

## SSNV133 - Traction-compression uniaxiale. Ecouissage mixte

---

### Résumé :

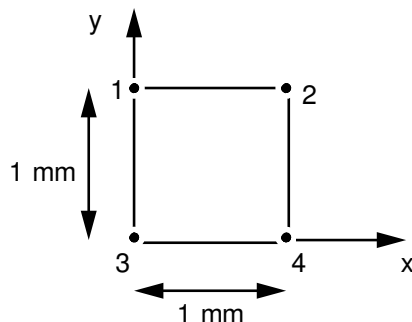
Ce test a pour but de valider les comportements élastoplastiques `VMIS_ECMI_TRAC` et `VMIS_ECMI_LINE`, qui combinent un écouissage isotrope (linéaire ou donné par une courbe de traction) et un écouissage cinématique linéaire.

Les données géométriques et mécaniques permettent d'être en situation uniaxiale (contraintes uniformes, une seule composante non nulle). La solution de référence est simple, analytique. Ce test permet simplement de vérifier que l'intégration du modèle de comportement est correcte.

3 modélisations permettent de vérifier l'uniaxialité des contraintes : `3D`, `AXIS`, `C_PLAN`.

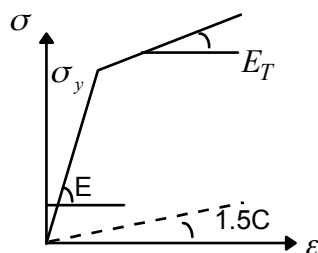
## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



### 1.2 Propriétés de matériaux

Loi de comportement élastoplastique à écrouissage mixte (isotrope linéaire et cinématique linéaire).



$$\begin{aligned} C &= 20000 \text{ MPa} \\ E &= 200000 \text{ MPa} \\ \nu &= 0.3 \\ \sigma^Y &= 400 \text{ MPa} \\ E_T &= 40000 \text{ MPa} \end{aligned}$$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

La plaque est bloquée suivant  $Oy$  le long du côté [3,4], suivant  $Ox$  le long du côté [1,3] tout en étant soumise à un déplacement imposé en  $y$  :  $u_y^D$  le long du côté [1,2].

Le trajet de chargement est le suivant :

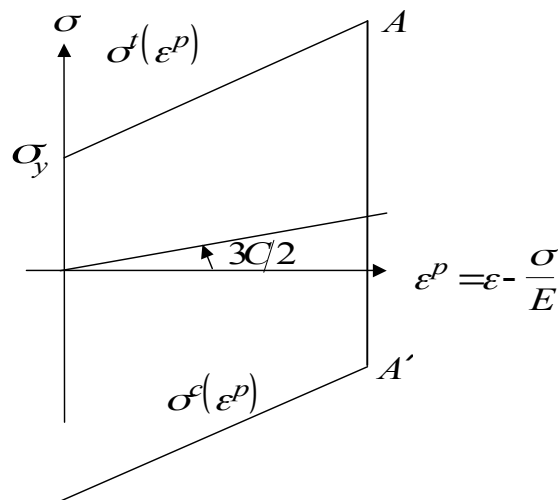
$t$	$u_y^D$ (mm)
1	$2 \cdot 10^{-3}$
2	$4.5 \cdot 10^{-3}$
3	$0.1 \cdot 10^{-3}$
4	$-2 \cdot 10^{-3}$

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est obtenue par un calcul analytique.

Le déplacement imposé  $u_y^D$  fournit immédiatement la déformation  $\varepsilon_{yy} = \frac{u_y^D}{1}$ . Seule cette composante (correspondant à la composante non nulle du tenseur des contraintes) nous intéresse ici. D'autre part, pour calculer le comportement, il faut extraire des données la fonction d'écrouissage isotrope  $R(p)$  :



$$\sigma^t = F(\varepsilon) = \sigma_y + \frac{E \cdot E_T}{E - E_T} p$$

$$R(p) = \sigma_y + \left[ \frac{E \cdot E_T}{E - E_T} - \frac{3}{2} C \right] \cdot p$$

#### 2.1.1 t = 1 : comportement élastique

En effet, le comportement est élastique jusqu'à  $t=1$ . Pour  $t=1$ ,  $\sigma_{yy} = E\varepsilon_{yy} = 400 \text{ MPa}$  atteint juste le seuil de plasticité.

#### 2.1.2 t = 2 : charge élastoplastique

Quand on atteint le critère de plasticité (en charge ou en décharge), on a :

$$\left| \sigma - \frac{3}{2} C \varepsilon^p \right| = R(p)$$

$$\sigma = E(\varepsilon - \varepsilon^p)$$

Pour la charge, il faut résoudre  $\sigma^t = F(\varepsilon) = \sigma_y + \frac{E \cdot E_T}{E - E_T} p = \sigma_y + \frac{E \cdot E_T}{E - E_T} (\varepsilon - \frac{\sigma^t}{E})$

ce qui redonne :  $\sigma^t = \sigma_y + E_T \left( \varepsilon - \frac{\sigma_y}{E} \right)$  : on se déplace sur la courbe de traction jusqu'au point A tel que :

$$\sigma_A^t = E(\varepsilon_A - \varepsilon_A^p)$$

### 2.1.3 t = 3 : décharge élastique

La décharge est élastique jusqu'au point A' :

$$- \sigma^{A'} + \frac{3}{2} C \varepsilon_A^p = R(p_A)$$

$$\sigma^{A'} = E(\varepsilon^{A'} - \varepsilon_A^p)$$

### 2.1.4 t = 4 : charge élastoplastique en compression

$$\sigma^c = \frac{3}{2} C \varepsilon^p - R(p)$$

## 2.2 Résultats de Référence

t	$u_y^D$ (mm)	$\sigma_{yy}$ (MPa)
1	$2. 10^{-3}$	400
2	$4.5d-3$	500
3	$0.1d-3$	-380
4	$-2. 10^{-3}$	-464

## 2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

## 2.4 Références bibliographiques

- Relation de comportement à écrouissage cinématique linéaire et isotrope non linéaire. Note [R5.03.16].

## 3 Modélisation A

---

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation `AXIS`

### 3.2 Caractéristiques du maillage

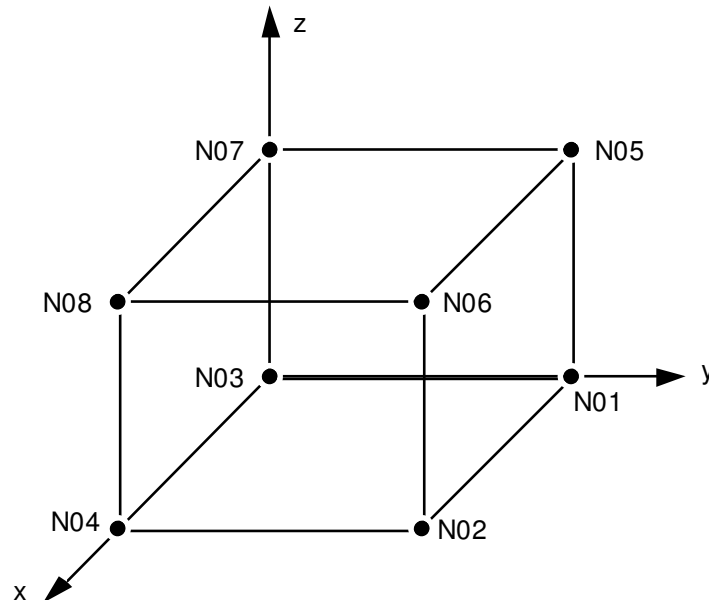
Nombre de nœuds : 4  
Nombre de mailles et types : 1 `QUAD4`

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Instants	Référence	Aster	% différence
$\sigma_{yy}$	1	400	400	0
$\sigma_{yy}$	2	500	500	0
$\sigma_{yy}$	3	-380	-380	0
$\sigma_{yy}$	4	-464	-464	0

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation



### 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8

Nombre de mailles et types : 1 HEXA8 + 4 QUAD4 (faces)

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Instants	Référence	Aster	% différence
$\sigma_{yy}$	1	400	400	0
$\sigma_{yy}$	2	500	500	0
$\sigma_{yy}$	3	-380	-380	0
$\sigma_{yy}$	4	-464	-464	0

## 5 Modélisation C

---

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation C\_PLAN

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 4  
Nombre de mailles et types : 1 QUAD4

### 5.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Instants	Référence	Aster	% différence
$\sigma_{yy}$	1	400	400	0
$\sigma_{yy}$	2	500	500	0
$\sigma_{yy}$	3	-380	-380	0
$\sigma_{yy}$	4	-464	-464	0

## 6 Synthèse des résultats

---

Les résultats fournis par *Code\_Aster* coïncident avec les valeurs de référence, car le test est uniaxial, et l'état de contraintes et de déformations est homogène.