# SSNL111 - Trois barres thermo-élastoplastiques Von Mises parfait

**Résumé :**

Ce test quasi-statique entre dans le cadre de la validation des relations de comportement élastoplastique.
Trois barres thermo-élastoplastiques parfaites, parallèles, rotulées sur un support rigide à une extrémité et rotulées sur une barre rigide à l'autre, subissent un chargement thermique externe.

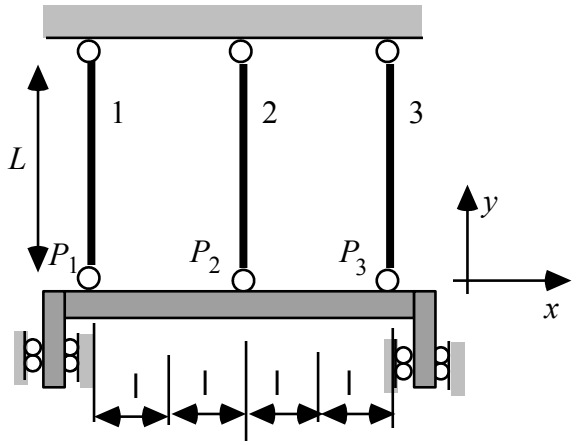
Cette application, où tous les champs sont uniformes dans chaque barre permet de valider 2 types de modélisations numériques : éléments finis massifs ( 2D contraintes planes), plaques et barres.



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

# 1 Problème de référence

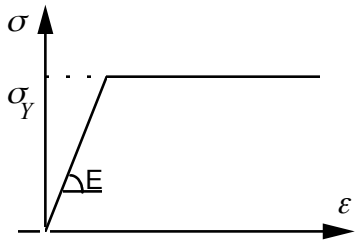
## 1.1 Géométrie




Les trois barres ont la même longueur $L=1\mathrm{m}$ , et sont espacées de $l=1\mathrm{m}$ .

## 1.2 Propriétés de matériaux

Loi de comportement thermo-élastoplastique parfait standard, avec critère de Von Mises. Les déformations plastiques sont nulles à l'état initial.




E = 200000 MPa
$\nu$ = 0.3
$\sigma_Y$ = 200 MPa
$\alpha$ = 0.00001

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Les trois barres ont un déplacement bloqué suivant $Oy$ aux points extrémités supérieures, où elles sont articulées, et elles sont bridées aux points inférieurs $P_1, P_2, P_3$ , que l'on peut représenter par un bâti rigide astreint à se déplacer verticalement, de longueur $4l$ sur lequel sont articulées les trois barres. Les barres sont libres d'effort mécanique.

Le trajet de chargement est décrit par l'évolution de la température, uniforme dans chaque barre ( $T^{max}=330\,°C$ ) :



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

# 2 Solution de référence

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

Se reporter au document [bib1] qui fournit la solution thermo-élastoplastique.

## 2.2 Résultats de référence

**Modélisation A**

$\sigma_{yy}$ en $P1$ , $P2$ , $P3$ .

**Modélisation B**

Effort normal $N$ constant sur chaque barre (valeur identique à $\sigma_{yy}$ , car on a pris une section égale à 1).

## 2.3 Références bibliographiques

- S. ANDRIEUX : TD 1 Trois barres thermoélastoplastiques Von Mises parfait. In « Initiation à la thermoplasticité dans le Code_Aster », HI-74/96/013 novembre 1996 (manuel de référence du cours).

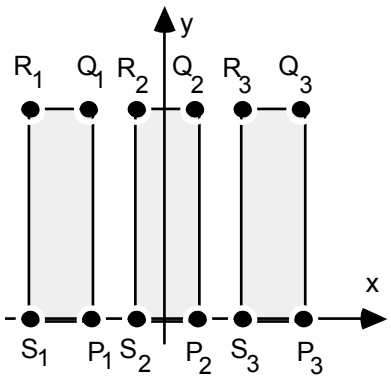


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Eléments 2D (QUAD4). Modélisation C_PLAN.




## 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 12.
Nombre de mailles et types : 3 QUAD4.

## 3.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Instants | Noeud | Référence | *Aster* | Ecart % |
|---|---|---|---|---|---|
| $\sigma_{yy}$ | 1 | *P1* | –200 | –200.00000 | 0 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P2* | 100 | 100.00000 | 0 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P3* | 100 | 100.00000 | 0 |
| $\sigma_{yy}$ | 2 | *P1* | –200 | –200.00036 | 1.8 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P2* | 100 | 100.00017 | 1.7 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P3* | 100 | 100.00017 | 1.7 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | 3 | *P1* | 20 | 19.99978 | –1.1 E–3 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P2* | –120 | –119.99989 | –0.8 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P3* | 100 | 100.00010 | 1 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | 4 | *P1* | 200 | 200.00060 | 3 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P2* | –100 | –100.00008 | 0.8 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P3* | –100 | –100.00008 | 0.8 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | 5 | *P1* | 200 | 200.00002 | 0.1 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P2* | –100 | –100.00011 | 1.1 E–4 |
| $\sigma_{yy}$ | | *P3* | –100 | –100.00011 | 1.1 E–4 |



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

# 4 Modélisation B

## 4.1 Caractéristiques de la modélisation

3 éléments 1D (SEG2). Modélisation BARRE
Dans cette modélisation, on a dupliqué le second calcul avec STAT_NON_LINE afin de sortir de la zone élastique et ainsi pouvoir faire une validation des déformations anélastiques (EPSP_ELGA) en plus de la validation des options EPVC_ELGA et EPME_ELGA sur les éléments BARRE réalisée sur le calcul élastique.

Pour atteindre ce but on a modifié la section de la barre et les paramètres de non-linéarité du matériau. La section passe à une aire de 1.5 et les paramètres d'écrouissage sont les suivants :

D_SIGM_EPSI = 180
SY = 100.

## 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 6
Nombre de mailles : 3 SEG2

## 4.3 Grandeurs testées et résultats

**Calcul élastique :**

| Identification | Instants | Barre n ° | Référence | *Aster* | Ecart % |
|---|---|---|---|---|---|
| effort normal $N$ | 1 | 1 | –200 | –200 | 0 |
| effort normal $N$ | | 2 | 100 | 100 | 0 |
| effort normal $N$ | | 3 | 100 | 100 | 0 |
| effort normal $N$ | 2 | 1 | –200 | –200 | 0 |
| effort normal $N$ | | 2 | 100 | 100 | 0 |
| effort normal $N$ | | 3 | 100 | 100 | 0 |
| effort normal $N$ | 3 | 1 | 20 | 20 | 0 |
| effort normal $N$ | | 2 | –120 | –120 | 0 |
| effort normal $N$ | | 3 | 100 | 100 | 0 |
| effort normal $N$ | 4 | 1 | 200 | 200 | 0 |
| effort normal $N$ | | 2 | –100 | –100 | 0 |
| effort normal $N$ | | 3 | –100 | –100 | 0 |
| effort normal $N$ | 5 | 1 | 200 | 200 | 0 |
| effort normal $N$ | | 2 | –100 | –100 | 0 |
| effort normal $N$ | | 3 | –100 | –100 | 0 |

| Instant | Maille/Point | Champ/Composante | Type de référence | Valeur de référence | Tolérance (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | BARR1/1 | EPSI/EPXX | 'NON_REGRESSION' | - | - |
| 2.0 | BARR1/1 | EPSI/EPXX | 'NON_REGRESSION' | - | - |
| 3.0 | BARR1/1 | EPSI/EPXX | 'NON_REGRESSION' | - | - |
| 1.0 | BARR1/1 | EPVC/EPTHER_L | 'ANALYTIQUE' | 150.0E-5 | 0,1 |
| 2.0 | BARR1/1 | EPVC/EPTHER_L | 'ANALYTIQUE' | 330.0E-5 | 0,1 |
| 3.0 | BARR1/1 | EPVC/EPTHER_L | 'ANALYTIQUE' | 220.0E-5 | 0,1 |



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

| Instant | Maille/Point | Champ/Composante | Type de référence | Valeur de référence | Tolérance (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | BARR1/1 | EPME/EPXX | 'ANALYTIQUE' | -1.0E-3 | 0,1 |
| 2.0 | BARR1/1 | EPME/EPXX | 'ANALYTIQUE' | -22.0E-4 | 0,1 |
| 3.0 | BARR1/1 | EPME/EPXX | 'ANALYTIQUE' | 0. | 0,1 |

**Calcul non-linéaire :**

| Instant | Maille/Point | Champ/Composante | Type de référence | Valeur de référence | Tolérance (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | BARR1/1 | SIEF/SIXX | 'NON_REGRESSION' | - | - |
| 1.0 | BARR1/1 | EPME/EPXX | 'NON_REGRESSION' | - | - |
| 1.0 | BARR1/1 | EPSP/EPXX | 'NON_REGRESSION' | - | - |



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

# 5 Synthèse des résultats

Les résultats fournis par *Code_Aster* sont en excellent accord avec la solution analytique.



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