

Manuel de Validation
Fascicule V3.03 : Statique linéaire des plaques et coques
Document : V3.03.105

SSLS105 - Hémisphère doublement pincé

Résumé :

On traite le cas de l'hémisphère doublement pincé en élasticité linéaire, ce qui permet d'évaluer la qualité des facettes planes pour la représentation d'une coque profonde.

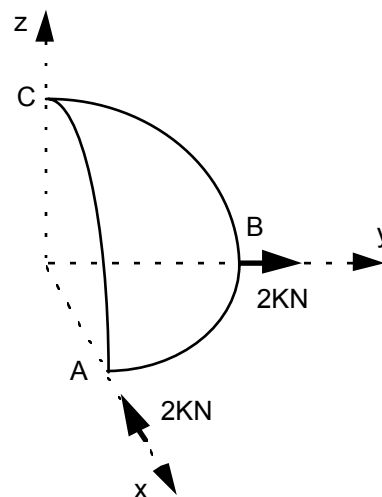
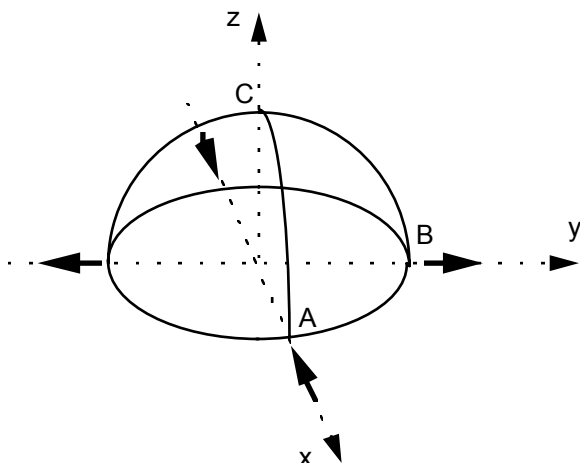
Les valeurs testées sont les flèches aux points d'application des forces.

On dispose de 3 modélisations :

- A : éléments DKT
- B : éléments de COQUE_3D en QUAD9
- C : éléments SHB8

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Rayon $R = 10. \text{ m}$
Epaisseur $t = 0.04 \text{ m}$

Coordonnées des points :

	A	B	C
x	10.	0.	0.
y	0.	10.	0.
z	0.	0.	10.

1.2 Propriétés de matériaux

$E = 6.825 \cdot 10^7 \text{ Pa}$, $\nu = 0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Sur un quart de l'hémisphère :

Point C pas de déplacement en z
Côté AC symétrie par rapport au plan xz
Côté BC symétrie par rapport au plan yz
Côté AB libre

Force ponctuelle en A : $F = -2. \text{ KN}$
Force ponctuelle en B : $F = +2. \text{ KN}$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est celle donnée dans la fiche 'Test No LE3' des tests de référence publiés par NAFEMS [bib1].

2.2 Résultats de référence

Déplacement du point A suivant x.

2.3 Références bibliographiques

- [1] A. Morris. Dynamics Working Group - College of Aeronautics , Cranfield , UK. Free vibrations benchmarks. NAFEMS - Test No LE3 - (1986).

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque DKT

Modélisation d'un quart de l'hémisphère en TRIA3.

Noms des nœuds :

Point A	N03
Point B	N02
Point C	N01

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 734

Nombre de mailles et types : 1373 TRIA3

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE	TOUT	
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_NODALE	GROUP_NO	
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'DKT'	TOUT
DEFI_MATERIAU	ELAS		

4 Résultats de la modélisation A

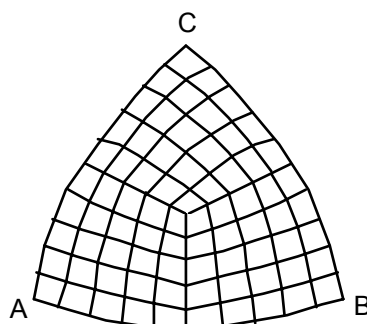
4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
Point A déplacement u	-0.185	-0.1838	-0.66
Point B déplacement v	+0.185	+0.1839	-0.59

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque COQUE_3D MEC3QU9H



Modélisation d'un quart de l'hémisphère en QUAD9

Noms des nœuds :

Point A	N01
Point B	N021
Point C	N041

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 256

Nombre de mailles et types : 75 QUAD9

5.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE	TOUT	
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_NODALE	GROUP_NO	
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'COQUE_3D'	TOUT
DEFI_MATERIAU	ELAS		

6 Résultats de la modélisation B

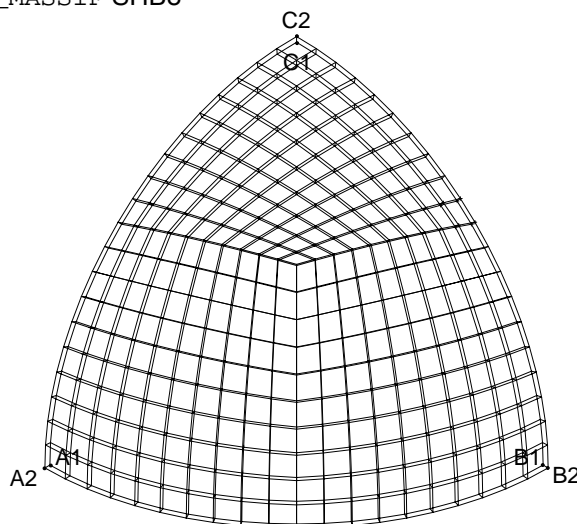
6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
Point A déplacement u	-0.185	-0.1844	-0.32
Point B déplacement v	+0.185	+0.1844	-0.32

7 Modélisation C

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque COQUE_MASSIF SHB8



Modélisation d'un quart de l'hémisphère en SHB8

7.2 Caractéristiques du maillage

Cas 1 :

Nombre de nœuds : 662

Nombre de mailles et types : 300 SHB8

Noms des nœuds :

Point A1	N40	Point A2	N42
Point B1	N01	Point B2	N02
Point C1	N662	Point C2	N658

Cas 2 :

Nombre de nœuds : 2522

Nombre de mailles et types : 1200 SHB8

Noms des nœuds :

Point A1	N1239	Point A2	N1241
Point B1	N301	Point B2	N303
Point C1	N602	Point C2	N604

Cas 3 :

Nombre de nœuds : 5582

Nombre de mailles et types : 2700 SHB8

Noms des nœuds :

Point A1	N329	Point A2	N331
Point B1	N3439	Point B2	N3441
Point C1	N4760	Point C2	N4762

7.3 Fonctionnalités testées

Commandes

MODI_MALLAGE	ORIE_SHB8	GROUP_MA	TOUT
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_NODALE	GROUP_NO	
AFFE_MATERIAU	TOUT		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	SHB8	TOUT
DEFI_MATERIAU	ELAS		

8 Résultats de la modélisation C

8.1 Valeurs testées

	Identification	Référence	Aster	% différence
Cas 1	Point A déplacement u	-0.185	-0.1490	-19.44
	Point B déplacement v	+0.185	+0.1490	-19.44
Cas 2	Point A déplacement u	-0.185	-0.1822	-1.49
	Point B déplacement v	+0.185	+0.1822	-1.49
Cas 3	Point A déplacement u	-0.185	-0.1845	-0.24
	Point B déplacement v	+0.185	+0.1845	-0.24

8.2 Remarque

Pour cette modélisation, la convergence est relativement plus lente que pour le MEC3QU9H, il faut en effet 1200 éléments pour obtenir une erreur relative de l'ordre de 1%. Mais le temps CPU n'est pas rédhibitoire (12s). Ceci est sans doute dû au choix de la loi de comportement spécifique à l'élément SHB8 : loi de contraintes planes, et rigidité non nulle dans la direction de la normale à l'élément. Si on choisissait une loi d'élasticité en contraintes planes, sans modification, on obtiendrait alors une solution correcte (0,2% d'écart) dès le 1^{er} cas (300 éléments). Mais cette loi serait alors inadaptée pour d'autres tests, tel celui de la sphère sous pression (SSLS123).

9 Synthèse des résultats

Test sévère qui nécessite un maillage fin, notamment pour l'élément DKT. Les résultats avec l'élément MEC3TR7H n'ont pas été retenus comme test car il est nécessaire d'avoir de nombreux éléments (1801) et donc un temps de convergence beaucoup plus long pour obtenir des valeurs correctes par rapport aux autres modélisations (> 500 s pour une erreur relative de l'ordre de 4%).

Pour l'élément SHB8, la convergence est relativement plus lente que pour le MEC3QU9H, il faut en effet 1200 éléments pour obtenir une erreur relative de l'ordre de 1%. Mais le temps CPU n'est pas rédhibitoire (12s).

Résultats conformes à la solution de référence.