

Manuel de Validation**Fascicule V6.04 : Statique non-linéaire des structures volumiques****Document : V6.04.180**

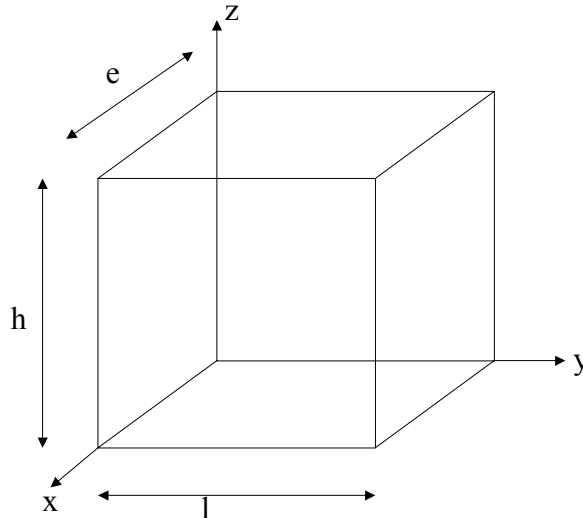
SSNV180 - Prise en compte de la dilatation thermique et du fluage de dessiccation dans le modèle BETON_UMLV_FP

Résumé :

Ce test permet de valider la prise en compte de la dilatation thermique et du fluage de dessiccation dans la loi de comportement `BETON_UMLV_FP`. Les résultats de ce test sont comparés avec une solution numérique obtenue avec Scilab 2.7.2. dans le cas d'une modélisation 3D.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Hauteur : $h = 1,00$ [m]
 Largeur : $l = 1,00$ [m]
 Epaisseur : $e = 1,00$ [m]

1.2 Propriétés du matériau

$E = 31$ [GPa] module d'élasticité
 $\nu = 0,2$ coefficient de Poisson
 $k_{re} = 60$ [$\mu\text{m}/\text{m}$] coefficient de retrait endogène
 $k_{rd} = 10$ [$\mu\text{m}/\text{m} \cdot \text{m}^3/\text{l}$] coefficient de retrait de dessiccation
 $\alpha = 10$ [$\mu\text{m}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$] coefficient de dilatation thermique

Ici on renseigne aussi la courbe sorption-désorption qui relie la teneur en eau C à l'hygrométrie h . Dans ce cas on a supposé que les deux quantités étaient reliées par la relation linéaire suivante :
 C [l/m^3] = h [%].

Paramètres spécifiques au fluage propre :

$k_r^s = 1,20E + 5$ [MPa] partie sphérique : rigidité apparente associée au squelette formé par des blocs d'hydrates à l'échelle mésoscopique
 $k_i^s = 6,22E + 4$ [MPa] partie sphérique : rigidité apparente associée intrinsèquement aux hydrates à l'échelle microscopique
 $k_r^d = 3,86E + 4$ [MPa] partie déviatorique : rigidité associée à la capacité de l'eau adsorbée à transmettre des charges (*load bearing water*)
 $\eta_r^s = 2,21E + 10$ [MPa.s] partie sphérique : viscosité apparente associée au mécanisme de diffusion au sein de la porosité capillaire
 $\eta_i^s = 4,16E + 10$ [MPa.s] partie sphérique : viscosité apparente associée au mécanisme de diffusion interlamellaire
 $\eta_r^d = 6,19E + 10$ [MPa.s] partie déviatorique : viscosité associée à l'eau adsorbée par les feuillets d'hydrates
 $\eta_i^d = 1,64E + 12$ [MPa.s] partie déviatorique : viscosité de l'eau libre.

Paramètres spécifiques au fluage de dessiccation :

$\eta_{fd} = 5.30E + 4$ [MPa.s]

1.3 Conditions aux limites et chargements

Dans cet essai, on crée un champ de séchage homogène dans la structure variant linéairement sur une durée de 750 jours, l'humidité initiale vaut 100% (condition d'une éprouvette scellée) et décroît progressivement jusqu'à 50% au 750^{ème} jour.

Le degré d'hydratation varie linéairement de 0 à 1 entre l'instant initial et le 28^{ème} jour.

La température de référence vaut 20°C. Le chargement thermique correspond à une élévation de température variant de 20 °C et 40°C entre l'instant initial et l'instant final.

Le chargement mécanique correspond à une compression unidirectionnelle suivant le direction verticale (z en 3D) ; son intensité est de 12 [MPa]. La charge est appliquée en 1s et est maintenue constante pendant 100 jours.

1.4 Conditions initiales

Le début du calcul est supposé l'instant -1. A cet instant il n'y a ni champ de séchage, ni contrainte mécanique.

A l'instant 0, on applique un champ de séchage correspondant à 100 % d'hygrométrie, un champ d'hydratation correspondant à un avancement nul et un champ thermique à la température de référence.

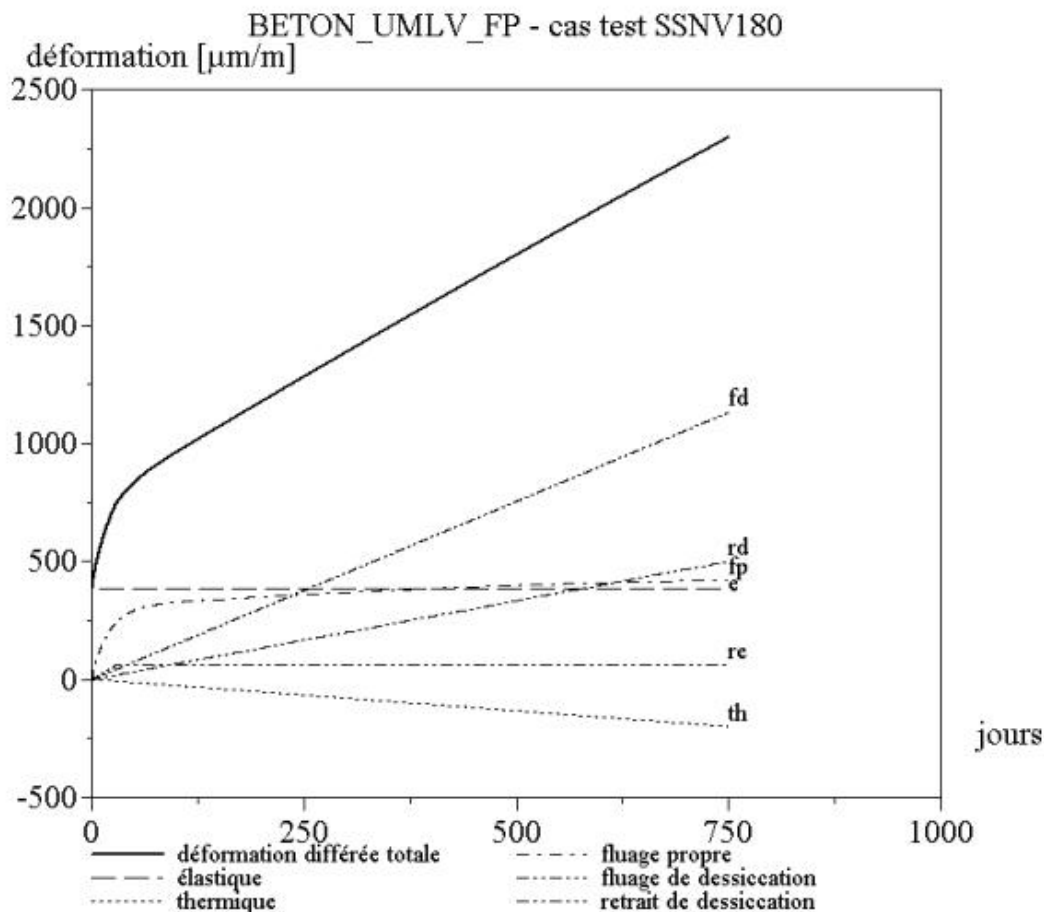
2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

On n'a pas développé la solution analytique pour ce chargement hydro-mécanique. Aussi, la solution de référence est obtenue numériquement en utilisant le logiciel Scilab 2.7.2. Chaque composante de déformation est calculée séparément :

- les déformations de retrait endogène sont déterminées à partir de la relation :
– $\varepsilon_{re} = k_{re} \cdot \beta$ où β désigne le degré d'hydratation du matériau
- les déformations de retrait de dessiccation sont déterminées à partir de la relation :
– $\dot{\varepsilon}_{rd} = k_{rd} \cdot \dot{C}$ où C désigne la teneur en eau du matériau
- les déformations de dilatation thermique sont déterminées à partir de la relation :
– $\varepsilon_{th} = \alpha(T - T_{ref})$ où T et T_{ref} désignent respectivement la température à l'instant courant et la température de référence du matériau
- les déformations de fluage propre sont calculées numériquement en utilisant une discrétisation identique à celle implantée dans le Code_Aster.
- les déformations de fluage de dessiccation sont calculées analytiquement à partir de la relation :
– $\dot{\varepsilon}_{fd} = \frac{1}{\eta_{fd}} \left| \dot{h} \right| \sigma$ où $h = f(C)$ désigne l'humidité du matériau

Les résultats du calcul avec Scilab sont présentés dans la figure ci-dessous.



2.2 Grandeurs et résultats de référence

L'essai est homogène. On teste la déformation en un nœud quelconque.

2.3 Incertitudes sur la solution

Résultat numérique obtenu avec Scilab 2.7.2.

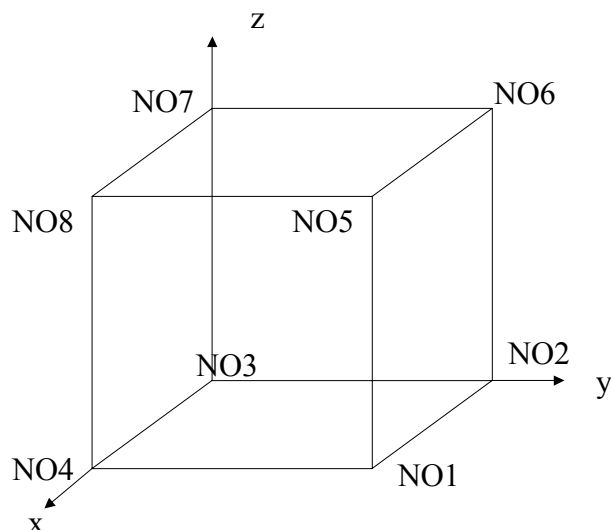
2.4 Références bibliographiques

- [1] LE PAPE Y. : Relation de comportement UMLV pour le fluage propre du béton, Documentation de Référence de *Code_Aster*, [R7.01.06] 16 p (2002).

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8

Nombre de mailles : 1 de type HEXA 8
6 de type QUAD 4

On définit les mailles suivantes :

S_ARR	NO3 NO7 NO8 NO4
S_AVT	NO1 NO2 NO6 NO5
S_DRT	NO1 NO5 NO8 NO4
S_GCH	NO3 NO2 NO6 NO7
S_INF	NO1 NO2 NO3 NO4
S_SUP	NO5 NO6 NO7 NO8

Les conditions aux limites en déplacement imposées sont :

Sur les nœuds NO1, NO2, NO3 et NO4 : $DZ = 0$

Sur les nœuds NO3, NO7, NO8 et NO4 : $DY = 0$

Sur les nœuds NO2, NO6, NO7 et NO8 : $DX = 0$

Le chargement est constitué du même champ de séchage et de la même force nodale 1/4 appliquée sur les quatre nœuds de S_SUP.

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot clé	
DEFI_MATERIAU	ELAS_FO BETON_UMLV_FP	K_DESSIC B_ENDOGE FONC_DESORP K_RS K_IS K_RD V_RS V_IS V_RD V_ID
CREA_CHAMP	'AFFE'	NOM_CMP= 'TEMP'
	TYPE_CHAM= 'NOEU_TEMP_R'	
CREA_RESU	'AFFE'	NOM_CMP= 'TEMP'
	TYPE_CHAM= 'NOEU_TEMP_R'	
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO LIAISON_UNIF FORCE_NODALE SECH_CALCULEE HYDR_CALCULEE	
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION= 'BETON_UMLV_FP'

3.4 Grandeurs testées et résultats

La composante ε_{xx} au nœud NO6 a été testée.

Instant	Référence	Aster	% différence
64800	-4.081E-04	-4.0854E-04	0.108
648000	-5.250E-04	-5.2533E-04	0.063
6480000	-9.065E-04	-9.0689E-04	0.043
64800000	-22.990E-04	-23.0189E-04	0.126

4 Synthèse des résultats

Les valeurs obtenues avec le *Code_Aster* sont en accord avec les valeurs de la solution numérique de référence.