SSNS116 – Membrane souple sous poids propre

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider le fonctionnement de l'élément MEMBRANE en grande s déformations pour différents types de mailles (linéaire, quadratique et bi-quadratique) e n reprenant et adaptant le cas test de la chaînette sous poids propre (SSN l 114) . On compare le s résultat s à une solution semi-analytique .

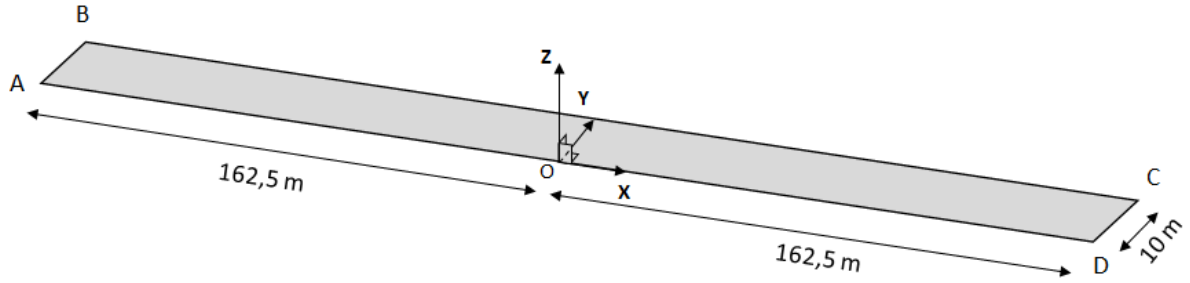
O n réalise aussi la comparaison des résultats de la membrane soumise à la gravité (PESANTEUR) avec ceux de la membrane soumise à une pression non suiveuse (PRES_REP avec TYPE_CHARGE='FIXE_CSTE') , d'amplitude et de direction choisies telle s que les résultantes soient identiques. On valide ainsi les deux fonctionnalités .

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère un rectangle de longueur $325\,m$ et de largeur $10\,m$ dans le plan $(0,X,Y)$.



L'épaisseur de la membrane est renseignée dans AFFE_CARA_ELEM via le mot clé EPAIS et vaut $e=2{,}2783.10^{-5}\,m$. Cette épaisseur est choisie de façon à obtenir une masse égale à celle utilisée dans le cas test SSNL114, à masse volumique identique.

1.2 Propriétés du matériau

Le matériau est hyperélastique quasi-incompressible isotrope dont les propriétés sont :

- $E=57\,000\,MPa$
- $\nu=0.49$
- $\rho=2\,844{,}23\,kg/m^3$

On utilise la loi de comportement de Saint Venant Kirchhoff.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Sur les bords AB et CD : $DX=0$, $DZ=0$.
Sur le bord AD : $DY=0$.
La gravité est appliquée au modèle entier, elle vaut $g=9{,}81\,m/s^2$ et est orienté selon (0,0,-1) dans le repère (X,Y,Z).
La pression non suiveuse est appliquée au modèle entier, elle vaut $p=\rho*e*g\approx 0{,}6357\,Pa$ et est orienté selon $(0,0,-1)$ dans le repère (X,Y,Z).

On traite les deux chargements séparément.

1.4 Conditions initiales

On renseigne une tension initiale de $10\,MPa$ dans AFFE_CARA_ELEM via le mot clé N_INIT. Cette tension disparaît après le premier incrément de Newton.

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Le calcul de la solution semi-analytique est détaillé dans [1] (§2.1).

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On précise ci-dessous le déplacement vertical calculé au point O dans le modèle semi-analytique :

Grandeur	Identification	Solution de référence
Déplacement	Point O - DZ	-6,352 m

2.3 Incertitudes sur la solution

Solution semi-analytique : la résolution numérique de l'équation donne une valeur à 10^{-3} près.

2.4 Références bibliographiques

[1] SSNL114 – Câble pesant avec dilatation thermique, documentation de validation de *Code_Aster*. [V6.02.114].

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation MEMBRANE en grandes déformations (DEFORMATION='GROT_GDEP') avec la loi de comportement de Saint Venant Kirchhoff (RELATION='ELAS_MEMBRANE_SV'). On utilise des éléments linéaires.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 132 éléments de type QUAD4.

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste le déplacement au centre de la membrane soumise à la pesanteur, en O, par rapport à la solution semi-analytique.

Identification	Type de référence	Valeur de référence (m)	Précision
Point O - DZ	'ANALYTIQUE'	-6,352	0,05%

On compare les résultats obtenus avec la pression non suiveuse avec ceux de la pesanteur.

Identification	Type de référence	Valeur de référence (m)	Précision
Point O - DZ	'AUTRE_ASTER'	-6,34942183815	0,0001%

3.4 Remarques

On a utilisé la recherche linéaire (RECH_LINEAIRE) pour atteindre la convergence.

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation MEMBRANE en grandes déformations (DEFORMATION='GROT_GDEP') avec la loi de comportement de Saint Venant Kirchhoff (RELATION='ELAS_MEMBRANE_SV'). On utilise des éléments quadratiques.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 132 éléments de type QUAD8.

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste le déplacement au centre de la membrane soumise à la pesanteur, en O, par rapport à la solution semi-analytique.

Identification	Type de référence	Valeur de référence (m)	Précision
Point O - DZ	'ANALYTIQUE'	-6,352	0,05%

On compare les résultats obtenus avec la pression non suiveuse avec ceux de la pesanteur.

Identification	Type de référence	Valeur de référence (m)	Précision
Point O - DZ	'AUTRE_ASTER'	-6,34895127982	0,0001%

4.4 Remarques

On a utilisé la recherche linéaire (RECH_LINEAIRE) pour atteindre la convergence.

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation MEMBRANE en grandes déformations (DEFORMATION='GROT_GDEP') avec la loi de comportement de Saint Venant Kirchhoff (RELATION='ELAS_MEMBRANE_SV'). On utilise des éléments bi-quadratiques.

5.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 132 éléments de type QUAD9.

5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste le déplacement au centre de la membrane soumise à la pesanteur, en O, par rapport à la solution semi-analytique.

Identification	Type de référence	Valeur de référence (m)	Précision
Point O - DZ	'ANALYTIQUE'	-6,352	0,05%

On compare les résultats obtenus avec la pression non suiveuse avec ceux de la pesanteur.

Identification	Type de référence	Valeur de référence (m)	Précision
Point O - DZ	'AUTRE_ASTER'	-6,34895127557	0,0001%

5.4 Remarques

On a utilisé la recherche linéaire (RECH_LINEAIRE) pour atteindre la convergence.

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

6 Synthèse des résultats

Ce document valide l'élément de MEMBRANE en grandes déformations pour les éléments linéaires, quadratiques et bi-quadratiques, ainsi que les options de chargement PESANTEUR et PRES_REP (avec TYPE_CHARGE='FIXE_CSTE') appliqués aux membranes. Cette validation se fonde sur la comparaison avec un résultat semi-analytique et est complétée par plusieurs tests de non-régression.

On obtient des résultats très proches de la solution de référence ($<0,05\%$) dans tous les tests, cela confirme que le modèle se rapproche de celui du câble pesant. De meilleurs résultats auraient sans doute pu être obtenus avec une membrane de largeur plus faible, afin de se rapprocher de l'hypothèse du câble.

Par ailleurs, dans ce modèle, les résultats convergent bien plus rapidement pour des éléments linéaires sans pour autant dégrader la solution en déplacement.

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