WTNL101 – Problème THM saturé couplé

Résumé :

Il s'agit d'un problème mono dimensionnel de THM saturée. Le chargement thermique est un flux de chaleur constant à une extrémité du domaine. On observe la propagation de la pression et de la température dans le barreau. Ce test est un test de non régression.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On se place dans le cadre d'un problème monodimensionnel en coordonnées cartésiennes, correspondant à une hypothèse de déformations planes dans la direction y.

La « structure » considérée, est finalement un segment de longueur $L=20\,m$.

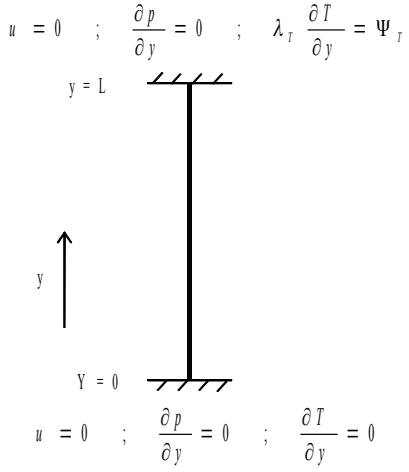
1.2 Propriétés du matériau

Eau liquide	Masse volumique $(kg.m^{-3})$	10^3
	Chaleur massique à pression constante $(J.K^{-1})$	4180
	Viscosité dynamique de l'eau liquide $(Pa.s)$	0.001
	Coefficient de dilatation thermique du liquide (K^{-1})	1.10^{-4}
	Compressibilité (Pa^{-1})	$K_e=5.10^{-10}$
Solide	Module d'Young drainé $E(Pa)$	$2.166\,10^9$
	Coefficient de Poisson	0.3
	Coefficient de dilatation thermique du solide (K^{-1})	10^{-5}
Etat initial	Porosité	0.14
	Température (K)	293
	Pression liquide (Pa)	0
	Pression de vapeur (Pa)	2320
Coefficients homogénéisés	Masse volumique homogénéisée $(kg.m^{-3})$	2410
	Coefficient de Biot	1
	Perméabilité intrinsèque (m^2)	$K_{\text{int}}=10^{-19}$
	Conductivité thermique $(W.K^{-1}m^{-1})$	$\lambda_T=1.8$
	Chaleur à contrainte constante $(J.K^{-1})$	565.

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

1.3 Conditions aux limites et chargements

On chauffe un barreau vertical :



Avec $\lambda_T \frac{\partial T}{\partial x} = \Psi_T$ indépendant du temps t

Ce qui correspond à :

- En $x=0$: déplacement nul, flux hydraulique nul, flux thermique imposé $\Psi_T = 100 W.m^{-2}$ constant en temps
- En $x=L$: déplacement nul, flux hydraulique nul, flux thermique nul.

1.4 Conditions initiales

$u(x)=P(x)=0 \quad T(x)=T_0=20°C$ partout.

2 Solution de référence

Le test est ici en non régression. On vérifie bien que la température et la pression se propagent par conductivité le long du barreau et que températures et pressions diminuent dés qu'on s'éloigne de la source de chaleur (Y=L).

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation A

- Modélisation en déformations planes.
- 100 éléments $Q4$ de largeur égale pour une longueur totale de 20 m.

Remarque : comme toutes les modélisations THM, le maillage doit être quadratique, mais le traitement numérique se fait sur des $Q4$.

3.2 Résultat de la modélisation A

Discrétisation en temps : 10 pas de temps de $50\,000\,s$ chacun.

Tableau de nœuds à l'instant $5\times10^5 s$:

$N°$ NŒUD	$COOR_X$	$COOR_Y$	$TEMP(°C)$	Tolérance (%)	$PRE1(Pa)$	Tolérance (%)
2	0	20	43.50	10	4.59×10^6	10
7	0	19.8	33.30	10	4.45×10^6	10
12	0	19.6	24.86	10	4.07×10^6	10
17	0	19.4	18.06	10	3.54×10^6	10
22	0	19.2	12.77	10	2.98×10^6	10

La modélisation A contient un deuxième calcul qui vérifie la possibilité de mélanger des éléments THM avec des éléments non-THM, y compris en dynamique (DYNA_NON_LINE).
Ce deuxième calcul (qui est de fait purement informatique) fait des tests de non-régression sur les mêmes quantités et aux mêmes lieux.

4 Modélisation B

Il s'agit de la même modélisation en THMS (modélisation sélective). Les résultats sont les mêmes.

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation C

Modélisation en déformations planes avec second gradient : D_PLAN_THMS_DIL
Rigidité de second gradient : $a_1 = 2.166 . 10^9 N$

5.2 Résultat de la modélisation C

Il s'agit d'un test de régression permettant de vérifier l'usage du modèle de second gradient en THMS.

Tableau de nœuds à l'instant $5\times10^5 s$:

$N°$ NŒUD	$COOR_X$	$COOR_Y$	$TEMP(°C)$	Tolérance (%)	$PRE1(Pa)$	Tolérance (%)
2	0	20	43.31	10^{-6}	8.02×10^6	10^{-6}
7	0	19.8	33.10	10^{-6}	7.79×10^6	10^{-6}
12	0	19.6	24.68	10^{-6}	7.12×10^6	10^{-6}

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

17	0	19.4	17.93	10^{-6}	6.10×10^{6}	10^{-6}
22	0	19.2	12.68	10^{-6}	4.87×10^{6}	10^{-6}

6 Synthèse des résultats

Les résultats sont en cohérents physiquement (la température et la pression sont plus importantes dés qu'on se rapproche de la source de chaleur) avec ce que l'on attend de ce type de problèmes.

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