

Manuel de Validation**Fascicule V3.03 : Statique linéaire des plaques et coques****Document : V3.03.111**

SSLS111 - Excentrement de plaque simple

Résumé :

Ce test permet de valider l'excentrement des plaques simples (i.e. il ne s'agit ni d'un multicouche, ni d'un comportement homogénéisé).

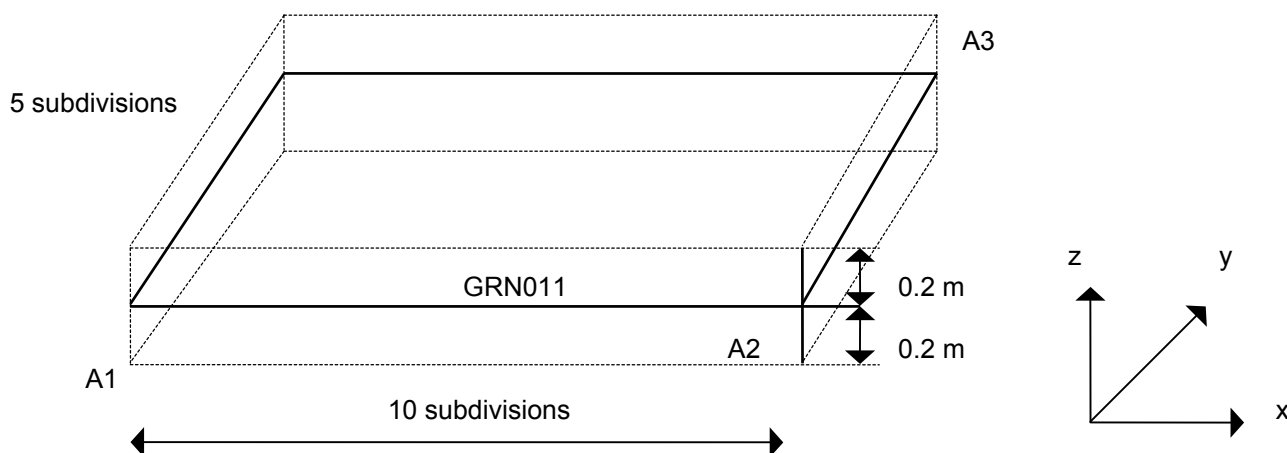
La référence est donnée par une première résolution où l'on modélise un bicouche constitué de 2 matériaux.

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.

Trois modélisations sont utilisées : DKT, DST (mailles QUAD4) DST (mailles TRIA3).

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Les coordonnées des points sont :

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

1.2 Propriétés de matériaux

Le matériau est un bicouche.

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

EL = 20000.MPa ET = 20000.MPa VLT = 0.3 GLT = 2000.MPa.

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

EL = 15000.MPa ET = 15000.MPa VLT = 0.3 GLT = 1500.MPa

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le nœud A1 est encastré :

$dx = 0.$ $dy = 0.$ $dz = 0.$
 $dRx = 0.$ $DRy = 0.$ $DRz = 0.$

Le nœud A2 est bloqué selon les ddls suivants :

$dx = 0.$ $dy = 0.$

On applique une force nodale $F_z = -1000$ sur le nœud A3.

D'autre part, on applique sur les mailles M1, M2 et M3 (voir dessin) le chargement réparti (mot clé Force_coque) suivant :

$$F_x = 200 \text{ N/m}^2, F_y = -500 \text{ N/m}^2, F_z = -500 \text{ N/m}^2, M_x = 100 \text{ N/m}, M_y = 40 \text{ N/m}$$

dans le plan du maillage.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

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

Ils sont constitués des valeurs du champ de déplacement DX, DY, DZ, DRX, DRY au point A3 (nœud N1 pour 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.

2.3 Incertitude sur la solution

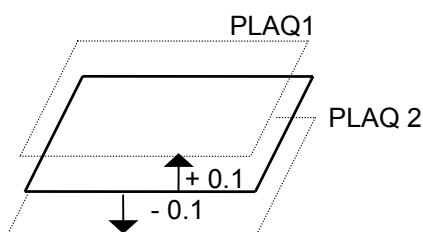
Nulle puisqu'il s'agit d'un même calcul réalisé par deux voies différentes.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

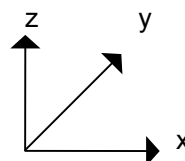
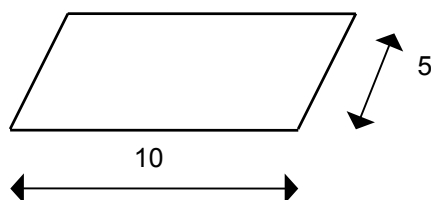
Le modèle est constitué de 2 plaques correspondant au plan moyen des 2 couches du modèle de référence.

Pour représenter ces 2 plaques, on part du maillage du plan moyen du bicouche que l'on excentre des distances -0.1 et 0.1 .



Les éléments utilisés sont des éléments de plaque DKQ.

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 DKQ (quad4) et 66 nœuds.

3.3 Fonctionnalités testées

Commande	Mot clé facteur	Mot clé
AFFE_CARA_ELEM	Excentrement	
AFFE_CHAR_MECA	Force_coque	PLAN

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

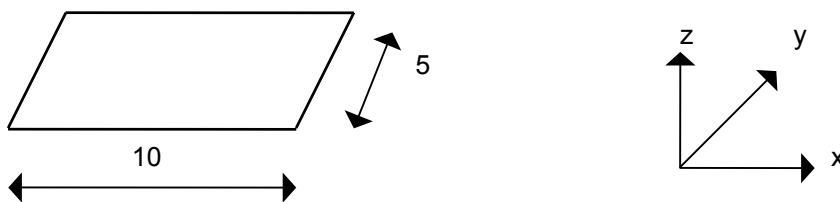
Identification	Référence	Aster	% Différence
DX (N1)	-7.9818	-7.9818	0
DY (N1)	-1.1477	-1.1477	0
DZ (N1)	-6330	-6330	0
DRX (N1)	-454.433	-454.433	0
DRY (N1)	566.451	566.451	0
DX (N10)	-4.5814	-4.5814	0
DY (N10)	-1.8758	-1.8758	0
DZ (N10)	-4466	-4466	0
DRX (N10)	-430.09	-430.09	0
DRY (N10)	512.163	512.163	0
Fréquence 1 ^{er} mode	$9.5393 \cdot 10^{-4}$	$9.5393 \cdot 10^{-4}$	0
Fréquence 2 ^{ème} mode	$3.7115 \cdot 10^{-3}$	$3.7115 \cdot 10^{-3}$	0
Fréquence 3 ^{ème} mode	$8.2208 \cdot 10^{-3}$	$8.2208 \cdot 10^{-3}$	0
Fréquence 4 ^{ème} mode	$1.6837 \cdot 10^{-2}$	$1.6837 \cdot 10^{-2}$	0
NXX	$2.2024 \cdot 10^4$	$2.2024 \cdot 10^4$	0
NYX	$-2.4402 \cdot 10^3$	$-2.4402 \cdot 10^3$	0
NXY	$1.0581 \cdot 10^3$	$1.0581 \cdot 10^3$	0
MXX	$4.1733 \cdot 10^4$	$4.1733 \cdot 10^4$	0
MYX	$1.8444 \cdot 10^4$	$1.8444 \cdot 10^4$	0
MXY	$6.3333 \cdot 10^3$	$6.3333 \cdot 10^3$	0
QX	$-3.193 \cdot 10^4$	$-3.193 \cdot 10^4$	0
QY	$-1.4346 \cdot 10^4$	$-1.4346 \cdot 10^4$	0

5 Modélisation B

5.1 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 DKQ, on a des éléments DSQ.

5.2 Caractéristique du maillage



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

5.3 Fonctionnalités testées

Commande	Mot clé facteur	Mot clé
AFFE_CARA_ELEM	Excentrement	
AFFE_CHAR_MECA	Force_coque	PLAN
AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION = DST

6 Résultat de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% Différence
DEPL DX N1	-7.98940E-06	-8.01344E-06	0.301
DEPL DY N1	-1.17388E-06	-1.19166E-06	1.514
DEPL DZ N1	-6.35573E-03	-6.37537E-03	0.309
DEPL DRX N1	-4.42621E-04	-4.39613E-04	-0.679
DEPL DRY N1	5.72702E-04	5.75565E-04	0.500
DEPL DX N10	-4.62813E-06	-4.65034E-06	0.480
DEPL DY N10	-1.88945E-06	-1.90341E-06	0.739
DEPL DZ N10	-4.52107E-03	-4.54691E-03	0.572
DEPL DRX N10	-4.17874E-04	-4.14602E-04	-0.783
DEPL DRY N10	5.19527E-04	5.22722E-04	0.615
EFGE NXX N60	1.62953E+04	1.53979E+04	-5.507
EFGE NYY N60	-4.50035E+03	-5.11922E+03	13.752
EFGE NXY N60	9.91495E+02	9.30980E+02	-6.103
EFGE MXX N60	3.63645E+04	3.56107E+04	-2.073
EFGE MYY N60	1.59599E+04	1.56220E+04	-2.118
EFGE MXY N60	6.31716E+03	6.32614E+03	0.142
EFGE QX N60	-2.07352E+04	-1.90500E+04	-8.127
EFGE QY N60	-1.04743E+04	-1.01187E+04	-3.395
MODE 1	9.50214E-01	9.48127E-01	-0.220
MODE 2	3.61805E+00	3.58389E+00	-0.944
MODE 3	8.16228E+00	8.13462E+00	-0.339
MODE 4	1.65440E+01	1.64359E+01	-0.653

6.2 Remarques

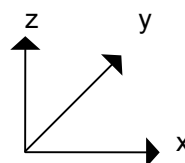
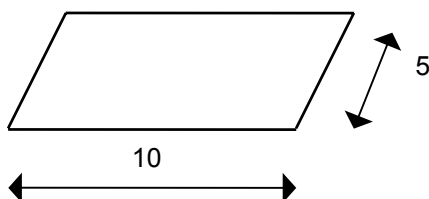
Il y a une différence (non expliquée) sur cette modélisation entre la valeur de référence (bicouche) et les deux plaques excentrées.

7 Modélisation C

7.1 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 DKQ, on a des éléments DST. (Modélisation DST avec des mailles TRIA3).

7.2 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.

7.3 Fonctionnalités testées

Commande	Mot clé facteur	Mot clé
AFFE_CARA_ELEM	Excentrement	
AFFE_CHAR_MECA	Force_coque	PLAN
AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION = DST

8 Résultat de la modélisation C

8.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% Différence
DEPL DX N66	-6.49678E-06	-6.50205E-06	0.081
DEPL DY N66	-6.08932E-07	-6.10332E-07	0.230
DEPL DZ N66	-5.33844E-03	-5.36043E-03	0.412
DEPL DRX N66	-4.29182E-04	-4.29587E-04	0.095
DEPL DRY N66	4.75601E-04	4.77482E-04	0.395
DEPL DX N53	-3.58293E-06	-3.58709E-06	0.116
DEPL DY N53	-1.18788E-06	-1.19013E-06	0.190
DEPL DZ N53	-3.63885E-03	-3.65793E-03	0.524
DEPL DRX N53	-4.05175E-04	-4.05324E-04	0.037
DEPL DRY N53	4.23116E-04	4.25311E-04	0.519
EFGE NXX N6	1.70005E+04	1.68443E+04	-0.918
EFGE NYY N6	1.14438E+04	1.12660E+04	-1.554
EFGE NXY N6	3.53598E+03	3.57111E+03	0.993
EFGE MXX N6	2.14585E+04	2.13070E+04	-0.706
EFGE MYX N6	1.53094E+04	1.51378E+04	-1.121
EFGE MXY N6	5.71331E+03	5.76258E+03	0.862
EFGE QX N6	-3.03380E+03	-2.81593E+03	-7.181
EFGE QY N6	1.76436E+03	1.78725E+03	1.297
MODE 1	1.01181E+00	1.00910E+00	-0.268
MODE 2	4.27003E+00	4.26070E+00	-0.218
MODE 3	8.39151E+00	8.36517E+00	-0.314
MODE 4	1.72305E+01	1.71358E+01	-0.549

8.2 Remarques

Comme pour la modélisation B, 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.

9 Synthèse des résultats

En ce qui concerne la modélisation A (DKT) les résultats obtenus avec deux coques monocouches excentrées coïncident parfaitement avec ceux obtenus par une coque bicouche, aussi bien en termes de déplacements, que d'efforts généralisés ou de fréquences propres. Ceci valide donc l'excentrement par les coques DKT.

Par contre, les modélisations B et C, toutes deux avec des coques DST, font apparaître une différence entre les deux façons de mener le calcul. Celle-ci est inférieure à 1,5 % en ce qui concerne les déplacements et les fréquences, ce qui reste raisonnable.

Par contre, il y a des écarts sur les efforts allant jusqu'à 7 % pour la modélisation C (triangles DST) et 14% pour la modélisation B (quadrangles DST).

Cet écart n'est pas expliqué et on ne peut savoir à priori s'il est dû à l'excentrement pour les modélisations DST ou bien aux coques multicouches DST.