

SSNV227 – Traction, en grands déplacements, d'un barreau constitué d'un matériau hyper-élastique de type Mooney-Rivlin

Résumé :

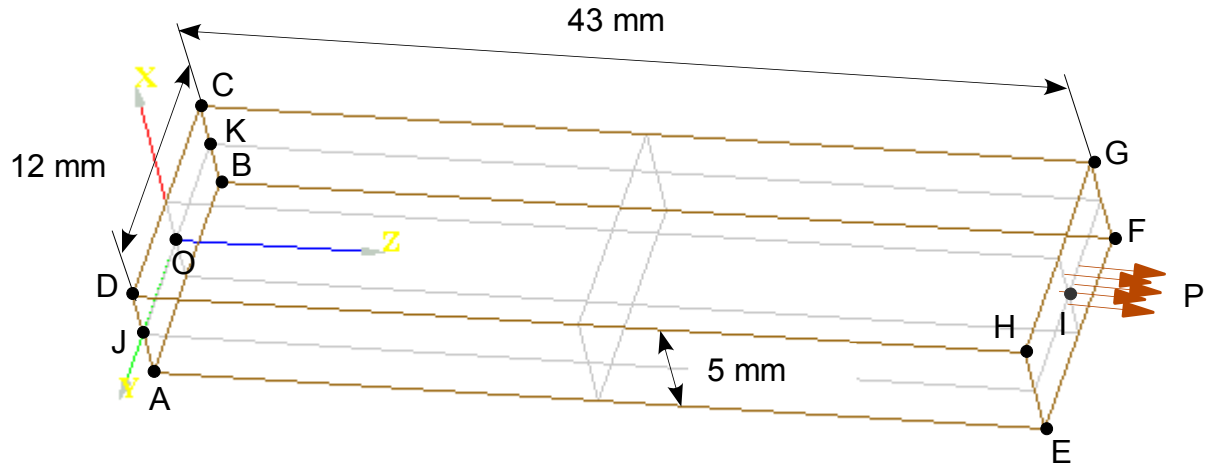
Ce test représente le calcul en grands déplacements d'un barreau, constitué d'un matériau de type Mooney-Rivlin soumis à un effort de traction.

La modélisation A permet de tester :

- la modélisation 3D avec des mailles HEXA20,
- un matériau de type 'HYPER_ELAS'
- le chargement de type suiveur TYPE_CHARGE='SUIV'

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Point	$X(mm)$	$Y(mm)$	$Z(mm)$
A	-2.5	6.0	0.0
B	-2.5	-6.0	0.0
C	2.5	-6.0	0.0
D	2.5	6.0	0.0
E	-2.5	6.0	43.0
F	-2.5	-6.0	43.0
G	2.5	-6.0	43.0
H	2.5	6.0	43.0
I	0.0	0.0	43.0
J	0.0	6.0	0.0
K	0.0	-6.0	0.0
O	0.0	0.0	0.0

1.2 Propriétés de matériaux

Le matériau est du type Mooney-Rivlin, dont les propriétés sont les suivantes:

- $C10 = 0.709 \text{ N/mm}^2$
- $C20 = 0. \text{ N/mm}^2$
- $C01 = 2.3456 \text{ N/mm}^2$
- Coefficient de Poisson $\nu = 0,499$
- Module de compressibilité $k = \frac{6(C10 + C01)}{3(1 - 2\nu)} = 3054.6 \text{ N/mm}^2$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Conditions aux limites
 - Face $ABCD$: $DZ=0$
 - Point O : $DY=0$
 - Points J, K : $DX=0$
- Pression répartie uniformément sur la face $EFGH$. Deux types de calcul sont réalisés:
 - Calcul en petites perturbation : la pression appliquée est de $P=6.\times 10^{-6} N/mm^2$.
 - Calcul en grands déplacements : la pression appliquée croît linéairement de $P=0. N/mm^2$ jusqu'à $6.0 N/mm^2$

1.4 Conditions initiales

Sans objet

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Hypothèse des Petites Perturbations (HPP)

$$\begin{array}{ll} \text{Module d'Young} & E = 6(C01 + C10) \times (1 + \nu) = 18.3 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Section} & A = 60 \text{ mm}^2 \end{array}$$

En HPP, le déplacement DZ suivant Z est tel que :

$$K = \frac{DZ}{(A \times P)}$$

où :

K représente la raideur du barreau
 A représente la section du barreau ($A = 60 \text{ mm}^2$)

À partir de l'équilibre la structure, on a $DZ \times E = L_z \times P$

où :

L_z représente la longueur du barreau suivant Z
 E représente le Module d'Young $E = 6(C01 + C10) \times (1 + \nu) = 18.3154 \text{ N/mm}^2$

$$\text{Ce qui nous donne } DZ = \frac{L_z \times P}{E} = 14,0865 \times 10^{-6} \text{ mm}$$

Grands déplacements : Pression suivieuse

Le chargement est appliqué sur la structure déformée (pression suivieuse). La contrainte suivant Z (S_{IZZ}) est donc identique à la pression appliquée.

Les autres valeurs de référence sont des valeurs de non-régression obtenues avec la modélisation A.

2.2 Résultats de référence

Hypothèse des Petites Perturbations (HPP)

Grandeur	Composante	Point	Type de Référence	Référence
DEPL	DZ	I	'ANALYTIQUE'	$1.40865 \times 10^{-5} \text{ mm}$

Grands déplacements : Pression suivieuse

Grandeur	Composante	Point	Type de Référence	Référence
----------	------------	-------	-------------------	-----------

				(mm)
DEPL	<i>DX</i>	<i>G</i>	'NON_REGRESSION'	−0.390384
	<i>DY</i>	<i>G</i>	'NON_REGRESSION'	0.390384
	<i>DX</i>	<i>H</i>	'NON_REGRESSION'	0.93691
	<i>DY</i>	<i>H</i>	'NON_REGRESSION'	−0.93691
	<i>DZ</i>	<i>I</i>	'NON_REGRESSION'	17.42597

Grandeur	Composant e	Point	Type de Référence	Référence
EPSI_NOEU	<i>EPXX</i>	<i>I</i>	'NON_REGRESSION'	−0.15615
	<i>EPYY</i>		'NON_REGRESSION'	−0.15615
	<i>EPZZ</i>		'NON_REGRESSION'	0.405255
	<i>EPXY</i>		'NON_REGRESSION'	0.0
	<i>EPXZ</i>		'NON_REGRESSION'	0.0
	<i>EPYZ</i>		'NON_REGRESSION'	0.0

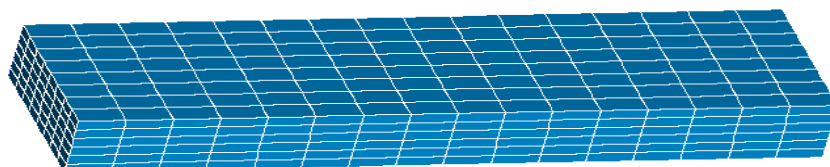
Grandeur	Composant e	Point	Type de Référence	Référence N/mm^2
SIGM_NOEU	<i>SIXX</i>	<i>I</i>	'NON_REGRESSION'	0.0
	<i>SIYY</i>		'NON_REGRESSION'	0.0
	<i>SIZZ</i>		'ANALYTIQUE'	6.0
	<i>SIXY</i>		'NON_REGRESSION'	0.0
	<i>SIXZ</i>		'NON_REGRESSION'	0.0
	<i>SIYZ</i>		'NON_REGRESSION'	0.0

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique et numérique.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 3949
Nombre de mailles et type : 768 HEXA20

3.3 Grandeurs testées et résultats

Hypothèse des Petites Perturbations (HPP)

Grandeur	Composante	Point	Type de Référence	Référence	Tolérance
DEPL	<i>DX</i>	<i>G</i>	'ANALYTIQUE'	1.40865×10^{-5} mm	0.1 %

Grands déplacements : Pression suiveuse

Grandeur	Composante	Point	Type de Référence	Référence (mm)	Tolérance
DEPL	<i>DX</i>	<i>G</i>	'NON_REGRESSION'	−0.390384	0.1 %
	<i>DY</i>	<i>G</i>	'NON_REGRESSION'	0.390384	0.1 %
	<i>DX</i>	<i>H</i>	'NON_REGRESSION'	0.93691	0.1 %
	<i>DY</i>	<i>H</i>	'NON_REGRESSION'	−0.93691	0.1 %
	<i>DZ</i>	<i>I</i>	'NON_REGRESSION'	17.42597	0.1 %

Grandeur	Composant e	Point	Type de Référence	Référence	Tolérance
EPSI_NOEU	EPXX	I	'NON_REGRESSION'	−0.15615	0.1 %
	EPYY		'NON_REGRESSION'	−0.15615	0.1 %
	EPZZ		'NON_REGRESSION'	0.405255	0.1 %
	EPXY		'NON_REGRESSION'	0.0	0.001
	EPXZ		'NON_REGRESSION'	0.0	0.001
	EPYZ		'NON_REGRESSION'	0.0	0.001

Grandeur	Composant e	Point	Type de Référence	Référence N/mm^2	Tolérance
SIGM_NOEU	SIXX	I	'NON_REGRESSION'	0.0	0.001
	SIYY		'NON_REGRESSION'	0.0	0.001
	SIZZ		'ANALYTIQUE'	6.0	0.1 %
	SIXY		'NON_REGRESSION'	0.0	0.001
	SIXZ		'NON_REGRESSION'	0.0	0.001
	SIYZ		'NON_REGRESSION'	0.0	0.001

4 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants.