# 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

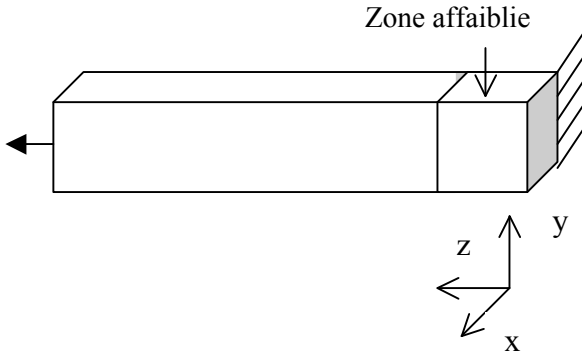



**Figure 1.1-a : géométrie de la structure étudiée**

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 linéairement avec le temps 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 | $E=20\,000\,MPa$<br>$\nu=0$ | $\sigma_y=6\,MPa$<br>$E_T=-10000\,MPa$ | $\sigma_y=5\,MPa$<br>$E_T=-10000\,MPa$ |
| ROUSS_PR et ROUSSELIER | $E=206\,400\,MPa$<br>$\nu=0.3$ | $D=2$<br>$\sigma_1=490\,MPa$<br>$f_0=5\text{E-}04$<br>courbe de traction :<br>$R(p)=r_i+(r_o-r_i)e^{-bp}$<br>$p$ : déformation plastique cumulée<br>$r_i=1500\,MPa$<br>$r_o=520\,MPa$<br>$b=2.4$ | $D=2$<br>$\sigma_1=400\,MPa$<br>$f_0=5\text{E-}04$<br>courbe de traction :<br>$R(p)=r_i+(r_o-r_i)e^{-bp}$<br>$p$ : déformation plastique cumulée<br>$r_i=1500\,MPa$<br>$r_o=520\,MPa$<br>$b=2.4$ |
| BETON_DOUBLE_DP | $E=31000\,MPa$<br>$\nu=0.22$ | $f_c=38.3\,MPa$<br>$f_t=4.0\,MPa$<br>$\beta=1.16$<br>$G_t=2.83\text{E}-04\,Nmm/mm^2$<br>$G_c=2.83\text{E}-02\,Nmm/mm^2$ | $f_c=38.3\,MPa$<br>$f_t=3.0\,MPa$<br>$\beta=1.16$<br>$G_t=2.83\text{E}-04\,Nmm/mm^2$<br>$G_c=2.83\text{E}-02\,Nmm/mm^2$ |



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.



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

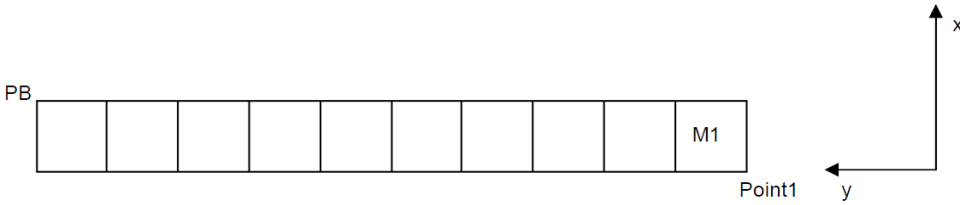
# 3 Modélisation B

## 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)

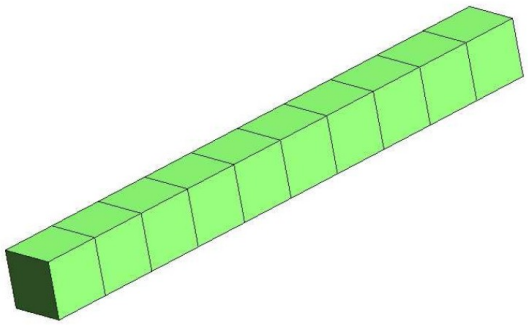
# 4 Modélisation C

## 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)

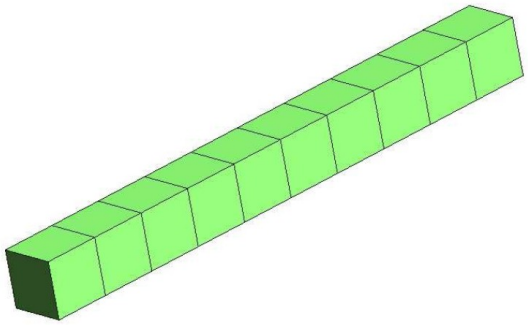
# 5 Modélisation D

## 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)

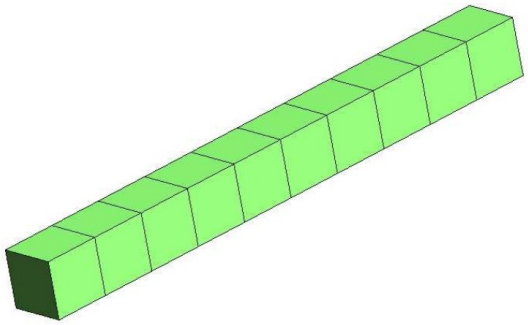
# 6 Modélisation E

## 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)

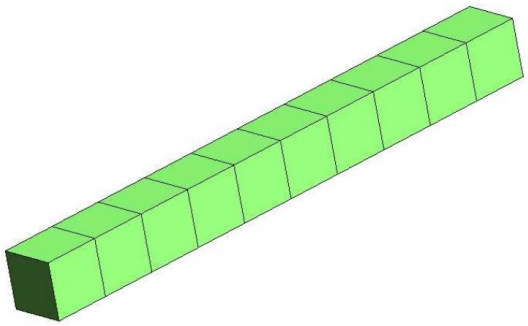
# 7 Modélisation F

## 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)

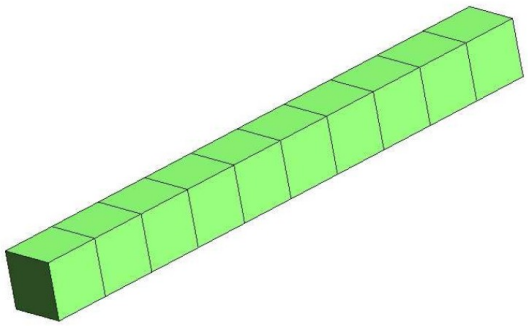
# 8 Modélisation I

## 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)

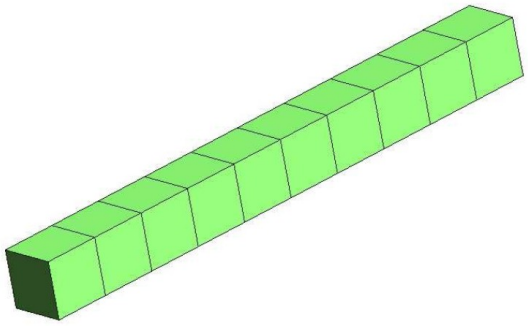
# 9 Modélisation J

## 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 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.



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