SSNL111 - Trois barres thermo-élastoplastiques Von Mises parfait

Résumé :

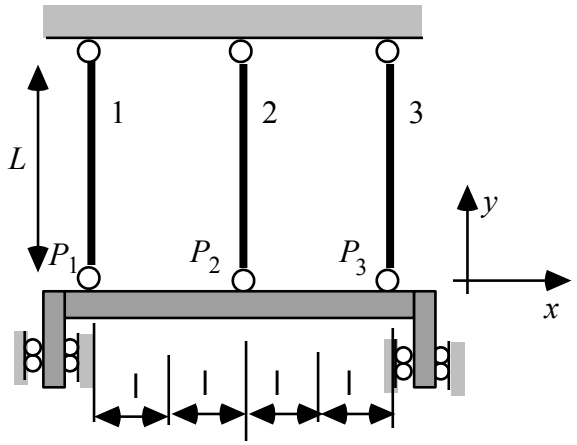
Ce test quasi-statique entre dans le cadre de la validation des relations de comportement élastoplastique.
Trois barres thermo-élastoplastiques parfaites, parallèles, rotulées sur un support rigide à une extrémité et rotulées sur une barre rigide à l'autre, subissent un chargement thermique externe.

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

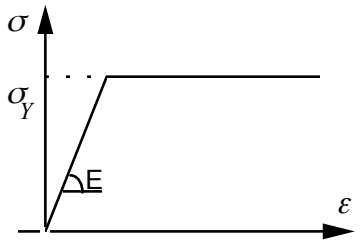
1.1 Géométrie



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
ν = 0.3
σ_Y = 200 MPa
α = 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

σ_{yy} en $P1$, $P2$, $P3$.

Modélisation B

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

2.3 Références bibliographiques

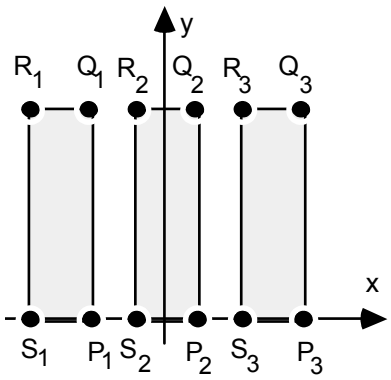
- S. ANDRIEUX : TD 1 Trois barres thermoélastoplastiques Von Mises parfait. In « Initiation à la thermoplasticité dans le Code_Aster », HI-74/96/013 novembre 1996 (manuel de référence du cours).

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 %
σ_{yy}	1	*P1*	–200	–200.00000	0
σ_{yy}		*P2*	100	100.00000	0
σ_{yy}		*P3*	100	100.00000	0
σ_{yy}	2	*P1*	–200	–200.00036	1.8 E–4
σ_{yy}		*P2*	100	100.00017	1.7 E–4
σ_{yy}		*P3*	100	100.00017	1.7 E–4
σ_{yy}	3	*P1*	20	19.99978	–1.1 E–3
σ_{yy}		*P2*	–120	–119.99989	–0.8 E–4
σ_{yy}		*P3*	100	100.00010	1 E–4
σ_{yy}	4	*P1*	200	200.00060	3 E–4
σ_{yy}		*P2*	–100	–100.00008	0.8 E–4
σ_{yy}		*P3*	–100	–100.00008	0.8 E–4
σ_{yy}	5	*P1*	200	200.00002	0.1 E–4
σ_{yy}		*P2*	–100	–100.00011	1.1 E–4
σ_{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)