

## 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.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie et conditions aux limites

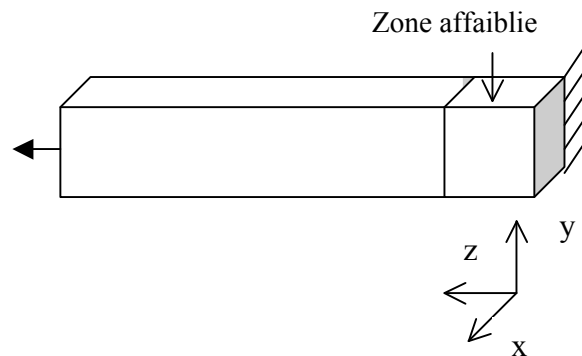


Figure 1.1-a : géométrie de la structure étudiée

La structure étudiée est un barreau de  $1\text{ mm}$  de long, de section carrée de  $0.1 \times 0.1\text{ mm}$ . Une face est encastree, la face opposée est soumise à un effort  $FZ$  variant linéairement avec le temps de  $1$  à  $5\text{ N}$ .

### 1.2 Propriétés de matériaux

Loi de comportement	Comportement élastique	Comportement endommageant (partie saine)	Comportement endommageant (zone affaiblie)
ENDO_FRAGILE	$E = 20\,000\text{ MPa}$ $\nu = 0$	$\sigma_y = 6\text{ MPa}$ $E_T = -10\,000\text{ MPa}$	$\sigma_y = 5\text{ MPa}$ $E_T = -10\,000\text{ MPa}$
ENDO_ISOT_BETON	$E = 20\,000\text{ MPa}$ $\nu = 0$	$\sigma_y = 6\text{ MPa}$ $E_T = -10\,000\text{ MPa}$	$\sigma_y = 5\text{ MPa}$ $E_T = -10\,000\text{ MPa}$
ROUSS_PR et ROUSSELIER	$E = 206\,400\text{ MPa}$ $\nu = 0.3$	$D = 2$ $\sigma_1 = 490\text{ MPa}$ $f_0 = 5\text{E-}04$ courbe de traction : $R(p) = r_i + (r_o - r_i)e^{-bp}$ $p$ : déformation plastique cumulée $r_i = 1500\text{ MPa}$ $r_o = 520\text{ MPa}$ $b = 2.4$	$D = 2$ $\sigma_1 = 400\text{ MPa}$ $f_0 = 5\text{E-}04$ courbe de traction : $R(p) = r_i + (r_o - r_i)e^{-bp}$ $p$ : déformation plastique cumulée $r_i = 1500\text{ MPa}$ $r_o = 520\text{ MPa}$ $b = 2.4$
BETON_DOUBLE_DP	$E = 31\,000\text{ MPa}$ $\nu = 0.22$	$f_c = 38.3\text{ MPa}$ $f_t = 4.0\text{ MPa}$ $\beta = 1.16$ $G_t = 2.83\text{E-}04\text{ Nmm/mm}^2$ $G_c = 2.83\text{E-}02\text{ Nmm/mm}^2$	$f_c = 38.3\text{ MPa}$ $f_t = 3.0\text{ MPa}$ $\beta = 1.16$ $G_t = 2.83\text{E-}04\text{ Nmm/mm}^2$ $G_c = 2.83\text{E-}02\text{ Nmm/mm}^2$

## 2 Solution de référence

---

Les valeurs testées sont des valeurs de non-régression.

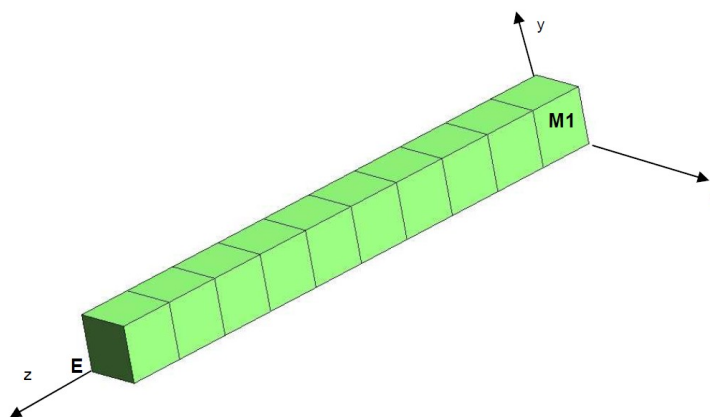
## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

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

### 3.2 Caractéristiques du maillage

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



### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 11 :

- 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	$MI$ , point 1	défaut
VARI_ELGA	V1	$MI$ , point 1	défaut

On teste également le travail élastique sur la structure ainsi que le travail réel obtenu grâce à la commande POST\_ELEM.

Pour valider plus spécifiquement la constance du pilotage, on vérifie par ailleurs au même numéro d'ordre (11) la valeur de l'instant et de ETA\_PILOTAGE.

Nom du champ	Composante	Code_Aster
TRAV_EXT	TRAV_ELAS	3.3125E-07
TRAV_EXT	TRAV_REEL	1.91875E-06
INST	-	11
ETA_PILOTAGE	-	0.5

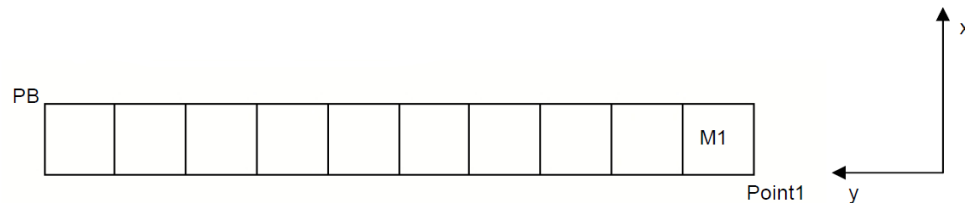
## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

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

### 4.2 Caractéristiques du maillage

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



### 4.3 Grandeurs testées et résultats

Pour valider la solution obtenue, on teste au numéro d'ordre 11 :

- 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	<i>PB</i>	défaut
SIEF_ELGA	SIYY	<i>MI</i> , point 1	défaut
VARI_ELGA	V1	<i>MI</i> , point 1	défaut

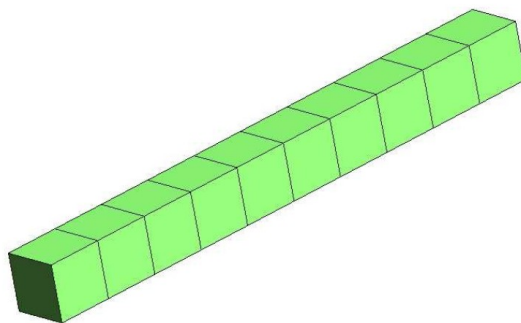
## 5 Modélisation C

### 5.1 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.

### 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 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	$MI$ , point 1	défaut
VARI_ELGA	V1	$MI$ , point 1	défaut

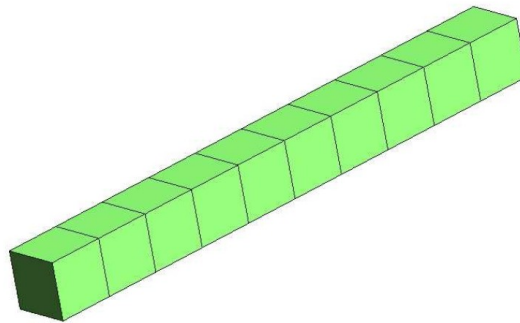
## 6 Modélisation D

### 6.1 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.

### 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 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	$MI$ , point 1	défaut

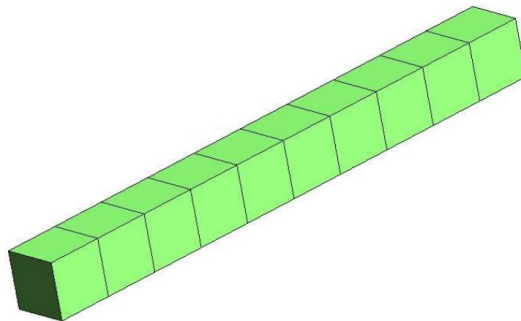
## 7 Modélisation E

### 7.1 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.

### 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 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	$MI$ , point 1	défaut
VARI_ELGA	V1	$MI$ , point 1	défaut



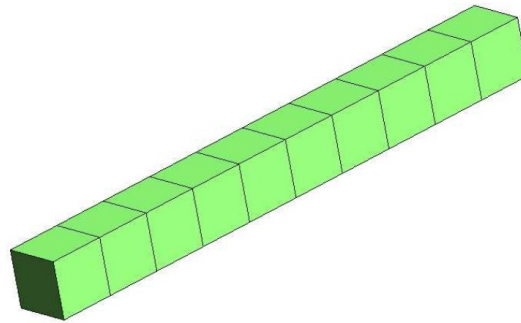
## 8 Modélisation F

### 8.1 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.

### 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 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	$MI$ , point 1	défaut

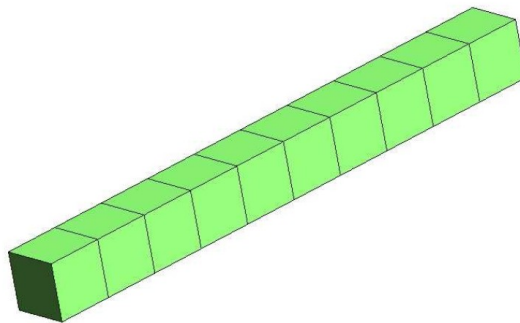
## 9 Modélisation I

### 9.1 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.

### 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	$E$	défaut
SIEF_ELGA	SIZZ	$MI$ , point 1	défaut
VARI_ELGA	V3	$MI$ , point 1	défaut

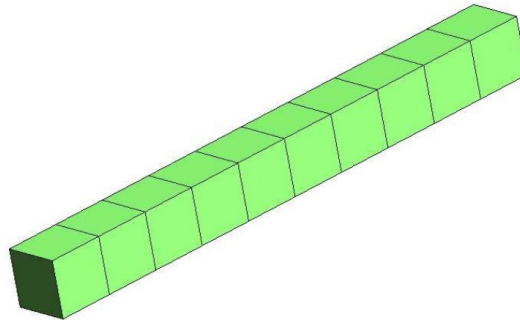
## 10 Modélisation J

### 10.1 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.

### 10.2 Caractéristiques du maillage

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



### 10.3 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	SI ZZ	$MI$ , point 1	10E-6
VARI_ELGA	V3	$MI$ , point 1	10E-6

## 11 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.