SSNV151 - Traction / Compression avec la loi de comportement BETON_DOUBLE_DP

Résumé

Ce cas de validation est destiné à vérifier le modèle de comportement $3D$ BETON_DOUBLE_DP formulé dans le cadre de la thermo-plasticité, pour la description du comportement non linéaire du béton en traction et en compression, avec la prise en compte des variations irréversibles des caractéristiques thermiques et mécaniques du béton, particulièrement sensibles à haute température.
La description de la fissuration est traitée dans le cadre de la plasticité, à l'aide d'une équivalence énergétique, en identifiant la densité d'énergie de fissuration en mode I, avec le travail plastique d'un milieu homogène équivalent, où la déformation plastique est uniformément répartie dans une zone "élémentaire". Cette approche préserve la continuité de la formulation du modèle, sur l'ensemble de son comportement, et contribue à éviter les difficultés numériques possibles lors du changement d'état du matériau.
La sensibilité pathologique de la solution numérique à la discrétisation spatiale (maillage), engendrée par l'introduction d'un comportement adoucissant du béton en traction et en compression, est partiellement résolue en introduisant une énergie de fissuration ou de rupture, dépendant d'une longueur caractéristique l_c, liée à la taille des éléments.
La résolution des équations constitutives du modèle est effectuée par un schéma implicite.

Il s'agit d'un cube à 8 nœuds soumis à une compression uniaxiale, en déplacement imposé à laquelle s'ajoute une traction biaxiale lorsqu'on a atteint un écrouissage important en traction. Ce chargement conduit au cas particulier d'un état de contrainte hydrostatique, résolu par projection au sommet du cône de traction, lorsque l'on se place dans un diagramme contrainte équivalente/contrainte hydrostatique. Il s'agit d'un cas test de non-régression.

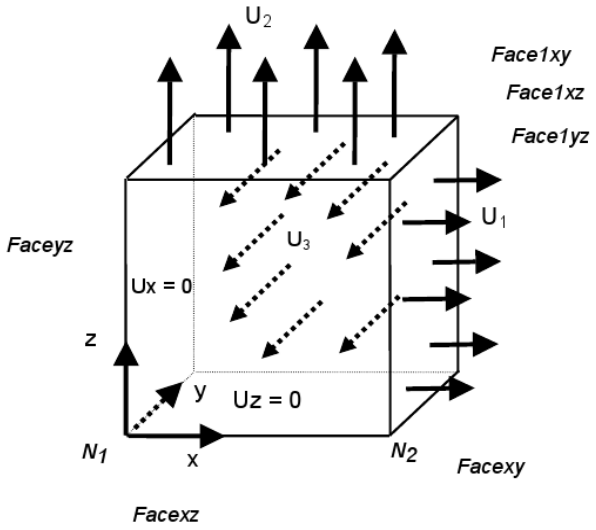
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Il s'agit d'un cube à 8 nœuds, dont trois faces ont un déplacement normal nul, et les trois faces opposées ont un déplacement normal imposé et identique.
Le cube fait $1\,mm$ de côté. Dans la modélisation A, le cube est orienté suivant le repère $Oxyz$.

Modélisation A



1.2 Propriétés de matériaux

Pour tester l'implantation de la dilatation thermique et du retrait de dessiccation, on impose un champ de température et un champ de séchage variables de telle sorte que les déformations engendrées par les deux phénomènes se compensent, tout en considérant que les coefficients de dilatation thermique et de retrait de dessiccation sont égaux. Les valeurs liées au séchage n'ont aucun sens physique, le test est de ce point de vue, purement informatique.

Pour les caractéristiques mécaniques linéaires usuelles :

Module d'Young :	$E=32\,000\,MPa$
Coefficient de Poisson :	$\nu=0.18$
Coefficient de dilatation thermique :	$\alpha=10^{-5}/°C$
Coefficient de retrait de dessiccation :	$\kappa=10^{-5}$
Température de référence	$T_{ref}=0\,°C$
Séchage de référence	$C_{ref}=20$

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Pour les caractéristiques mécaniques non linéaires du modèle BETON_DOUBLE_DP :

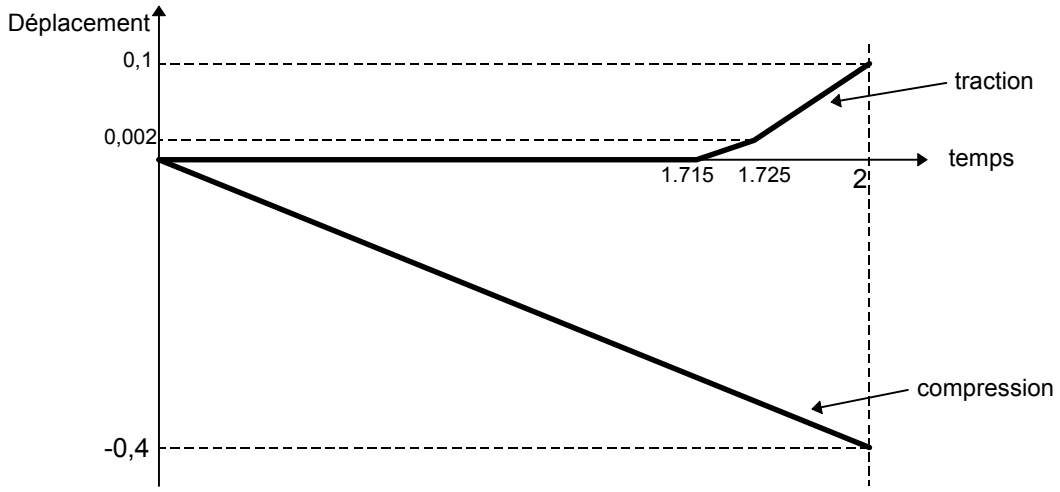
Résistance en compression uniaxiale :	$f'c = 40\ N/mm^2$
Résistance en traction uniaxiale :	$f't = 4\ N/mm^2$
Rapport des résistances en compression biaxiale/compression uniaxiale :	$\beta = 1.16$
Energie de rupture en compression :	$Gc = 10\ Nmm/mm^2$
Energie de rupture en traction :	$Gt = 0.1\ Nmm/mm^2$
Rapport de la limite d'élasticité à la résistance en compression uniaxiale :	30%

1.3 Conditions aux limites et chargements mécaniques

Champ de température croissant de $0°C$ à $20°C$.
Champ de séchage décroissant de 20 à 0.

Face inférieure du cube ($facexy$) :	bloquée suivant oz .
Face supérieure du cube ($face1xy$) :	déplacement variable imposé en mm
Face gauche du cube ($faceyz$) :	bloquée suivant ox .
Face droite du cube ($face1yz$) :	déplacement variable imposé en mm
Face avant du cube ($facexz$) :	bloquée suivant oy .
Face arrière du cube ($face1xz$) :	déplacement variable imposé en mm

Le chargement mécanique est appliqué en déplacement imposé sur les différentes faces du cube. On applique une compression sur la face $face1xz$, affectée par un premier coefficient multiplicateur et une traction selon les faces $face1xy$ et $face1yz$, affectée par un second coefficient multiplicateur, nul pendant la première partie au début de la mise en charge, selon le schéma suivant :



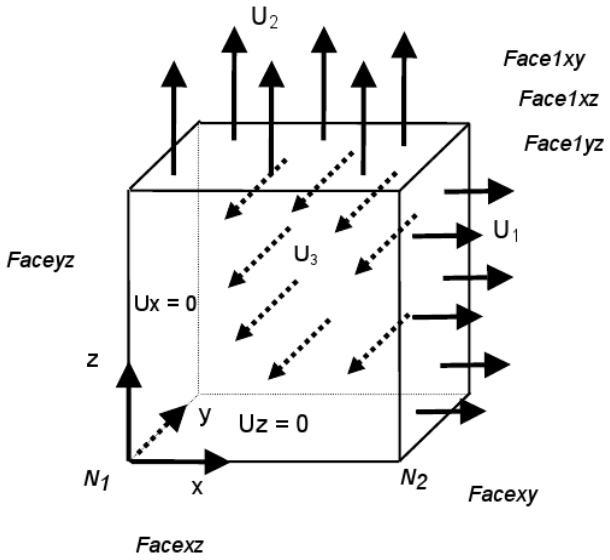
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Modélisation A

2.1 Caractéristiques de la modélisation

3D (HEXA8)

1 élément, champ de contrainte et déformation uniforme.



2.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 8
Nombre de mailles et type : 1 HEXA8

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2.3 Grandeurs testées et résultats

Ont été testées les composantes xx et yy du champ de contraintes SIGM_ELNO, la déformation plastique cumulée en compression, la déformation plastique cumulée en traction (première et deuxième variable interne, deuxième composante du champ VARI_ELNO) et l'état plastique (la quatrième variable du champ VARI_ELNO). L'état plastique vaut 1 en compression, 11 après projection au sommet du cône de compression, 2 en traction, 22 après projection au sommet du critère de traction, 3 en compression et traction ensemble, et 33 après projection sur les deux sommets des deux cônes. Le déplacement étant imposé, le champ EPSI_ELNO n'est pas testé.
Les valeurs données ici correspondent à la version 7.2.25.

Champ SIGM_ELNO composante SIXX

Identification	Référence	*Aster*	% différence
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.$ et $U_1=U_2=0.$	–	–	–
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.725$ et $U_1=U_2=0.010$	–	2.5737449	–
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.8$ et $U_1=U_2=0.02872$	–	0.6767446	–
Pour un déplacement imposé en $U_3=-2.$ et $U_1=U_2=0.1$	–	2.666667 10^{-6}	–

Champ SIGM_ELNO composante SIYY

Identification	Référence	*Aster*	% différence
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.$ et $U_1=U_2=0.$	–	–17.4575632	–
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.725$ et $U_1=U_2=0.010$	–	2.5737449	–
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.8$ et $U_1=U_2=0.02872$	–	0.6767446	–
Pour un déplacement imposé en $U_3=-2.$ et $U_1=U_2=0.1$	–	-3.622988 10^{-5}	–

Champ VARI_ELNO composante V1 (déformation plastique cumulée en compression)

Identification	Référence	*Aster*	% différence
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.$ et $U_1=U_2=0.$	-	0.1995285	-
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.725$ et $U_1=U_2=0.010$	-	0.3429299	-
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.8$ et $U_1=U_2=0.02872$	-	0.3449657	-
Pour un déplacement imposé en $U_3=-2.$ et U_1 = U_2 = 0.1	-	0.3849539	-

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Champ VARI_ELNO composante $V2$ (déformation plastique cumulée en traction)

Identification	Référence	Aster	% différence
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.$ et $U_1=U_2=0.$	-	-	-
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.725$ et $U_1=U_2=0.010$	-	1.231450e-03	-
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.725$ et $U_1=U_2=0.02872$	-	2.638289e-02	-
Pour un déplacement imposé en $U_3=-2.$ et $U_1=U_2=0.1$	-	8.373868e-02	-

Champ VARI_ELNO composante $V4$ (état plastique)

Identification	Référence	Aster	% différence
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.$ et $U_1=U_2=0.$	-	1.	-
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.725$ et $U_1=U_2=0.010$	-	22.	-
Pour un déplacement imposé en $U_3=-1.725$ et $U_1=U_2=0.02872$	-	22.	-
Pour un déplacement imposé en $U_3=-2.$ et $U_1=U_2=0.1$	-	3.	-

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)