SSNP107 - Plaque en traction-cisaillement : viscoélasticité de Lemaître et écrouissage isotrope

Résumé :

Ce test de mécanique quasi-statique non linéaire consiste à charger en traction-cisaillement une plaque carrée. On valide ainsi l'enchaînement de plusieurs calculs avec alternativement une loi de comportement plastique avec écrouissage isotrope et une loi de comportement viscoélastique de Lemaître, la valeur des variables internes (déformation plastique cumulée et indicateur de charge (décharge) à la fin d'un calcul étant reprise au début du calcul suivant. Le chargement reste radial sur l'ensemble du test.

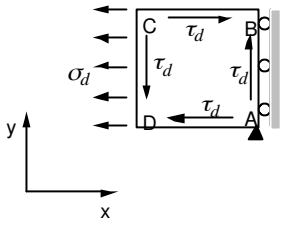
La plaque est modélisée par un élément volumique (HEXA8).

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Plaque carrée



1.2 Propriétés de matériaux

Ces propriétés varient selon l'intervalle de temps considéré :

1) pour $0 \le t \le 30\ s$ et $3630 \le t \le 3660\ s$

$E = 178\,600\ MPa$

$\nu = 0.3$

Plasticité avec écrouissage isotrope linéaire :

$\sigma_y = 120\ MPa$ $\quad$ $\mathrm{D_SIGM_EPSI} = 1930\ MPa$

1) pour $30 \le t \le 3630\ s$ et $3660 \le t \le 7260\ s$

$E = 178\,600\ MPa$

$\nu = 0.3$

Relation de comportement viscoélastique de Lemaître :

$$n = 11 \frac{1}{K} = 810^{-4} (K = 1250) \frac{1}{m} = 0.17857 (m = 5.6)$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

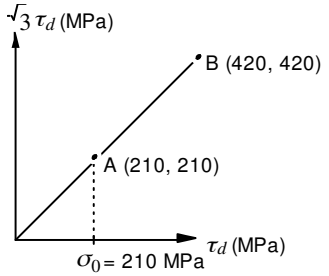
Sur A : $u_x = u_y = 0$

Sur le côté AB : $u_x = 0$

Chargement ci-dessous ($t = 0$ en 0)

Trajets OA et AB , de durée 30 secondes.

Temps de maintien en A et B de 3600 secondes.



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

Intégration explicite : la déformation plastique cumulée p s'écrit :

à $t=30s$: $$p=\frac{\sigma_0\sqrt{2}-\sigma_y}{R}$$

$30\leq t\leq 3630$: $$p=\left(\frac{\sigma_0\sqrt{2}}{K}\right)^n\frac{n+m}{m}(t-30)+\left(\frac{\sigma_0\sqrt{2}-\sigma_y}{R}\right)^{\frac{n+m}{m}}\Bigg)^{\frac{m}{n+m}}$$

à $t=3660s$: $$p=\frac{2\sigma_0\sqrt{2}-\sigma_y}{R}$$

$3660\leq t\leq 7260$: $$p=\left(\left(\frac{2\sigma_0\sqrt{2}}{K}\right)^n\frac{n+m}{m}(t-3660)+\left(\frac{2\sigma_0\sqrt{2}-\sigma_y}{R}\right)^{\frac{n+m}{m}}\right)^{\frac{m}{n+m}}$$

avec $R=\frac{E.\text{D_SIGM_EPSI}}{E-\text{D_SIGM_EPSI}}$

A tout instant t, on a :

$$\varepsilon_p(t)=p\frac{\sqrt{2}}{2}\begin{pmatrix}1 & \frac{\sqrt{3}}{2} & 0\\ \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0\\ 0 & 0 & -\frac{1}{2}\end{pmatrix}$$

2.2 Résultats de référence

ε_{p-xx} et ε_{p-xy} aux instants $t=3630\,s$, $t=3660\,s$ et $t=3720\,s$

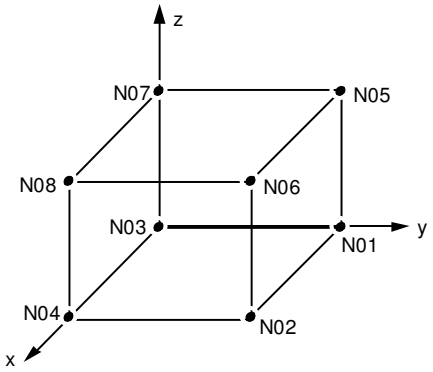
2.3 Incertitude sur la solution

Aucune solution analytique.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



Tous les champs étant uniformes (indépendants de l'espace), on prend un HEXA8 et le calcul est néanmoins équivalent à celui d'une plaque en contraintes planes.

Le chargement et les conditions aux limites sont modélisés par :

1) des conditions de blocage adaptées à la fois pour empêcher tout mouvement de corps rigide et permettre l'uniformité des champs,
2) des forces nodales :

FX: $-\frac{1}{4}\sigma_d(t)$, FY: $-\frac{1}{4}\tau_d(t)$ sur les nœuds 1, 3, 5, 7

FX: $-\frac{1}{4}\tau_d(t)$ sur les nœuds 3, 4, 7, 8

FY: $\frac{1}{4}\tau_d(t)$ sur les nœuds 2, 4, 6, 8

FX: $\frac{1}{4}\tau_d(t)$ sur les nœuds 1, 2, 5, 6

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8
Nombre de mailles et types : 1 HEXA8

3.3 Grandeurs testées et résultats

Variables	Instants (s)	Référence	*Aster*	% différence
ε_{p-xx}	3630	$9.06364\ 10^{-2}$	$9.06373\ 10^{-2}$	0.001
ε_{p-xy}	3630	$7.84935\ 10^{-2}$	$7.84942\ 10^{-2}$	0.001
ε_{p-xx}	3660	$1.71775\ 10^{-1}$	$1.717749\ 10^{-1}$	$7.69\ 10^{-5}$
ε_{p-xy}	3660	$1.48761\ 10^{-1}$	$1.48761\ 10^{-1}$	$2.68\ 10^{-4}$
ε_{p-xx}	3720	$2.80733\ 10^{-1}$	$2.80909\ 10^{-1}$	0.063
ε_{p-xy}	3720	$2.43122\ 10^{-1}$	$2.43274\ 10^{-1}$	0.063

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus par *Code_Aster* sont très proches de la solution de référence.

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