

Manuel de Validation**Fascicule V6.04 : Statique non linéaire des structures volumiques****Document : V6.04.172**

SSNV172 – Comportements viscoplastiques monocristallins

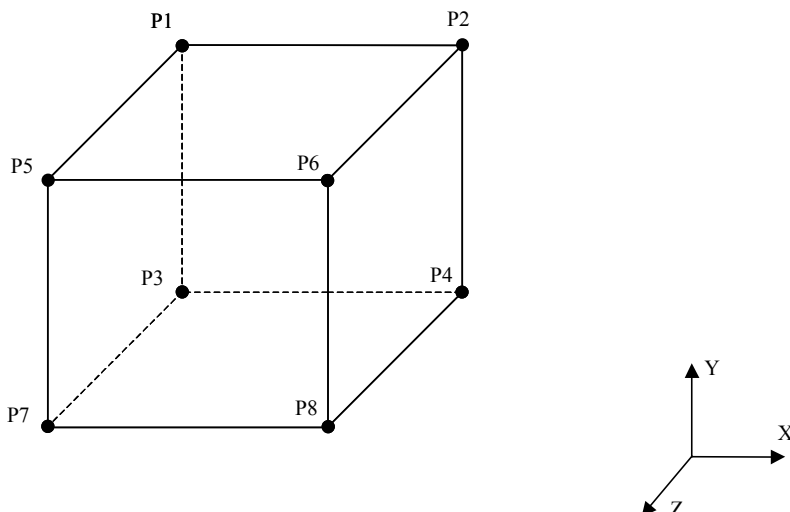
Résumé :

Ce test permet de valider les comportements mono-cristallins dans une situation uni-axiale. La géométrie traitée est un cube, l'état de contraintes et de déformations est homogène. Afin de tester au mieux les lois de comportement, indépendamment de la définition des systèmes de glissement, on utilise ici un système de glissement particulier, non physique, qui représente un glissement dans une seule direction. Ceci permet de comparer deux des comportements viscoplastiques mono-cristallins, (avec écrouissage cinématique défini par une variable de rappel) aux comportements viscoplastiques macroscopiques de Chaboche. Pour les autres comportements on vérifie seulement la non régression des résultats.

Tous ces tests sont réalisés dans une seule modélisation.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



On définit un élément MA1, contenant les nœuds P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 et P8.

1.2 Propriétés de matériaux

Comportement élastique avec : Module d'Young : $E = 145200 \text{ MPa}$
Coefficient de Poisson : $\nu = 0.3$

Premier calcul (référence)

```
Comportement VISC_CIN1_CHAB
CIN1_CHAB=_F(R_0=75.5 MPa
R_I=85.27 MPa
B=19.34,
C_I=10.0 MPa
K=1.0,
W=0.0,
G_0=36.68,
A_I=1.0, ),
LEMAITRE=_F(N=10.0,
UN_SUR_K=0.025 Mpa-1
UN_SUR_M=0.0, ),
```

Deuxième calcul : mono-cristallin, avec système de glissement UNIAXIAL

Le comportement du monocristal est défini par :

Type d'écoulement : **ECOUPLAS1** dont les paramètres sont :
 $c = 10 \text{ MPa}$, $n = 10$, $K = 40 \text{ MPa}$

Type d'écoulement isotrope : **ECRO_ISOT1** dont les paramètres sont :

$$R_0 = 75.5 \text{ MPa}$$

$$b = 19.34$$

$$Q = 9.77 \text{ MPa}$$

$$h = 0$$

Type d'écrouissage cinématique : **ECRO_CINE1** dont les paramètres sont :

$$d = 36.68$$

La famille des systèmes de glissement est : **UNIAXIAL**

Les paramètres utilisés ici, en uni-axial, correspondent à ceux utilisés pour **VISC_CIN1_CHAB**, en remarquant simplement que $Q = R_I - R_0$.

Troisième calcul :

Le comportement du monocristal est défini par :

Type d'écoulement : **ECOU_VISC2** dont les paramètres sont :

$$n = 10$$

$$k = 40 \text{ MPa}$$

$$c = 10 \text{ MPa}$$

$$d = 10^{10}$$

$$a = 0$$

Type d'écrouissage isotrope : **ECRO_ISOT2** dont les paramètres sont :

$$R_0 = 75.5$$

$$b1 = 19.34$$

$$b2 = 0$$

$$Q1 = 9.77$$

$$Q2 = 0$$

$$h = 0$$

Type d'écrouissage cinématique : **ECRO_CINE2** dont les paramètres sont :

$$d = 36.68$$

$$M = 10^{10}$$

$$m = 0$$

$$c = 0$$

La famille des systèmes de glissement est : **UNIAXIAL**

Là encore, les paramètres utilisés ici, en uni-axial, correspondent à ceux utilisés pour **VISC_CIN1_CHAB**, en remarquant simplement que $Q = R_I - R_0$.

Quatrième calcul :

Le comportement du monocristal est identique à celui du deuxième calcul (la différence vient de la résolution : implicite dans ce cas, et explicite dans le deuxième calcul).

Cinquième calcul :

Le comportement du monocristal est cette fois multiple. De plus son orientation par rapport au repère global de définition des coordonnées est définie par un angle de 30 degrés autour de Z.

Titre : SSNV172 – Comportements viscoplastiques monocristallins
Auteur(s) : J.M. PROIX, T. KANIT

Date : 02/11/05
Clé : V6.04.172-A Page : 4/8

Pour la famille de systèmes de glissement BASAL, les lois sont :

Type d'écoulement : **ECOU_PLAS1** dont les paramètres sont :

$$c = 10 \text{ MPa}, n = 10, K = 40 \text{ MPa}$$

Type d'écrouissage isotrope : **ECRO_ISOT1** dont les paramètres sont :

$$R_0 = 75.5 \text{ MPa}$$

$$b = 19.34$$

$$Q = 9.77 \text{ MPa}$$

$$h = 0$$

Type d'écrouissage cinématique : **ECRO_CINE1** dont les paramètres sont :

$$d = 36.68$$

Pour la famille de systèmes de glissement PRISMATIQUE, le comportement du monocristal est défini par :

Type d'écoulement : **ECOU_VISC2** dont les paramètres sont :

$$n = 10$$

$$k = 40 \text{ MPa}$$

$$c = 10 \text{ MPa}$$

$$d = 10^{10}$$

$$a = 0$$

Type d'écrouissage isotrope : **ECRO_ISOT2** dont les paramètres sont :

$$R_0 = 75.5$$

$$b1 = 19.34$$

$$b2 = 0$$

$$Q1 = 9.77$$

$$Q2 = 0$$

$$h = 0$$

Type d'écrouissage cinématique : **ECRO_CINE2** dont les paramètres sont :

$$d = 36.68$$

$$M = 10^{10}$$

$$m = 0$$

$$c = 0$$

Pour la famille de systèmes de glissement CUBIQUE1, le comportement du monocristal est défini par :

Type d'écoulement : **ECOU_VISC3** dont les paramètres sont :

$$k = 40$$

$$\tau_\mu = 10 \text{ MPa}$$

$$\gamma_0 = 10$$

$$V = 1$$

Type d'écrouissage isotrope : **ECRO_ISOT1** dont les paramètres sont :

$$R_0 = 75.5$$

$$b = 19.34$$

$$Q = 9.77$$

$$h = 0$$

Type d'écrouissage cinématique : **ECRO_CINE2** dont les paramètres sont :

$$d = 36.68$$

$$M = 10$$

$$m = 1.5$$

$$c = 1$$

Pour la famille de systèmes de glissement MACLAGE , le comportement du monocristal est défini par :

Type d'écoulement : **ECOU_VISC3** dont les paramètres sont :

$$k = 40$$

$$\tau_\mu = 10 \text{ MPa}$$

$$\gamma_0 = 10$$

$$V = 1$$

Type d'écrouissage isotrope : **ECRO_ISOT2** dont les paramètres sont :

$$R_0 = 75.5$$

$$b1 = 19.34$$

$$b2 = 0$$

$$Q1 = 9.77$$

$$Q2 = 0$$

$$h = 0$$

Type d'écrouissage cinématique : **ECRO_CINE1** dont les paramètres sont :

$$d = 36.68$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Nœud P4 : $DX = DY = 0$
- Nœud P8 : $DX = DY = DZ = 0$
- Nœuds P2 et P6 : $DX = 0$
- Nœuds P1, P3, P5 et P7 : $FX = 25$

Le chargement est croissant de $FX = 0$ à $FX = 25 * 0.755 \text{ N}$, en un incrément, ce qui conduit à un état de contraintes uniaxial de 75.5 MPa (limite de linéarité)

Le chargement croit ensuite jusqu'à $FX = 25 * 0.955 \text{ N}$ en 100 incréments.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Le premier calcul (comportement `VISC_CIN1_CHAB`) sert de référence. Les valeurs obtenues au dernier incrément sont (en n'importe quel point de la maille) :

Contrainte	SIXX	-9.55E+01
Déformation totale	EPXX	-6.7594E-04
Déformation plastique	EPXX	-1.823E-05

Les deuxième, troisième et quatrième calculs seront validés par comparaison à ce résultat. Par contre, le cinquième calcul n'a pas de valeur de référence. Les tests sont donc de non-régression.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8.

Modélisation 3D : 1 élément de volume quadratique : **HEXA8**.

La structure contient un seul grain, l'état de contraintes et de déformations est homogène.

Les deuxième, troisième et quatrième calculs seront validés par comparaison à ce résultat. Le deuxième et troisième calculs utilisent une intégration explicite (`RUNGE_KUTTA`).

Le quatrième calcul utilise une intégration implicite.

Le cinquième calcul utilise une intégration implicite, l'orientation choisie est (30,0,0).

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Fonctionnalités testées

Commandes	Options	
DEFI_MATERIAU	ECOU_VISC1	
	ECOU_VISC2	
	ECOU_VISC3	
	ECRO_ISOT1	
	ECRO_ISOT2	
	ECRO_CINE1	
	ECRO_CINE2	
	MONOCRISTAL	FAMI_SYST_GLIS
DEFI_COMPOR	MONOCRISTAL	FAMI_SYST_GLIS
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION='MONOCRISTAL'
		COMPOR
		RESO_INTE

4.2 Valeurs testées

Deuxième calcul (explicite, ECOU_VISC1, ECRO_ISOT1, ECRO_CINE1)

Identification	Référence	Aster	% différence
σ_{xx} de SIEF_ELGA	-95.5	-95.5	0
ε_{xx} de EPSI_ELGA_DEPL	-6.7594E-04	-6.7575E-04	0.03
ε_{xx} de EPSP_ELGA	-1.823E-05	-1.804E-05	1.04

Troisième calcul (explicite, ECOU_VISC2, ECRO_ISOT2, ECRO_CINE2)

Identification	Référence	Aster	% différence
σ_{xx} de SIEF_ELGA	-95.5	-95.5	0
ε_{xx} de EPSI_ELGA_DEPL	-6.7594E-04	-6.7575E-04	0.03
ε_{xx} de EPSP_ELGA	-1.823E-05	-1.804E-05	1.04

Quatrième calcul (implicite, ECOU_VISC1, ECRO_ISOT1, ECRO_CINE21)

Identification	Référence	Aster	% différence
σ_{xx} de SIEF_ELGA	-95.5	-95.5	0
ε_{xx} de EPSI_ELGA_DEPL	-6.7594E-04	-6.7624E-04	0.04
ε_{xx} de EPSP_ELGA	-1.823E-05	-1.8528E-05	1.6

Cinquième calcul (implicite, tous les comportements, 4 familles de systèmes de glissement)
Test de non régression

Identification	Référence	Aster	% différence
σ_{xx} de SIEF_ELGA	-95.5	-95.5	0
ε_{xx} de EPSI_ELGA_DEPL	-6.7571E-04	-6.7571E-04	0

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont en bon accord avec la solution de référence. La différence constatée (1.6% au maximum) provient des schémas numériques différents, sensibles à la discrétisation temporelle.