

## SSNV236 - Loi de comportement BETON\_RAG et KIT\_RGI : fluage biaxial d'un cube

---

### Résumé :

Ce document présente un test permettant de valider les capacités du modèle de comportement `KIT_RGI` et plus précisément le module `FLUA_ENDO_BETON`. Précisons que `KIT_RGI` est un ensemble de trois modules permettant de prendre en compte les déformation différées du béton avec `FLUA_PORO_BETON`, l'endommagement du béton avec `ENDO_PORO_BETON` et la réaction alcali-granulat avec `RGI_BETON`. Le comportement d'une éprouvette cubique soumise à un chargement biaxial est simulé.

## 1 Problème de Référence

Les simulations numériques menées ici ont pour objectif de vérifier si le module de fluage (FLUA\_PORO\_BETON) de KIT\_RGI est capable de reproduire l'évolution des déformations de fluage propre.

### 1.1 Géométrie

Le test s'appuie sur un élément fini cubique unitaire. 1 maille HEXA8

### 1.2 Propriété des matériaux

Module d'Young :  $E = 41838 \text{ MPa}$

Coefficient de Poisson :  $\nu = 0.13$

Coefficient de dilatation thermique :  $\alpha = 1.0e^{-5}$

Résistance à la traction :  $\sigma_{ft} = 3 \text{ MPa}$

Résistance à la compression :  $\sigma_{fc} = 29 \text{ MPa}$

Déformation au pic de compression :  $\epsilon_{fc} = 2 \cdot 10^{-3}$

Déformation au pic de traction :  $\epsilon_{ft} = 1,3 \cdot 10^{-4}$

Avant le chargement, l'éprouvette a été conservée à une humidité relative de 98%. L'âge de chargement est de 8 jours. Pour plus de précision, il est possible de se référer à [K.S. Gopalakrishnan et al., 1969].

Les caractéristiques de l'éprouvette testée sont données dans le tableau 1.2-1 pour la loi KIT\_RGI.

**Tableau 1.2-1 : Valeurs des paramètres de fluage, identifiés à partir des résultats expérimentaux. (Unité du temps en le jour J et les longueurs sont en mm)**

$CBIO = 0,3$	$MU = 18845$
$MSAT = 0$	$DT80 = 0,3$
$SFLD = 27$	$STMP = 1,0$
$MG = 100$	$KTMP = 4,5$
$VG0 = 0,01$	$YISY = 20$
$PORO = 0,12$	$TAU1 = 1,5$
$TKVP = 1$	$TAU2 = 22$
$NRJA = 36500$	$EKFL = 3,1E-4$
$MSHR = 0$	$DFMX = 1$
$KD = 18512$	$TREF = 0,0014$

Rappelons que KIT\_RGI est un modèle en KIT qui permet soit de coupler les modèles de fluage (FLUA\_PORO\_BETON), d'endommagement (ENDO\_PORO\_BETON) et de RAG-RSI (RGI\_BETON) ou soit d'utiliser séparément les modèles. Dans tous les cas, les propriétés matériaux sont spécifiées dans DEF1\_MATERIAU avec le nom PORO\_BETON. Pour ce cas test, seul le modèle de fluage est employé en utilisant dans STAT\_NON\_LINE la loi FLUA\_PORO\_BETON.

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Une schématisation des chemins du chargement biaxial appliqué est donnée sur la figure 1.3-1.

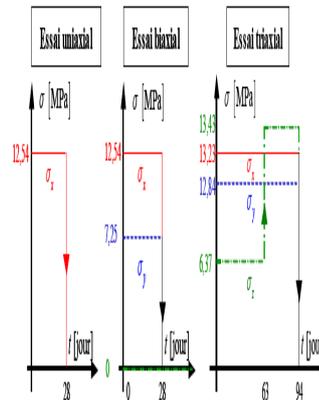


Figure 1.3-a : Chemin des contraintes de la série étudiée [K.S. Gopalakrishnan et al., 1969]

Le chargement se traduit par l'application de deux pressions de 12.54MPa et 7.25MPa associées à la fonction suivante :

Tableau 1.3-1 : Fonction multiplicatrice associée aux pressions

Instant (jour)	Valeur
0	0
0,1	1
28	1
28,1	0,0001
200	0,0001

Les conditions aux limites et le chargement sont schématisés sur la figure suivante:

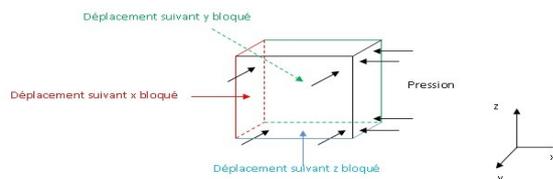


Figure 1.3-2 : Conditions aux limites et chargement mécanique sur un cube de 1 mm de coté.

## 1.4 Conditions initiales

Néant

## 2 Solution de Référence

### 2.1 Méthode de calcul

Les résultats des calculs sont comparés à la fois aux résultats obtenus sous le logiciel de calcul par éléments finis CASTEM et aux données expérimentales provenant des travaux de K.S. Gopalakrishnan et al [bib1]. Des tests de non régression sont effectués en plus pour s'assurer de la reproductibilité des résultats obtenus avec KIT\_RGI.

### 2.2 Grandeurs et résultats de référence

La réponse du modèle est donnée sur les figures ci-dessous.

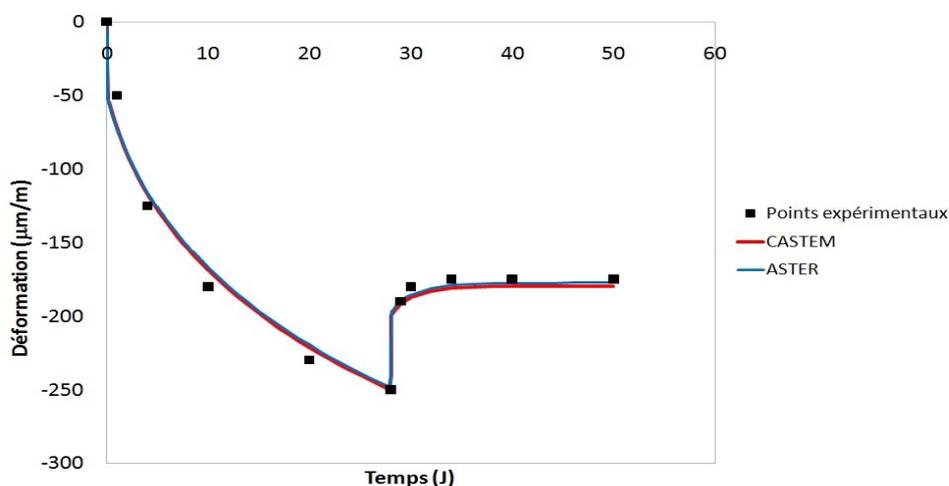


Figure 2.2-a : Comparaison entre les évolutions expérimentales et simulées des déformations  $EP_{XX}$  de fluage propre pour l'essai biaxial avec KIT\_RGI sous CASTEM et ASTER

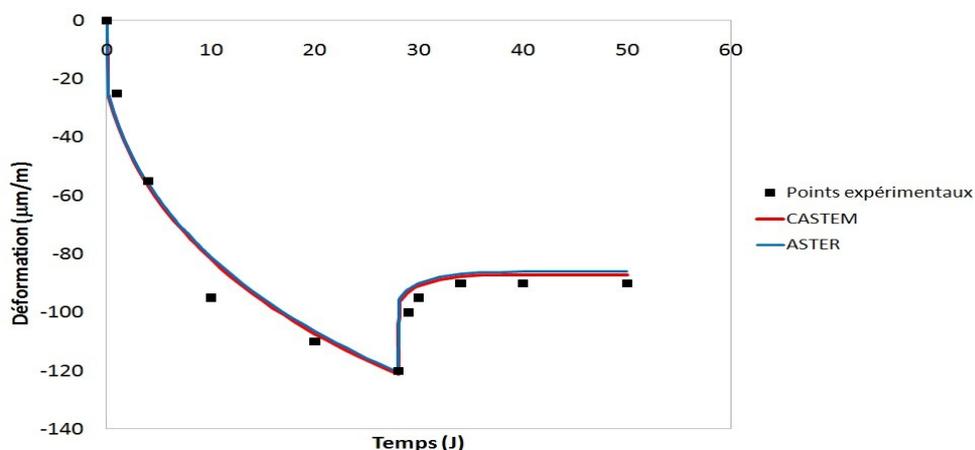


Figure 2.2-b : Comparaison entre les évolutions expérimentales et simulées des déformations  $EP_{YY}$  de fluage propre pour l'essai biaxial avec KIT\_RGI sous CASTEM et ASTER

Les grandeurs testées sont donc les déformations totales  $EPXX$  et  $EPYY$  :  
\_Test de non régression aux instants :  $t=28\text{ Jours}$  et  $t=50\text{ Jours}$  .  
\_Comparaison aux données expérimentales aux instants :  $t=28\text{ Jours}$  et  $t=50\text{ Jours}$  .

**Tableau 2.2-1 : Valeurs de référence dans la cas test**

Identification	Instants	Origine	Référence
$EPXX$	28.0	Castem	-5.256874 E-04
$EPYY$	28.0	Castem	-2.547323 E-04
$EPXX$	50.0	Castem	-1.777467 E-04
$EPYY$	50.0	Castem	-8.599525 E-05
$EPXX$	28.0	Expérimentale	-5.15E-04
$EPYY$	28.0	Expérimentale	-2.33E-04
$EPXX$	50.0	Expérimentale	-1.75E-04
$EPYY$	50.0	Expérimentale	-9.0E-05

## 2.3 Incertitudes sur la solution

L'incertitude sur les valeurs issues de Castem est de 0,5 % et de 2 % à 5 % pour la comparaison aux données expérimentales.

## 2.4 Références bibliographiques

- [1] K.S. Gopalakrishnan, A.M. Neville, A. Ghali, "Creep Poisson's ratio of concrete under multiaxial compression", ACI Journal, 66(90), p. 1008-1020, 1969

## 3 Modélisation A

---

### 3.1 Caractéristique de la modélisation

Le problème est modélisé en 3D. Le modèle employé est FLUA\_PORO\_BETON de KIT\_RGI.

### 3.2 Caractéristique du maillage

1 maille HEXA20. Le maillage est modifié avec la commande CREA\_MAILLAGE (QUAD\_LINE) car il est conseillé d'employer KIT\_RGI sur des éléments cubiques à 8 noeuds.

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Instants	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
<i>EPXX(N19)</i>	28.0	'SOURCE_EXTERNE'	-5.256874 E-04	0.5%
<i>EPYY(N19)</i>	28.0	'SOURCE_EXTERNE'	-2.547323 E-04	0.5%
<i>EPXX(N19)</i>	50.0	'SOURCE_EXTERNE'	-1.777467 E-04	0.5%
<i>EPYY(N19)</i>	50.0	'SOURCE_EXTERNE'	-8.599525 E-05	0.5%
<i>EPXX(N19)</i>	28.0	'SOURCE_EXTERNE'	-5.256874 E-04	5.0%
<i>EPYY(N19)</i>	28.0	'SOURCE_EXTERNE'	-2.547323 E-04	5.0%
<i>EPXX(N19)</i>	50.0	'SOURCE_EXTERNE'	-1.777467 E-04	2.0%
<i>EPYY(N19)</i>	50.0	'SOURCE_EXTERNE'	-8.599525 E-05	2.0%

## 4 Synthèse des résultats

---

Les résultats calculés par *Code\_Aster* vérifient la non-régression. Le modèle permet de retrouver les résultats expérimentaux de Gopalakrishnan et al [bib1] sur un essai de fluage biaxial.