SSNV147 - Traction d'un barreau endommageable : validation du pilotage

Résumé :

L'utilisation de lois adoucissantes peut conduire à des *snap-back* brutaux qui rend difficile le déroulement du calcul. Pour suivre ces instabilités, deux types de pilotage sont disponibles dans *Code_Aster* : le pilotage par prédiction élastique (PRED_ELAS), qui dépend de la loi de comportement et le pilotage en déformation (DEFORMATION) générique. Pour valider ces techniques, on procède à un essai de traction sur un barreau de section carrée dont on a affaibli une section afin de provoquer la localisation de l'endommagement.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie et conditions aux limites

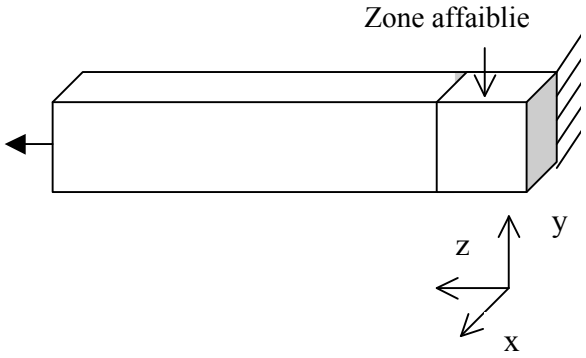


Figure 1.1-a : géométrie de la structure étudiée

La structure étudiée est un barreau de $1\,mm$ de long, de section carrée de $0.1\times0.1\,mm$. Une face est encastrée, la face opposée est soumise à un effort FZ variant progressivement de 1 à $5\,N$.

1.2 Propriétés de matériaux

Loi de comportement	Comportement élastique	Comportement endommageant (partie saine)	Comportement endommageant (zone affaiblie)
ENDO_ISOT_BETON	$E=20\,000\,MPa$ $\nu=0$	$\sigma_y=6\,MPa$ $E_T=-10000\,MPa$	$\sigma_y=5\,MPa$ $E_T=-10000\,MPa$
ROUSS_PR et ROUSSELIER	$E=206\,400\,MPa$ $\nu=0.3$	$D=2$ $\sigma_1=490\,MPa$ $f_0=5\text{E-}04$ courbe de traction : $R(p)=r_i+(r_o-r_i)e^{-bp}$ p : déformation plastique cumulée $r_i=1500\,MPa$ $r_o=520\,MPa$ $b=2.4$	$D=2$ $\sigma_1=400\,MPa$ $f_0=5\text{E-}04$ courbe de traction : $R(p)=r_i+(r_o-r_i)e^{-bp}$ p : déformation plastique cumulée $r_i=1500\,MPa$ $r_o=520\,MPa$ $b=2.4$
BETON_DOUBLE_DP	$E=31000\,MPa$ $\nu=0.22$	$f_c=38.3\,MPa$ $f_t=4.0\,MPa$ $\beta=1.16$ $G_t=2.83\text{E-}04\,Nmm/mm^2$ $G_c=2.83\text{E-}02\,Nmm/mm^2$	$f_c=38.3\,MPa$ $f_t=3.0\,MPa$ $\beta=1.16$ $G_t=2.83\text{E-}04\,Nmm/mm^2$ $G_c=2.83\text{E-}02\,Nmm/mm^2$
ENDO_LOCA_EXP	$E=34\,129\,MPa$ $\nu=0$	$\kappa=5.842$ $p=2$ $\sigma_c=3.034*1.5\,MPa$ $\sigma_0=0.827*1.5\,MPa$	$\kappa=5.842$ $p=2$ $\sigma_c=3.034\,MPa$ $\sigma_0=0.827\,MPa$

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

2 Solution de référence

Les valeurs testées sont des valeurs de non-régression, à l'exception des modélisations K et L.

Pour ces dernières, la méthode de pilotage PRED_ELAS permet de contrôler l'incrément maximal d'endommagement, si bien qu'on a une valeur de référence disponible (la somme des incréments attendus) à la fin du processus de chargement. Typiquement, après 2 incréments avec pilotage cible de 0.1, l'endommagement doit être égal à 0.1 + 0.1 = 0.2 dès lors que l'endommagement maximal a lieu au même endroit pour les deux incréments (d'où le choix d'un coefficient de Poisson de 0 pour les modélisations K et L).

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

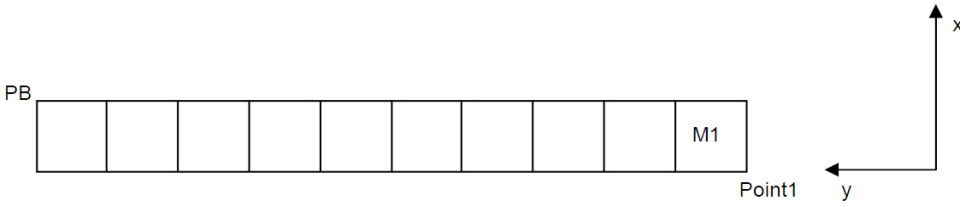
3 Modélisation B

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation testée est AXIS. La loi de comportement utilisée est la loi ENDO_ISOT_BETON. On valide le pilotage par prédiction élastique.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu par GIBI. Il est composé de 10 éléments QUA8.



3.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 7 :

1) le déplacement suivant y de la face sur laquelle le chargement est imposé,
2) la contrainte yy ainsi que la valeur de l'endommagement dans la maille affaiblie

.

Nom du champ	Composante	Lieu	Tolérance
DEPL	DY	PB	défaut
SIEF_ELGA	SIYY	$M1$, point 1	défaut
VARI_ELGA	V1	$M1$, point 1	défaut

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

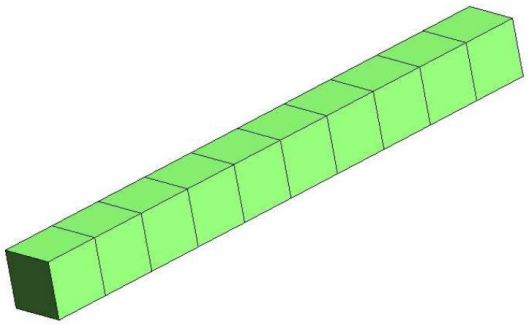
4 Modélisation C

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle testé est 3D. La loi de comportement utilisée est la loi ENDO_ISOT_BETON. On valide le pilotage par déformation.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu par GIBI. Il est composé de 10 éléments HEXA8 (un seul élément dans la section),



4.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 41 :

1) le déplacement suivant z de la face sur laquelle le chargement est imposé,
2) la contrainte zz ainsi que la valeur de l'endommagement dans la maille affaiblie,

Nom du champ	Composante	Lieu	Tolérance
DEPL	DZ	E	défaut
SIEF_ELGA	SIZZ	$M1$, point 1	défaut
VARI_ELGA	V1	$M1$, point 1	défaut

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

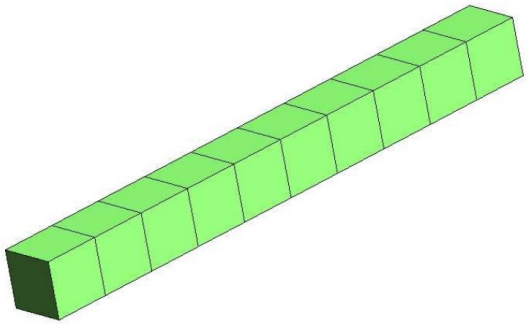
5 Modélisation D

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle testé est 3D. La loi de comportement utilisée est la loi ROUSS_PR. On valide le pilotage par déformation.

5.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu par GIBI. Il est composé de 10 éléments HEXA8 (un seul élément dans la section)



5.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 20 :

1) le déplacement suivant z de la face sur laquelle le chargement est imposé,
2) la contrainte zz dans la maille affaiblie

.

Nom du champ	Composante	Lieu	Tolérance
DEPL	DZ	E	défaut
SIEF_ELGA	SIZZ	$M1$, point 1	défaut

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

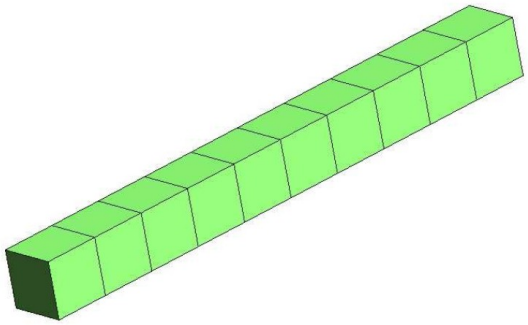
6 Modélisation E

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle testé est 3D. La loi de comportement utilisée est la loi ENDO_ISOT_BETON. On valide le pilotage par prédiction élastique.

6.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu par GIBI. Il est composé de 10 éléments HEXA8 (un seul élément dans la section)



6.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 19 :

1) le déplacement suivant z de la face sur laquelle le chargement est imposé,
2) la contrainte zz ainsi que la valeur de l'endommagement dans la maille affaiblie.

.

Nom du champ	Composante	Lieu	Tolérance
DEPL	DZ	E	défaut
SIEF_ELGA	SIZZ	$M1$, point 1	défaut
VARI_ELGA	V1	$M1$, point 1	défaut

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

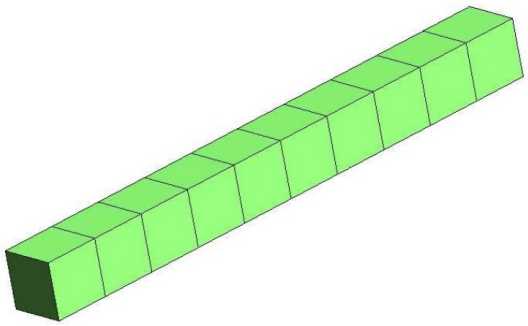
7 Modélisation F

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle testé est 3D. La loi de comportement utilisée est la loi BETON_DOUBLE_DP. On valide le pilotage par prédiction élastique.

7.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu par GIBI. Il est composé de 10 éléments HEXA8 (un seul élément dans la section)



7.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 41 :

1) le déplacement suivant z de la face sur laquelle le chargement est imposé,
2) la contrainte zz dans la maille affaiblie.

Nom du champ	Composante	Lieu	Tolérance
DEPL	DZ	E	défaut
SIEF_ELGA	SIZZ	$M1$, point 1	défaut

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

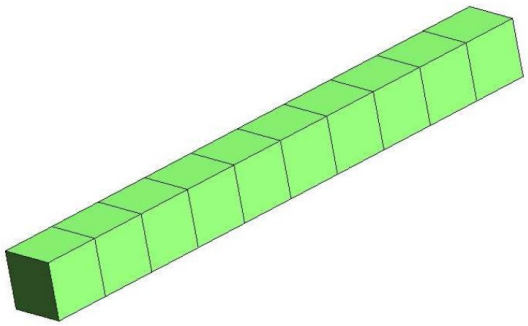
8 Modélisation I

8.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle testé est 3D. La loi de comportement utilisée est la loi ROUSSELIER (en grandes déformations de type SIMO_MIEHE). On valide le pilotage par déformation.

8.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu par GIBI. Il est composé de 10 éléments HEXA8 (un seul élément dans la section)



8.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 21 :

1) le déplacement suivant z de la face sur lequel le chargement est imposé,
2) la contrainte zz ainsi que la valeur de l'endommagement dans la maille affaiblie
3) la valeur de l'indicateur de plasticité dans la maille affaiblie.

Nom du champ	Composante	Lieu	Tolérance
DEPL	DZ	E	défaut
SIEF_ELGA	SIZZ	$M1$, point 1	défaut
VARI_ELGA	V3	$M1$, point 1	défaut

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

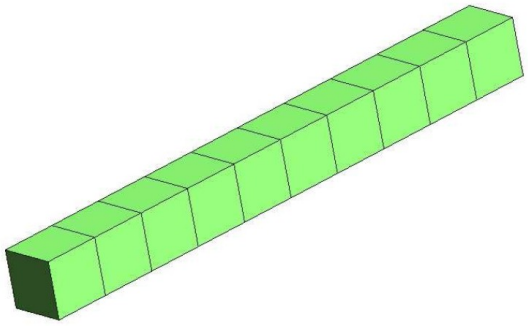
9 Modélisation J

9.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle testé est 3D. La loi de comportement utilisée est la loi ROUSSELIER avec l'option (PORO_TYPE = 2, cf. U4.43.01) permettant de calculer la porosité en fonction de la déformation totale (en grandes déformations de type SIMO_MIEHE). On valide le pilotage par déformation.

9.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu par GIBI. Il est composé de 10 éléments HEXA8 (un seul élément dans la section)



9.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 21 :

1) le déplacement suivant z de la face sur lequel le chargement est imposé,
2) la contrainte zz ainsi que la valeur de l'endommagement dans la maille affaiblie
3) la valeur de l'indicateur de plasticité dans la maille affaiblie.

Nom du champ	Composante	Lieu	*Tolérance*
DEPL	DZ	E	10E-6
SIEF_ELGA	SIZZ	$M1$, point 1	10E-6
VARI_ELGA	V3	$M1$, point 1	10E-6

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

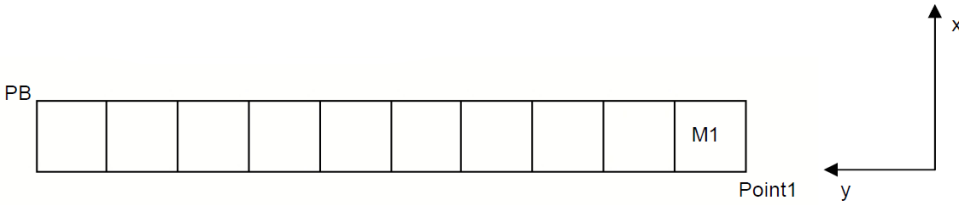
10 Modélisation K

10.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle testé est AXIS. La loi de comportement utilisée est la loi ENDO_LOCA_EXP. On valide le pilotage par prédiction élastique PRED_ELAS.

10.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu par GIBI. Il est composé de 10 éléments QUA8.



10.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 2 l'endommagement atteint qui, après 2 incréments avec pilotage cible de 0.1, doit être égal à 0.2.

Nom du champ	Composante	Lieu	Valeur de référence	*Tolérance*
VARI_ELGA	V1	$M1$, point 1	0.2	10E-6

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

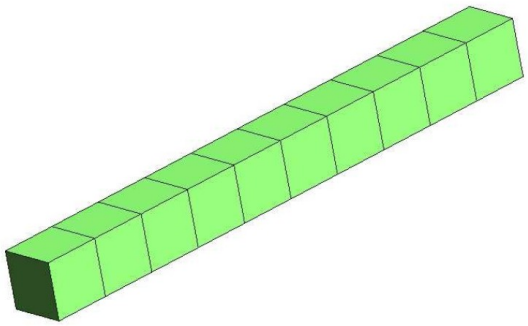
11 Modélisation L

11.1 Caractéristiques de la modélisation

Le modèle testé est 3D. La loi de comportement utilisée est la loi ENDO_LOCA_EXP. On valide le pilotage par prédiction élastique PRED_ELAS.

11.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu par GIBI. Il est composé de 10 éléments HEXA8 (un seul élément dans la section)



11.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 2 l'endommagement atteint qui, après 2 incréments avec pilotage cible de 0.1, doit être égal à 0.2.

Nom du champ	Composante	Lieu	Valeur de référence	*Tolérance*
VARI_ELGA	V1	$M1$, point 1	0.2	10E-6

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

12 Synthèse des résultats

Ce cas-test permet de vérifier le bon fonctionnement du pilotage pour les différentes lois de comportement adoucissantes. Les résultats obtenus fournissent des valeurs de non-régression, à l'exception des modélisations K et L pour lesquelles on dispose d'une solution analytique.

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