

**Manuel de Validation**  
**Fascicule V3.03 : Statique linéaire des plaques et coques**  
**Document : V3.03.125**

## **SSLS125 - Flambement d'un cylindre libre sous pression externe**

---

### **Résumé :**

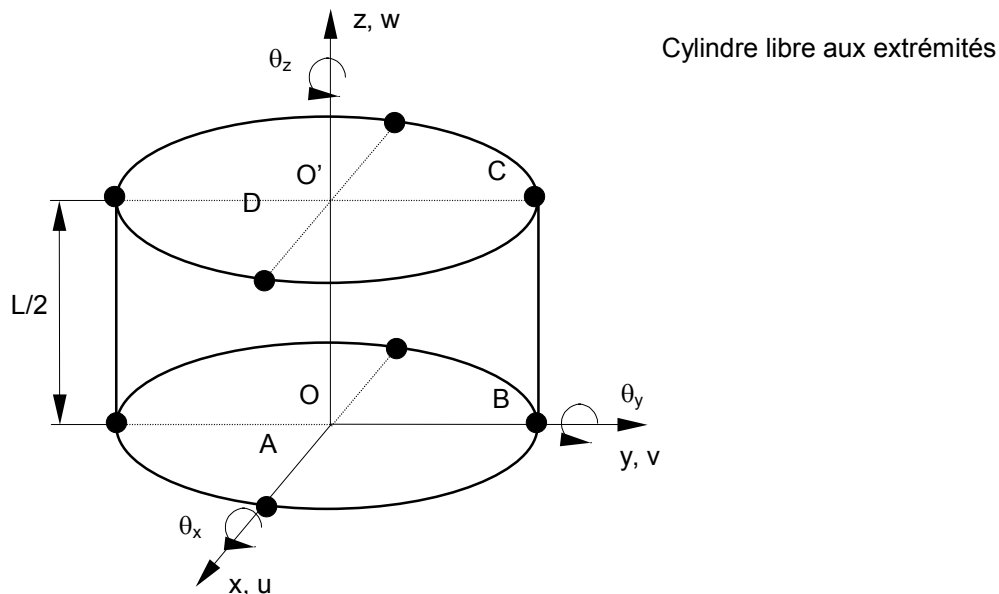
Ce test représente un calcul de stabilité d'une enveloppe cylindrique mince libre à ses extrémités soumise à une pression externe. On calcule les charges critiques conduisant au flambement élastique d'Euler. La matrice de rigidité géométrique utilisée dans la résolution du problème aux valeurs propres est celle qui est due aux contraintes initiales.

Il permet de valider la modélisation éléments finis SHB8.

La charge critique et le mode propre obtenus sont comparés à une solution de référence analytique.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



La symétrie du problème permet de modéliser un quart de cylindre de longueur  $L$ , avec des conditions de symétrie spécifiques au bord inférieur.

$L = 2\text{m}$   
Rayon moyen  $R = 2\text{m}$   
Epaisseur  $e = 0.02\text{m}$

### 1.2 Propriétés du matériau

Les propriétés du matériau constituant la plaque sont :

$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$  Module d'Young  
 $\nu = 0.3$  Coefficient de poisson

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

- Chargement :
  - pression uniformément répartie de  $p_{cr} = 1 \text{ Pa}$  sur la partie cylindrique.
  - Conditions de symétrie :
    - sur AB :  $DZ = 0$
    - sur BC :  $DX = 0$
    - sur DA :  $DY = 0$

### 1.4 Conditions initiales

Sans objet

## 2 Solution de référence

---

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

La pression critique est donnée en [bib1] ou [bib2] par l'expression suivante :

$$P_{cr} = E/12/(1-\nu^2).n^2.(e/R)^3$$

avec n numéro du mode (ici n = 2,4,6)

### 2.2 Résultats de référence

Les pressions critiques (en Pa) sont :

Mode (n)	Référence
2	73260
4	293040
6	659340

### 2.3 Incertitudes sur la solution

Solution analytique

### 2.4 Références bibliographiques

- [1] S.P. TIMOSHENKO, J.M. GERE : Théorie de la stabilité élastique, page 500, deuxième édition, DUNOD 1966.
- [2] BO O. ALMROTH, D.O. BRUSH : Buckling of bars, plates and shells, page 173, Mc Graw-Hill, New York, 1975.



## 5 Synthèse des résultats

---

Les résultats obtenus sont satisfaisants. Les incertitudes sur la pression critique ne dépassent pas 2%.

La déformée modale obtenue correspond bien au mode circonférentiel attendu :  $n=2$  pour les deux modélisations.

Ce test a permis de tester la modélisation SHB8 en flambement linéaire d'Euler d'une structure mince soumise à une pression extérieure.

Page laissée intentionnellement blanche.