

## 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.

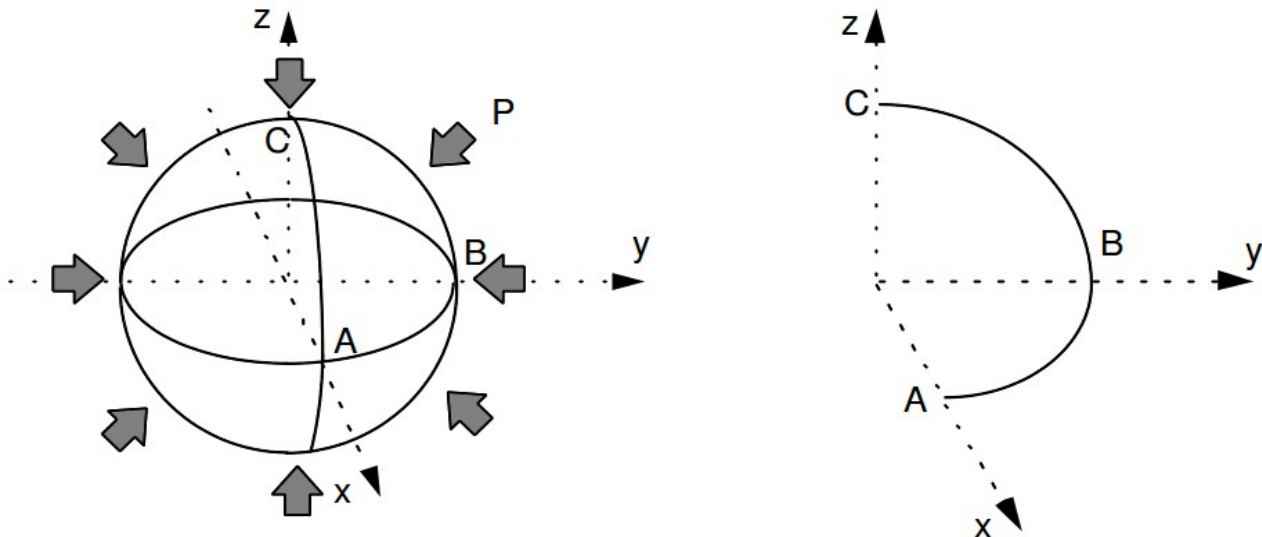
Les valeurs testées sont les déplacements radiaux aux points d'intersection avec les axes.

On dispose de 2 modélisations :

- A : éléments 3D en HEXA8
- B : éléments SHB8

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



|           |                    |
|-----------|--------------------|
| Rayon     | $R = 10\text{m}$   |
| Épaisseur | $t = 0.04\text{m}$ |

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 :

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

Avec

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

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

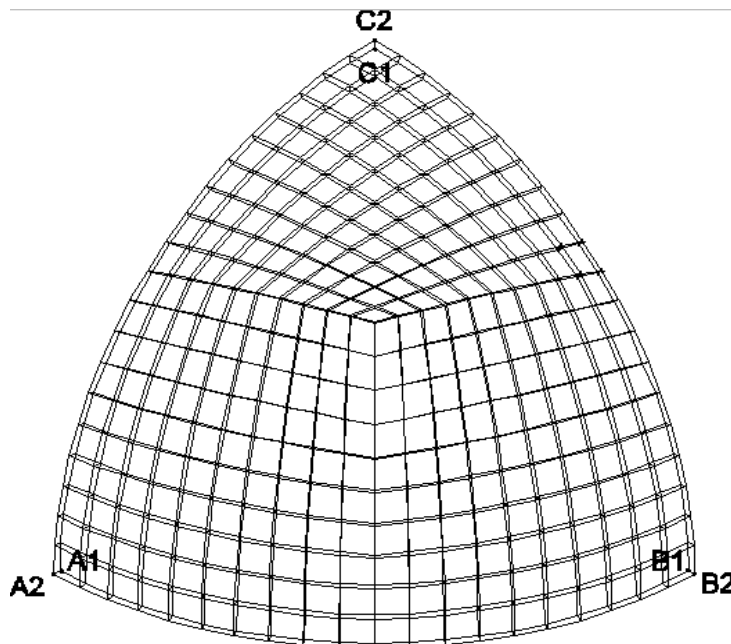
### 2.2 Résultats de référence

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 de coque SHB



Modélisation d'un quart de la sphère en SHB

Noms des nœuds :

|                 |             |                 |             |
|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| Point <i>A1</i> | <i>N40</i>  | Point <i>A2</i> | <i>N42</i>  |
| Point <i>B1</i> | <i>N01</i>  | Point <i>B2</i> | <i>N02</i>  |
| Point <i>C1</i> | <i>N662</i> | Point <i>C2</i> | <i>N658</i> |

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 662

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

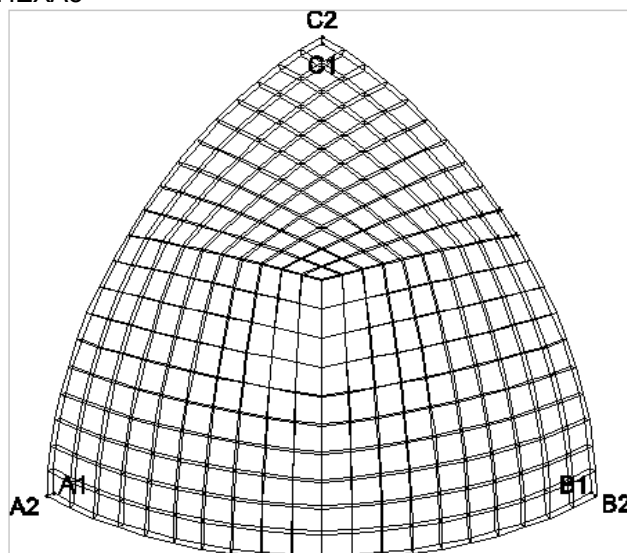
### 3.3 Valeurs testées et résultats de la modélisation A

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

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément volumique 3D HEXA8



Modélisation d'un quart de la sphère en HEXA8.

Noms des nœuds :

|                 |             |                 |             |
|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| Point <i>A1</i> | <i>N40</i>  | Point <i>A2</i> | <i>N42</i>  |
| Point <i>B1</i> | <i>N01</i>  | Point <i>B2</i> | <i>N02</i>  |
| Point <i>C1</i> | <i>N662</i> | Point <i>C2</i> | <i>N658</i> |

### 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 662

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

### 4.3 Valeurs testées et résultats de la modélisation B

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

## 5 Synthèse des résultats

---

Les résultats sont conformes à la solution de référence.

On pourrait s'attendre à trouver exactement le même déplacement aux trois points  $A$ ,  $B$  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.