WTNV109 – Chargement hydrique et mécanique d'un milieu poreux saturé

Résumé :

On considère un problème tridimensionnel de couplage thermo-hydro-mécanique d'un milieu poreux saturé.

Ce test consiste à étudier l'effet de la mécanique et de l'hydraulique sur la thermique. On étire l'élément en lui imposant un déplacement dans la direction z , on lui applique une pression hydraulique constante et on étudie l'effet de ces deux chargements sur la température du modèle. On se limite au premier pas de temps.

Les modèles étudiés sont $2D$ plans (DPQ8 et DPTR6) et $3D$ volumique (HEXA20) avec un comportement linéaire pour l'hydraulique et la thermique.

La solution de référence est unidimensionnelle car elle ne dépend que de la coordonnée verticale.
Ce test est actuellement un test de non régression.

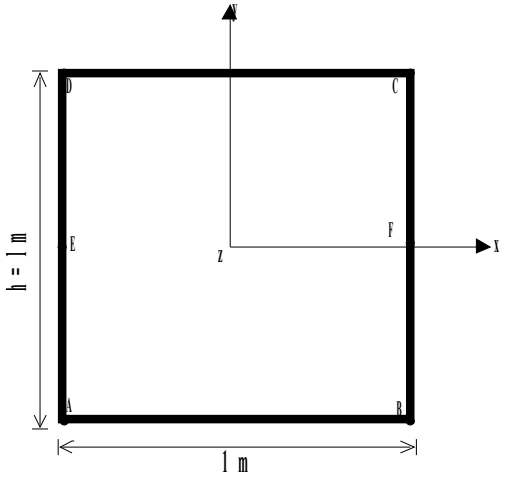
Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Présentation

On étudie dans ce cas test le comportement thermo-hydro-mécanique d'un milieu poreux saturé constitué par un seul fluide: l'eau dans sa phase liquide. Il s'agit dans *Code_Aster* d'une modélisation THM. La loi de comportement du fluide associée est de type LIQU_SATU.

1.2 Géométrie



Coordonnées des points (m) :

A	$-0{,}5-0{,}5$	C	$0{,}5\,0{,}5$
B	$0{,}5-0{,}5$	D	$-0{,}5\,0{,}5$

1.3 Propriétés du matériau

solide	Masse volumique $(kg.m^{-3})$	$2.\times10^{3}$
	Module d'Young drainé $E(Pa)$	$225.\times10^{6}$
	Coefficient de Poisson	$0.$
	Coefficient de dilatation thermique du solide (K^{-1})	$8.\times10^{-6}$
Fluide	Masse volumique $(kg.m^{-3})$	10^{3}
	Chaleur à pression constante $(J.K^{-1})$	2.85×10^{6}
	Coefficient de dilatation thermique du liquide (K^{-1})	10^{-4}
	Dérivée de la conductivité du fluide par rapport à la température	$0.$
Thermique	Conductivité homogénéisée $(W.K^{-1}m^{-1})$	1.7
	Dérivée de la conductivité homogénéisée par rapport à la température	$0.$
Coefficients d'homogénéisation	Coefficient de $Biot$	10^{-12}
	Porosité	0.4

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Coefficients homogénéisés	Masse volumique $(kg.m^{-3})$	1.6×10^{3}
	Chaleur à contrainte constante $(J.K^{-1})$	2.85×10^{6}

1.4 Conditions aux limites et chargements

•Élément complet :
•pression du fluide $PRE1=500.0\,Pa$

•Face inférieure :
•température $T=0.0\,K$
•déplacements $u_x=0.0\,m\,,u_y=0.0\,m\,,u_z=0.0\,m.$

•Face supérieure :
•déplacement $u_z=10^{-3}\,m$

1.5 Conditions initiales

Les champs de déplacement, pression, température sont initialement tous nuls, la température de référence vaut $T_0=273\,°K$.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

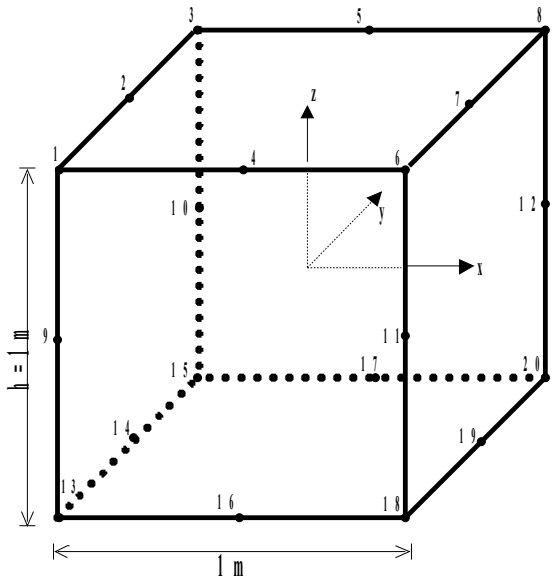
Le test est ici en non régression.

Remarque : Cette modélisation est effectuée sur des éléments linéaires en thermique et hydraulique. Une solution analytique a été conçue à l'origine pour ce test alors en quadratique sur T et H : Le calcul d'une nouvelle solution analytique adaptée fait l'objet de la fiche 16737.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation A

Modélisation volumique `3D_THM`



1 maille `HEXA20` de la modélisation `3D_THM` : `THM_HEXA20`

3.2 Résultat de la modélisation A

Discrétisation en temps: un seul pas de temps : $10^3 s$. Le schéma en temps est implicite $(\theta=1)$.

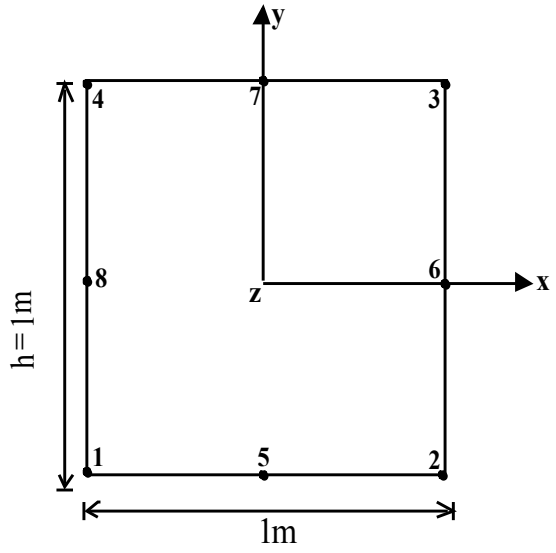
Nœud	Type de valeur	Instant (s)	Référence (analytique)	Tolérance $(\%)$
N1 , N3	*TEMP*	10^3	-1.28600×10^{-8}	0.1
N6 , N8	*TEMP*	10^3	-1.28600×10^{-8}	0.1

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation B

Modélisation plane: D_PLAN_THM



1 maille DPQ8 de la modélisation D_PLAN_THM : THM_DPQ8

4.2 Résultat de la modélisation B

Discrétisation en temps : un seul pas de temps : $10^3 s$. Le schéma en temps est implicite $(\vartheta = 1)$.

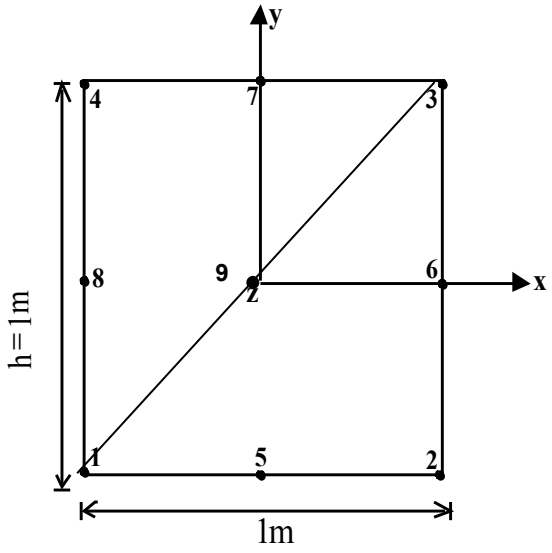
Nœud	Type de valeur	Instant (s)	Référence (analytique)	Tolérance $(\%)$
N3	*TEMP*	10^3	-1.28600×10^{-8}	10^{-3}
N4	*TEMP*	10^3	-1.28600×10^{-8}	10^{-3}

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation C

Modélisation plane :D_PLAN_THM



2 mailles DPTR6 de la modélisation D_PLAN_THM : THM_DPTR6

5.2 Résultat de la modélisation C

Discrétisation en temps : un seul pas de temps : $10^3 s$. Le schéma en temps est implicite $(\vartheta = 1)$.

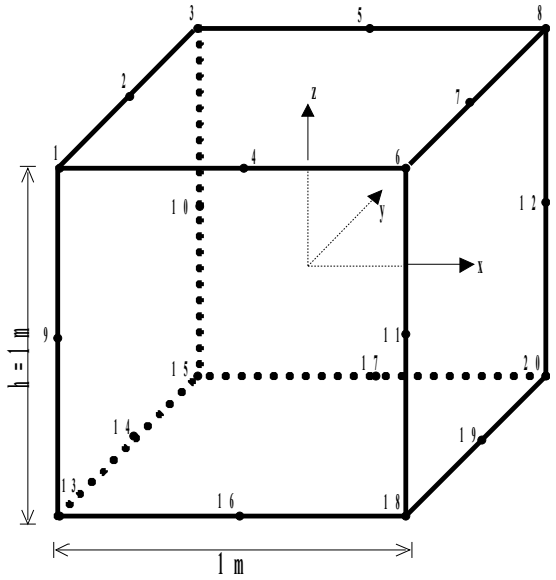
Nœud	Type de valeur	Instant (s)	Référence (analytique)	Tolérance $(\%)$
N3	*TEMP*	10^3	-1.28600×10^{-8}	10^{-3}
N4	*TEMP*	10^3	-1.28600×10^{-8}	10^{-3}

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation D

Modélisation volumique 3D_THM



Une maille PENTA15 de la modélisation 3D_THM : THM_ PENTA15

6.2 Résultat de la modélisation D

Discrétisation en temps: un seul pas de temps : $10^3 s$. Le schéma en temps est implicite $(\theta=1)$.

Nœud	Type de valeur	Instant (s)	Référence (analytique)	Tolérance $(\%)$
N3	*TEMP*	10^3	-1.28600×10^{-8}	0.1
N4	*TEMP*	10^3	-1.28600×10^{-8}	0.1

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

7 Synthèse des résultats

Les résultats sont en cohérents physiquement et devront être consolidés par une solution analytique (fiche 16737).

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)