
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 2D D_PLAN la loi de Lemaître et la loi VISC_ENDO_LEMA, pour laquelle les paramètres sont ajustés pour que l'endommagement soit nul.

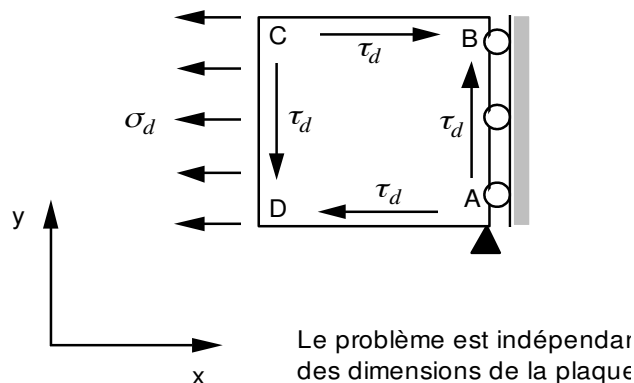
La modélisation *B* valide la loi VISC_TAHERI en 2D D_PLAN, dans laquelle les paramètres sont ajustés pour que l'effet de plasticité et de rochet soient annihilés

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Plaque carrée



1.2 Propriétés de matériaux

Les paramètres élastiques isotropes du modèle sont :

$$E = 178600 \text{ MPa} \quad \nu = 0.3$$

Relation de comportement viscoélastique de Lemaître

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

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

Relation de comportement VISC_TAHERI (pas de plasticité)

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

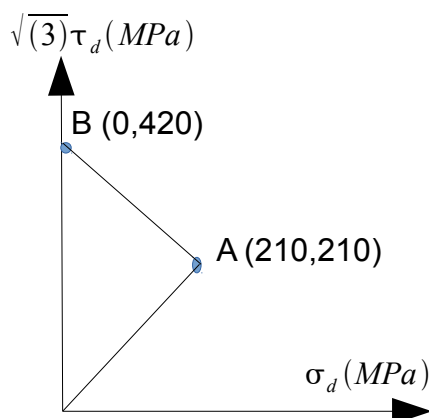
1.3 Conditions aux limites et chargements

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.



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 $t=30\text{ s}$, $t=3630\text{ s}$, $t=3660\text{ s}$ et $t=3720\text{ s}$

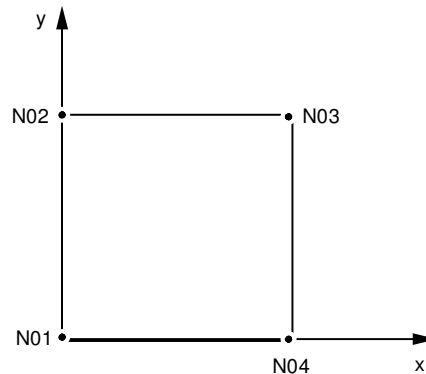
2.3 Incertitude sur la solution

Incertitude inférieure à 0.5%

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 | $1.7620 \cdot 10^{-4}$ | 0.5% |
| $\varepsilon_{v_{yy}}$ | 30 | $1.81585 \cdot 10^{-4}$ | 0.5% |
| $\varepsilon_{v_{xx}}$ | 3630 | $1.9030 \cdot 10^{-3}$ | 0.5% |
| $\varepsilon_{v_{yy}}$ | 3630 | $2.0789 \cdot 10^{-3}$ | 0.5% |
| $\varepsilon_{v_{xx}}$ | 3660 | $1.9130 \cdot 10^{-3}$ | 0.5% |
| $\varepsilon_{v_{yy}}$ | 3660 | $2.1906 \cdot 10^{-3}$ | 0.5% |
| $\varepsilon_{v_{xx}}$ | 3720 | $1.8740 \cdot 10^{-3}$ | 0.5% |
| $\varepsilon_{v_{yy}}$ | 3720 | $3.1813 \cdot 10^{-3}$ | 0.5% |

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

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

| | | | |
|------------------------|----|-----------------------|------|
| $\varepsilon_{v_{33}}$ | 30 | $1.816 \cdot 10^{-4}$ | 0.7% |
|------------------------|----|-----------------------|------|

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 | $1.762 \cdot 10^{-4}$ | 1,00% |
| $\varepsilon_{v_{yy}}$ | 30 | $1.816 \cdot 10^{-4}$ | 1,00% |
| $\varepsilon_{v_{xx}}$ | 3630 | $1.9030 \cdot 10^{-3}$ | 1,00% |
| $\varepsilon_{v_{yy}}$ | 3630 | $2.0789 \cdot 10^{-3}$ | 1,00% |
| $\varepsilon_{v_{xx}}$ | 3660 | $1.9130 \cdot 10^{-3}$ | 1,00% |
| $\varepsilon_{v_{yy}}$ | 3660 | $2.1906 \cdot 10^{-3}$ | 1,00% |
| $\varepsilon_{v_{xx}}$ | 3720 | $1.8740 \cdot 10^{-3}$ | 1,00% |
| $\varepsilon_{v_{yy}}$ | 3720 | $3.1813 \cdot 10^{-3}$ | 1,00% |

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

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% .