SSNV194 – Traction sur un agrégat à 10 grains

Résumé :

On présente ici un test de traction sur un agrégat à 10 grains avec la loi Monocristal dans *Code_Aster*. Les orientations sont définies en angles d'Euler.

La modélisation A correspond à un calcul d'agrégat complet, avec définition des orientations pour chaque grain maillé.

La modélisation B correspond à un calcul homogénéisé, sur un seul élément fini.

La modélisation C correspond à un calcul homogénéisé en un point matériel.

La modélisation D correspond à un calcul homogénéisé, sur un point matériel, pour un polycristal composé de 100 grains `DD_CC`.

La modélisation E est similaire à la modélisation A, mise à part que l'on utilise des mailles TETRA10 et une modélisation `3D_SI`.

La modélisation F correspond à un calcul homogénéisé, sur un point matériel, pour un polycristal composé de 100 grains `DD_CC_IRRA`.

La modélisation G correspond à un calcul homogénéisé, sur un point matériel, pour un polycristal composé de 100 grains `DD_CFC_IRRA`.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

La géométrie est celle d'un polycristal, représenté :
- Soit par un maillage de côté 1, générée par une procédure python.
- Soit par homogénéisation sur un point matériel.

1.2 Propriétés des matériaux

Modélisations A, B, C, E

Module de Young : $E=145200\ MPa$, coefficient de Poisson : $\nu=0.3$

MONO_VISC1 : $N=10 \quad K=40 \quad C=1$

MONO_ISOT1 : $R_0=75.5 \ b=19.34 \ Q=9.77 \ h_1=h_2=h_3=h_4=1$

MONO_CINE1 : $D=36.68$

Les orientations des systèmes de glissement de chaque grain, représenté par un groupe de mailles GROUP_MA, sont données en angles d'Euler .

Modélisations D et F: MONO_DD_CC

TEMP$=50\,K$, Coefficient de Poisson $\nu=0.35$ Module d'Young: $E=(236-0{,}0459T)$ GPa
D_LAT$=1000$ mm K_BOLTZ$=8.62\ 10^{-5}$, $DELTA1=1.0$,
GAMMA0$=10^{-6}\,s^{-1}$ TAU_0$=363$ MPa TAU_F$=0$ RHO_MOB$=10^5$ mm^{-2}
K_F$=75$ K_SELF$=100$ B$=2.48\ 10^{-7}$ mm N$=50$ DELTAG0$=0.84$ BETA$=0.2$
D$=10^{-5}$ mm GH$=10^{11}$, Y_AT$=2\ 10^{-6}$ mm
Les variables internes représentant la densité de dislocations sont initialisées à $\rho_0=6.\,10^5\,mm^{-2}$,
La matrice d'interaction est construite dans les deux cas à partir des valeurs suivantes
H1$=0.1$, H2$=0.7$, H3=H4=H5=H6$=0.1$

Modélisation G : MONO_DD_CFC_IRRA

$A=0.13 \quad B=0.005 \quad \alpha=0.35 \quad \beta=2.5410^{-7}(2.54\ Angström)$
$Y=2.5 \quad 10^{-7}\,mm\,(2.5\ Angstrom) \quad \tau_f=20. \quad n=5. \quad \dot{\gamma}_0=10^{-3} \quad \rho_{ref}=10^6\,mm^{-2}$
$\alpha^{loops}=1 \quad \phi^{loops}=0.001 \quad \alpha^{voids}=1 \quad \rho^{voids}=1.e3$
$\rho_{sat}=4\,\rho_0\,b^2 \quad \phi_{sat}=0.04 \quad \xi_{irra}=10^7 \quad \zeta_{irra}=10^7$ avec $\rho_0=10^5\,mm^{-2}$

La matrice d'interaction est composée uniquement de 1 : $H1=H2=H3=H4=H5=1.0$,
Les variables internes représentant la densité de dislocations sont initialisées à $\rho_0\times b^2$
Celles qui sont liées à l'irradiation ont pour valeurs initiales : $\rho_s^{loops}=2\,\rho_0\,b^2 \qquad \phi_s^{voids}=0.001$

1.3 Conditions aux limites et chargements

	Modélisations A,B,C,F	Modélisation D,E
GROUP_NO : ARRIERE	$DX=0$	$DX=0$
GROUP_NO : BAS	$DZ=0$	$DZ=0$
GROUP_NO : GAUCHE	$DY=0$	$DY=0$
GROUP_NO : HAUT	$DZ=\alpha t$, $\alpha=1$ $0<t<0{,}005$	$DZ=\alpha t$, $\alpha=3\,10^{-4}$, $\varepsilon_{max}=0.2$

2 Solution de référence

C'est un cas test de non-régression en ce qui concerne les modélisations A , E, F, G.

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

Les résultats des modélisations B et C sont comparés à ceux de la modélisation A.

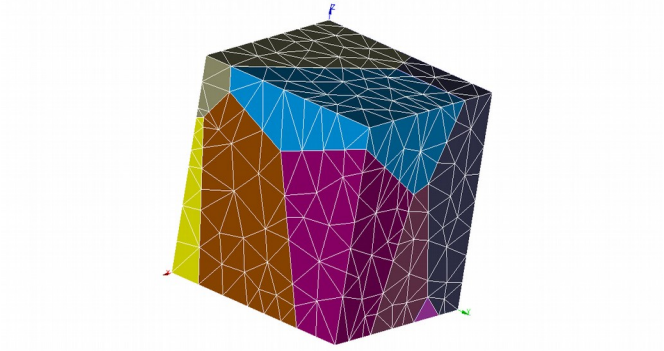
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La structure contient 10 grains. À chacun des grains correspond 3 angles d'Euler qui définissent les orientations des systèmes de glissement .Familles de systèmes de glissement de type *bcc24*.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 552.
Modélisation 3D : 2269 éléments de volume tétraédriques : TETRA4.



3.3 Grandeurs testées et résultats

Premier calcul (conditions aux limites AFFE_CHAR_MECA)

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
SIEF_ELGA σ_{xx} maille $M1$ point 1	'NON_REGRESSION'	-25,172 Mpa	0,01%
EPSI_ELGA ε_{xx} maille $M1$ point 1	'NON_REGRESSION'	-1,49584E-03	0,01%
EPSI_ELGA ε_{yy} maille $M1$ point 1	'NON_REGRESSION'	-2,70269E-03	0,01%
EPSP_ELGA ε_{yy} maille $M1$ point 1	'NON_REGRESSION'	-2,587725E-03	0,01%
VARI_ELGA $V79$ maximum	'NON_REGRESSION'	488,168492	1,0E-4%
VARI_ELGA $V80$ maximum	'NON_REGRESSION'	8,015907E-03	1,0E-4%

Deuxième calcul (conditions aux limites AFFE_CHAR_CINE)

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
SIEF_ELGA σ_{xx} maille $M1$ point 1	'AUTRE_ASTER'	-25,172 Mpa	0,01%
EPSI_ELGA ε_{xx} maille $M1$ point 1	'AUTRE_ASTER'	-1,49584E-03	0,01%
EPSI_ELGA ε_{yy} maille $M1$ point 1	'AUTRE_ASTER'	-2,70269E-03	0,01%
EPSP_ELGA ε_{yy} maille $M1$ point 1	'AUTRE_ASTER'	-2,587725E-03	0,01%
VARI_ELGA $V79$ maximum	'AUTRE_ASTER'	488,168492	1,0E-4%
VARI_ELGA $V80$ maximum	'AUTRE_ASTER'	8,015907E-03	1,0E-4%

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Matériau homogénéisé comprenant 10 phases bainitiques, avec des familles de systèmes de glissement de type *bcc24*. À chaque phase, on associe 3 angles d'Euler qui définissent les orientations des systèmes de glissement, de la même façon que pour la modélisation A.

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8
Nombre de mailles et types : 1 HEXA8

4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
SIEF_ELGA σ_{zz} moyenne	'AUTRE_ASTER'	279,777 Mpa	9,0%
EPSP_ELGA ε_{zz} moyenne	'AUTRE_ASTER'	3,07316E-03	6,0%

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Matériau homogénéisé comprenant 10 grains, avec des familles de systèmes de glissement de type *bcc24*. A chaque phase, on associe 3 angles d'Euler qui définissent les orientations des systèmes de glissement , de la même façon que pour la modélisation A.
Deux calculs successifs sont effectués : l'un avec un format de table résultat en colonnes, l'autre avec un format en lignes. Dans les deux cas, un re-découpage automatique du pas de temps est effectué en contrôlant l'accroissement de la variable interne $V_3=\varepsilon_{zz}^{vp}<2.10^{-5}$.

5.2 Caractéristiques du maillage

Pas de maillage (SIMU_POINT_MAT)

5.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
SIEF_ELGA σ_{zz}	'AUTRE_ASTER'	279,777 Mpa	9,0%
VARI_ELGA $V3$	'AUTRE_ASTER'	3,07316E-03	6,0%
SIEF_ELGA σ_{zz}	'NON_REGRESSION'	301,135 Mpa	0,1%
VARI_ELGA $V3$	'NON_REGRESSION'	2,926067E-03	0,1%

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Matériau homogénéisé comprenant 100 grains, avec des familles de systèmes de glissement de type cubique (MONO_DD_CC..Simulation sur point matériel.

6.2 Caractéristiques du maillage

Sans objet

6.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	inst	Valeur de référence	Tolérance
SIEF_ELGA moyen σ_{zz}	tmax	825,2	2,00%
EPSP_ELGA moyen $EPZZ$	tmax	0.1	0,10%

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Agrégat de 10 grains, identique à la modélisation A, aux éléments finis près.

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 3712
Modélisation 3D_SI: 2269 éléments de volume tétraédriques : TETRA10.

7.3 Grandeurs testées et résultats

Premier calcul (conditions aux limites AFFE_CHAR_MECA)

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
SIEF_ELGA σ_{xx} maille $M1$ point 1	'NON_REGRESSION'	-43.488 Mpa	0,01%
EPSI_ELGA ε_{xx} maille $M1$ point 1	'NON_REGRESSION'	-1.22889E-03	0,01%
EPSI_ELGA ε_{yy} maille $M1$ point 1	'NON_REGRESSION'	-3.15043E-03	0,01%
EPSP_ELGA ε_{yy} maille $M1$ point 1	'NON_REGRESSION'	-2.91648E-03	0,01%
VARI_ELGA $V79$ maximum	'NON_REGRESSION'	502.94757	1,0E-4%
VARI_ELGA $V80$ maximum	'NON_REGRESSION'	0.121881	1,0E-4%

8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques de la modélisation

Matériau homogénéisé comprenant 100 grains, avec des familles de systèmes de glissement de type cubique (MONO_DD_CC_IRRA) .Simulation sur point matériel.

8.2 Caractéristiques du maillage

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

Sans objet

8.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	inst	Valeur de référence
SIEF_ELGA moyen σ_{zz}	tmax	856.587
EPSP_ELGA moyen $EPZZ$	tmax	0.15

9 Modélisation G

9.1 Caractéristiques de la modélisation

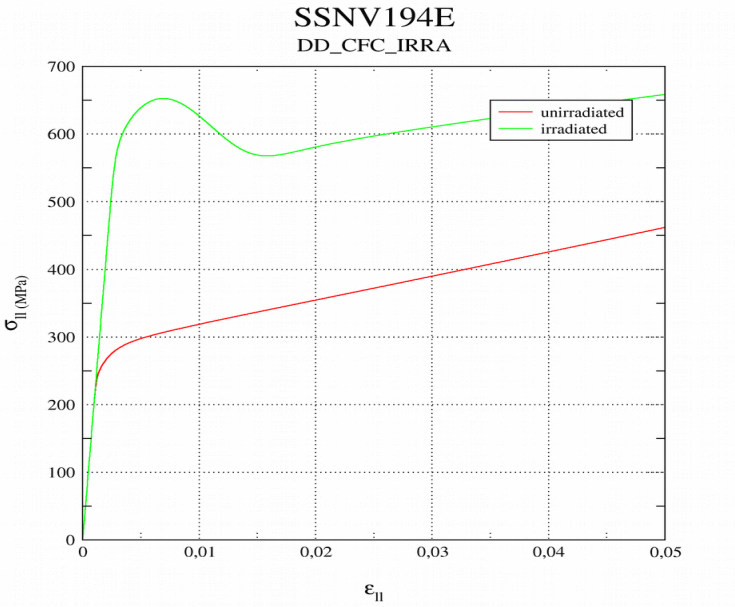
Matériau homogénéisé comprenant 100 grains, avec des familles de systèmes de glissement de type cubique (MONO_DD_CFC_IRRA). Simulation sur point matériel.

9.2 Caractéristiques du maillage

Sans objet

9.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	inst	Valeur de référence
SIEF_ELGA moyen σ_{zz}	tmax	658.5459
SIEF_ELGA moyen σ_{zz} non irradié	tmax	461.9796



La validation des résultats est qualitative : l'influence de l'irradiation est bien prise en compte et l'allure de la courbe est correcte, suivant la bibliographie.

10 Synthèse des résultats

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

Ce test permet de valider par inter-comparaison une modélisation d'un agrégat, soit maillé, soit homogénéisé à l'échelle d'un hexaèdre ou celle d'un point matériel.

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