

## Manuel de Validation

### Fascicule V6.04 : Statique non linéaire des systèmes volumiques

#### Document : V6.04.142

# SSNV142 - Essai de fluage propre : modèle Granger

## Résumé :

Ce cas-test de mécanique quasi-statique non linéaire concerne un essai de fluage sur un cylindre axisymétrique. Il a pour objectif de valider la relation de comportement de « Granger », relation de comportement qu'on a introduite dans le *Code\_Aster* pour modéliser le fluage propre des bétons. Ce modèle est un modèle viscoélastique linéaire (groupement de modèles rhéologiques de Kelvin en série) qui permet de prendre en compte l'histoire de la contrainte, de la température et de l'hygrométrie.

Dans ce test, la contrainte, la température et l'état hygrométrique sont constants.

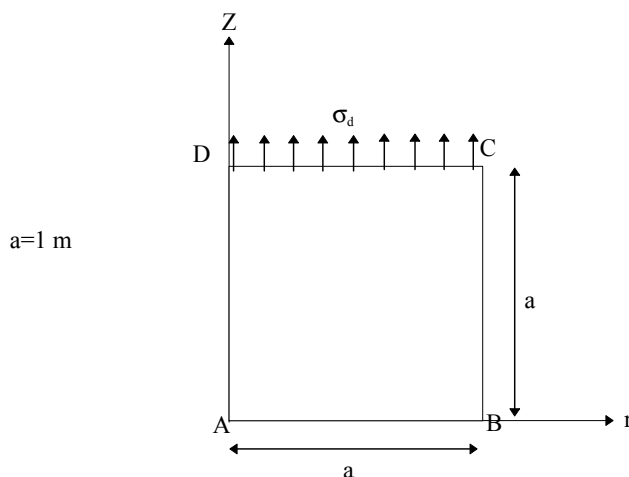
Le cylindre est modélisé par quatre éléments quadrangles à 8 noeuds.

Les résultats obtenus par le *Code\_Aster* sont comparés avec la solution analytique de référence.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

Eprouvette cylindrique



### 1.2 Propriétés de matériaux

Elasticité isotrope  
 $E = 31000 \text{ MPa}$   
 $\nu = 0.2$

Relation de comportement de fluage propre  
« Granger ».  
 $J_1 = 0.2 \text{ MPa}^{-1}$   
 $\tau_1 = 4320000 \text{ s}$   
 $J_2 = 0.1 \text{ MPa}^{-1}$   
 $\tau_2 = 2160000 \text{ s}$

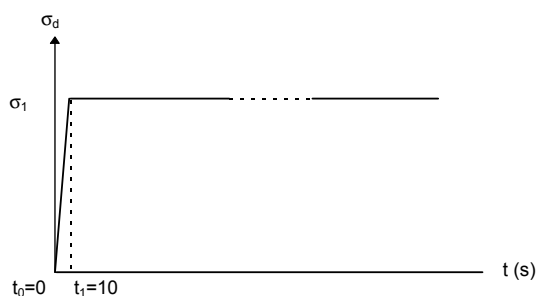
On ne tient pas compte du phénomène de vieillissement dans la relation de comportement de Granger.

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Sur le côté AB :  $u_z = 0$

On impose uniformément sur la structure une température constante de  $T = 20^\circ\text{C}$  et une hygrométrie constante  $h=1$ .

Chargement : on charge en traction de 0 à 20 MPa en 10 s. Et on maintient le chargement pendant 1 an.



## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Etant donnée la nature des sollicitations, la solution (contraintes  $\sigma$ , déformations  $\varepsilon$ ) est homogène.

Soit le chargement :

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_d(t) & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Le modèle de fluage propre de Granger est tel que la déformation viscoélastique correspondant au cas d'un chargement constant  $\sigma_0$  appliqué à l'instant  $t_0$  vaut : (cf. [R7.01.01])

$$\varepsilon^{fl}(t) = \sigma_0 \cdot \sum_{k=1}^{k=8} J_k (1 - \exp - \frac{t - t_0}{\tau_s})$$

Le modèle dépend également de la température et de l'hygrométrie de la manière suivante :

$$\varepsilon^{fl}(t) = \sigma_0 \cdot h \cdot \frac{T - 248}{45} \cdot \sum_{k=1}^{k=8} J_k (1 - \exp - \frac{t - t_0}{\tau_s})$$

mais dans ce test les champs de température et d'hygrométrie sont choisis constants et tels que  $h$  et  $\frac{T - 248}{45}$  valent respectivement 1.

Lorsque la contrainte évolue avec le temps alors :

$$\varepsilon^{fl}(t) = \sum_{k=1}^{k=8} \int_{\tau=0}^t J_k (1 - \exp - \frac{t - \tau}{\tau_s}) \frac{d\sigma}{d\tau} d\tau$$

on a donc pour le cas présent :

$$\varepsilon_{yy}^{fl} = \sum_{k=1}^{k=2} \int_{t=0}^{t=t_1} J_k (1 - \exp - \frac{t - \tau}{\tau_s}) \frac{\sigma_1}{t_1} d\tau$$

le chargement restant constant au-delà de  $t_1$ .

Soit :

$$\varepsilon_{yy}^{fl} = \sigma_1 \sum_{k=1}^{k=2} J_k \underbrace{\left(1 - \exp\left(-\frac{t-t_1}{\tau_s}\right)\right) \left(\frac{\tau_k}{t_1}\right) \left(1 - \exp\left(-\frac{t_1}{\tau_s}\right)\right)}_{\sim 1}$$

Une déformation longitudinale de fluage s'accompagne d'une déformation transversale telle que :

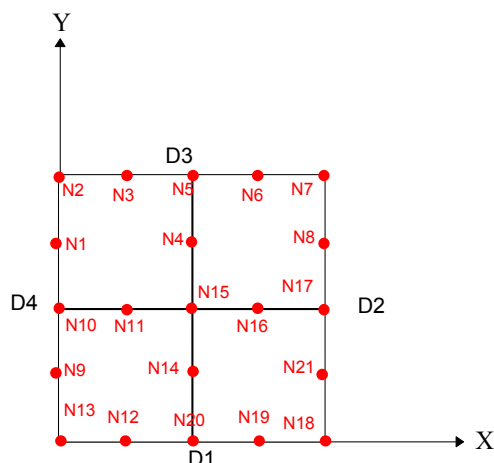
$$\varepsilon_{xx}^{fl} = -\nu \varepsilon_{yy}^{fl}$$

## 2.2 Résultats de référence

On s'intéressera aux valeurs des déformations de fluage à 45 jours, 245 jours et 365 jours.

### 3 Modélisation A

#### 3.1 Caractéristiques de la modélisation



Le chargement et les conditions aux limites sont modélisés par :

```
FACE_IMPO: (GROUP_MA : D1, DY: 0.)
PRES_REP: (GROUP_MA : D3, PRES : fonction)
```

On impose de plus une température uniforme et constante de 20°C et un champ de séchage uniforme et constant de 1 sur la structure à l'aide de l'opérateur AFPE\_CHAM\_NO. La courbe de sorption-desorption (donnée utilisateur) permet de passer de la variable séchage à l'hygrométrie.

#### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 21  
Nombre de mailles et types : 4 HEXA8

#### 3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot-clé facteur	Mot-clé simple	Argument
DEFI_MATERIAU	GRANGER_FP		
AFPE_CHAM_NO			
AFPE_CHAR_MECA	FACE_IMPO PRES_REP TEMP_CALCULEE SECH_CALCULE		
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	GRANGER_FP
CALC_ELEM	OPTION	EPGR_ELNO	

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

On teste les valeurs aux numéros d'ordre correspondant à 45, 245 et 365 jours

Variables	numéro d'ordre	Référence	Aster	% différence
$\varepsilon_{xx}^{fl}$	5	-0.80862	-0.80862	0.
$\varepsilon_{yy}^{fl}$	5	4.04313	4.04313	0.
$\varepsilon_{xx}^{fl}$	50	5.9701	-1.19402	0.
$\varepsilon_{yy}^{fl}$	50	-1.19402	5.9701	0.
$\varepsilon_{xx}^{fl}$	74	-1.19946	-1.19946	0.
$\varepsilon_{yy}^{fl}$	74	5.99730	5.99730	0.

## 5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus avec le *Code\_Aster* sont proches de ceux de la solution de référence (écarts < 0.05%)