SSNP101 - Plaque en traction-cisaillement : viscoélasticité de Lemaître (D_PLAN)

Résumé :

Ce test de mécanique quasi-statique non linéaire consiste à charger en traction-cisaillement une plaque carrée.

On valide ainsi les relations de comportement de viscoélasticité non linéaire en déformations planes pour un chargement non radial.

La modélisation A valide en $2\mathrm{D}$ D_PLAN la loi de Lemaître et la loi VISC_ENDO_LEMA, pour laquelle les paramètres sont ajustés pour que l'endommagement soit nul.

La modélisation B valide la loi VISC_TAHERI en $2\mathrm{D}$ D_PLAN, dans laquelle les paramètres sont ajustés pour que l'effet de plasticité et de rochet soient annihilés

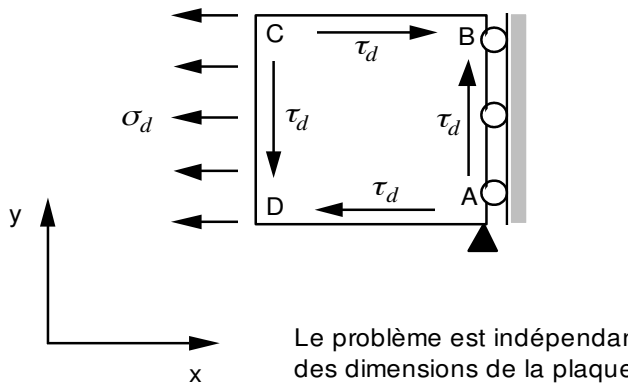
Les résultats obtenus par Code_Aster sont très proches de la solution de référence.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Plaque carrée



Le problème est indépendar
des dimensions de la plaque

1.2 Propriétés de matériaux

Les paramètres élastiques isotropes du modèle sont :

$E=178\,600\,MPa \quad \nu=0.3$

Relation de comportement viscoélastique de Lemaître

$n=11 \qquad \frac{1}{K}=3.28410^{-4} \ (\ K=3045\ ) \qquad \frac{1}{m}=0.17857 \quad (\ m=5.6\ )$

Relation de comportement VISC_ENDO_LEMA (pas d'endommagement) $A_D=100000.0$

Relation de comportement VISC_TAHERI (pas de plasticité)

$R_0=0.001 \quad \alpha=0 \ , \ M=1 \ , \ A=0 \ , \ B=0 \ , \ C_1=0 \ , \ C_{INF}=0 \ , \ S=900$

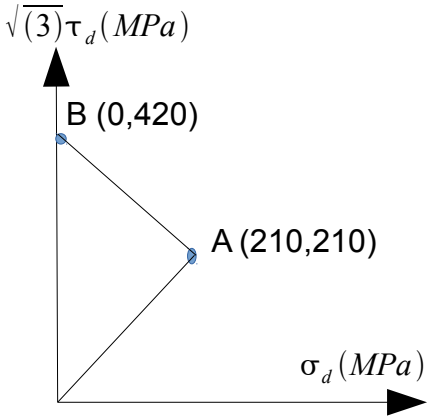
1.3 Conditions aux limites et chargements

En A : $u_x=u_y=0$

Sur le côté AB : $u_x=0$

Chargement ci-dessous : 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

Calcul 3D de Code_Aster effectué avec un élément HEXA8 dont tous les nœuds ont un déplacement imposé nul selon Oz . Cela permet de constituer une référence pour le cas des déformations planes (dans le plan (Ox, Oy)), où l'on ne dispose pas d'une solution analytique ou de résultats d'autres codes de calcul.

Le fonctionnement en $3D$ de la viscoélasticité non-linéaire de Lemaître a lui-même été validé à l'aide du test SSNP05A.

2.2 Résultats de référence

$\varepsilon_{v_{xx}}$ et $\varepsilon_{v_{xy}}$ aux instants $t=30\,s$, $t=3630\,s$, $t=3660\,s$ et $t=3720\,s$

2.3 Incertitude sur la solution

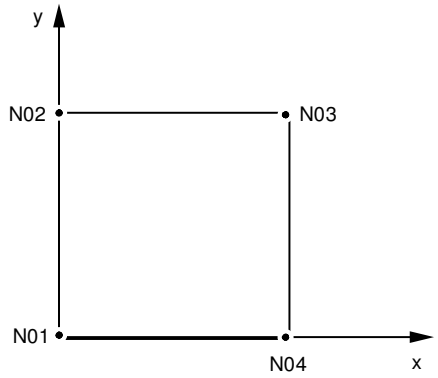
Incertitude inférieure à 0.5%

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Un seul élément s'appuyant sur une maille QUAD4, en D_PLAN.



Le chargement et les conditions aux limites sont modélisés par :

```
DDL_IMPO: (NOEUD: N04, DX: 0., DY:0.)
DDL_IMPO: (NOEUD: N03, DX: 0.)
```

FORCE_NODALE: (NOEUD; (N01 N02), FX: $-\frac{1}{2}\sigma_d(t)$, FY: $-\frac{1}{2}\tau_d(t)$)

FORCE_NODALE: (NOEUD; (N01 N04), FX: $-\frac{1}{2}\tau_d(t)$)

FORCE_NODALE: (NOEUD; (N03 N04), FY: $\frac{1}{2}\tau_d(t)$)

FORCE_NODALE: (NOEUD; (N02 N03), FX: $\frac{1}{2}\tau_d(t)$)

où $\sigma_d(t)$ et $\tau_d(t)$ sont les fonctions positives définies plus haut [§1.3].

3.2 Grandeurs testées et résultats

Comportement LEMAITRE (THETA=0.5)

Variables	Instants (s)	Référence	*Tolérance*
$\varepsilon_{v_{xx}}$	30	1.7620 10–4	0.5%
$\varepsilon_{v_{xy}}$	30	1.81585 10–4	0.5%
$\varepsilon_{v_{xx}}$	3630	1.9030 10–3	0.5%
$\varepsilon_{v_{xy}}$	3630	2.0789 10–3	0.5%
$\varepsilon_{v_{xx}}$	3660	1.9130 10–3	0.5%
$\varepsilon_{v_{xy}}$	3660	2.1906 10–3	0.5%
$\varepsilon_{v_{xx}}$	3720	1.8740 10–3	0.5%
$\varepsilon_{v_{xy}}$	3720	3.1813 10–3	0.5%

Comportement VISC_ENDO_LEMA (avec une discrétisation temporelle 10 fois plus fine)

Variables	Instants (s)	Référence	Tolérance
$\varepsilon_{v_{xx}}$	30	1.762 10–4	0.7%

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

$\varepsilon_{\nu_{xy}}$	30	$1.816\ 10^{-4}$	0.7%

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Identique à la modélisation A. Seule la loi de comportement change : ici la loi est VISC_TAHERI.

4.2 Grandeurs testées et résultats

Comportement VISC_TAHERI (avec une discrétisation temporelle 10 fois plus fine que LEMAITRE)

Variables	Instants (s)	Référence	*Tolérance*
$\varepsilon_{v_{xx}}$	30	$1.762\ 10^{-4}$	1,00%
$\varepsilon_{v_{xy}}$	30	$1.816\ 10^{-4}$	1,00%
$\varepsilon_{v_{xx}}$	3630	$1.9030\ 10^{-3}$	1,00%
$\varepsilon_{v_{xy}}$	3630	$2.0789\ 10^{-3}$	1,00%
$\varepsilon_{v_{xx}}$	3660	$1.9130\ 10^{-3}$	1,00%
$\varepsilon_{v_{xy}}$	3660	$2.1906\ 10^{-3}$	1,00%
$\varepsilon_{v_{xx}}$	3720	$1.8740\ 10^{-3}$	1,00%
$\varepsilon_{v_{xy}}$	3720	$3.1813\ 10^{-3}$	1,00%

Remarque : on utilise la méthode de Brent pour la résolution de la loi de comportement.

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

5 Synthèse des résultats

Ce test valide en $2D$ déformation plane les 3 lois de comportement LEMAITRE, VISC_ENDO_LEMA (sans endommagement) et VISC_TAHERI (sans plasticité) dont les équations relatives à la viscosité sont régies par la loi de Lemaître. Les écarts entre les modèles sont inférieurs à 1%.

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