SSNV226 – Validation du critère de rupture en contrainte critique

Résumé :

Le problème est quasi-statique non-linéaire en mécanique des structures (on dispose néanmoins d'une modélisation en dynamique non-linéaire par soucis de validation).

On analyse la réponse d'un élément de volume, avec un chargement en traction et déplacement imposé. Dès que la contrainte principale maximale dans l'élément atteint une contrainte critique, la rigidité de l'élément est diminuée et les contraintes sont quasi annulées.

La modélisation A permet de valider le critère de rupture avec la loi VISCOCHAB dans un cas où l'écrouissage est isotrope, pour une traction simple.

La modélisation B permet de valider le critère de rupture avec la loi VMIS_ISOT_TRAC dans un cas où l'écrouissage est purement isotrope, pour une traction simple.

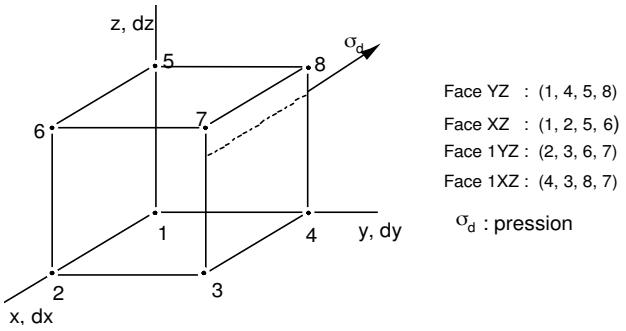
La modélisation C permet de valider le critère de rupture avec la loi VISC_ISOT_TRAC en viscoplasticité dans un cas où l'écrouissage est purement isotrope, pour une traction simple.

La modélisation D reprend la modélisation C en utilisant l'opérateur de dynamique non-linéaire DYNA_NON_LINE.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés des matériaux

Élasticité isotrope $E=2.E^{11}\,Pa \quad \nu=0.3$

Viscoplasticité modèle VISCOCHAB (modélisation A), sans écrouissage cinématique :

k	$626.423911\,E^{6}\,Pa$	Q_M	$3.982809551\,E^{8}\,Pa$	C2	0
A_K	0.215443469	Q_0	$3.982809551\,E^{8}\,Pa$	C1	0
B	11.53016	K_0	$k\times 0.21544\,Pa\,S^{1/N}$	G1_0	0
		N	12	G2_0	0

Élasto-plasticité avec écrouissage isotrope (modélisation B) : modèle **VMIS**_ISOT_TRAC

Écrouissage isotrope
R_0 = Sy $750\,E^{6}\,Pa$
Courbe de traction

ϵ_0	Sy/E	σ	Sy
ϵ	1.	σ	$1500\,E^{6}\,Pa$

Viscoplasticité (modélisation C) : modèle VISC_ISOT_TRAC

Écrouissage isotrope
R_0 = Sy $750\,E^{6}\,Pa$
VISC_SINH
SIGM_0 $6167\,E^{6}\,Pa$ EPSI_0 $3.31131121483\,E^{13}\,Pa$
M 6.76
Courbe de traction

ϵ_0	Sy/E	σ	Sy
ϵ	1.	σ	$1500\,E^{6}\,Pa$

Paramètres matériaux sous CRIT_RUPT :

Contrainte critique : SIGMA_C = $7.8\,E^{8}\,Pa$, $COEF=10000.$ [4]

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

1.3 Conditions aux limites et chargements

Déformation imposée :

ϵ_{max}	0.05	vitesse	$1.E^{-4}$

Chargement en fonction du temps :

$t_0=0.$	$\epsilon=0$	$tmax=$ $\epsilon_{max}/vitesse$	$\epsilon=\epsilon_{max}$

Traction : $FACEYZ$ $Dz=1$

Blocage : $FACEXZ$ $Dy=0$ $FACEXY$ $Dz=0$ $FACEYZ$ $Dx=0$

2 Solution de référence

2.1 Résultats de référence

Comme l'état de contrainte est uniforme et uniaxial, on vérifie simplement que l'élément de volume va rompre dès que σ_{zz} est supérieure à $\mathrm{SIGMA_C}=7.8\,E^8\,Pa$.

2.2 Références bibliographiques

[1] R5.03.04 « Comportements élasto-visco-plastiques de J.L.Chaboche ».

[2] R5.03.02 « Intégration des relations de comportement élasto-plastiques de von Mises »

[3] R5.03.21 « Modélisation élastoviscoplastique avec écrouissage isotrope en grandes déformations »

[4] A.Dahl « Etude expérimentale et approche locale de l'arrêt de fissure de clivage dans un acier bainitique » Thèse ECP janvier 2012

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

3 Modélisation A

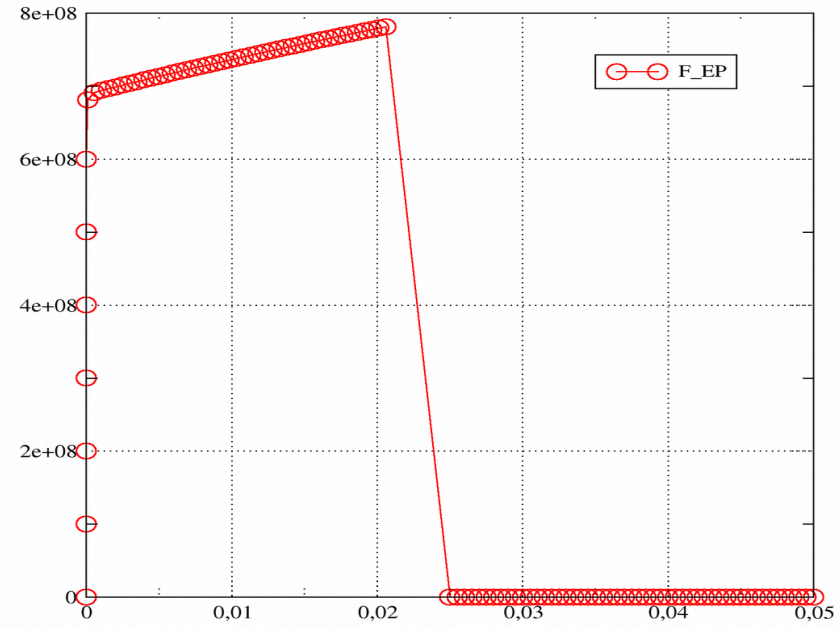
3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D, 1 hexa8. Traction simple avec courbe de traction imposée.

3.2 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs testées sont les valeurs maximales des contraintes principales avant et après que le critère soit atteint.

Instant	Identification	Référence
245.	σ_{zz}	$7.81319\,E^8$
250.	σ_{zz}	$1.\,E^4$



Remarque : la valeur SIGMA_C = $7.8\,E^8\,Pa$ est légèrement dépassée à cause du caractère explicite du critère.
En raffinant le pas de temps (200 pas au lieu de 100) la valeur maximum de σ_{zz} est $7.8045\,E^8$

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

4 Modélisation B

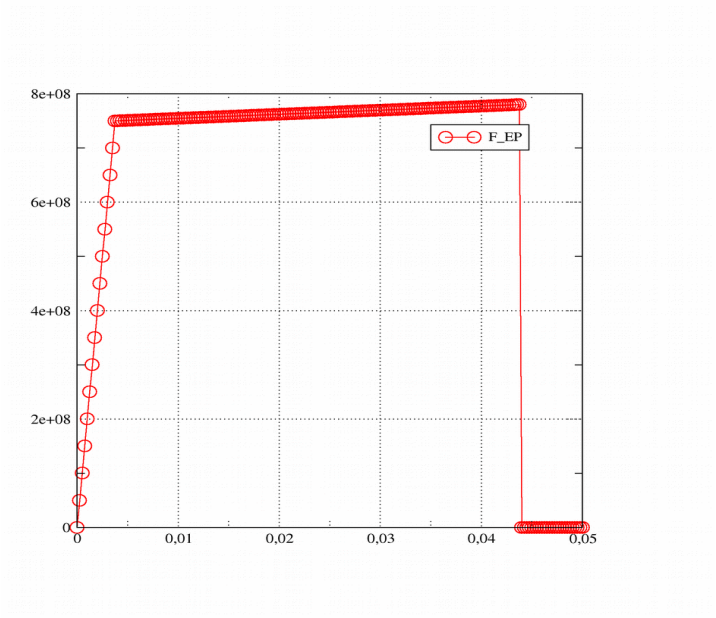
4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D, 1 hexa8. Traction simple avec courbe de traction imposée.

4.2 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs testées sont les valeurs maximales des contraintes principales avant et après que le critère soit atteint.

Instant	Identification	Référence
437.5.	σ_{zz}	$7.80113\,E^{8}$
440.	σ_{zz}	5000.0



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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D, 1 hexa8. Traction simple avec courbe de traction imposée.

5.2 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs testées sont les valeurs maximales des contraintes principales avant et après que le critère soit atteint.

Instant	Identification	Référence
250.	σ_{zz}	$780.304\,E^{8}$
255.	σ_{zz}	$8.77866\,E^{4}$

6 Modélisation D

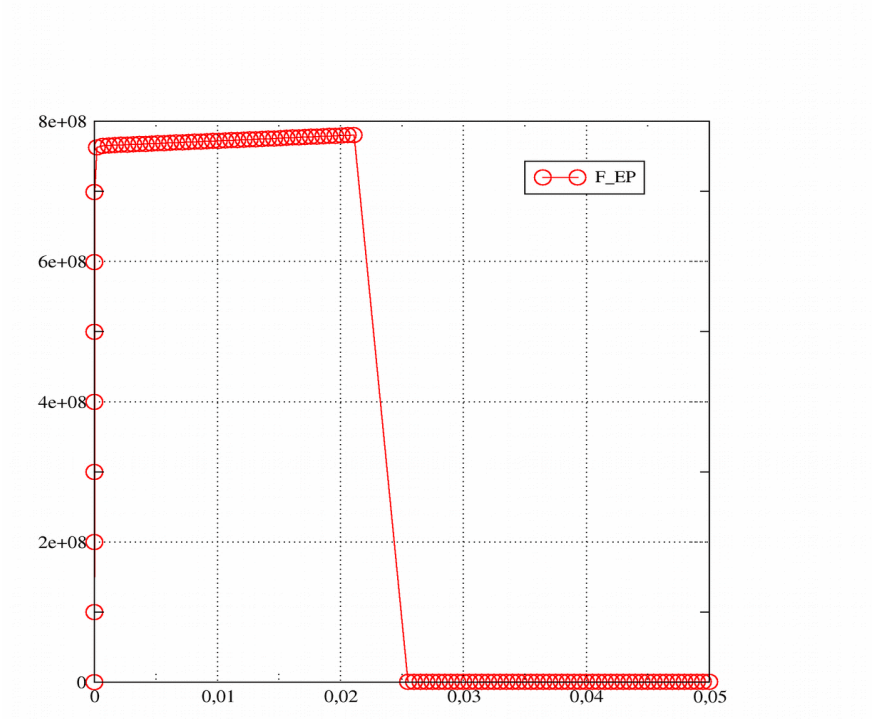
6.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D, 1 hexa8. Traction simple avec courbe de traction imposée. Dynamique non-linéaire.

6.2 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs testées sont les valeurs maximales des contraintes principales avant et après que le critère soit atteint.

Instant	Identification	Référence
250.	σ_{zz}	$780.304\,E^{8}$
255.	σ_{zz}	$8.77866\,E^{4}$



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

7 Synthèse des résultats

Les quatre modélisations permettent de valider, sur un élément volumique, le critère de rupture en contrainte critique avec les comportements viscoplastiques **VISCOCHAB**, **VISC_ISOT_TRAC** et élastoplastique **VMIS_ISOT_TRAC**, en quasi-statique et en dynamique.

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