

**Manuel de Validation****Fascicule V3.06 : Statique linéaire des structures axisymétriques****Document : V3.06.104**

# DEMO005 - Cylindre mince sous pression hydrostatique

---

**Résumé :**

Le cas-test DEMO005 est un exemple très simple d'utilisation du *Code\_Aster*. Il permet d'illustrer les commandes « incontournables » sur le calcul d'un réservoir.

Le réservoir cylindrique mince est soumis à une pression variable avec la hauteur correspondant à une pression hydrostatique.

Etant donné que la géométrie et le chargement sont axisymétriques, une modélisation 2D axisymétrique est choisie pour modéliser le problème, le maillage représentant une tranche verticale du cylindre.

On calcule les déplacements et les contraintes dans la tranche verticale du cylindre.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

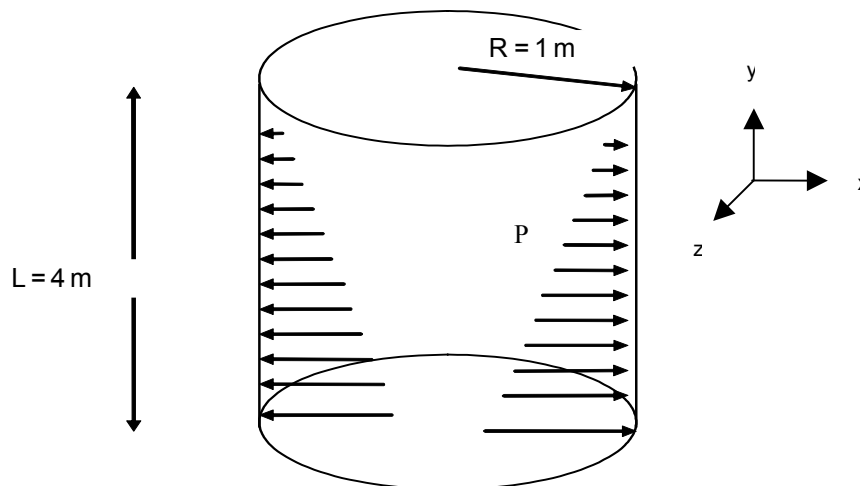


Figure 1.1-a : Caractéristiques géométriques et chargements

Les dimensions géométriques choisies sont les suivantes :

- hauteur  $L = 4 \text{ m}$
- rayon moyen  $R = 1 \text{ m}$
- épaisseur  $e = 0.02 \text{ m}$

### 1.2 Propriétés du matériau

Le cylindre est constitué d'un matériau homogène (acier) qui suit une loi de comportement élastique linéaire :

- Module de Young :  $E = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$
- Coefficient de Poisson :  $\nu = 0.3$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

La pression  $P$  est appliquée sur la paroi interne du cylindre. Cette pression varie linéairement : elle vaut  $20\,000 \text{ N/m}^2$  à la base du cylindre et 0 dans la partie haute.

Les déplacements suivants  $y$  à la base du cylindre sont nuls, le cylindre peut se déplacer radialement.

## 2 Solution de référence

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

La solution de référence est obtenue numériquement. Il s'agit donc uniquement d'un test de non régression.

### 2.2 Résultats de la modélisation

Déplacements	Instants	Référence
DX en A	1	$4.6814 \cdot 10^{-6}$
DX en B	1	$4.6528 \cdot 10^{-6}$
DX en C	1	$1.2022 \cdot 10^{-6}$
DY en C	1	$-2.6396 \cdot 10^{-6}$
DX en D	1	$3.3102 \cdot 10^{-9}$
DY en D	1	$-2.8170 \cdot 10^{-6}$

Les déplacements sont exprimés en mètres.

### 2.3 Incertitude sur la solution

Solution de référence : non régression

### 3 Modélisation A

#### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le cylindre est modélisé en éléments 2D axisymétrique.

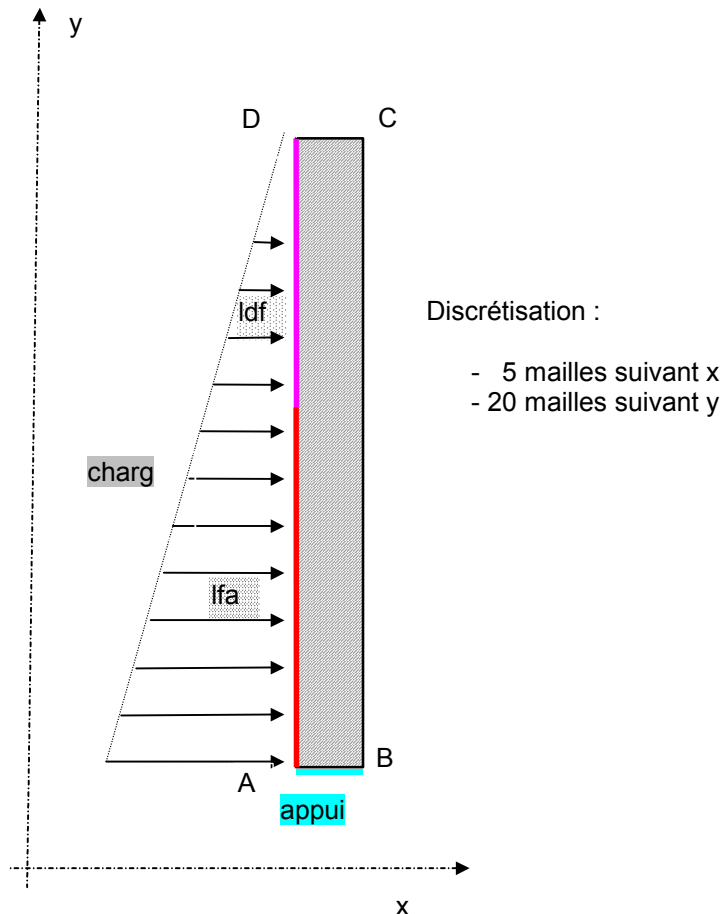


Figure 3.1-a : Coupe longitudinale du cylindre

#### 3.2 Caractéristiques du maillage

La section longitudinale du cylindre est représentée par un maillage régulier contenant :

- 136 éléments (6 POI1, 30 SEG2, 100 QUAD4).
- 126 nœuds.

Créations de groupes de mailles pour l'application du chargement et des conditions limites :

- appui : pour bloquer le déplacement vertical
- ldf, lfa : pour appliquer une pression variable sur la partie interne du cylindre.

Créations de groupes de nœuds :

- A, B, C, D : utilisés pour relever les déplacements en ces nœuds caractéristiques.

### 3.3 Fichier de commandes Aster

- DEBUT : commande obligatoire pour commencer
- Lecture du maillage (PRE\_GMSH) et génération du maillage (LIRE\_MAILLAGE).
- Définition de groupes de nœuds et de mailles pour l'affectation du chargement et des conditions limites (DEFI\_GROUP).
- Définition des éléments finis utilisés (AFFE\_MODELE).  
On affecte à toutes les mailles du maillage la modélisation AXIS.
- Définition et affectation du matériau (DEFI\_MATERIAU et AFFE\_MATERIAU).  
Les caractéristiques mécaniques sont identiques sur toute la structure.
- Affectation du chargement : Définition d'une fonction représentant la pression P sur la face interne du cylindre (DEFI\_FONCTION), puis affectation de la pression sur les bords internes du cylindre représentés par les groupes de mailles LDF et LFA (AFFE\_CHAR\_MECA\_F).
- Affectation des conditions aux limites (AFFE\_CHAR\_MECA).  
Les déplacements suivant y sont bloqués à la base du cylindre au niveau du groupe de mailles APPUI.
- Résolution du problème élastique linéaire (MECA\_STATIQUE).  
Calcul des déplacements et des contraintes aux points de Gauss de chaque élément à partir des déplacements.
- Calcul des contraintes aux nœuds.  
On calcule le champ de contraintes aux nœuds de chaque élément à partir des déplacements (CALC\_ELEM).
- Impression des résultats (IMPR\_RESU).  
On imprime sous forme listing le déplacement et les contraintes de tout le maillage.  
On imprime également le champ de déplacement au format GMSH, en vue d'une visualisation des résultats avec GMSH.
- Tests portant sur les valeurs des déplacements aux nœuds A, B, C, D. (TEST\_RESU)  
Ces tests permettent de vérifier la non régression du code.
- FIN : commande obligatoire pour clore une exécution.

### 3.4 Remarque

Pour la modélisation 'AXIS', l'axe de révolution est toujours l'axe Y.

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

Identification	unité	Référence	Aster	% différence
DX en A	m	$4.6814 \cdot 10^{-6}$	$4.6814 \cdot 10^{-6}$	0.
DX en B	m	$4.6528 \cdot 10^{-6}$	$4.6528 \cdot 10^{-6}$	0.
DX en C	m	$1.2022 \cdot 10^{-6}$	$1.2022 \cdot 10^{-6}$	0.
DY en C	m	$-2.6396 \cdot 10^{-6}$	$-2.6396 \cdot 10^{-6}$	0.
DX en D	m	$3.3102 \cdot 10^{-9}$	$3.3102 \cdot 10^{-9}$	0.
DY en D	m	$-2.8170 \cdot 10^{-6}$	$-2.8170 \cdot 10^{-6}$	0.

## 5 Synthèse des résultats

Les déplacements suivants x sont relativement importants à la base du cylindre, là où le chargement est le plus élevé. On peut constater que les déplacements suivants y de la partie haute du cylindre sont négatifs, ce qui était prévisible au vue du problème.