WTNP114 - Cas test de référence pour le calcul des déformations mécaniques

Résumé :

Ce test a pour objectif de valider le post-traitement des déformations mécaniques en THM : EPSI_ELGA et EPSI_ELNO.

Ce problème bidimensionnel est traité avec une modélisation $2D$.

Les fonctionnalités traitées sont, en particulier :

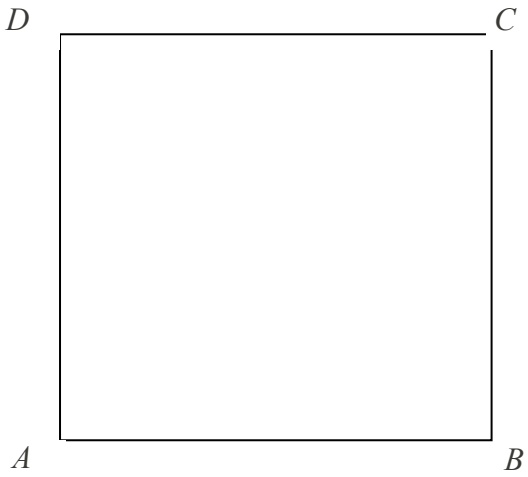
- pression répartie,
- déformations et contraintes aux nœuds,

La solution de référence est une solution analytique.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Coordonnées des points :

	A	B	C	D
x	-1.	1.	1.	-1
y	-1.	-1.	1.	1

1.2 Propriétés de matériaux

Propriétés élastiques

$E=5800\,MPa$

$\nu=0.3$

Paramètres de la loi de couplage

Ces données, bien que présentes dans le fichier de commande ne jouent aucun rôle dans la solution analytique puisqu'on impose une condition pour bloquer la partie thermo-hydraulique.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Conditions de symétrie :
- Segment AB : $DY=0$.
- Segment AD : $DX=0$.

Chargement :
- Segment CD : pression répartie $P_1=15.4\,MPa$
- Segment BC : pression répartie $P_1=11\,MPa$
- Sur toute la géométrie : Pression du liquide $P_l=0\,MPa$

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Il s'agit d'une solution analytique.

En effet, bien que la loi introduite soit une loi de THM, seule la partie mécanique est ici active car la pression de liquide est imposée nulle partout sur le domaine.
De plus en ce qui concerne la partie mécanique, on a imposé une loi élastique en choisissant le KIT_THM ELAS comme loi mécanique.

Ainsi, étant donné les conditions aux limites et le chargement, on a :

$\sigma_{xx}=11\ MPa$ sur toute la surface
$\sigma_{yy}=15.4\ MPa$ sur toute la surface
De plus, nous sommes en déformations planes soit $\varepsilon_{zz}=0$

Or comme $\varepsilon=\frac{1+\nu}{E}\sigma-\frac{\nu}{E}Tr(\sigma)\ I$

Soit $\varepsilon_{zz}=0=\frac{\sigma_{zz}}{E}-\frac{\nu}{E}\sigma_{xx}-\frac{\nu}{E}\sigma_{yy}$
D'où $\sigma_{zz}=\nu(\sigma_{xx}+\sigma_{yy})$

Donc $\sigma_{zz}=7.92\ MPa$

On obtient donc les valeurs des déformations grâce à la loi élastique

$\varepsilon_{xx}=6.9034482759\ 10^{-4}$
$\varepsilon_{yy}=1.67655172414\ 10^{-3}$

Les autres valeurs du tenseur des déformations (et de contraintes) sont nulles.

On calcule aussi le déplacement de la structure.

$$\varepsilon_{xx}=\frac{\partial u_x}{\partial x}$$
$$\varepsilon_{yy}=\frac{\partial u_y}{\partial y}$$

$$u_x(x,y)=\varepsilon_{xx}x+u_x(0,0)$$
$$u_y(x,y)=\varepsilon_{yy}y+u_y(0,0)$$

Or par raison de symétrie $u_A=u(-1,-1)=0$, donc
$u_x(0,0)=\varepsilon_{xx}$
$u_y(0,0)=\varepsilon_{yy}$
on s'intéresse au déplacement au point C, de coordonnées $(1,1)$
On a donc :

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

$$u_x(C) = 2\,\varepsilon_{xx} = 1.3806896551\ 10^{-3}$$
$$u_y(C) = 2\,\varepsilon_{yy} = 3.35310344828\ 10^{-3}$$

2.2 Résultats de référence

Déplacements u_x et u_y au point C et déformations $\left(\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}\right)$ aux points A, B, C et D

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique

2.4 Références bibliographiques

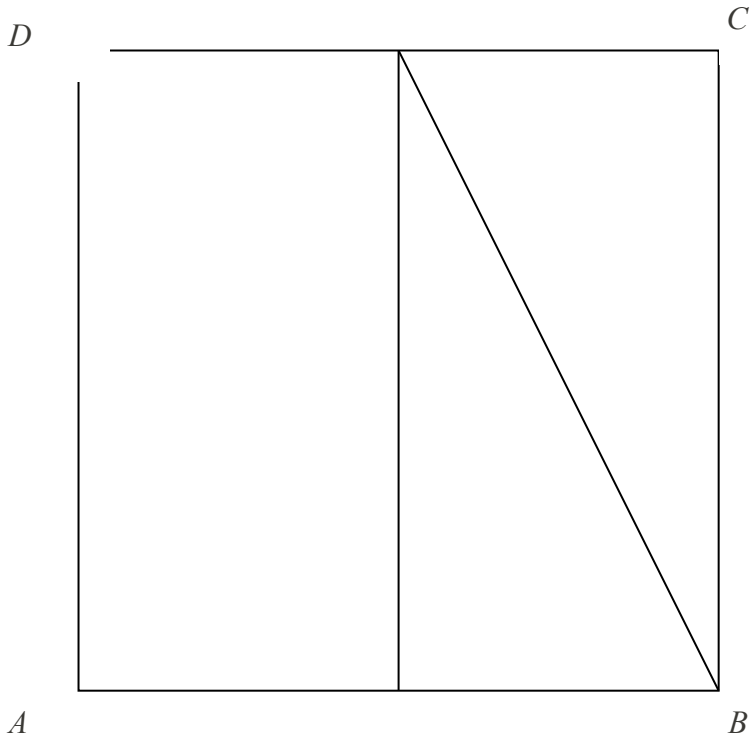
1. C. CHAVANT :Modélisations THHM. Généralités et algorithmes, document R7.01.10
2. C. CHAVANT, B. CIREE : Loi de comportement à double critère Drücker-Prager pour la fissuration et la compression du béton, document R7.01.03

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Éléments $2D$ (QUAD8 et TRIA6)



Conditions limites :
- ligne AB bloquée en dy
- ligne AD bloquée en dx
- pression sur la ligne BC : $p=11.$
- pression sur la ligne CD : $p=15.4$
- Noms des nœuds :
  - $A=N1$
  - $B=N2$
  - $C=N3$
  - $D=N4$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 14
Nombre de mailles et types : 1 QUA8, 2 TRIA6 et 6 SEG3

3.3 Grandeurs testées et résultats

Localisation	Grandeur	Référence	% tolérance
A	ε_{xx}	-6.9034482759000 10^{-4}	$<10^{-4}$
	ε_{vv}	-1.6765517241400 10^{-3}	$<10^{-4}$

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

B	ε_{xx}	-6.9034482759000 10^{-4}	$<10^{-4}$
	ε_{yy}	-1.6765517241400 10^{-3}	$<10^{-4}$
C	u_x	-1.3806896558000 10^{-3}	$<10^{-4}$
	u_y	-3.3531034482800 10^{-3}	$<10^{-4}$
	ε_{xx}	-6.9034482759000 10^{-4}	$<10^{-4}$
	ε_{yy}	-1.6765517241400 10^{-3}	$<10^{-4}$
D	ε_{xx}	-6.9034482759000 10^{-4}	$<10^{-4}$
	ε_{yy}	-1.6765517241400 10^{-3}	$<10^{-4}$

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus par Code_Aster sont parfaitement conformes aux références analytiques.

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