

Manuel de Validation
Fascicule V3.03 : Statique linéaire des plaques et coques
Document : V3.03.123

SSLS123 - Sphère sous pression externe uniforme

Résumé :

On traite le cas de la sphère sous pression externe uniforme en élasticité linéaire, ce qui permet d'évaluer la qualité de la modélisation des forces de pression.

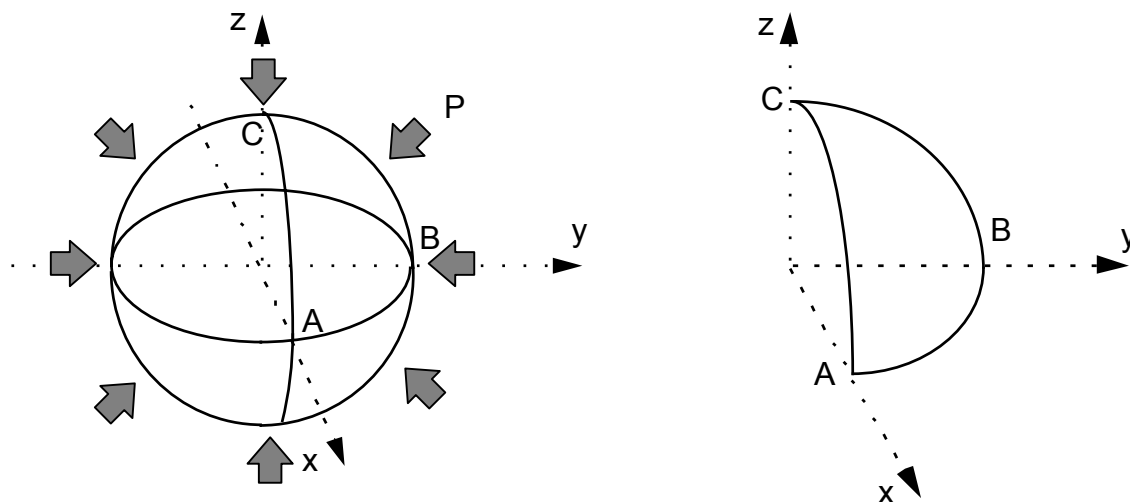
Les valeurs testées sont les déplacements radiaux aux points d'intersection avec les axes.

On dispose de 2 modélisations :

- A : éléments 3D en HEXA8
- B : 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 :

Côté AC symétrie par rapport au plan xz
Côté BC symétrie par rapport au plan yz
Côté AB symétrie par rapport au plan xy

Pression externe uniforme $P=1.\text{Pa}$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Le déplacement radial en tout nœud de la sphère sous pression externe est donné par :

$$U_r = B.r + \frac{C}{r^2}$$

Avec

$$B = \frac{1-2\nu}{E} \cdot \frac{r_e^3}{r_i^3 - r_e^3} \cdot P \quad \text{et} \quad C = \frac{1+\nu}{2E} \cdot \frac{r_i^3 r_e^3}{r_i^3 - r_e^3} \cdot P$$

$$\text{où } r_i = R - \frac{t}{2} \text{ et } r_e = R + \frac{t}{2}$$

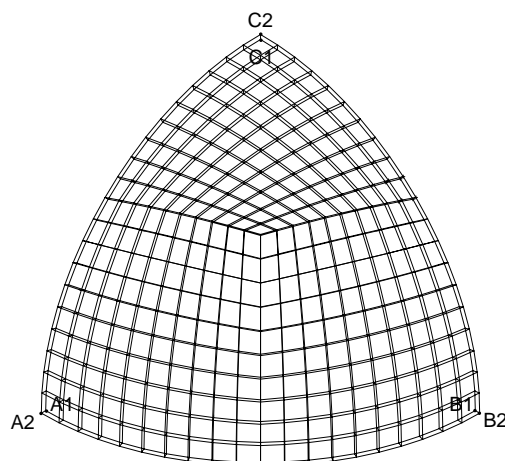
2.2 Résultats de référence

Déplacement du point A suivant x, déplacement du point B suivant y, déplacement du point C suivant z.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément coque SHB8



Modélisation d'un quart de la sphère en SHB8.

Noms des nœuds :

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

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 662

Nombre de mailles et types : 300 SHB8 pour la sphère et 300 QUAD4 pour la surface externe.

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

MODI_MALLAGE	ORIE_SHB8	GROUP_MA	TOUT
MODI_MALLAGE	ORIE_PEAU_3D	GROUP_MA	SEXT
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO PRES_REP	GROUP_NO GROUP_MA	
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	SHB8	TOUT
DEFI_MATERIAU	ELAS		

4 Résultats de la modélisation A

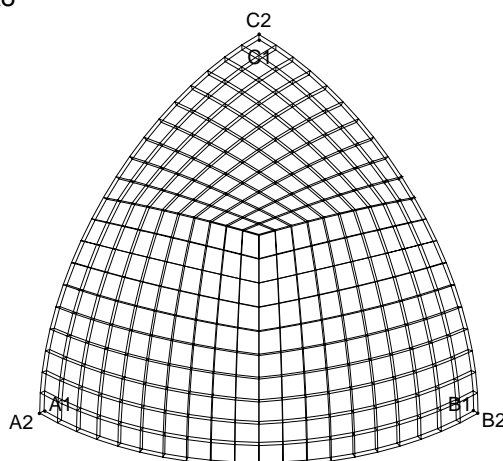
4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
Point A2 déplacement u	$-1.28279 \cdot 10^{-5}$	$-1.27928 \cdot 10^{-5}$	0.27
Point B2 déplacement v	$-1.28279 \cdot 10^{-5}$	$-1.27929 \cdot 10^{-5}$	0.27
Point C2 déplacement w	$-1.28279 \cdot 10^{-5}$	$-1.3034 \cdot 10^{-5}$	1.7

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément volumique 3D HEXA8



Modélisation d'un quart de la sphère en HEXA8.

Noms des nœuds :

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

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 662

Nombre de mailles et types : 300 HEXA8 pour la sphère et 300 QUAD4 pour la surface externe.

5.3 Fonctionnalités testées

Commandes

MODI_MALLAGE	ORIE_PEAU_3D	SEXT	
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO PRES_REP	GROUP_NO GROUP_MA	
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'3D'	TOUT
DEFI_MATERIAU	ELAS		

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
Point A2 déplacement u	$-1.28279 \cdot 10^{-5}$	$-1.28298 \cdot 10^{-5}$	0.015
Point B2 déplacement v	$-1.28279 \cdot 10^{-5}$	$-1.28298 \cdot 10^{-5}$	0.015
Point C2 déplacement w	$-1.28279 \cdot 10^{-5}$	$-1.28662 \cdot 10^{-5}$	0.30

7 Synthèse des résultats

Résultats conformes à la solution de référence.

On pourrait s'attendre à trouver exactement le même déplacement aux trois point A, B et C. La différence au point C provient de la non-symétrie du maillage. Le maillage est légèrement plus distordu autour de ce point, ce qui explique la baisse de précision, qui reste néanmoins très bonne, aussi bien pour l'élément HEXA8 que pour le SHB8.