COMP008 – Validation thermo-mécanique des lois élasto-plastiques

Résumé

Ce test permet de valider la prise en compte de la variation de température dans les lois de comportement élastoplastique. Ces tests permettent de vérifier les deux points suivants:

- La dilatation thermique est bien calculée (avec prise en compte de la variation de la dilatation thermique avec la température)
- La variation des coefficients matériau avec la température est correcte, en particulier dans la résolution incrémentale du comportement,

Les lois de comportements validées sont les suivantes:

- Modélisation A : cette modélisation permet de valider le modèle ELAS avec un matériau isotrope
- Modélisation B : cette modélisation permet de valider le modèle ELAS avec un matériau orthotrope,
- Modélisation C : cette modélisation permet de valider le modèle VMIS_ISOT_LINE,
- Modélisation D : cette modélisation permet de valider le modèle VMIS_CINE_LINE,
- Modélisation E : cette modélisation permet de valider le modèle VENDOCHAB,
- Modélisation F : cette modélisation permet de valider le modèle VMIS_ECMI_LINE,
- Modélisation G : cette modélisation permet de valider le modèle VMIS_CIN1_CHAB,
- Modélisation H : cette modélisation permet de valider le modèle VMIS_CIN2_CHAB,
- Modélisation I : cette modélisation permet de valider le modèle VMIS_CIN2_MEMO,
- Modélisation J : cette modélisation permet de valider le modèle VISC_CIN1_CHAB,
- Modélisation K : cette modélisation permet de valider le modèle VISC_CIN2_CHAB,
- Modélisation L : cette modélisation permet de valider le modèle VISC_CIN2_MEMO,
- Modélisation M : cette modélisation permet de valider l'élasticité isotrope transverse,
- Modélisation N : cette modélisation permet de valider le modèle ROUSS_PR.

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

- Modélisation O : cette modélisation permet de valider le modèle VMIS_JOHN_COOK.

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

1 Méthodologie

Il s'agit d'une double simulation, la première en thermo-mécanique, la seconde en mécanique pure. La première sera validée en comparaison de la seconde, en supposant bien sûr que le comportement testé fournit une solution correcte en mécanique pure.

1.1 Simulation 1

La première simulation (solution que l'on cherche à valider) consiste à appliquer une variation de température sur un point matériel, en bloquant les déformations suivant x : $\varepsilon_{xx}=0$. La température imposée est croissante linéairement en fonction du temps.
Sauf mention contraire, la température varie de $T_0=20°C$ à $T_{max}=500°C$. Les paramètres matériau sont choisis pour qu'une partie du transitoire soit dans le domaine non linéaire de la loi de comportement , sauf en élasticité. Le transitoire est constitué de NCAL pas. La température de référence est de $T_{Ref}=T_0$.

1.2 Simulation 2

La seconde simulation (qui doit être équivalente à la première) consiste à appliquer, en mécanique pure, sans thermique, et à chaque instant, une déformation imposée suivant x équivalente à la déformation thermique de la première simulation: Il s'agit donc d'effectuer une boucle sur NCAL calculs mécaniques. A chaque calcul i , le chargement imposé est constitué de la déformation thermique $\varepsilon_{xx}=-\varepsilon_{th}=-\alpha(T)(T_i-T_{Ref})$. Le chargement initial est constitué des déformations, contraintes et variables internes du calcul mécanique précédent.

En effet, pour tout comportement (en supposant la décomposition additive des déformations) :

$$\sigma_{xx}=E(T)(\varepsilon_{xx}-\varepsilon^{th}-\varepsilon^{p}_{xx})$$

dans le premier cas, $\sigma_{xx}=E(T)(0-\varepsilon^{th}-\varepsilon^{p}_{xx})$, et dans le second : $\sigma_{xx}=E(T)(\varepsilon-\varepsilon^{p}_{xx})$.

Il suffit donc, à chaque instant d'appliquer, pour le calcul mécanique, $\varepsilon_{xx}=-\varepsilon^{th}=-\alpha(T)(T-T_{ref})$.

De plus, pour obtenir les mêmes résultats dans les deux cas, il est nécessaire, à chaque pas de temps de la seconde simulation, d'effectuer le calcul mécanique pur avec des coefficients dont les valeurs sont interpolées en fonction de la température à l'instant courant. Cette interpolation est effectuée dans le fichier de commandes du test, dans une boucle en temps extérieure à STAT_NON_LINE .

2 Interprétation des résultats

Il s'agit de vérifier que le résultat obtenu à chaque instant du transitoire thermo mécanique de la première simulation est identique au résultat obtenu avec la deuxième simulation :

- la valeur à tester est la composante du champ extraite à un instant donné i de la première simulation thermo-mécanique effectuée sur NCAL instants.
- la valeur de référence est celle obtenue pour le calcul mécanique

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est ' ELAS '. Cette loi élastique est associée à un matériau isotrope.
La température varie ici de $T_0=51.7°C$ à $T_{max}=101.7°C$. Les paramètres élastiques sont les suivants :

Paramètres	$T=51.7°C$	$T=76.7°C$	$T=101.7°C$
$E(T)$	$1.0 \ MPa$	$1.1 \ MPa$	$1.2 \ MPa$
$\nu(T)$	0.0	0.0	0.0
$\alpha(T)$	$1.\times10^{-5} \ K^{-1}$	$1.5\times10^{-5} \ K^{-1}$	$2.\times10^{-5} \ K^{-1}$

3.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
RESU_4	VMIS	AUTRE_ASTER	1.2E-3	0.10%
RESU_4	TRACE	AUTRE_ASTER	-1.2E-3	0.10%

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La température varie de $T_0=51.7°C$ à $T_{max}=101.7°C$. La loi de comportement testée est 'ELAS'. Cette loi élastique est associée un matériau orthotrope, dont les paramètres élastiques sont les suivants :

Paramètres	$T=51.7°C$	$T=76.7°C$	$T=101.7°C$
$E_L(T) = E_N(T) = E_T(T)$	$1.0 \quad MPa$	$1.1 \quad MPa$	$1.2 \quad MPa$
$\nu_{LN}(T) = \nu_{LT}(T) = \nu_{TN}(T)$	0.0	0.0	0.0
$G_{LN}(T) = G_{LT}(T) = G_{TN}(T)$	$0.5 \quad MPa$	$0.55 \quad MPa$	$0.6 \quad MPa$
$\alpha_L(T) = \alpha_N(T) = \alpha_T(T)$	$1.\times10^{-5} \quad K^{-1}$	$1.5\times10^{-5} \quad K^{-1}$	$2.\times10^{-5} \quad K^{-1}$

4.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
RESU_4	VMIS	AUTRE_ASTER	1.2E-3	0.10%
RESU_4	TRACE	AUTRE_ASTER	-1.2E-3	0.10%

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VMIS_ISOT_LINE' documentée dans la doc [R5.03.02]. C'est une loi de Von Mises à écrouissage isotrope linéaire. Les paramètres élastiques sont les suivants :

$E(T)$, $\nu(T)$ et $\alpha(T)$

Les paramètres élastoplastiques sont les suivants:

$\sigma_y(T)$, $E_T(T)$

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$\sigma_y(T)$	100. MPa	50. MPa
$E_T(T)$	10000. MPa	5000. MPa

5.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS	AUTRE_ASTER	97.5	0.10%
RESU_9	TRACE	AUTRE_ASTER	-97.5	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	9.025E-03	0.10%

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VMIS_CINE_LINE' documentée dans la doc [R5.03.02]. Cette loi est à écrouissage cinématique linéaire (loi de Prager). Les paramètres élastiques sont les suivants :

$$E(T),\quad \nu(T) \text{ et } \alpha(T)$$

Les paramètres élastoplastiques sont les suivants:

$$\sigma_y(T),\ E_T(T)$$

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$\sigma_y(T)$	100. MPa	50. MPa
$E_T(T)$	10000. MPa	5000. MPa

6.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS	AUTRE_ASTER	97.5	0.10%
RESU_9	TRACE	AUTRE_ASTER	-97.5	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	-30.3333	0.10%

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

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VENDOCHAB' . C'est une loi de comportement viscoplastique couplée à l'endommagement isotrope de Lemaitre-Chaboche [R5.03.15]. Les paramètres élastiques sont les suivants :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	$150000\ \ MPa$	$100000\ \ MPa$
$\nu(T)$	$0.$	$0.$
$\alpha(T)$	$1.\times10^{-5}\ \ K^{-1}$	$2.\times10^{-5}\ \ K^{-1}$

Les paramètres de la loi viscoplastique sont les suivants :

$S(T)$, $\alpha_D(T)$, $\beta_D(T)$, $1/K(T)$, $A_D(T)$, $R_D(T)$ et $K_D(T)$

$N(T)$, $1/K(T)$ et $1/M(T)$

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$S(T)$	$0.\ \ MPa$	$900.\ \ MPa$
$\alpha_D(T)$	$0.$	$1.$
$\beta_D(T)$	$0.$	$1.$
$A_D(T)$	$3.\times10^{3}\ \ MPa$	$3.5\times10^{3}\ \ MPa$
$R_D(T)$	6	7
$K_D(T)$	15	10

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$N(T)$	12	15
$1/K(T)$	$5.\times10^{-3}(Mpa)^{-1}$	$1.\times10^{-3}(Mpa)^{-1}$
$1/M(T)$	$0.$	0.1111

7.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS (MPa)	AUTRE_ASTER	959.9793	0.10%
RESU_9	TRACE (MPa)	AUTRE_ASTER	-959.9802	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	-9.8381E-08	0.10%

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

8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VMIS_ECMI_LINE' documentée dans la doc [R5.03.16]. C'est un loi de Von Mises avec un écrouissage cinématique linéaire et un écrouissage isotrope linéaire. Les paramètres élastiques sont les suivants :

$E(T)$, $\nu(T)$ et $\alpha(T)$

Les paramètres élastoplastiques sont les suivants:

$\sigma_y(T)$, $E_T(T)$ et $C(T)$.

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$\sigma_y(T)$	100. MPa	50. MPa
$E_T(T)$	10000. MPa	5000. MPa
$C(T)$	2000. MPa	500. MPa

8.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS (MPa)	AUTRE_ASTER	97.5	0.10%
RESU_9	TRACE (MPa)	AUTRE_ASTER	-97.5	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	9.025E-03	0.10%

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

9 Modélisation G

9.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VMIS_CIN1_CHAB' documentée dans la doc [R5.03.04]. Il s'agit d'une loi de Chaboche à écrouissage cinématique non linéaire. Les paramètres élastiques sont les suivants :

$E(T)$, $\nu(T)$ et $\alpha(T)$

Les paramètres élastoplastiques sont les suivants :

$R_I(T)$, $R_0(T)$, $B(T)$, $C_I(T)$, $G_0(T)$, K , W , A_I

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$R_I(T)$	300. MPa	150. MPa
$R_0(T)$	100. MPa	50. MPa
$B(T)$	12.	5.
$C_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$G_0(T)$	45.	75.
K	1.	1.
W	0.	0.
A_I	1.	1.

9.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS (MPa)	AUTRE_ASTER	57.9707	0.10%
RESU_9	TRACE (MPa)	AUTRE_ASTER	-57.9707	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	9.4202E-03	0.10%

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

10 Modélisation H

10.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VMIS_CIN2_CHAB' documentée dans la doc [R5.03.04]. C'est une loi de Chaboche avec deux écrouissages cinématiques non linéaires.

Les paramètres élastiques sont les suivants :

$E(T)$, $\nu(T)$ et $\alpha(T)$

Les paramètres élastoplastiques sont les suivants :

$R_I(T)$, $R_0(T)$, $B(T)$, $C1_I(T)$, $C2_I(T)$, $G1_0(T)$, $G2_0(T)$, K , W , A_I

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$R_I(T)$	300. MPa	150. MPa
$R_0(T)$	100. MPa	50. MPa
$B(T)$	12.	5.
$C1_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$C1_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$G1_0(T)$	45.	75.
$G2_0(T)$	45.	75.
K	1.	1.
W	0.	0.
A_I	1.	1.

10.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS	AUTRE_ASTER	61.3071	0.10%
RESU_9	TRACE	AUTRE_ASTER	-61.3071	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	9.3869E-03	0.10%

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

11 Modélisation I

11.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VMIS_CIN2_MEMO' documentée dans la doc [R5.03.04]. Il s'agit d'une loi de Chaboche comportant deux variables d' écrouissage cinématique non linéaire et modélisation l'effet de mémoire. Les paramètres élastiques sont les suivants :

$E(T)$, $\nu(T)$ et $\alpha(T)$

Les paramètres élastoplastiques sont les suivants :

$R_I(T)$, $R_0(T)$, $B(T)$, $C1_I(T)$, $C2_I(T)$, $G1_0(T)$, $G2_0(T)$, K, W, A_I, $MU(T)$, $Q_M(T)$, $Q_0(T)$ et ETA.

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$R_I(T)$	300. MPa	150. MPa
$R_0(T)$	100. MPa	50. MPa
$B(T)$	12.	5.
$C1_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$C1_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$G1_0(T)$	45.	75.
$G2_0(T)$	45.	75.
$K(T)$	1.	1.
$W(T)$	0.	0.
$A_I(T)$	1.	1.
$MU(T)$	17.	19.
$Q_M(T)$	340. MPa	460. MPa
$Q_0(T)$	140. MPa	100. MPa
ETA	0.5	0.5

11.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS	AUTRE_ASTER	66.0797	0.10%
RESU_9	TRACE	AUTRE_ASTER	-66.0798	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	9.3392E-03	0.10%

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

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

12 Modélisation J

12.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VISC_CIN1_CHAB' documentée dans la doc [R5.03.04]. C'est une loi viscoplastique de Chaboche avec un écrouissage cinématique non linéaire, similaire à la loi de la modélisation G, avec la viscosité en plus. Les paramètres élastiques sont les suivants :

$E(T)$, $\nu(T)$ et $\alpha(T)$

Les paramètres élastoplastiques sont les suivants :

$R_I(T)$, $R_0(T)$, $B(T)$, $C1_I(T)$, $G1_0(T)$, K, W, A_I.
Les paramètres de viscosité sont les suivants :

N, $1/K(T)$ et $1/M(T)$.

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20°C$	$T=500°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$R_I(T)$	300. MPa	150. MPa
$R_0(T)$	100. MPa	50. MPa
$B(T)$	12.	5.
$C_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$G_0(T)$	45.	75.
K	1.	1.
W	0.	0.
A_I	1.	1.
N	24.	16.
$1/K$	1/100. MPa^{-1}	1/150. MPa^{-1}
$1/M$	0.	0.

12.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS	AUTRE_ASTER	171.5016	0.10%
RESU_9	TRACE	AUTRE_ASTER	-171.5016	0.10%

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

RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	8.28498E-03	0.10%

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

13 Modélisation K

13.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VISC_CIN2_CHAB' documentée dans la doc [R5.03.04]. C'est une loi viscoplastique de Chaboche avec deux variables d' écrouissage cinématique non linéaire, similaire à la loi de la modélisation H, avec la viscosité en plus. Les paramètres élastiques sont les suivants :

$E(T)$, $\nu(T)$ et $\alpha(T)$

Les paramètres élastoplastiques sont les suivants :

$R_I(T)$, $R_0(T)$, $B(T)$, $C1_I(T)$, $C2_I(T)$, $G1_0(T)$, $G2_0(T)$, K, W, A_I.

Les paramètres de viscosité sont les suivants : N, $1/K(T)$ et $1/M(T)$.

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$R_I(T)$	300. MPa	150. MPa
$R_0(T)$	100. MPa	50. MPa
$B(T)$	12.	5.
$C1_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$C2_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$G1_0(T)$	45.	75.
$G2_0(T)$	45.	75.
K	1.	1.
W	0.	0.
A_I	1.	1.
N	24.	16.
$1/K$	1/100. MPa^{-1}	1/150. MPa^{-1}
$1/M$	0.	0.

13.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Valeur de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS	AUTRE_ASTER	174.5461	0.10%
RESU_9	TRACE	AUTRE_ASTER	-174.5470	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	8.2545E-03	0.10%

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

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

14 Modélisation L

14.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VISC_CIN2_MEMO' [R5.03.04]. Il s'agit d'une loi de Chaboche comportant deux variables d' écrouissage cinématique non linéaire et modélisation l'effet de mémoire. (cf. modélisation I, avec en plus des paramètres de viscosité : N, $1/K(T)$ et $1/M(T)$.

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$R_I(T)$	300. MPa	150. MPa
$R_0(T)$	100. MPa	50. MPa
$B(T)$	12.	5.
$C1_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$C2_I(T)$	2000. MPa	500. MPa
$G1_0(T)$	45.	75.
$G2_0(T)$	45.	75.
K	1.	1.
W	0.	0.
A_I	1.	1.
$MU(T)$	17.	19.
$Q_M(T)$	340. MPa	460. MPa
$Q_0(T)$	140. MPa	100. MPa
ETA	0.5	0.5
N	24.	16.
$1/K$	1/100. MPa^{-1}	1/150. MPa^{-1}
$1/M$	0.	0.

14.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS	AUTRE_ASTER	178.3386	0.10%
RESU_9	TRACE	AUTRE_ASTER	-178.3386	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	8.2166E-03	0.10%

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

15 Modélisation M

15.1 Caractéristiques de la modélisation

La température varie ici de $T_0=51.7°C$ à $T_{max}=101.7°C$. La loi de comportement testée est 'ELAS'. Cette loi élastique est associée à un matériau isotrope transverse. Les paramètres élastiques sont les suivants :

$$E_L(T),\ E_N(T),\ \nu_{LN}(T),\ \nu_{LT}(T),\ G_{LN}(T),\ \alpha_L(T) \text{ et } \alpha_N(T)$$

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=51.7°C$	$T=76.7°C$	$T=101.7°C$
$E_L(T)$	$1.0\ MPa$	$1.1\ MPa$	$1.2\ MPa$
$E_N(T)$	$1.0\ MPa$	$1.1\ MPa$	$1.2\ MPa$
$\nu_{LN}(T)$	0.0	0.0	0.0
$\nu_{LT}(T)$	0.0	0.0	0.0
$G_{LN}(T)$	$0.5\ MPa$	$0.55\ MPa$	$0.6\ MPa$
$\alpha_L(T)$	$1.\times10^{-5}\ K^{-1}$	$1.5\times10^{-5}\ K^{-1}$	$2.\times10^{-5}\ K^{-1}$
$\alpha_N(T)$	$1.\times10^{-5}\ K^{-1}$	$1.5\times10^{-5}\ K^{-1}$	$2.\times10^{-5}\ K^{-1}$

15.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
RESU_4	VMIS	AUTRE_ASTER	1.2E-3	0.10%
RESU_4	TRACE	AUTRE_ASTER	-1.2E-3	0.10%

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

16 Modélisation N

16.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'ROUSS_PR'. C'est une loi élastoplastique modélisant l'endommagement dû à la croissance de cavités, utilisés dans la modélisation de la rupture ductile des métaux. La température varie ici de $T_0=20°C$ à $T_{max}=800°C$

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20°C$	$T=800°C$
$E(T)$	2.1E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
$D(T)$	1,5	1,5
BETA	1	1
PORO_INIT	5.10^{-4}	5.10^{-4}
S_1(T)	500. MPa	500. MPa
Courbes de traction	$\varepsilon ; \sigma (MPa)$	$\varepsilon ; \sigma (MPa)$
Premier point	$\frac{800}{2.1\,10^5} ; 800.0$	$\frac{600}{1.0\,10^5} ; 600.0$
Second point	$1{,}005 ; 1600,$	$1{,}005 ; 1200,$

16.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
RESU_29 (t=1, T=800°C)	VMIS	AUTRE_ASTER	605.5	0.10%
RESU_29 (t=1, T=800°C)	TRACE	AUTRE_ASTER	−605.5	0.10%
RESU_29 (t=1, T=800°C)	V1	AUTRE_ASTER	9.546E−03	0.10%
RESU_29 (t=1, T=800°C)	V2	AUTRE_ASTER	5.046E−04	0.10%

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

17 Modélisation O

17.1 Caractéristiques de la modélisation

La loi de comportement testée est 'VMIS_JOHN_COOK' documentée dans la doc [R5.03.02]. C'est une loi de Von Mises à écrouissage isotrope de Johnson-Cook. Les paramètres élastiques sont les suivants :

$E(T)$, $\nu(T)$ et $\alpha(T)$

Les paramètres élastoplastiques sont les suivants:

A , B , C , N_{PUISS} , M_{PUISS} , $EPSP0$, $TROOM$ et $TMELT$

Valeurs des paramètres utilisés :

Paramètres	$T=20\,°C$	$T=500\,°C$
$E(T)$	2.E5 MPa	1.E5 MPa
$\nu(T)$	0.	0.
$\alpha(T)$	1.E−5 K^{-1}	2.E−5 K^{-1}
A	90. MPa	
B	292. MPa	
C	0.025	
N_{PUISS}	0.31	
M_{PUISS}	1.09	
$EPSP0$	10000 s^{-1}	
$TROOM$	298 $°K$	
$TMELT$	1083 $°K$	

17.2 Grandeurs testées et résultats

Résultat au numéro d'ordre i	Nom du paramètre testé	Type de référence	Valeur de référence	tolérance
RESU_9	VMIS	AUTRE_ASTER	97.5	0.10%
RESU_9	TRACE	AUTRE_ASTER	-97.5	0.10%
RESU_9	V1	AUTRE_ASTER	9.025E-03	0.10%

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

18 Synthèse générale des résultats

Pour chacune des lois de comportement étudiées, les résultats du transitoire thermo mécanique de la première simulation sont comparés avec ceux obtenus avec la deuxième simulation en mécanique pure. Les résultats sont concordants, ce qui montrent la bonne prise en compte de la dilatation thermique par ces lois de comportement, ainsi que la bonne dépendance des paramètres matériaux à la température.

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