

SSL112 - Voûte circulaire sous pression uniforme

Résumé :

Ce test permet de vérifier les efforts internes des éléments `POU_D_T` pour la modélisation d'une voûte circulaire.

Il permet notamment de se rendre compte du raffinement nécessaire pour obtenir des résultats corrects sur les composantes `VY` et `VZ` du champ d'effort.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

1.1.1 Voûte circulaire

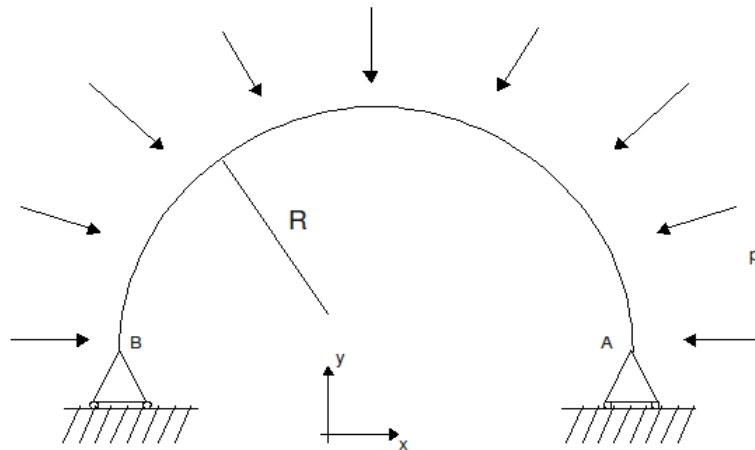


Figure 1.1.1-a : Voûte circulaire.

Rayon : $R=1\text{ m}$

1.2 Propriétés des matériaux

Module d'Young : $E=2.10^{11}\text{ Pa}$

Coefficient de Poisson : $\nu=0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargement

Condition aux limites :

$DX=DY=DZ=DRX=0$ sur le point A

$DY=DZ=0$ sur le point B

Chargement : Force répartie

$p=100\text{ N/m}$ sur AB

2 Solutions de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour les solutions de référence

La poutre de la figure [Figure 1.1.1-a] vérifie les équations d'équilibre (problème plan).

$$V_y = \frac{dN}{d\theta}, \quad N + \frac{dV_y}{d\theta} = -pR, \quad \frac{dM}{d\theta} + RV_y = 0$$

(p : chargement réparti constant normal en tout point de la poutre).

$N(\theta)$, $V_y(\theta)$, $M_z(\theta)$ désignent les efforts (normal, tranchant et moment de flexion) en un point de la voûte exprimés dans le repère local.

Leur intégration avec les conditions limites :

$$V_y(0) = 0, \quad M_z(0) = 0$$

donnent :

$$V_y(\theta) = 0, \quad M_z(\theta) = 0, \quad N(\theta) = -pR$$

2.2 Résultats de référence

Efforts intérieurs pour $\theta = 0^\circ, 6^\circ, 42^\circ$ et 60° .

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

2.4 Références bibliographiques

- [1] Rapport n° 2314/A de l'Institut Aérotechnique « Proposition et réalisation de nouveaux cas tests manquant à la validation des poutres ASTER »

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle est composé de 450 éléments poutre droits de Timoshenko.

3.2 Caractéristiques du maillage

Il est constitué de 450 éléments `POU_D_T`.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Type d'effort	Référence	Précision (%)
$V_y(0^\circ)$	0.0000	0,4 (absolue)
$V_y(6^\circ)$	0.0000	0,01 (absolue)
$N(60^\circ)$	-1.000E+02	0.100 (relative)
$MFZ(42^\circ)$	0.0000	0,01 (absolue)

3.4 Variation du raffinement du maillage

Initialement, le maillage de ce test comportait 30 mailles modélisée en `POU_C_T`. Avec ce raffinement les résultats avec les éléments `POU_D_T` sont très bons sauf pour $V_y(0^\circ)$:

Type d'effort	Référence	Ecart (%)
$V_y(0^\circ)$	0.0000	5,23 (absolue)
$V_y(6^\circ)$	0.0000	1E-11 (absolue)
$N(60^\circ)$	-1.000E+02	1,3E-3 (relative)
$MFZ(42^\circ)$	0.0000	1E-12 (absolue)

Avec 450 mailles, on obtient seulement un écart de 0,34 sur $V_y(0^\circ)$.

4 Synthèse des résultats

L'effort normal dans la voûte (seul effort non nul) est calculé avec une bonne précision (0,1%) pour la modélisation adoptée. On remarque cependant que la valeur de $V_y(0^\circ)$ reste écartée de la référence malgré le raffinement important.