# SSNV140 - Panneau cylindrique encastré

**Résumé :**

On présente dans ce test un calcul quasi statique de panneau cylindrique élastique encastré soumis à une force surfacique donnée soit dans le repère global, soit dans le repère local. Cette force est constante dans le premier cas et suiveuse dans le second cas. On teste ainsi la modélisation COQUE_3D non linéaire géométrique en utilisant l'algorithme de mise à jour des grandes rotations 3D GROT_GDEP de STAT_NON_LINE, ainsi que le traitement des pressions suiveuses pour la modélisation COQUE_3D. La solution de référence qui est numérique est obtenue avec le logiciel SAMCEF.

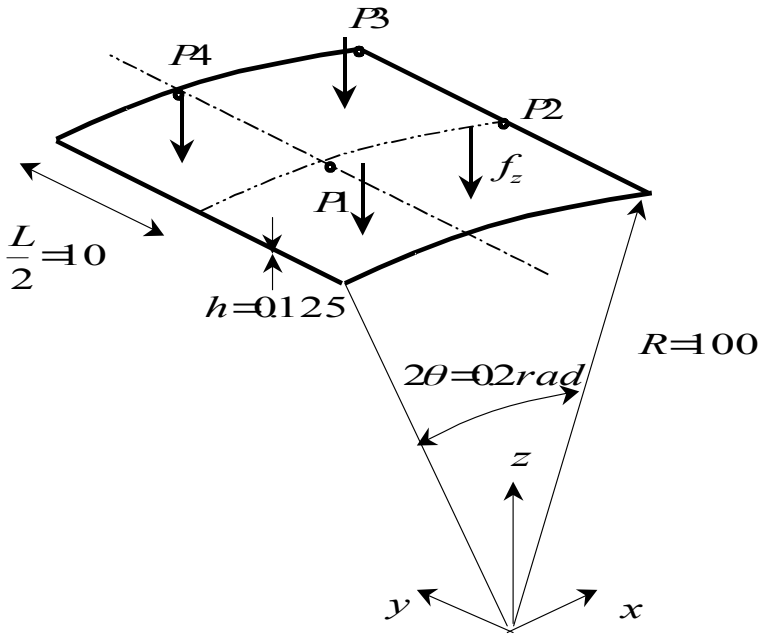


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 1 Problème de référence

## 1.1 Géométrie

Les longueurs sont exprimées en mètres.




Le panneau cylindrique est encastré le long de ses 4 côtés et soumis à une force surfacique.

- donnée dans le repère global pour la modélisation A :

$$\mathbf{f}=-f_z\boldsymbol{e}_z;\ f_z>0$$

- donnée dans le repère local pour la modélisation B :

$$\mathbf{f}=-f_z\boldsymbol{n};\ f_z>0$$

qui conduit à la compression membranaire du panneau, accompagnée de flexions localisées. Dans le cas de la modélisation B, $n$ est la normale à la géométrie réactualisée du panneau.

En raison de la symétrie géométrique et physique du problème, seul le quart $P_1P_2P_3P_4$ du panneau est modélisé, en prenant compte des conditions de symétrie.

## 1.2 Propriétés de matériaux

Comportement élastique :

$$E=450000\,MPa\,;\,\nu=0.3$$



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Conditions aux limites

$P2P3$ : $DX=0.$ $DY=0.$ $DZ=0.$ $DRX=0$ $DRY=0$ $DRZ=0$

$P3P4$ : $DX=0.$ $DY=0.$ $DZ=0.$ $DRX=0$ $DRY=0$ $DRZ=0$

Symétrie :

$P1P2$ : $DY=0.$ $DRX=0.$ $DRZ=0.$

$P4P1$ : $DX=0.$ $DRY=0.$ $DRZ=0.$

On cherche les états successifs d'équilibre sous le chargement constitué de la force surfacique donnée dans le repère global:

$$f_z(t)=t$$

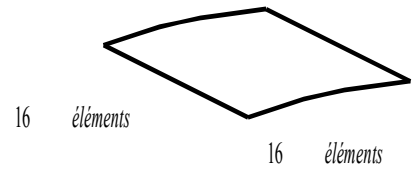
$t$ étant le pseudo temps.

On s'intéresse à la seule composante verticale du déplacement en $P_1$.

# 2 Solution de référence

## 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Cette solution [bib4] est celle qui est obtenue avec le logiciel SAMCEF [bib1]. La modélisation est basée sur une théorie de coque en efforts résultants avec une formulation co-rotationnelle [bib3] et une discrétisation DSQ [bib2].




Le maillage considéré dans le calcul de référence est un maillage régulier de $16\times16$ éléments quadrilatéraux à 4 nœuds chacun.

## 2.2 Résultats de référence

**Histoire du déplacement vertical $DZ$ en mètres au nœud chargé $P1$**

| Instant | Force surfacique $fz$ ( $N$ ) | $DZ$ en $P1$ ( $m$ ) |
|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | –1.043E–01 |
| 0.4 | 0.4 | –3.935E–01 |
| 0.7 | 0.7 | –5.13E–01 |

## 2.3 Références bibliographiques

1) SAMCEF, Manuel de référence V7.1 Volume Eléments,1998

2) J-L. Batoz, G.Dhatt, "Modélisation des Structures par Eléments Finis :Poutres et Plaques ", Hermès, Paris, 1992

3) Crisfield M.A., " Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures ", Volume 1 : Essentials, John Wiley, Chichester, 1994

4) Ph. JETTEUR, Cinématique Non Linéaire des Coques. Rapport SAMTECH, Contrat PP/GC-134/96, 1998



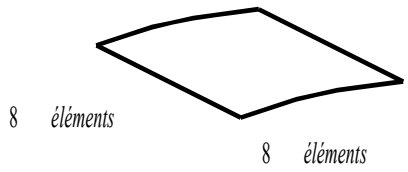
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation COQUE_3D

Élément MEC3QU9H (coque 3D volumique) - Maillage régulier




## 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 320

Nombre de mailles et type : 64 QUAD9

Le maillage est deux fois moins fin que celui de la solution de référence.

## 3.3 Fonctionnalités testées

- La modélisation COQUE_3D en non linéaire géométrique.
- L'algorithme statique de mise à jour des grandes rotations GROT_GDEP de STAT_NON_LINE.

## 3.4 Valeurs testées

**Histoire du déplacement vertical $DZ$ au nœud chargé**

| Instant | Force surfacique $fz$ | Référence |
|---|---|---|
| 0.2 | 0.2 | –1.043E–01 |
| 0.4 | 0.4 | –3.935E–01 |

## 3.5 Remarques

La valeur par défaut du COEF_RIGI_DRZ = $0.00001$ a été choisie (valeur généralement utilisée en analyse linéaire).



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

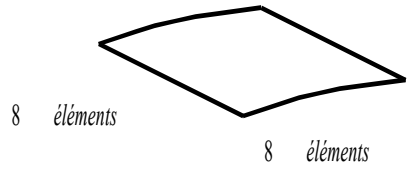
# 4 Modélisation B

Elle est identique à la modélisation A, à l'exception du chargement qui est suiveur : il est réactualisé en fonction de la géométrie. On va jusqu'à l'instant $0.7$ par pas de temps de $0.1$ . Il y a donc 7 pas de charge.

## 4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation COQUE_3D

Elément MEC3QU9H (coque 3D volumique) - Maillage régulier




## 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 320

Nombre de mailles et type : 64 QUAD9

Le maillage est deux fois moins fin que celui de la solution de référence.

## 4.3 Fonctionnalités testées

- La modélisation COQUE_3D en non linéaire géométrique.
- L'algorithme statique de mise à jour des grandes rotations GROT_GDEP de STAT_NON_LINE.

## 4.4 Valeurs testées

Les valeurs de références proviennent du logiciel Samcef . Elles sont données à titre indicatif.

**Histoire du déplacement vertical $DZ$ au nœud chargé**

| Instant | Force surfacique $fz$ | Référence (Samcef) |
|---|---|---|
| 0.4 | 0.4 | –3.93E–01 |
| 0.7 | 0.7 | –5.13E–01 |

## 4.5 Remarques

Les rotations n'étant pas très grandes, il suffit d'utiliser la valeur par défaut du COEF_RIGI_DRZ = 0.00001 (valeur généralement utilisée en analyse linéaire).



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 5 Synthèse des résultats

Les données du problème correspondent à une coque mince $\frac{h}{L}=0.625\%$ ce qui est sévère pour l'élément fini triangle MEC3TR7H (non présenté ici car présentant un cas de blocage au cisaillement transverse). La déformation est essentiellement membranaire et les rotations restent modérées.

La solution de référence obtenue par le logiciel SAMCEF est numérique et son maillage deux fois plus fin que celui utilisé ici. Son modèle éléments finis repose sur une approche en efforts résultants avec une formulation rotationnelle [bib3]. L'approche choisie dans *Code_Aster* est 3D contraintes planes avec une formulation lagrangien total [R3.07.04]. La qualité des résultats obtenus est bonne. L'écart par rapport à cette solution est inférieur à 0.5% pour le déplacement vertical du point central.



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)