SSND107 : Tractions rotations multiples en grandes déformations, écrouissage cinématique et mixte

Résumé :

Ce test modélise un élément soumis à quatre cycles traction-rotation de corps rigide de $45°$, avec les lois de comportement élasto-plastiques à écrouissage cinématique et mixte en grandes déformations hypoélastiques (GDEF_LOG). On vérifie d'une part l'invariance de la contrainte équivalente de von Mises durant les phases de rotation, et que les valeurs obtenues avec les différentes lois de comportement sont identiques. Ce test valide le traitement de l'écrouissage cinématique fait dans le cadre des grandes déformations hypoélastiques.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

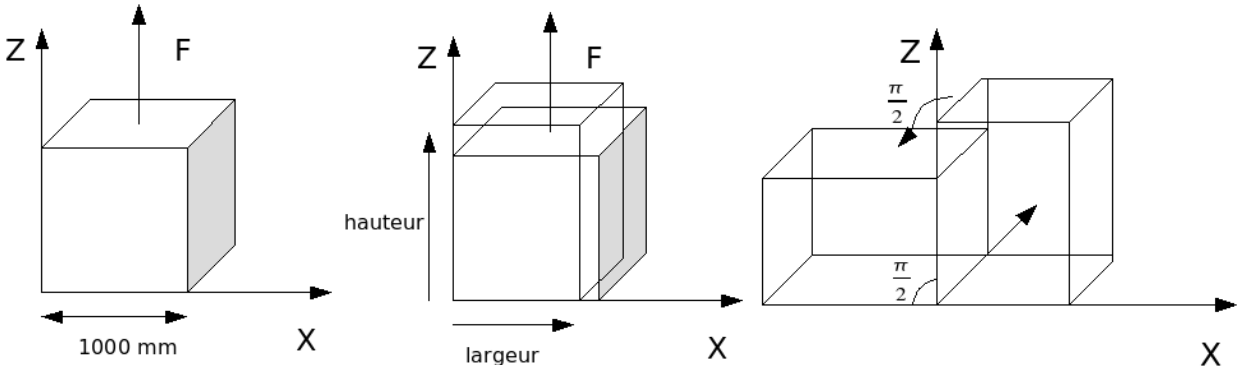


Figure1 : Problème de référence (pour une rotation de $90°$)

On considère un élément de matière cubique de $1000\,mm$ de côté soumis alternativement à une force de traction puis à une rotation d'ensemble de $45°$. Il subit en tout 4 cycles traction/rotation.

1.2 Données matériau

On considère ici 6 lois de comportement élasto-plastiques à écrouissage cinématique ou combiné cinématique/isotrope de type von Mises :
VMIS_CINE_LINE, VMIS_ECMI_LINE, VMIS_ECMI_TRAC,
VMIS_CIN1_CHAB et VMIS_CIN2_CHAB VMIS_CIN2_MEMO.

Le tableau ci-dessous liste les paramètres utilisés ; afin de renforcer la comparaison, les paramètres utilisés aboutissent à des lois de comportement identiques dans les 5 cas (écrouissage linéaire).

Mot_Clé	Paramètre	Valeur
ELAS	E	$200\,000\,MPa$
	NU	$0,3$
TRACTION	SIGM	$(0.001,200);(0.002,202)$
ECRO_LINE	D_SIGM_EPSI	$2\,000\,MPa$
	SY	$200\,MPa$
PRAGER	C	$\frac{2}{3}\frac{E*\text{D_SIGM_EPSI}}{E-\text{D_SIGM_EPSI}} \simeq 1346,8\,MPa$
CIN1_CHAB	C_I	$\frac{E*\text{D_SIGM_EPSI}}{E-\text{D_SIGM_EPSI}} \simeq 2020,2\,MPa$
	R_0	$200\,MPa$
	R_I	$200\,MPa$

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

	G_0	0
CIN2_CHAB	C1_I	$\frac{1}{2}\frac{E*\text{D_SIGM_EPSI}}{E-\text{D_SIGM_EPSI}}\simeq 1010{,}1\ MPa$
	C2_I	$\frac{1}{2}\frac{E*\text{D_SIGM_EPSI}}{E-\text{D_SIGM_EPSI}}\simeq 1010{,}1\ MPa$
	R_0	$200\ MPa$
	R_I	$200\ MPa$
	G1_0	0
	G2_0	0

MEMO_ECRO	MU	0
	Q_M	0
	Q_0	0
	ETA	0

1.3 Conditions aux limites et chargements

Deux types de phase doivent être distingués : les phases de traction et les phases de rotation. Durant les phases de traction, on bloque les déplacements normaux des faces avant et arrière.

Phases de traction :

Première phase de traction

Entité	Type charge	Valeur
Face inférieure	FACE_IMPO	$DNOR=0$
Face supérieure	FACE_IMPO	$DNOR=500\text{mm}$
Axe rotation	DDL_IMPO	$DX=0$
Face avant	FACE_IMPO	$DNOR=0$
Face arrière	FACE_IMPO	$DNOR=0$

Tractions suivantes :

Entité	Type charge	Valeur
Face inférieure	LIAISON_OBLIQUE	$DZ=0$
Face supérieure	LIAISON_OBLIQUE	$DZ=300\,mm$
Côté $X=0$; $Z=1\text{mm}$	LIAISON_OBLIQUE	$DX=0$
Axe rotation	DDL_IMPO	$DX=0, DZ=0$
Face avant	DDL_IMPO	$DY=0$
Face arrière	DDL_IMPO	$DY=0$

Chaque phase de traction est composée de 5 incréments identiques.

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

Phase de rotation :

Conditions limites

Entité	Type charge	Valeur
Axe rotation	DDL_IMPO	$DX=0, DZ=0$
Face avant	DDL_IMPO	$DY=0$
Face arrière	DDL_IMPO	$DY=0$

Le chargement de rotation est imposé via une macro nommée CHAR_ROTA ; on impose une rotation d'ensemble de $45°$ par phase, découpée en 5 incréments de $9°$.

On obtient à la fin du chargement une déformation de 2.145.

2 Résultats de référence

Ce test ne dispose pas de résultat de référence en tant que tel.

On compare les solutions fournies par chacune des lois entre elles (elles sont supposées être équivalentes).

De plus, on vérifie le caractère constant de la contrainte équivalente de Von Mises durant les phases de rotation.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristique de la modélisation

Cette modélisation permet de tester GDEF_LOG en 3D.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué d'une maille hexaédrique linéaire (à 8 nœuds).

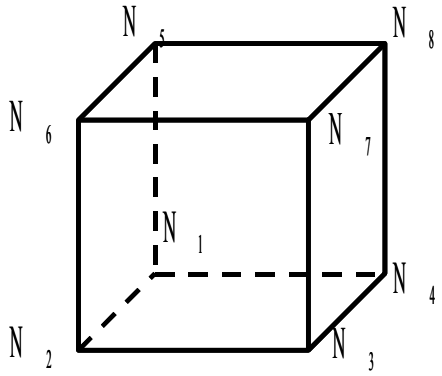


Figure 2 : Maillage de la modélisation A

3.3 Grandeurs testées et résultats

Comportement VMIS_CINE_LINE, GDEF_LOG

Déplacement imposé	Grandeurs testée	Référence MPa	Tolérance %
$500\,mm$	SIEQ_ELGA	1126,9	0,2
$800\,mm$	SIEQ_ELGA	1543	0,1
$1100\,mm$	SIEQ_ELGA	1893,8	0,1
$1400\,mm$	SIEQ_ELGA	2197	0,1

Comportement VMIS_ECMI_LINE

Déplacement imposé	Grandeurs testée	Référence MPa	Tolérance %
$500\,mm$	SIEQ_ELGA	1126,9	0,2
$800\,mm$	SIEQ_ELGA	1543	0,1
$1100\,mm$	SIEQ_ELGA	1893,8	0,1
$1400\,mm$	SIEQ_ELGA	2197	0,1

Comportement VMIS_ECMI_TRAC

Déplacement imposé	Grandeurs testée	Référence MPa	Tolérance %
$500\,mm$	SIEQ_ELGA	1126,9	0,2
$800\,mm$	SIEQ_ELGA	1543	0,1
$1100\,mm$	SIEQ_ELGA	1893,8	0,1
$1400\,mm$	SIEQ_ELGA	2197	0,1

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

Comportement VMIS_CIN1_CHAB

Déplacement imposé	Grandeurs testée	Référence MPa	Tolérance %
$500\,mm$	SIEQ_ELGA	1126,9	0,2
$800\,mm$	SIEQ_ELGA	1543	0,1
$1100\,mm$	SIEQ_ELGA	1893,8	0,1
$1400\,mm$	SIEQ_ELGA	2197	0,1

Comportement VMIS_CIN2_CHAB

Déplacement imposé	Grandeurs testée	Référence MPa	Tolérance %
$500\,mm$	SIEQ_ELGA	1126,9	0,2
$800\,mm$	SIEQ_ELGA	1543	0,1
$1100\,mm$	SIEQ_ELGA	1893,8	0,1
$1400\,mm$	SIEQ_ELGA	2197	0,1

Comportement VMIS_CIN2_MEMO

Déplacement imposé	Grandeurs testée	Référence MPa	Tolérance %
$500\,mm$	SIEQ_ELGA	1126,9	0,2
$800\,mm$	SIEQ_ELGA	1543	0,1
$1100\,mm$	SIEQ_ELGA	1893,8	0,1
$1400\,mm$	SIEQ_ELGA	2197	0,1

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants. On constate que toutes les lois de comportement aboutissent bien à des résultats identiques et que la rotation de corps rigide n'engendre aucune contrainte supplémentaire. Le modèle de grandes déformations testé est donc bien objectif.

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