

Manuel de Validation**Fascicule V6.04 : Statique non linéaire des structures volumiques****Document : V6.04.179**

SSNV179 - Cube sous fluage via la loi `LEMA_SEUIL`

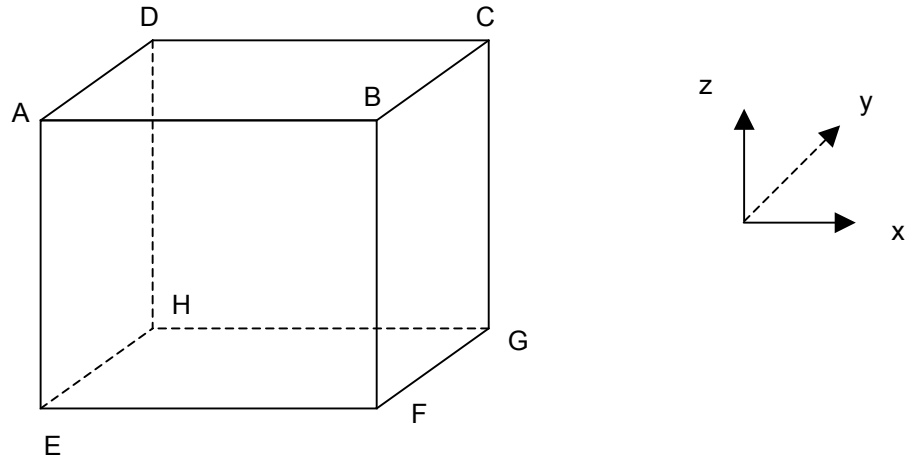
Résumé :

Ce test a pour but de valider la loi `LEMA_SEUIL` dérivée de la loi de `LEMAITRE` classique. En particulier, nous nous attarderons sur l'activation du seuil propre à cette loi. On réalise donc un essai de fluage sur une géométrie simple à savoir ici un cube.

Une modélisation 3D avec des éléments HEXA8 est disponible actuellement.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Coordonnées des points :

A	B	C	D	E	F	G	H
0.	1.	1.	0.	0.	1.	1.	0.
0.	0.	1.	1.	0.	0.	1.	1.
0.	0.	0.	0.	-1.	-1.	-1.	-1.

1.2 Propriétés de matériaux

Propriétés élastiques :

$E = 165000 \text{ MPa}$

$\nu = 0.3$

Propriétés visqueuses :

Loi de LEMA_SEUIL

$A = 14.143 \cdot 10^{-13} \text{ MPa}^{-1} \cdot \text{neutron}^{-1}$

$S = 0.0788 \cdot 10^{10} \text{ MPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Force surfacique :

$F = 220 \text{ MPa}$

Irradiation :

Flux d'irradiation : $1.85 \cdot 10^{15} \text{ neutrons} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Déplacements imposés :

Nœud A : $DX=DY=DZ=0$.

Nœud E : $DX=DY=0$.

Nœud D et nœud H : $DX=0$.

Sur le premier incrément de temps la force passe de 0 à sa valeur maximale 220 MPa linéairement par rapport au temps pour ensuite être maintenue constante sur toute la durée de l'expérience.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Le but de la solution de référence est de calculer analytiquement la valeur du seuil à partir duquel le fluage apparaît.

Quelques résultats de non régression sur les déplacements au dernier pas de temps sont rajoutés pour vérifier la rigidité globale du système.

Pour le calcul analytique du seuil on a :

Tant que la structure reste élastique et du fait des conditions aux limites, le tenseur des contraintes s'écrit :

- Pour le premier pas de temps compris entre 0 et 106 s
 $\sigma_{xx}(t) = 2.2 \cdot 10^{-4} t$, t en seconde et σ_{xx} en MPa. Les autres composantes du tenseur sont nulles.
- Pour les autres pas de temps, $\sigma_{xx} = 220 \text{ MPa}$

Or on a :

$$D = \frac{1}{S} \int_0^t \sigma_{eq}(u) du$$

Soit comme dans ce cas $\sigma_{eq} = \sigma_{xx}$, on obtient de façon immédiate en résolvant $D=1$ la valeur du temps à partir duquel se déclare le fluage : $t_1 = 4.08181818 \cdot 10^6 \text{ s}$

Ainsi pour un temps égal à t_1 , les déformations visqueuses sont nulles et D vaut 1.

2.2 Résultats de référence

Variable interne V1 et V2 au point A, B, C et E ainsi que le déplacement du points B au dernier pas de temps

2.3 Références bibliographiques

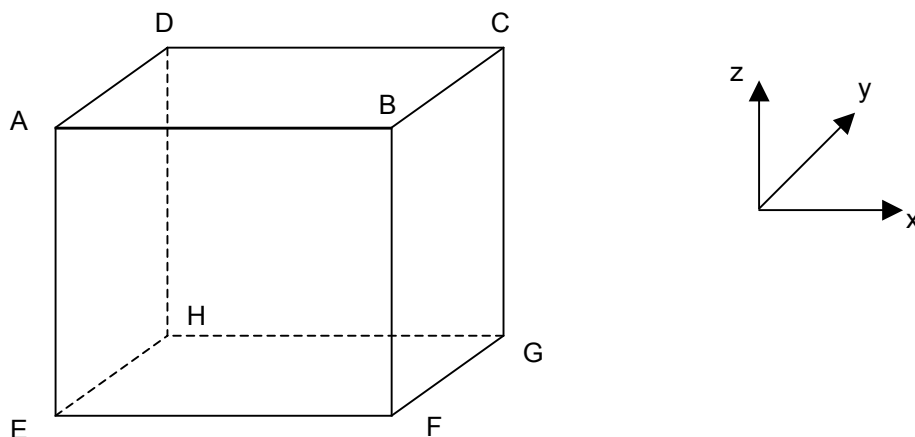
- [1] P. DE BONNIERES : Intégration des relations viscoélastiques dans STAT_NON_LINE [R5.03.08] février 2001

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Eléments 3D (HEXA8)

Un seul élément a été modélisé pour représenter le cube



Suivant l'axe Z : 1 couche d'éléments
 Epaisseur totale : 1

Conditions limites :

Nœud A DX=DY=DZ=0.
 Nœud E DX=DY=0.
 Nœud D DX=0.
 Nœud H DX=0.

pression sur la face BCFG F = 220. MPa

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8

Nombre de mailles et types : 1 HEXA8 et 1 QUAD4 (faces peau externe).

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_FACE	GROUP_MA	
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'3D'	TOUT
DEFI_MATERIAU	LEMA_SEUIL_FO		
CALC_ELEM	'VARI_ELNO_ELGA'		
	'SIEF_ELNO_ELGA'		

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Localisation	Grandeur	Référence	Aster	% différence
A	V1	0.00000000	0.00000000	0%
	V2	1.00000000	9.9999999949239 10 ⁻⁰¹	-5.08 10 ⁻⁸ %
B	V1	0.00000000	0.00000000	0%
	V2	1.00000000	9.9999999949239 10 ⁻⁰¹	-5.08 10 ⁻⁸ %
	DX	/	7.8380536694423 10 ⁻²	/
	DY	/	1.2984914071992 10 ⁻¹⁶	/
	DZ	/	1.2984914071992 10 ⁻¹⁶	/
C	V1	0.00000000	0.00000000	0%
	V2	1.00000000	9.9999999949239 10 ⁻⁰¹	-5.08 10 ⁻⁸ %
E	V1	0.00000000	0.00000000	0%
	V2	1.00000000	9.9999999949239 10 ⁻⁰¹	-5.08 10 ⁻⁸ %

5 Synthèse des résultats

L'objectif de ce cas test est complètement rempli puisque l'activation du fluage via la détection du seuil est très précise (de l'ordre de $10^{-8}\%$ d'erreur). Bien sûr, puisqu'il s'agit de phénomène visqueux, la discrétisation en temps joue un rôle très important notamment au alentour de l'activation du seuil. Dans ce cas test un soin tout particulier a été pris d'entourer le temps où le seuil est atteint de façon précise pour obtenir des résultats satisfaisants.