

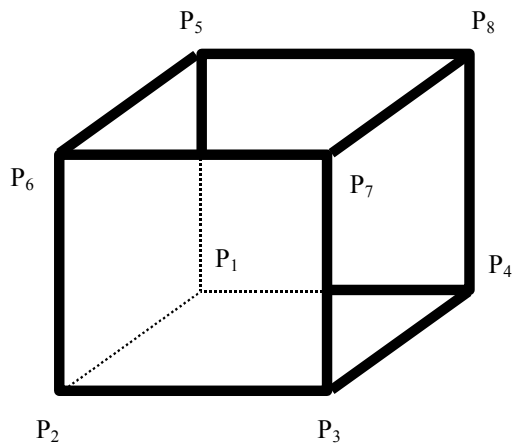
SSNV169 - Couplage fluage – endommagement

Résumé :

Il s'agit d'un test élémentaire de non-régression permettant de valider le couplage entre le modèle de fluage propre `BETON_UMLV_FP` et les modèles d'endommagement `ENDO_ISOT_BETON` et `MAZARS`. Le test consiste à maintenir un effort constant sur un élément et à le laisser fluer.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie et conditions aux limites



Blocages

P1P2P3P4 : $dz=0$

P1P4P8P7 : $dx=0$

P1P2P6P5 : $dy=0$

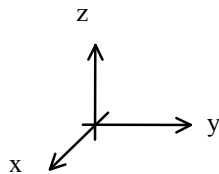
P2P3P7P6 : liaison uniforme suivant x

P3P4P8P7 : liaison uniforme suivant y

Traction

P5P6P7P8 : effort imposé

{dx, dy, dz} sont les déplacements des noeuds suivant les trois directions.



1.2 Propriétés du matériau

Deux jeux de paramètres différents sont utilisés pour le couplage avec le modèle ENDO_ISOT_BETON (modélisation A, B et C) et pour le modèle de MAZARS (modélisation D à F). Ils sont synthétisés dans les deux tableaux suivants.

Données matériaux utilisées pour le couplage BETON_UMLV_FP/ENDO_ISOT_BETON

Paramètres élastiques

| | |
|----|--------|
| E | 31 GPa |
| NU | 0.2 |

Paramètres de fluage

| | |
|--------|------------------------------------|
| K_RS | $1.2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ |
| ETA_RS | $2.21 \cdot 10^{10} \text{ MPa.s}$ |
| K_IS | $6.22 \cdot 10^4 \text{ MPa}$ |
| ETA_IS | $4.16 \cdot 10^{10} \text{ MPa.s}$ |
| K_RD | $3.86 \cdot 10^4 \text{ MPa}$ |
| ETA_RD | $6.19 \cdot 10^{10} \text{ MPa.s}$ |
| ETA_ID | $1.64 \cdot 10^{12} \text{ MPa.s}$ |

Paramètres d'endommagement

| | |
|-------------|--------|
| SYT | 3 MPa |
| D_SIGM_EPSI | -6 GPa |
| SYC | 30 MPa |

Données matériaux utilisées pour le couplage BETON_UMLV_FP/MAZARS

Paramètres élastiques

| | |
|----|--------|
| E | 31 GPa |
| NU | 0.2 |

Paramètres de fluage

| | |
|--------|----------------------------|
| K_RS | $6.0 \cdot 10^4$ MPa |
| ETA_RS | $1.0 \cdot 10^{10}$ MPa.s |
| K_IS | $3.0 \cdot 10^4$ MPa |
| ETA_IS | $2.4 \cdot 10^{10}$ MPa.s |
| K_RD | $3.4 \cdot 10^4$ MPa |
| ETA_RD | $4.08 \cdot 10^{11}$ MPa.s |
| ETA_ID | $5.44 \cdot 10^{12}$ MPa.s |

Paramètres d'endommagement

| | |
|-------|---------------------|
| EPSD0 | $5.6 \cdot 10^{-5}$ |
| AT | 0.831 |
| BT | 21 330. |
| AC | 1.15 |
| BC | 1390. |
| k | 0.7 |
| CHI | 0.6 |

Paramètre non-local

| | |
|-----------|--------------------------|
| LONG_CARA | 0 (100 pour le test I) |
|-----------|--------------------------|

On suppose que le séchage n'évolue pas au cours du temps, la fonction de sorption est donc choisie de façon arbitraire.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Dans cet essai, le séchage et la température sont supposés uniformes et invariants. L'humidité vaut 100% et la température $20^\circ C$.

Le chargement mécanique correspond à une traction unidirectionnelle sur la face supérieure de l'éprouvette (P5P6P7P8) imposée en 1 seconde puis maintenue constante jusqu'à atteindre (quasiment) la ruine du matériau par fluage tertiaire. L'intensité du chargement est égale à 0.6 fois la charge de pic instantanée dans le cas du couplage avec ENDO_ISOT_BETON et 0.8 fois la charge de pic instantanée pour le couplage avec MAZARS.

2 Solution de référence

Ce test est un test de non-régression.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est 3D.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8

Nombre de mailles et types : 1 HEXA8

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste au dernier pas de temps (NUME_ORDRE 104), la contrainte SIZZ, la déformation de fluage propre EPZZ ainsi que 2 variables internes V7 et V22 correspondant respectivement à la déformation déviatorique réversible suivant zz et la valeur de l'endommagement. Ces grandeurs sont observées sur le premier point de Gauss (tous les champs étant uniformes).

| Champs | Composante | Point | Valeur de référence | Type de référence |
|-----------|------------|------------------|---------------------|-------------------|
| SIEF_ELGA | SIZZ | Point de Gauss 1 | 1.80000E+00 | NON_REGRESSION |
| VARI_ELGA | V5 | Point de Gauss 1 | 3.10881E-05 | NON_REGRESSION |
| VARI_ELGA | V22 | Point de Gauss 1 | 1.54698E-05 | NON_REGRESSION |
| EPSP_ELGA | EPYY | Point de Gauss 1 | 5.57153E-05 | NON_REGRESSION |

On teste par ailleurs le poids du point de Gauss 1.

| Champs | Composante | Point | Valeur de référence | Type de référence | Tolérance |
|-----------|------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| COOR_ELGA | W | Point de Gauss 1 | 0.25 | ANALYTIQUE | 1e-7% |

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est axisymétrique (AXIS).

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 4

Nombre de mailles et types : 1 QUAD4

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste au dernier pas de temps (NUME_ORDRE 104), la contrainte SIYY, la déformation de fluage propre EPYY ainsi que 2 variables internes V5 et V22 correspondant respectivement à la déformation déviatorique réversible suivant $\gamma\gamma$ et la valeur de l'endommagement. Ces grandeurs sont observées sur le premier point de Gauss (tous les champs étant uniformes).

| Champs | Composante | Point | Valeur de référence | Type de référence | Tolérance |
|-----------|------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| SIEF_ELGA | SIZZ | Point de Gauss 1 | 1.80000E+00 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V5 | Point de Gauss 1 | 3.10881E-05 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V22 | Point de Gauss 1 | 1.54698E-05 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| EPSP_ELGA | EPYY | Point de Gauss 1 | 5.57153E-05 | NON_REGRESSION | 0.01% |

On retrouve les mêmes résultats qu'en 3 dimensions.

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est en contraintes planes (C_PLAN).

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 4

Nombre de mailles et types : 1 QUAD4

5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste au dernier pas de temps (NUME_ORDRE 104), la contrainte SIYY, la déformation de fluage propre EPYY ainsi que 2 variables internes V5 et V22 correspondant respectivement à la déformation déviatorique réversible suivant $\gamma\gamma$ et la valeur de l'endommagement. Ces grandeurs sont observées sur le premier point de Gauss (tous les champs étant uniformes).

| Champs | Composante | Point | Valeur de référence | Type de référence | Tolérance |
|-----------|------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| SIEF_ELGA | SIZZ | Point de Gauss 1 | 1.80000E+00 | NON REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V5 | Point de Gauss 1 | 3.10881E-05 | NON REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V22 | Point de Gauss 1 | 1.54698E-05 | NON REGRESSION | 0.01% |
| EPSP_ELGA | EPYY | Point de Gauss 1 | 5.57153E-05 | NON REGRESSION | 0.01% |

On teste par ailleurs le poids du point de Gauss 1.

| Champs | Composante | Point | Valeur de référence | Type de référence | Tolérance |
|-----------|------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| COOR_ELGA | W | Point de Gauss 1 | 0.25 | ANALYTIQUE | 1e-7% |

On retrouve les mêmes résultats qu'en 3 dimensions.

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est 3D.

6.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8

Nombre de mailles et types : 1 HEXA8

6.3 Grandeurs testées et résultats

On teste au dernier pas de temps (NUME_ORDRE 202), la contrainte *SIZZ*, ainsi que 2 variables internes *V7* et *V22* correspondant respectivement à la déformation déviatorique réversible suivant *zz* et la valeur de l'endommagement. Ces grandeurs sont observées sur le premier point de Gauss (tous les champs étant uniformes). On teste également la valeur du déplacement au nœud *N5*.

| Champs | Composante | Point | Valeur de référence | Type de référence | Tolérance |
|-----------|------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| SIEF_ELGA | SIXX | Point de Gauss 1 | 1.38880E +00 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| DEPL | DX | N5 | 6.635E-5 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V22 | Point de Gauss 1 | 5.607E-2 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V7 | Point de Gauss 1 | 1.0145E-5 | NON_REGRESSION | 0.01% |

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est 2D en déformations planes D_PLAN.

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 4

Nombre de mailles : 1 QUAD 4

7.3 Grandeurs testées et résultats

On teste au dernier pas de temps (NUME_ORDRE 85), la contrainte SIXX, ainsi que 2 variables internes V3 et V22 correspondant respectivement à la déformation déviatorique réversible suivant XX et la valeur de l'endommagement. Ces grandeurs sont observées sur le premier point de Gauss (tous les champs étant uniformes). On teste également la valeur du déplacement au nœud NI.

| Champs | Composante | Point | Valeur de référence | Type de référence | Tolérance |
|-----------|------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| SIEF_ELGA | SIXX | Point de Gauss 1 | 1.38880E +00 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| DEPL | DX | NI | -6.813E-3 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V22 | Point de Gauss 1 | 7.466E-2 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V3 | Point de Gauss 1 | 1.015E-5 | NON_REGRESSION | 0.01% |

8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation en contraintes planes C_PLAN.

8.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 4

Nombre de mailles : 1 QUAD 4

8.3 Grandeurs testées et résultats

On teste au dernier pas de temps (NUME_ORDRE 85), la contrainte SIXX, ainsi que 2 variables internes V3 et V22 correspondant respectivement à la déformation déviatorique réversible suivant XX et la valeur de l'endommagement. Ces grandeurs sont observées sur le premier point de Gauss (tous les champs étant uniformes). On teste également la valeur du déplacement au nœud NI .

| Champs | Composante | Point | Valeur de référence | Type de référence | Tolérance |
|-----------|------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| SIEF_ELGA | SIXX | Point de Gauss 1 | 1.38880E +00 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| DEPL | DX | NI | -6.5657E-3 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V22 | Point de Gauss 1 | 4.2817E-2 | NON_REGRESSION | 0.01% |
| VARI_ELGA | V3 | Point de Gauss 1 | 9.4824E-6 | NON_REGRESSION | 0.01% |

9 Synthèse

Tous ces tests sont des tests de non-régression, qui valident l'implantation des modèles d'un point de vue informatique et pas physique. Ainsi, sur des tests d'enceinte, il a été remarqué que le couplage du modèle ENDO_ISOT_BETON avec BETON_UMLV_FP dans la version actuelle surestimait beaucoup l'endommagement.

Par ailleurs, on tient à avertir l'utilisateur, que le couplage actuel du modèle de MAZARS avec BETON_UMLV_FP est explicite et est donc sensible à la taille des pas de temps utilisé. Une étude de convergence est donc indispensable.