

## SSNP02 - Élément de plaque en déformations planes et traction biaxiale (loi de Norton)

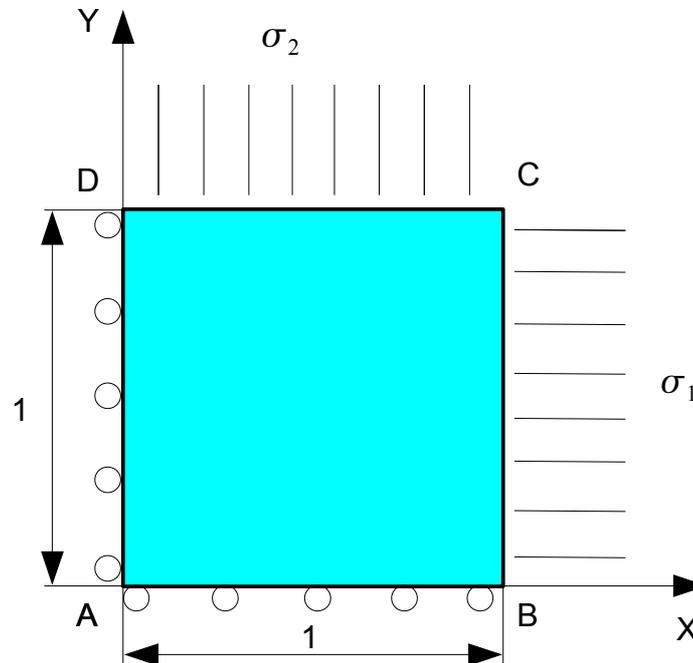
---

### Résumé :

Ce cas-test permet de tester la loi de NORTON en utilisant la relation de comportement de LEMAITRE dans le cas d'une plaque en déformations planes en traction biaxiale. On s'intéresse aux déformations plastiques.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



Coordonnées des points ( $m$ ) :

- $A(0., 0.)$
- $B(1., 0.)$
- $C(1., 1.)$
- $D(0., 1.)$

### 1.2 Propriétés du matériau

Élastique

- $E = 178\,000\text{ MPa}$  Module d'Young
- $\nu = 0.3$  Coefficient de poisson

LEMAITRE

- $n = 9.7$
- $K = 1920.$
- $\frac{1}{m} = 0.$

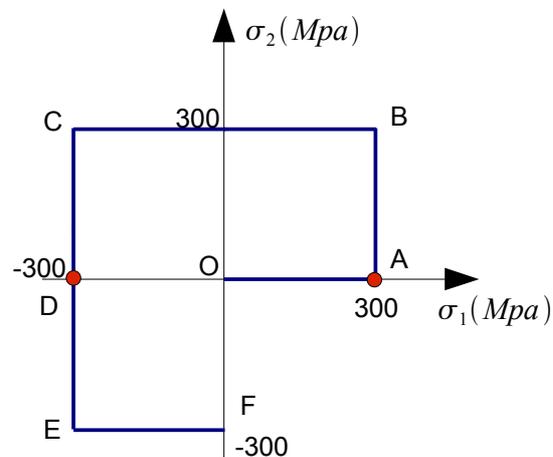
## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacement imposé ( $m$ ) :

- $AB$  :  $DY=0$
- $AD$  :  $DX=0$

Chargement

- Pression uniforme sur  $BC$  :  $\sigma_1$
- Pression uniforme sur  $CD$  :  $\sigma_2$
- Trajets  $OA$ ,  $AB$ ,  $CD$ ,  $DE$  et  $EF$  de durée 30 secondes
- Trajet  $BC$  de durée 60 secondes
- Temps de maintien en  $A$ ,  $B$  et  $D$  de 3600 secondes



## 2 Solution de référence

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

La solution de référence a été obtenue avec différents codes calculs éléments finis utilisant différents algorithmes explicites, semi-implicites ou implicites [2]

### 2.2 Grandeurs de référence

$EPXX$  : déformation plastique suivant  $X$   
 $EPYY$  : déformation plastique suivant  $Y$

## 2.3 Grandeur et résultat de référence

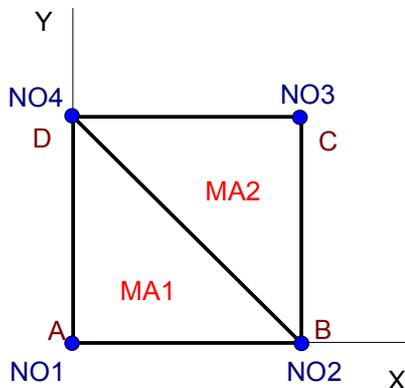
Instant ( <i>s</i> )	Composante	Référence
30.	<i>EPXX</i>	$6.125 \times 10^{-7}$
	<i>EPYY</i>	$-4.684 \times 10^{-7}$
3630.	<i>EPXX</i>	$7.056 \times 10^{-4}$
	<i>EPYY</i>	$-5.720 \times 10^{-4}$
3660.	<i>EPXX</i>	$7.061 \times 10^{-4}$
	<i>EPYY</i>	$-5.724 \times 10^{-4}$
7260.	<i>EPXX</i>	$7.061 \times 10^{-4}$
	<i>EPYY</i>	$-5.724 \times 10^{-4}$
7320.	<i>EPXX</i>	$-2.443 \times 10^{-5}$
	<i>EPYY</i>	$1.377 \times 10^{-4}$
7350.	<i>EPXX</i>	$-7.788 \times 10^{-4}$
	<i>EPYY</i>	$8.423 \times 10^{-4}$
11010.	<i>EPXX</i>	$-1.534 \times 10^{-3}$
	<i>EPYY</i>	$1.432 \times 10^{-3}$

## 2.4 Références bibliographiques

- [1] Guide de Validation des Progiciels de Calculs des Structures : SFM, AFNOR technique, ISBN : 2-12-486611-7
- [2] Validation de codes de calculs en viscoplasticité : Rapport d'un groupe d'intérêt scientifique . (GIS), ONERA France, 1989

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation A



Modélisation D\_PLAN :

Nombre de nœuds 4  
 Nombre de mailles 4 Soit :  
 SEG2 2  
 TRIA3 2

Groupe de mailles:

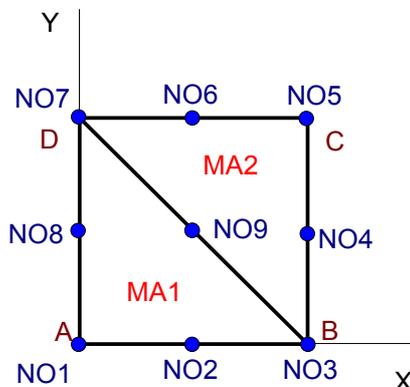
- *DROITE* : segment BC
- *HAUT* : segment CD

### 3.2 Grandeurs testées et résultats

Maille	Point	Instant (s)	Composante	Référence	Tolérance (%)
MA1	1	30.	EPXX	$6.125 \times 10^{-7}$	0.2
			EPYY	$-4.684 \times 10^{-7}$	0.2
MA1	1	3630.	EPXX	$7.056 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.720 \times 10^{-4}$	0.2
MA1	1	3660.	EPXX	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.724 \times 10^{-4}$	0.2
MA1	1	7260.	EPXX	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.724 \times 10^{-4}$	0.2
MA1	1	7320.	EPXX	$-2.443 \times 10^{-5}$	0.2
			EPYY	$1.377 \times 10^{-4}$	0.2
MA1	1	7350.	EPXX	$-7.788 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$8.423 \times 10^{-4}$	0.2
MA1	1	11010.	EPXX	$-1.534 \times 10^{-3}$	0.2
			EPYY	$1.432 \times 10^{-3}$	0.2

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation B



Modélisation D\_PLAN:

Nombre de nœuds 9  
Nombre de mailles 4 Soit :

SEG3 2  
TRIA6 2

Groupe de mailles:

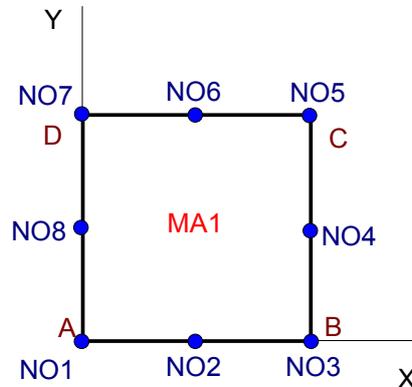
- DROITE : segment BC
- HAUT : segment CD

### 4.2 Grandeurs testées et résultats

Maille	Point	Instant (s)	Composante	Référence	Tolérance (%)
MAI	1	30.	EPXX	$6.125 \times 10^{-7}$	0.2
			EPYY	$-4.684 \times 10^{-7}$	0.2
MAI	1	3630.	EPXX	$7.056 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.720 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	3660.	EPXX	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.724 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	7260.	EPXX	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.724 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	7320.	EPXX	$-2.443 \times 10^{-5}$	0.2
			EPYY	$1.377 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	7350.	EPXX	$-7.788 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$8.423 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	11010.	EPXX	$-1.534 \times 10^{-3}$	0.2
			EPYY	$1.432 \times 10^{-3}$	0.2

## 5 Modélisation C

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation C



Modélisation D\_PLAN :

Nombre de nœuds 8

Nombre de mailles 3 Soit :

SEG3 2  
QUAD8 1

Groupe de mailles:

- *DROITE* : segment BC
- *HAUT* : segment CD

### 5.2 Grandeurs testées et résultats

Maille	Point	Instant (s)	Composante	Référence	Tolérance (%)
MAI	1	30.	EPXX	$6.125 \times 10^{-7}$	0.2
			EPYY	$-4.684 \times 10^{-7}$	0.2
MAI	1	3630.	EPXX	$7.056 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.720 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	3660.	EPXX	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.724 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	7260.	EPXX	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.724 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	7320.	EPXX	$-2.443 \times 10^{-5}$	0.2
			EPYY	$1.377 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	7350.	EPXX	$-7.788 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$8.423 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	11010.	EPXX	$-1.534 \times 10^{-3}$	0.2
			EPYY	$1.432 \times 10^{-3}$	0.2

## 6 Modélisation D

### 6.1 Caractéristiques de la modélisation D

Identique à la modélisation A. Le comportement utilisé est Norton, avec intégration implicite (NEWTON\_PERT)  
La solution de référence est identique à la modélisation A.

### 6.2 Grandeurs testées et résultats

Maille	Point	Instant ( <i>s</i> )	Composante	Référence	Tolérance (%)
MAI	1	30.	EPXX	$6.125 \times 10^{-7}$	0.6
			EPYY	$-4.684 \times 10^{-7}$	0.6
MAI	1	3630.	EPXX	$7.056 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.720 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	3660.	EPXX	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.724 \times 10^{-4}$	0.2
MAI	1	7260.	EPXX	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			EPYY	$-5.724 \times 10^{-4}$	2
MAI	1	7320.	EPXX	$-2.443 \times 10^{-5}$	0.3
			EPYY	$1.377 \times 10^{-4}$	0.3
MAI	1	7350.	EPXX	$-7.788 \times 10^{-4}$	0.3
			EPYY	$8.423 \times 10^{-4}$	0.3
MAI	1	11010.	EPXX	$-1.534 \times 10^{-3}$	0.2
			EPYY	$1.432 \times 10^{-3}$	0.2

## 7 Modélisation E

### 7.1 Caractéristiques de la modélisation E

Identique à la modélisation A. Le comportement utilisé est Norton, avec intégration explicite (RUNGE\_KUTTA)  
La solution de référence est identique à la modélisation A.

### 7.2 Grandeurs testées et résultats

Maille	Point	Instant ( <i>s</i> )	Composante	Référence	Tolérance (%)
MAI	1	30.	EPXX	$6.125 \times 10^{-7}$	0.2
			EPYY	$-4.684 \times 10^{-7}$	0.2
MAI	1	3630.	EPXX	$7.056 \times 10^{-4}$	0.2

			<i>EPYY</i>	$-5.720 \times 10^{-4}$	0.2
<i>MAI</i>	1	3660.	<i>EPXX</i>	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			<i>EPYY</i>	$-5.724 \times 10^{-4}$	0.2
<i>MAI</i>	1	7260.	<i>EPXX</i>	$7.061 \times 10^{-4}$	0.2
			<i>EPYY</i>	$-5.724 \times 10^{-4}$	0.2
<i>MAI</i>	1	7320.	<i>EPXX</i>	$-2.443 \times 10^{-5}$	0.2
			<i>EPYY</i>	$1.377 \times 10^{-4}$	0.2
<i>MAI</i>	1	7350.	<i>EPXX</i>	$-7.788 \times 10^{-4}$	0.2
			<i>EPYY</i>	$8.423 \times 10^{-4}$	0.2
<i>MAI</i>	1	11010.	<i>EPXX</i>	$-1.534 \times 10^{-3}$	0.2
			<i>EPYY</i>	$1.432 \times 10^{-3}$	0.2

## 8 Synthèse des résultats

---

Les résultats obtenus sont satisfaisants.