

MFRON01 – Test de l'interface Code_Aster-MFront pour des lois élasto-visco-plastiques

Résumé :

Ce test valide des lois de comportement élasto-plastique et visco-plastiques standard (utilisées en particulier pour les métaux : plasticité de Von Mises, Chaboche, Norton, ...) définis à l'aide de *MFront* par comparaison avec des comportements similaires de *Code_Aster*.

Chaque modélisation valide une loi de comportement, généralement par comparaison avec les résultats de la loi équivalente de *Code_Aster*.

1 Modélisation A

1.1 Caractéristiques de la modélisation

- Comportement testé : Chaboche.mfront. Loi élasto-plastique de Chaboche à deux variables cinématiques, comparable à VMIS_CIN2_CHAB [cf R5.03.04].
- Modélisation et données similaires à celles du test SSNV101A .

1.2 Grandeurs testées et résultats

La solution de référence est celle obtenue par le comportement VMIS_CIN2_CHAB

Identification (t=1.435)	Référence	Tolérance
ϵ_{xx}	0.0960649	0,1 %
ϵ_{xy}	0.1438997	0,1 %
σ_{xx}	143.50	0,1 %
p	0.190153	0,1 %

2 Modélisation B

2.1 Caractéristiques de la modélisation

- Comportement testé : ViscoChaboche.mfront. Loi élasto-visco-plastique de Chaboche à deux variables cinématiques, comparable à VISC_CIN2_CHAB [cf R5.03.04].
- Modélisation et données similaires à celles du test HSNV125A.

2.2 Grandeurs testées et résultats

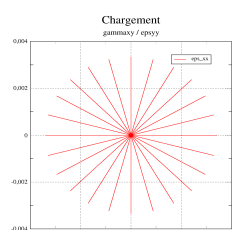
On compare la solution obtenue avec le comportement Mfront et celle obtenue avec le comportement VISC_CIN1_CHAB

Contrainte (MPa)	Instant(s)	Référence (différence)	Tolérance absolue
SIXX	Écart maximum	0	0,0002
SIXY	Écart maximum	0	0,0002

3 Modélisation C

3.1 Caractéristiques de la modélisation

- Comportement testé : ViscoMemoNrad.mfront. Loi élasto-plastique de Chaboche avec effets de mémoire et de non radialité, comparable à VISC_MEMO_NRAD [cf R5.03.04].
- Essai de traction-torsion, chargement en « étoile ». Modélisation et données similaires à celles du test SSND115A.



3.2 Grandeurs testées et résultats

La solution de référence est celle obtenue par le comportement VISC_MEMO_NRAD

Valeurs extrêmes	Référence	Tolérance
$\max(\sigma_{xx})$	413.85873	0,1 %
$\min(\sigma_{xx})$	-415.03392	0,1 %
$\max(\sigma_{xy})$	244.14796	0,1 %
$\min(\sigma_{xy})$	-243.38215	0,1 %

4 Modélisation D

4.1 Caractéristiques de la modélisation

- Comportement testé : Chaboche.mfront. Loi élasto-plastique de Chaboche à deux variables cinématiques, comparable à VMIS_CIN2_CHAB, en contraintes planes

- Modélisation similaire à celle du test SSNV101B .

4.2 Grandeurs testées et résultats

La solution de référence est celle obtenue par le comportement VMIS_CIN2_CHAB

Identification (t=1.435)	Référence	Tolérance
ϵ_{xx}	0.0960649	0,1 %
ϵ_{xy}	0.1438997	0,1 %
σ_{xx}	143.50	0,1 %
p	0.190153	0,1 %

5 Modélisation E

5.1 Caractéristiques de la modélisation

- Comportements testés : Norton.mfront Norton_Jacnum.mfront ImplicitNorton.mfront Norton_RK54.mfront. Il s'agit de différentes intégrations de la loi de Norton visco-plastique, qui est un cas particulier de la loi de Lemaître (cf. R5.03.08).

- Modélisation et données similaires à celle du test SSNP02 (point matériel, modélisation 3D)

5.2 Grandeurs testées et résultats

La solution de référence est celle obtenue par le comportement LEMAITRE

Identification (t=30)	Référence	Tolérance
Norton ϵ_{xx}	0.0155665	0,1 %
Norton_Jacnum ϵ_{xx}	0.0155665	0,1 %
ImplicitNorton ϵ_{xx}	0.0155665	0,1 %
Norton_RK54 ϵ_{xx}	0.0155665	0,1 %
Norton ϵ_{xy}	0.0164792	0,1 %

6 Modélisation F

6.1 Caractéristiques de la modélisation

• Comportement testé : ImplicitNorton.mfront. Loi de Norton visco-plastique, qui est un cas particulier de la loi de Lemaître (cf. R5.03.08)], testé ici en contraintes planes et axisymétrie.

• Modélisation et données similaires à celle du test SSNA107A.

6.2 Grandeurs testées et résultats

La solution de référence est analytique (cf. [v6,01,107]).

Grandeur	Point	Instant	Cas	Référence	Tolérance %
DX	B	4	AXIS	-0.2109	0,1%
$SIYY$	B	4	AXIS	0.2616	0,2%
$SIYY$	B	4	CPLAN	0.2616	0,2%

7 Modélisation G

7.1 Caractéristiques de la modélisation

• Comportement testé : PlasticityTH.mfront (qui importe Plasticity_Sy.mfront). Loi élasto-plastique de Von Mises, comparable à VMIS_ISOT_LINE, avec effet de la température.

• Modélisation similaire à celle du test HSNV100J. La limite d'élasticité varie en fonction de la température de la façon suivante : $\sigma_y = 400.0 - 4.0 T$;

• les autres propriétés matériau sont constantes : $E = 200 \text{ GPa}$, $\nu = 0,3$, $E_T = 50 \text{ GPa}$

7.2 Grandeurs testées et résultats

La solution de référence est analytique (cf. [V7.22.100]) :

Variables	Instant (s)	Référence
ε_{xx}	$t = 66.666$	$8.6666 \cdot 10^{-4}$
	$t = 80$	$1.1000 \cdot 10^{-3}$
	$t = 90$	$1.2750 \cdot 10^{-3}$
p	$t = 66.666$	0
	$t = 80$	$3.0000 \cdot 10^{-4}$
	$t = 90$	$5.2500 \cdot 10^{-4}$
σ_{yy} (MPa)	$t = 66.666$	-133.333
	$t = 80$	-100.
	$t = 90$	-75.000

8 Modélisation H

8.1 Caractéristiques de la modélisation

• Comportement testé : ImplicitSimoMieheElastoPlasticity.mfront et Plasticity.mfront.

Loi élasto-plastique de Von Mises en grandes déformations utilisant soit la formulation de Simo et Miehe, comparable à VMIS_ISOT_LINE, avec DEFORMATION='SIMO_MIEHE' (cf. [R5.03.21]), soit DEFORMATION='GDEF_LOG' (cf. [R5.03.24]).

- Modélisation et données similaires à celles du test SSNP159A.

8.2 Grandeurs testées et résultats

La solution de référence est celle obtenue par le comportement VMIS_ISOT_LINE et SIMO_MIEHE.

Identification	Référence Aster		Tolérance Mfront/Aster
	SIMO_MIEHE	GDEF_LOG	
$t=2$ Déplacement $DX (N8)$	290	290	0,1 %
$t=2$ Contraintes $SIGXX (PGI)$	1500.55	1494.80	0,1 %
$t=2$ Variable $P VARI (PGI)$	0,25	0,2475	0,1 %

9 Modélisation I

9.1 Caractéristiques de la modélisation

- Comportement testé : SaintVenantKirchhoffElasticity. Loi élastique en grandes déformations.
- La modélisation est équivalente à celle d'un fichier mtest (point matériel) de Mfront :
 - $E = 215 GPa$, $\nu = 0,3$,
 - gradient de transformation imposé tel que : $F_{11} = 1.2 t$ $F_{22} = F_{33} = 1$

9.2 Grandeurs testées et résultats

La solution de référence est analytique :

$$\sigma_{xx} = F_{xx} (\lambda + 2\mu) (F_{xx}^2 - 1) / 2 \quad \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = \frac{\lambda (F_{xx}^2 - 1)}{2 F_{xx}}$$

Identification (t=1)	Référence	Tolérance
$\sigma_{xx} (Pa)$	76407,69e6	0
$\sigma_{yy} (Pa)$	22740,38e6	0
$\sigma_{zz} (Pa)$	22740,38e6	0

10 Modélisation J

10.1 Caractéristiques de la modélisation

- Comportement testé : Chaboche. Modélisation DKT.
- La modélisation est équivalente à celle du test ssnl501b

10.2 Grandeurs testées et résultats

La solution de référence est analytique.

Identification	Instants	Type de référence	Référence	Tolérance (%)
ETA_PILOTAGE	5	'ANALYTIQUE'	1.0	15.
ETA_PILOTAGE	15	'ANALYTIQUE'	1.0	15.

11 Synthèse des résultats

Les résultats sont satisfaisants et valident l'interface entre *Code_Aster* et MFRONT en petites et grandes déformations, pour des comportements élasto-visco-plastiques des métaux.