

SSNV101 - Essai de traction cisaillement avec les modèle de Chaboche

Résumé :

Problème d'évolution quasi statique non linéaire de mécanique des structures.

Analyse de la réponse d'un élément de volume à un chargement de traction-cisaillement qui impose un état de contrainte-déformation uniforme.

Il y a 4 modélisations :

Modélisation A : test 3D avec VMIS_CIN2_CHAB

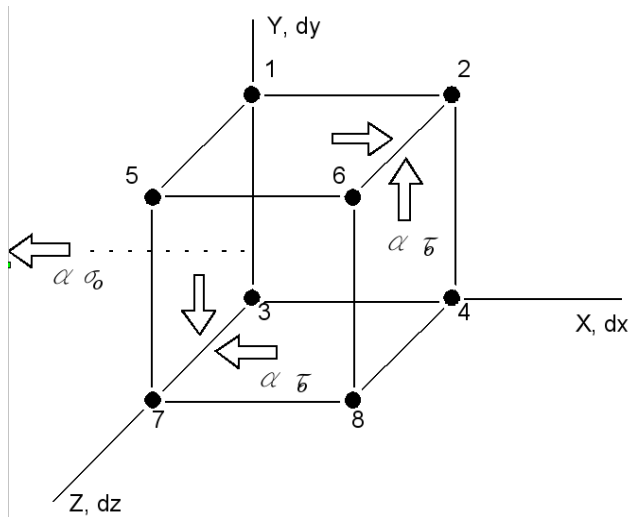
Modélisation B : test C_PLAN avec VMIS_CIN2_CHAB

Modélisation C : test 3D avec VISC_CIN1_CHAB et VISC_CIN2_CHAB

Modélisation D : test D_PLAN avec VISC_CIN1_CHAB et VISC_CIN2_CHAB

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



FACE YZ : (1,3,5,7)
FACE XZ : (3,4,7,8)
FACE 1YZ : (2,4,6,8)
FACE 1XZ : (1,2,5,6)

$\alpha \tau_0$ cisaillement $\begin{cases} \text{FACE 1XZ} \\ \text{FACE 1YZ} \end{cases}$

$\alpha \tau_0$ pression FACE YZ

$\alpha(t)$ fonction effort

1.2 Propriétés matériaux

élasticité isotrope

$E = 145\,200 \text{ MPa}$

$\nu = 0.3$

plasticité Chaboche

$R_0 = 87 \text{ MPa}$

$CI_1 = 187. * 341.$

$R_i = 151 \text{ MPa}$

$C2_1 = 29. * 17184.$

$b = 2.3$

$GI_0 = 341.$

$K = 0.43$

$G2_0 = 17184.$

$W = 6.09$

1.3 Conditions aux limites et chargements

N04 $dx = dy = 0.$

Face YZ : $FX = FY = -F(t)$

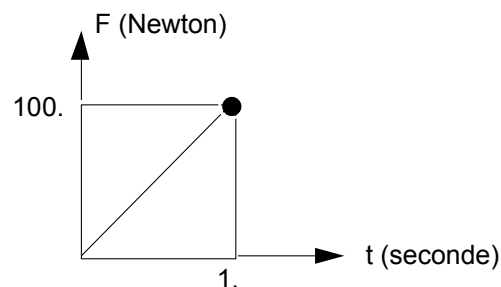
N08 $dx = dy = dz = 0.$

Face XZ : $FX = -F(t)$

N02 , N06 $dx = 0.$

Face 1YZ : $FY = F(t)$

Face 1XZ : $FX = F(t)$



1.4 Conditions initiales

Contraintes et déformations nulles à $t=0$.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Dans le cas particulier de traction cisaillement imposé,

$$\sigma(t) = \alpha(t) \begin{bmatrix} \sigma_0 & \tau_0 & 0 \\ \tau_0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad X_i = \alpha(t) \begin{bmatrix} x_i & y_i & 0 \\ y_i & -x_i/2 & 0 \\ 0 & 0 & -x_i/2 \end{bmatrix} \quad \text{et} \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon & \gamma & 0 \\ \gamma & \varepsilon_i & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_i \end{bmatrix} \quad i=1,2$$

(X_i contrainte d'écoulement cinématique)

on peut écrire le modèle de Chaboche (VISC_CIN2_CHAB) sous la forme d'un système de 7 équations différentielles ordinaires en $\begin{cases} y = (\varepsilon, \gamma, x_1, x_2, y_1, y_2, p) \\ F(y, t) \dot{y} = g(y, t) \end{cases}$.

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{\varepsilon} - \dot{\alpha} \frac{\sigma_0}{E} = \dot{p} \left(\alpha \sigma_0 - \frac{3}{2} (x_1 + x_2) \right) / R(p) \\ \dot{\gamma} - \dot{\alpha} \frac{\tau_0}{2\mu} = \frac{3}{2} \dot{p} (\alpha \tau_0 - (y_1 + y_2)) / R(p) \\ \dot{x}_i = \left(\frac{2}{3} C_i \left(\dot{\varepsilon} - \dot{\alpha} \frac{\sigma_0}{E} \right) - \gamma_i x_i \dot{p} \right) \quad i=1,2 \\ \dot{y}_i = \left(\frac{2}{3} C_i \left(\dot{\gamma} - \dot{\alpha} \frac{\tau_0}{2\mu} \right) - \gamma_i y_i \dot{p} \right) \quad i=1,2 \\ 0 = \left(\dot{\alpha} \sigma_0 - \frac{3}{2} (\dot{x}_1 + \dot{x}_2) \right) \left(\alpha \sigma_0 - \frac{3}{2} (x_1 + x_2) \right) \\ \quad + 3 (\dot{\alpha} \tau_0 - (\dot{y}_1 + \dot{y}_2)) (\alpha \tau_0 - (y_1 + y_2)) - \dot{p} R(p) \frac{\partial R}{\partial p} \end{array} \right.$$

avec, à $t=0$:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_0 = R_0 / \sqrt{\sigma_0^2 + 3\tau_0^2} \quad \text{car seuil } f=0 \\ \varepsilon_0 = \alpha_0 \sigma_0 / E \\ \gamma_0 = \alpha_0 \tau_0 / 2\mu \\ x_{10} = x_{20} = y_{10} = y_{20} = p_0 = 0 \end{array} \right.$$

et on impose $\alpha(t) = \alpha_0 + t$. Ce système est résolu numériquement par une 'Backward difference formula' à l'aide de la bibliothèque scientifique NAG (modélisations A et B). Les modélisations C et D n'ont pas de solution de référence (non régression).

2.2 Résultats de référence

Avec le chargement imposé, on a $\alpha_0 = 0.435$. On compare les valeurs de référence de ε, γ, p , qui doivent être identiques à la solution Code_Aster en tous les nœuds à l'instant $t = 1.435 \text{ sec}$.

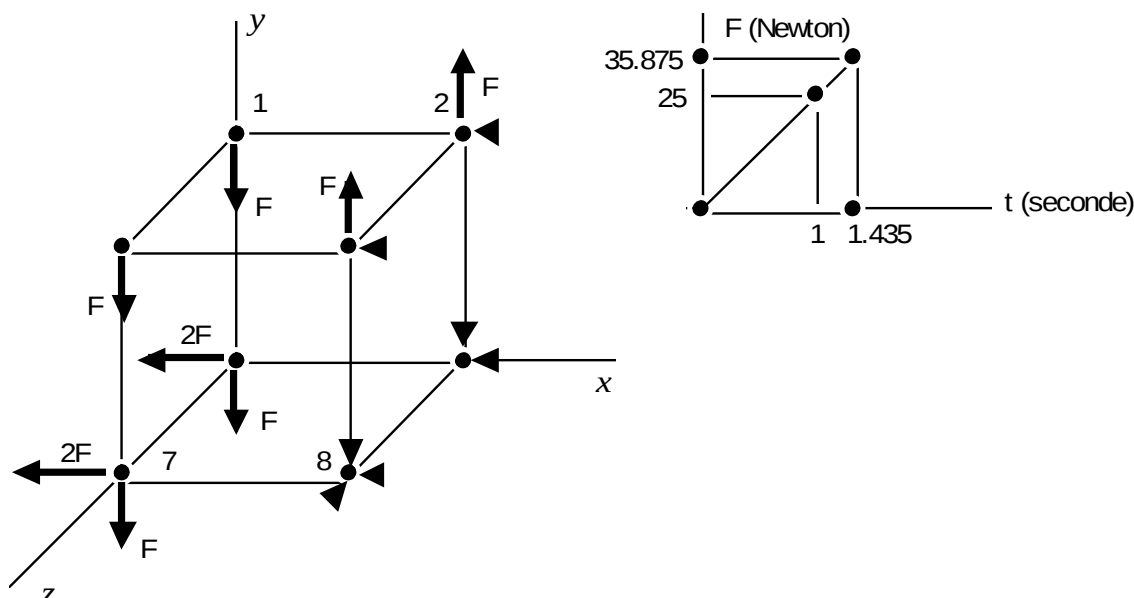
2.3 Incertitude sur la solution

Incertitude de NAG : la résolution est effectuée avec 218 incréments calculés automatiquement.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D :



3.2 Caractéristiques du maillage

1 HEXA8.

3.3 Grandeurs testées et résultats

ε , γ , p et σ_{11} sont des valeurs initialement aux points de Gauss, puis transférées par élément aux nœuds (ELNO) :

Identification					Référence	Test	Tolérance
ε	sur nœud	<i>NO1</i>	pour	9.7090E-002	NON_DEFINI	1,1 % (relatif)	
NUME_ORDRE= 1 3							
γ	sur nœud	<i>NO1</i>	pour	1.4540E-001	NON_DEFINI	1,1 % (relatif)	
NUME_ORDRE= 1 3							
σ_{11}	sur nœud	<i>NO1</i>	pour	1.4350E+002	NON_DEFINI	0,1 % (relatif)	
NUME_ORDRE= 1 3							
p	sur nœud	<i>NO1</i>	pour	1.9220E-001	NON_DEFINI	1,1 % (relatif)	
NUME_ORDRE= 1 3							

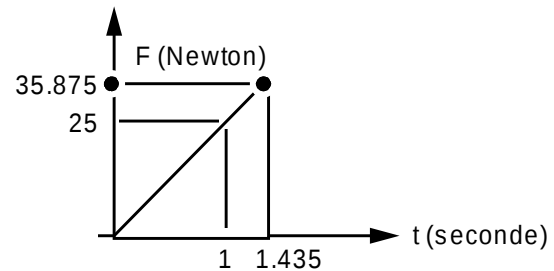
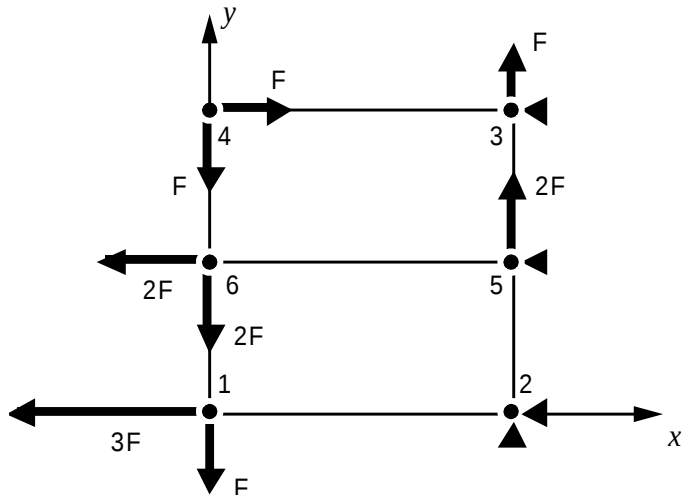
On teste également les paramètres de la structure de données résultats :

	Identification	Référence	Test	Tolérance
INST	pour NUME_ORDRE= 1 3	1.435000	NON_DEFINI	0,10 %

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation en contraintes planes



4.2 Caractéristiques du maillage

2 mailles QUAD4.

4.3 Grandeurs testées et résultats

ε , γ et σ_{11} sont des valeurs initialement aux points de Gauss, puis transférés par élément aux nœuds (ELNO) :

Identification				Référence	Test	Tolérance
ε	sur nœud	NO1	pour	9.7090E-002	NON_DEFINI	2,0 % (relatif)
$INST=1,435$						
ε	sur nœud	NO5	pour	9.7090E-002	NON_DEFINI	2,0 % (relatif)
$INST=1,435$						
γ	sur nœud	NO1	pour	1.4540E-001	NON_DEFINI	1,1 % (relatif)
$INST=1,435$						
γ	sur nœud	NO5	pour	1.4540E-001	NON_DEFINI	1,1 % (relatif)
$INST=1,435$						
σ_{11}	sur nœud	NO1	pour	1.4350E+002	NON_DEFINI	0,1 % (relatif)
$INST=1,435$						
σ_{11}	sur nœud	NO5	pour	1.4350E+002	NON_DEFINI	0,1 % (relatif)
$INST=1,435$						

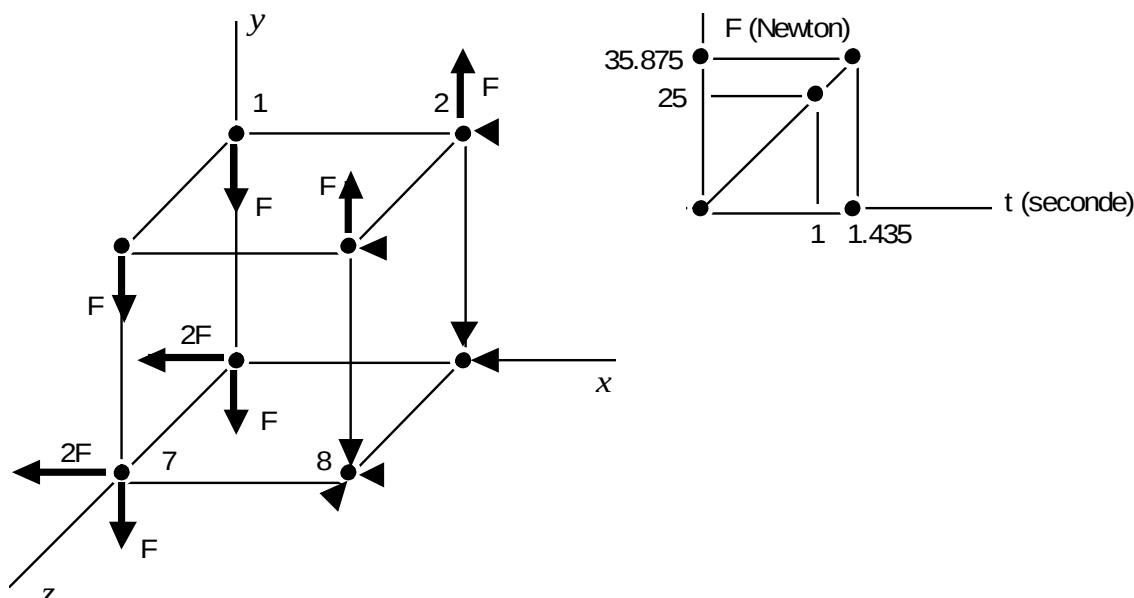
4.4 Remarques

Les valeurs des cisaillements sont multipliées par $\sqrt{2}$ dans l'affichage des résultats des variables internes.

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D :



5.2 Caractéristiques du maillage

1 HEXA8.

5.3 Grandeurs testées et résultats

Référence : non régression, et inter-comparaison VISC_CIN1_CHAB - VISC_CIN2_CHAB. A discrétisation temporelle donnée, les résultats sont identiques :

σ_{11} , γ , p et σ_{11} sont des valeurs initialement aux points de Gauss, puis transférées par élément aux nœuds (ELNO). Cas de la loi VMIS_CIN1_CHAB :

Identification				Référence	Test	Tolérance
ε	sur nœud	NO1	pour	5.1250E-002	NON_DEFINI	0,1 % (relatif)
INST=1,435						
γ	sur nœud	NO1	pour	7,6677 E-00 2	NON_DEFINI	0,1 % (relatif)
INST=1,435						
σ_{11}	sur nœud	NO1	pour	1.4350E+002	NON_DEFINI	0,1 % (relatif)
INST=1,435						
p	sur nœud	NO1	pour	1, 00523 E-001	NON_DEFINI	0,1 % (relatif)
INST=1,435						

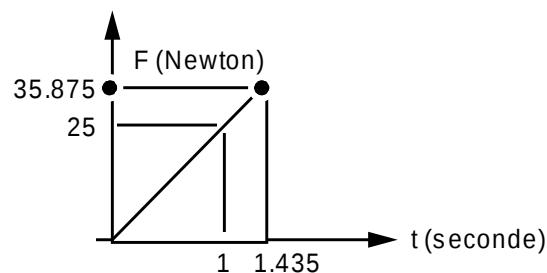
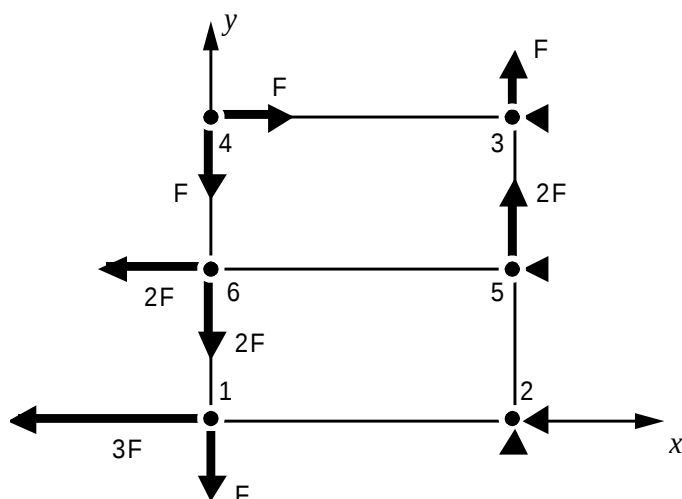
On teste ensuite la loi VMIS_CIN1_CHAB avec $C2_I=0.$ et $G2_0=0.$, ce qui équivaut à la loi

Identification				Référence	Test	Tolérance
ε	sur nœud	NO1	pour	9,7090E-002	NON_DEFINI	0,1 % (relatif)
INST=1,435						
ε	sur nœud	NO5	pour	9,7090E-002	NON_DEFINI	0,1 % (relatif)
INST=1,435						
γ	sur nœud	NO1	pour	1,4540E-001	NON_DEFINI	2,0 % (relatif)
INST=1,435						
γ	sur nœud	NO5	pour	1,4540E-001	NON_DEFINI	2,0 % (relatif)
INST=1,435						
σ_{11}	sur nœud	NO1	pour	1.4350E+002	NON_DEFINI	1,1 % (relatif)
INST=1,435						
σ_{11}	sur nœud	NO5	pour	1.4350E+002	NON_DEFINI	1,1 % (relatif)
INST=1,435						

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation en déformations planes



6.2 Caractéristiques du maillage

2 mailles QUAD4.

6.3 Grandeurs testées et résultats

Test de non régression.

Identification	Référence	Aster	% différence
ε	0.015329	0.015329	0
γ	0.030066	0.030066	0
p	0.037161	0.037161	0
σ_{11}	143.5000	143.5	0

6.4 Remarques

Les valeurs des cisaillements sont multipliées par $\sqrt{2}$ dans l'affichage des résultats des variables internes.

7 Synthèse des résultats

Bonne précision (modélisation A et B) lors de la comparaison des résultats, malgré le nombre d'incrémentes très différents pour NAG (218) et Code_Aster (12).

Pour les modélisations C et D, on vérifie la cohérence des modèles entre eux.