

Manuel de Validation**Fascicule V3.03 : Statique linéaire des plaques et coques****Document : V3.03.108**

SSLS108 - Coque hélicoïdale sous charge concentrées

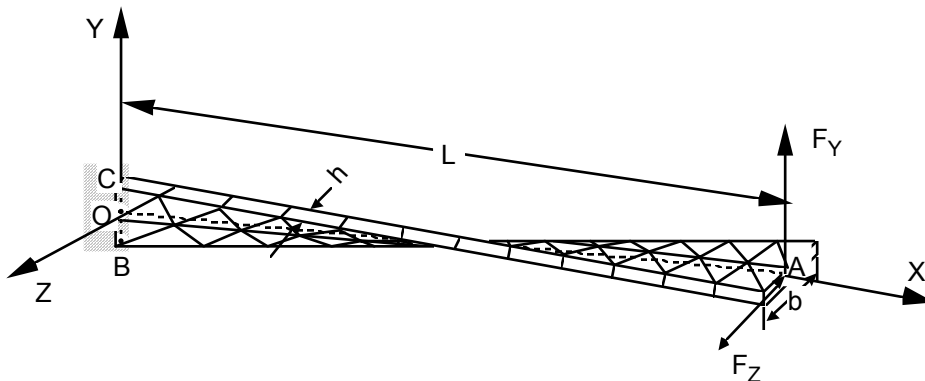
Résumé :

Ce test en élasticité linéaire est très sévère de par sa géométrie (coque gauche). Les deux premières modélisations correspondent l'une à l'élément de QUAD de la modélisation COQUE_3D (MEC3QU9H) et l'autre à l'élément TRI7 de la modélisation COQUE_3D (MEC3TR7H). Les deux suivantes sont relatives à la modélisation SHB8.

Les valeurs de référence sont des résultats de calcul fournis dans la littérature et la comparaison calcul/référence porte sur le déplacement en un point de la structure. On note des écarts par rapport à la référence inférieurs à 0.15% pour l'élément MEC3QU9H et inférieurs à 0.4% pour l'élément MEC3TR7H. Pour les modélisations SHB8, les écarts maximum sont de 1.4% avec 24 éléments SHB8 (modélisation C) et 0.3% avec 96 SHB8 (modélisation D).

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



La coque est d'épaisseur 0.32 m, de longueur 12 m et de largeur 1.1 m.

1.2 Propriétés de matériaux

$$E = 29.10^6 \text{ Pa}$$

$$\nu = 0.22$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Encastrée sur le côté OBC : $u = v = w = 0$, $\theta_x = \theta_y = \theta_z = 0$

Deux cas de charge qui correspondent à des charges concentrées au point A :

- Force parallèle à l'axe Z ; $F_z = 1 \text{ N}$
- Force parallèle à l'axe Y ; $F_y = 1 \text{ N}$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Les paramètres du problème et les résultats de référence (solutions obtenues par éléments finis de type poutre) sont donnés dans la référence ci-dessous [bib1].

2.2 Résultats de référence

Déplacement du point A suivant Y
Déplacement du point A suivant Z.

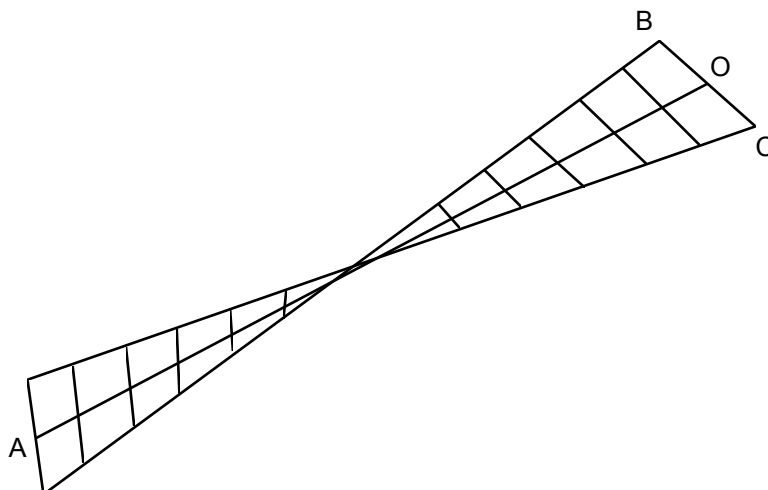
2.3 Références bibliographiques

- [1] BATOZ J.L., DHATT G. : Modélisation des structures par éléments finis. Volume 3 coques, p456-459 (1992).

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque 3D MEC3QU9H



Découpage :

2 selon la largeur, 12 selon la longueur
24 mailles QUAD9, épaisseur : $h = 0.32$

Noms des nœuds :

Point O	N06
Point B	N01
Point C	N02
Point A	N032

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 125

Nombre de mailles et types : 24 QUAD9

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CARA_ELEM	COQUE	TOUT
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO
	FORCE_NODALE	GROUP_NO
AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION : 'COQUE_3D'
DEFI_MATERIAU	ELAS	

4 Résultats de la modélisation A

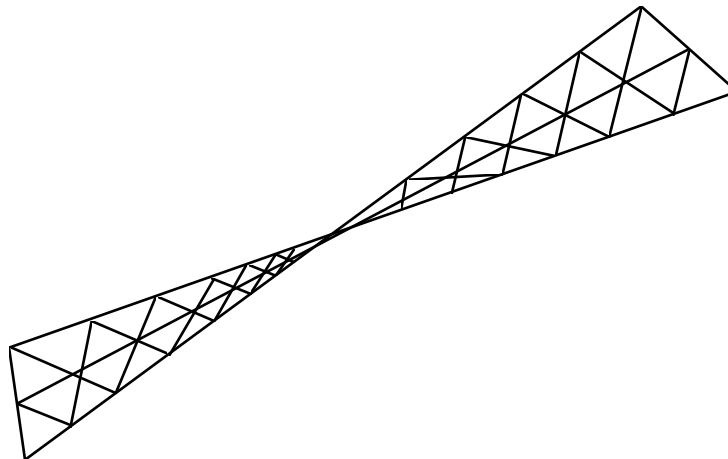
4.1 Valeurs testées

Cas de charges	Point	Grandeur en unité	Référence	Aster	% différence
$F_z = 1 \text{ N}$	A	déplacement V (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.717 \cdot 10^{-3}$	-0.15
		déplacement W (m)	$5.42 \cdot 10^{-3}$	$5.411 \cdot 10^{-3}$	-0.16
$F_y = 1 \text{ N}$	A	déplacement V (m)	$1.75 \cdot 10^{-3}$	$1.750 \cdot 10^{-3}$	0.0
		déplacement W (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.717 \cdot 10^{-3}$	-0.15

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque MEC3TR7H



Découpage :

2 selon la largeur, 12 selon la longueur
48 mailles TRIA7, épaisseur : $h = 0.32$

Noms des nœuds :

Point O	N06
Point B	N01
Point C	N02
Point A	N032

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 173

Nombre de mailles et types : 48 TRIA7

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

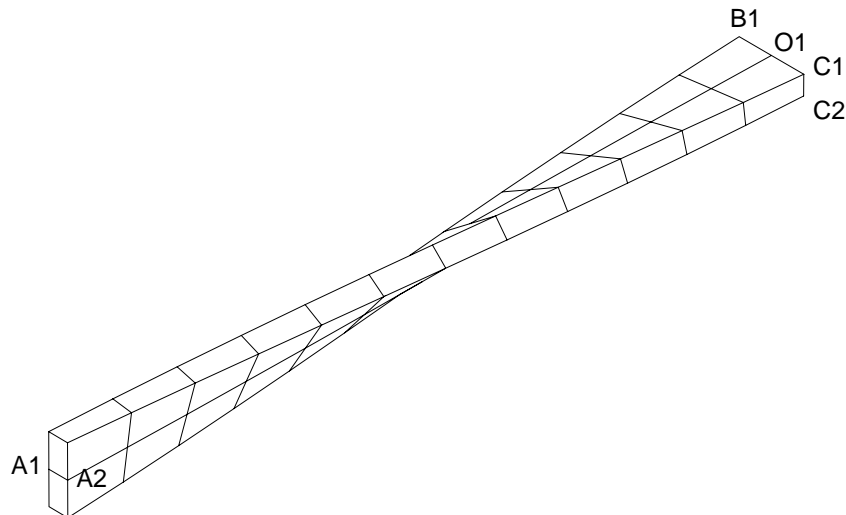
6.1 Valeurs testées

Cas de charges	Point	Grandeur en unité	Référence	Aster	% différence
$F_z = 1 \text{ N}$	A	déplacement V (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.714 \cdot 10^{-3}$	-0.34
		déplacement W (m)	$5.42 \cdot 10^{-3}$	$5.399 \cdot 10^{-3}$	-0.38
$F_y = 1 \text{ N}$	A	déplacement V (m)	$1.75 \cdot 10^{-3}$	$1.746 \cdot 10^{-3}$	-0.23
		déplacement W (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.714 \cdot 10^{-3}$	-0.34

7 Modélisation C

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque MASSIF SHB8



Découpage :

2 selon la largeur, 12 selon la longueur
24 mailles SHB8, épaisseur : $h = 0.32$

Noms des nœuds :

Point O1	N03	Point O2	N05
Point B1	N04	Point B2	N06
Point C1	N01	Point C2	N02
Point A1	N78	Point A2	N75

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 78

Nombre de mailles et types : 24 SHB8

7.3 Fonctionnalités testées

Commandes

MODI_MALLAGE	ORIE_SHB8	GROUP_MA	TOUT
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_NODALE	GROUP_NO	
AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION :	SHB8
DEFI_MATERIAU	ELAS		

8 Résultats de la modélisation C

8.1 Valeurs testées

Cas de charges	Point	Grandeur en unité	Référence	Aster	% différence
$F_z = 1 \text{ N}$	A1 et A2	déplacement V (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.717 \cdot 10^{-3}$	0.16
		déplacement W (m)	$5.42 \cdot 10^{-3}$	$5.408 \cdot 10^{-3}$	-0.21
$F_y = 1 \text{ N}$	A1 et A2	déplacement V (m)	$1.75 \cdot 10^{-3}$	$1.726 \cdot 10^{-3}$	-1.36
		déplacement W (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.717 \cdot 10^{-3}$	0.16

8.2 Remarques

Une modélisation 3D sur le même maillage (mailles HEXA8) fait apparaître un blocage : les résultats sont très éloignés de la référence. Par exemple, pour le cas de charge 1, on obtient :

Point	Grandeur en unité	Référence	Aster
A1 et A2	déplacement V (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-7.5 \cdot 10^{-4}$
	déplacement W (m)	$5.42 \cdot 10^{-3}$	$5.408 \cdot 10^{-3}$

Ce blocage n'apparaît plus avec des mailles quadratiques HEXA20, puisque l'on obtient alors :

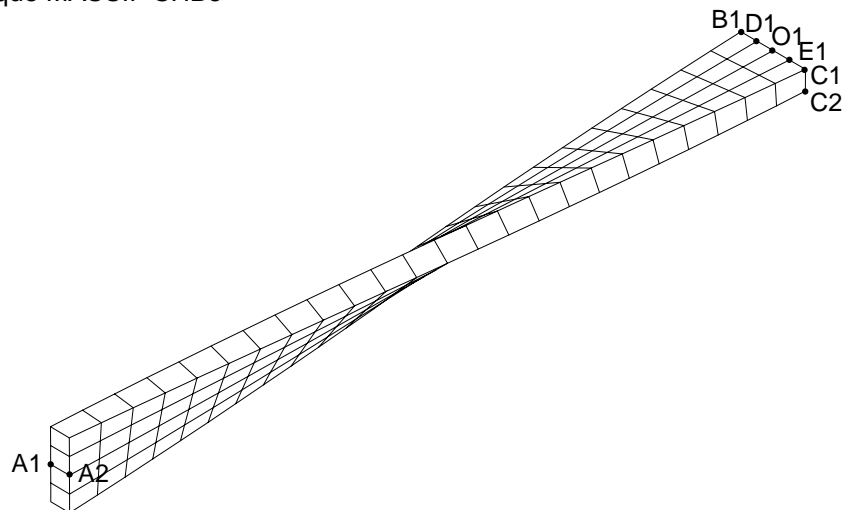
Point	Grandeur en unité	Référence	Aster
A1 et A2	déplacement V (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.729 \cdot 10^{-3}$
	déplacement W (m)	$5.42 \cdot 10^{-3}$	$5.43 \cdot 10^{-3}$

La modélisation SHB8 permet d'éviter tout blocage numérique, à un coût (en temps CPU) similaire à celui d'un maillage HEXA8.

9 Modélisation D

9.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque MASSIF SHB8



Découpage :

4 selon la largeur, 24 selon la longueur
96 mailles SHB8, épaisseur : $h = 0.32$

Noms des nœuds :

Point O1	N245	Point O2	N249
Point B1	N224	Point B2	N226
Point C1	N239	Point C2	N241
Point D1	N236	Point D2	N238
Point E1	N250	Point E2	N246
Point A1	N05	Point A2	N06

9.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 250

Nombre de mailles et types : 96 SHB8

9.3 Fonctionnalités testées

Commandes

MODI_MALLAGE	ORIE_SHB8	GROUP_MA	TOUT
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_NODALE	GROUP_NO	
AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION :	SHB8
DEFI_MATERIAU	ELAS		

10 Résultats de la modélisation D

10.1 Valeurs testées

Cas de charges	Point	Grandeur en unité	Référence	Aster	% différence
$F_z = 1 \text{ N}$	A1 et A2	déplacement V (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.718 \cdot 10^{-3}$	0.09
		déplacement W (m)	$5.42 \cdot 10^{-3}$	$5.41 \cdot 10^{-3}$	-0.18
$F_y = 1 \text{ N}$	A1 et A2	déplacement V (m)	$1.75 \cdot 10^{-3}$	$1.744 \cdot 10^{-3}$	-0.33
		déplacement W (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.718 \cdot 10^{-3}$	0.09

10.2 Remarques

Une modélisation 3D sur le même maillage (mailles HEXA8) fait apparaître un blocage : même avec un maillage à 96 éléments. Les résultats restent très éloignés de la référence. Par exemple, pour le cas de charge 1, on obtient :

Point	Grandeur en unité	Référence	Aster
A1 et A2	déplacement V (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-2.49 \cdot 10^{-4}$
	déplacement W (m)	$5.42 \cdot 10^{-3}$	$1.12 \cdot 10^{-3}$

Ce blocage n'apparaît plus avec des mailles quadratiques HEXA20, puisque l'on obtient alors :

Point	Grandeur en unité	Référence	Aster
A1 et A2	déplacement V (m)	$-1.72 \cdot 10^{-3}$	$-1.735 \cdot 10^{-3}$
	déplacement W (m)	$5.42 \cdot 10^{-3}$	$5.438 \cdot 10^{-3}$

Avec des HEXA20, la convergence est bien meilleure. La modélisation SHB8 permet d'éviter tout blocage numérique, à un coût (en temps CPU) similaire à celui d'un maillage HEXA8.

11 Synthèse des résultats

Ce test est très sévère du fait de la géométrie de la coque qui est gauche.

De bonnes solutions sont obtenues pour les quatre modélisations.