SSNP145 – Validation du pilotage PRED_ELAS en plasticité

Résumé :

L'utilisation de lois adoucissantes peut conduire à des snap-back brutaux qui rend difficile le déroulement du calcul. Pour suivre ces instabilités, deux types de pilotage sont disponibles dans Code_Aster : le pilotage par prédiction élastique (PRED_ELAS), qui dépend de la loi de comportement et le pilotage en déformation (DEFORMATION) générique. Dans le cas des modélisations avec un comportement élasto-plastique non-endommageant, il est possible d'utiliser le pilotage par prédiction élastique. Ce qui ajoute une possibilité de pilotage des matériaux présentant un plateau d'écrouissage (comportement parfaitement plastique) mais aussi permet de mélanger des matériaux plastiques (par exemple des armatures dans le béton) avec des matériaux endommageants.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie et conditions aux limites

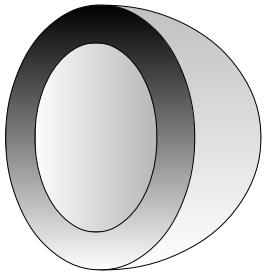


Figure 1.1-a : géométrie de la structure étudiée

La structure étudiée est une sphère creuse sous pression $p=1\mathrm{MPa}$. On utilisera les propriétés de symétrie du problème.
Le rayon intérieur vaut $R_{\mathrm{int}}=100\,mm$ et le rayon extérieur vaut $R_{\mathrm{ext}}=200\,mm$).

1.2 Propriétés du matériau

Loi de comportement	Comportement élastique	Comportement plastique	Comportement endommageant (zone affaiblie)
VMIS_ISOT_LINE	$E=200.000\,MPa$ $\nu=0,3$	$\sigma_y=300\,MPa$ $E_T=0$	$\sigma_y=5\,MPa$ $E_T=-10000\,MPa$

2 Solution de référence

Les valeurs testées sont des valeurs analytiques d'un problème purement sphérique sous plasticité parfaite. La pression varie dans la structure suivant le rayon r selon la formule suivante:

$$p(r)=2.\sigma_y.\log\left(\frac{r}{R_{\mathrm{int}}}\right)+\left(\frac{2}{3}\right).\sigma_y.\frac{R_{\mathrm{int}}^3-R_{\mathrm{ext}}^3}{R_{\mathrm{ext}}^3}$$

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On ne modélise qu'un huitième de la sphère en axisymétrique:

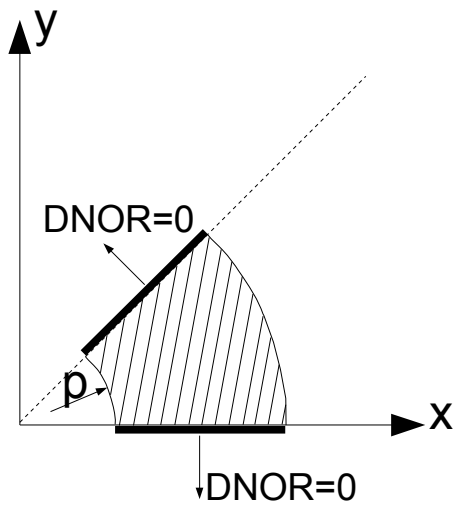


Figure 3.1-a : géométrie de la structure – modèle axisymétrique

On impose DNOR=0 pour la symétrie et une pression intérieure unitaire PRES_REP de $1 MPa$.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le modèle est axisymétrique et comporte 2109 TRIA3.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au dernier instant le paramètre de pilotage qui doit valoir la pression obtenue par la formule donnée au §2.

Valeur testée	Instant	Référence	Type	*Écart*
Paramètre de pilotage	20,0	415,89	Analytique	0,19%
	20,0	416,45	Non-régression	$1.0\times10^{-8}\%$

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation testée est 3D. On utilise les symétries du problème pour ne représenter qu'un seizième de la sphère.

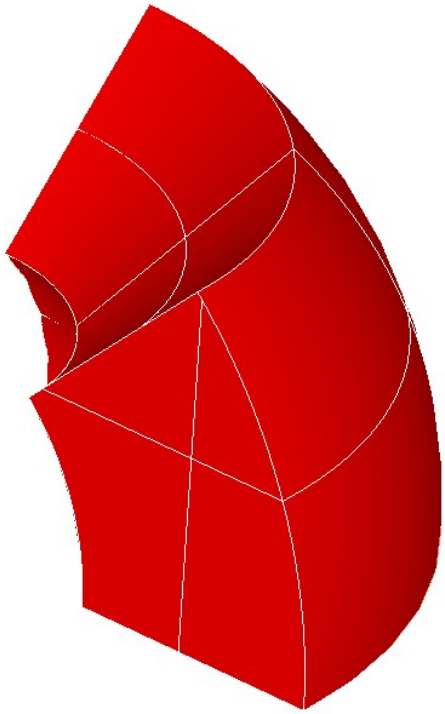


Figure 4.1-a : géométrie de la structure – modèle 3D

4.2 Caractéristiques du maillage

Le modèle est 3D et comporte 4905 HEXA8.

4.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au dernier instant le paramètre de pilotage qui doit valoir la pression obtenue par la formule donnée au §2.

Valeur testée	Instant	Référence	Type	*Écart*
Paramètre de pilotage	20,0	415,89	Analytique	1,6%
	20,0	422,4168347	Non-régression	1.0×10^{-8} %

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation testée est 3D. On utilise les symétries du problème pour ne représenter qu'un seizième de la sphère (identique que dans la modélisation B).

5.2 Caractéristiques du maillage

Le modèle est 3D et comporte 4226 TETRA4.

5.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au dernier instant le paramètre de pilotage qui doit valoir la pression obtenue par la formule donnée au §2.

Valeur testée	Instant	Référence	Type	*Écart*
Paramètre de pilotage	20,0	415,89	Analytique	4,8%
	20,0	435,92	Non-régression	$1.0\times10^{-8}\%$

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

6 Synthèse des résultats

Ce cas-test permet de vérifier le bon fonctionnement du pilotage en plasticité. Les résultats obtenus sont d'excellente qualité, ils sont légèrement moins bons en 3D à cause d'un maillage trop grossier.

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