_ASTER' | -1.875000000E+03 | 0.001 |
| SIXZ( $M11, PT1, SSPT6$ ) | 'ANALYTIQUE' | 0. | 0.001 |



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 17 Synthèse des résultats

Les résultats des 3 modélisations sont très bons, sauf pour les efforts tranchants des modélisations $B$ et $C$ (respectivement $10\%$ et $7\%$ d'erreur). Les modélisations $D, E, F, G$ donnent aussi de bons résultats. Toutefois, il faut noter que la modélisation Q4G dépend du maillage (à cause de l'interpolation isoparamétrique des rotations-translations). En d'autres termes, avec un raffinement de maillage on réduit les erreurs commises avec la modélisation D. Pour la modélisation $O$, les résultats sont conformes à ce qui est attendu pour une plaque excentrée.



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)