

Manuel de Validation
Fascicule V6.04 : Statique non linéaire des structures volumiques
Document V6.04.118

SSNV118 - Essai de traction cisaillement avec le modèle viscoplastique de Chaboche

Résumé :

Problème quasi statique non linéaire de mécanique des structures en transitoire.

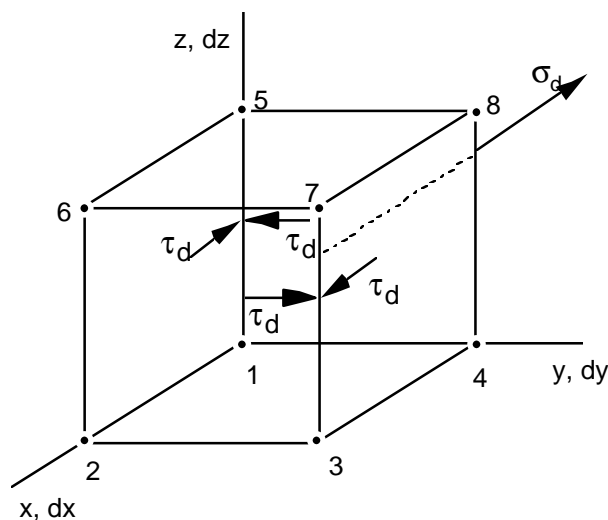
Analyse de la réponse d'un élément de volume à un chargement de traction-cisaillement qui impose un état de contrainte-déformation uniforme.

Sur un problème identique, on effectue deux modélisations pour tester la prise en compte des paramètres constants ou dépendant de la température et l'intégration avec une matrice tangente ou élastique.

Ce test valide l'intégration numérique du modèle de comportement élastoviscoplastique de Chaboche prenant en compte le phénomène de mémorisation de l'écrouissage.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



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

σ_d : pression imposée
 τ_d : cisaillement imposé

1.2 Propriétés de matériaux

Elasticité isotrope $E = 145\,000\text{ MPa}$ $\nu = 0.3$
 Viscoplasticité modèle VISCOCHAB

k	35 MPa	B	12	ETA	0.04	C2	65000 MPa
A_K	1.	M_R	2	C1	1950 MPa	M_2	4
A_R	0.65	G_R	210^{-7}	M_1	4	D2	$0.552 \cdot 10^{-1}$
K_0	70 MPa S ^{1/N}	MU	19	D1	$0.397 \cdot 10^{-3}$	G_X2	$1 \cdot 10^{-12}$ MPa·m ¹ S ⁻¹
N	24	Q_M	460	G_X1	$2 \cdot 10^{-13}$ MPa·m ¹ S ⁻¹	G2_0	1300 MPa
ALP	0 MPa	Q_0	40 MPa	G1_0	50 MPa	A_I	0.5
		QR_0	200 MPa				

1.3 Conditions aux limites et chargements

N6 $dx = dy = dz = 0$

Face XZ : $F_X = -\tau_d/4$

N7 $dx = dy = 0$

Face YZ : $F_Y = -\tau_d/4$, $F_X = -\sigma_d/4$

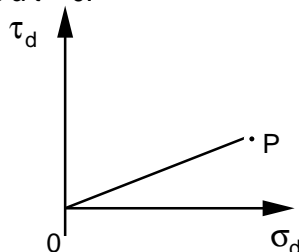
N2, N3 $dy = 0$

Face 1XZ : $F_X = \tau_d/4$

Face 1YZ : $F_Y = \tau_d/4$, $F_Z = \sigma_d/4$

1.4 Conditions initiales

Contraintes et déformations nulles à $t = 0$.



$\sigma_d(t)$ et $\tau_d(t)$ linéaires, le point P étant atteint en 10 s avec $\sigma_d(10) = 150\text{ MPa}$ et $\tau_d(10) = 60\text{ MPa}$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

On utilise pour établir la solution de référence le logiciel SIDOLO qui permet la simulation et l'identification de lois de comportement.

Les équations du modèle sont écrites par l'utilisateur en Fortran sous forme d'un système d'équations différentielles du premier ordre, résolu par une méthode de Runge Kutta d'ordre 4 à pas adaptatif.

2.2 Résultats de référence

$\sigma_{xx}, \sigma_{xy}, \varepsilon_{xx}, \varepsilon_{xy}, X1_{xx}, X2_{xx}, p, R, q, \xi_{xx}$ à l'instant $P(t = 10 \text{ s})$ ou $X1$ et $X2$ sont les variables d'écouissage cinématique, p la déformation plastique cumulée, $R(p, q)$ la variable d'écouissage isotrope et ξ la variable interne permettant la prise en compte de la mémoire de l'écouissage.

2.3 Incertitude sur la solution

Incrtitude de SIDOLO.

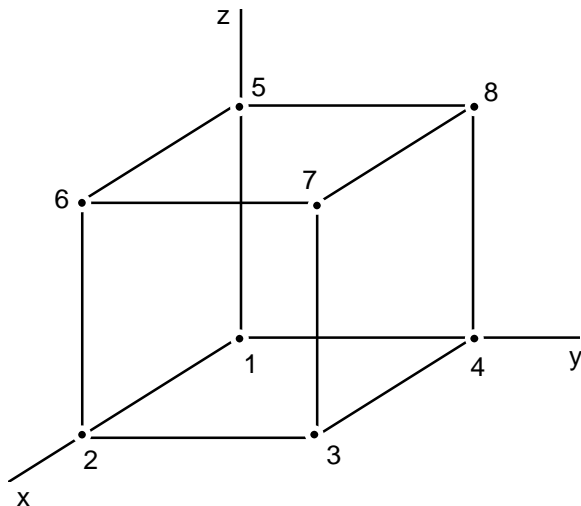
2.4 Références bibliographiques

- [1] SIDOLO, version 2.3, Notice d'utilisation, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Centre des Matériaux, septembre 1995.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D



3.2 Caractéristiques du maillage

1 HEXA8

3.3 Fonctionnalités testées

Commande	Mot-clé facteur	Mot-clé simple	Argument	Clés
DEFI_MATERIAU	VISCOCHAB			[U4.23.01]
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	'VISCOCHAB'	[U4.32.01]
	NEWTON	MATRICE	'TANGENTE'	
	NEWTON	ITER_LINE_MAXI	5	
	CONVERGENCE	ITER_INTE_PAS	10	

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
σ_{xx}	150	149.991	-0.006
σ_{xy}	60	59.949	-0.009
ε_{xx}	1.49455 E-2	1.50735 E-2	0.856
ε_{xy}	0.888452 E-2	0.896134 E-2	0.865
$X1_{xx}$	12.4955	12.4880	-0.060
$X2_{xx}$	30.0352	30.0546	0.065
p	1.69335 E-2	1.70435 E-2	0.709
R	8.36836	8.43440	0.789
q	6.76633 E-4	6.81646 E-4	0.741
ξ_{xx}	1.33485 E-2	1.34492 E-2	0.754

4.2 Remarques

On utilise seulement 11 incréments de temps dans Aster, mais le pas de temps est redécoupé par 10 pour l'intégration locale des équations du modèle.

SIDOLO utilise plusieurs centaines de pas de temps, calculés automatiquement.

4.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.06

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 8 MW

Système :

Temps CPU User :

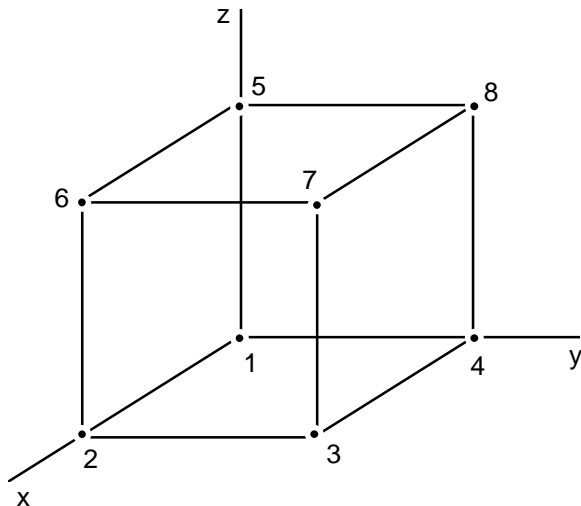
UNICOS

68.8 secondes

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D



5.2 Caractéristiques du maillage

1 HEXA8

5.3 Fonctionnalités testées

Commande	Mot-clé facteur	Mot-clé simple	Argument	Clés
DEFI_MATERIAU	VISCOCHAB_FO			[U4.23.01]
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	'VISCOCHAB_FO'	[U4.32.01]
	NEWTON	MATRICE	'ELASTIQUE'	
	NEWTON	ITER_LINE_MAXI	5	
	CONVERGENCE	ITER_INTE_PAS	15	

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
σ_{xx}	150	149.899	-0.067
σ_{xy}	60	59.969	-0.052
ε_{xx}	1.49455 E-2	1.50922 E-2	0.982
ε_{xy}	0.888452 E-2	0.897261 E-2	0.991
$X1_{xx}$	12.4955	12.4831	-0.100
$X2_{xx}$	30.0352	30.0459	0.035
p	1.69335 E-2	1.69886 E-2	0.385
R	8.36836	8.40477	0.435
q	6.76633 E-4	6.79380 E-4	0.406
ξ_{xx}	1.33485 E-2	1.34060 E-2	0.431

6.2 Remarques

La précision des résultats est du même ordre que pour la modélisation A avec une matrice tangente élastique et un redécoupage plus petit du pas de temps pour l'intégration locale des équations du modèle.

6.3 Paramètres d'exécution

Version :	3.06	Système :	UNICOS
Machine :	CRAY C90	Temps CPU User :	94.5 secondes
Encombrement mémoire :	8 MW		

7 Synthèse des résultats

Les équations du modèle étant fortement non linéaires, il est nécessaire d'utiliser des incréments de temps petits pour obtenir une solution précise.

Sur ce test présentant une géométrie et des conditions aux limites simples, le redécoupage du pas de temps au niveau local permet d'améliorer la précision des résultats sans trop augmenter le temps de calcul.