

Manuel de Validation**Fascicule V7.31 : Thermo-hydro-mécanique en milieu poreux de structures volumiques
Document V7.31.107**

WTNV107 - Surface poreuse saturée soumise à un choc thermo-hydraulique

Résumé :

On considère un problème surfacique (en 3D) de comportement d'un milieu poreux saturé soumis à un chargement thermo-hydraulique.

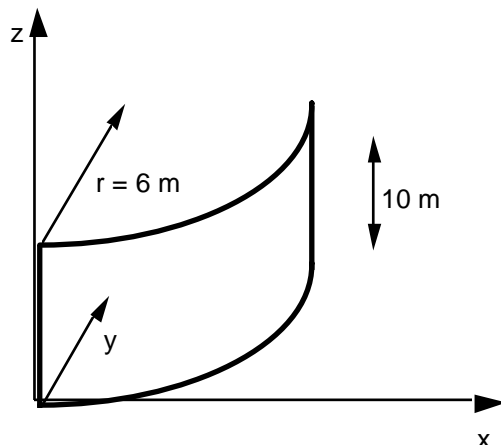
On étudie un régime transitoire, pour les problèmes de diffusion thermo-hydraulique couplée (cependant la partie mécanique n'intervient pas, surface poreuse indéformable).

Le modèle est 3D surfacique, avec un comportement thermo-hydraulique linéaire pour la modélisation 3D_JOINT_CT.

Le test valide en particulier la prise en compte de la courbure de la surface (portion de cylindre).

1 Problème de référence

1.1 Géométrie surfacique : quart de cylindre d'axe Z, de rayon $r = 6$ m, de hauteur $h = 10$ m



Coordonnées des points :

A	6	-6	5
B	3,7	-5,5	5
C	1,76	-4,24	5
D	4,57	-2,3	5

1.2 Propriétés de matériaux

Les valeurs choisies pour les caractéristiques des matériaux ne sont représentatives des propriétés des matériaux poreux continus habituels (argile), plus que des caractéristiques de "joint" rocheux. Les ordres de grandeur des chargements ne sont pas réalistes. Les autres caractéristiques thermiques sont supposées nulles.

Thermique	Hydraulique	Couplage
chaleur volumique	module de Biot M (MPa)	α_m (K^{-1})
C_0^ε ($J.m^{-3}$)		
$3.3 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^{-11}$

Masse volumique	Entropie	Porosité	Conductivité thermique	Conductivité hydraulique
fluide ($kg.m^{-3}$)	massique fluide s_{m0} $J.kg^{-1}$	ϕ	λ_T ($W.m^{-1}K^{-1}$)	λ_H ($m^2.Pa^{-1}s^{-1}$)
10^3	10	0.5	$3 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8}$

Caractéristiques thermiques
décroissance ω_0 (s^{-1})
0

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Bord gauche : pression du fluide = 10 Pa température 10°K
- Autres bords : flux thermique et hydraulique nuls

1.4 Conditions initiales

Les champs de déplacement, pression, température sont initialement tous nuls.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

En l'absence de forces volumiques, le système d'équations hydro-thermique couplées s'écrit (pour un matériau non chauffant) (Δ étant le laplacien surfacique) :

- équation d'évolution thermique

$$\lambda_T \Delta T = \frac{C_0^\varepsilon}{T^r} \frac{\partial T}{\partial t} - 3\alpha_m \frac{\partial P}{\partial t}$$

- équation d'évolution hydraulique

$$\lambda_H \Delta P = \frac{1}{M} \frac{\partial P}{\partial t} - 3\alpha_m \frac{\partial T}{\partial t}$$

En choisissant les conditions aux limites identiques pour les deux problèmes, et des coefficients tels que les équations soient identiques on se ramène à la résolution d'une seule équation :

$$P = T \text{ et } \lambda_T \Delta T = \frac{C_0^\varepsilon}{T^r} \frac{\partial T}{\partial t} - 3\alpha_m \frac{\partial T}{\partial t}$$

avec $\lambda_T = \lambda_H$ et $\frac{1}{M} = \frac{C_0^\varepsilon}{T^r}$

C'est une équation de type diffusion de la chaleur définie sur une surface.

On a choisi une surface cylindrique, le problème ne dépend que de l'angle (problème unidimensionnel de diffusion).

On peut chercher des solutions en séparant les variables (espace et temps), ce qui donne une solution en produit d'exponentielles du temps et de cosinus de la variable d'espace.

Pour vérifier les conditions initiales, on obtient un développement en série (résolution semi-analytique du problème).

2.2 Résultats de référence

Valeur de composantes de la température et de la pression pour certains nœuds et pour l'instant de calcul $t = 20$ s.

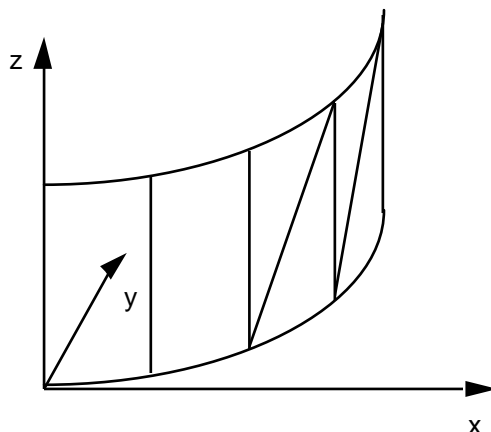
Point	Instant	composante	Référence
A	20	TEMP	9.74
B	20	PRES	9.76
C	20	TEMP	9.81
D	20	PRES	9.89

Incertitude sur la solution : solution analytique

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Eléments : mailles QUAD8 et TRIA6 de la modélisation 3D_JOINT_CT



Modélisation 3D_JOINT_CT

Discrétisation en temps : calcul à 20s en un pas. Schéma implicite ($\theta = 1$).

Conditions aux limites :

DDL_IMPO	(GROUP_NO:11	PRES:10	TEMP:10)
FLUX_THM_REP	(GROUP_MA:12	FLUN:0.	FLUN_HYDRO:0)
	(GROUP_MA:haut	FLUN:0.	FLUN_HYDRO:0)
	(GROUP_MA:bas	FLUN:0.	FLUN_HYDRO:0)

3.2 Caractéristiques du maillage

4 mailles TRIA6, 2 mailles QUAD8
1 en hauteur, 6 en longueur.
10 mailles SEG3

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes			Clés
AFFE_MODELE	3D_JOINT_CT		[U4.22.01]
DEFI_MATERIAU	PORO_JOINT		[U4.23.01]
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	PRES, TEMP	[U4.25.02]
	FLUX_THM_REP	FLUN, FLUN_HYDRO	
STAT_NON_LINE	PARM_THETA		[U4.32.01]

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

(nœud/point)	Instant	Composante	Référence	Aster	% différence
N18 A	20	TEMP	9.74	9.74804	< 0.082
N8 B	20	PRES	9.76	9.76372	< 0.038
N7 C	20	TEMP	9.81	9.81803	< 0.008
N6 D	20	PRES	9.89	9.8895	< -0.005

4.2 Remarques

La solution calculée est proche de la solution de référence, la courbure de la surface est bien prise en compte.

4.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.06.13

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire :	8 MW	Temps CPU User :	3.7 secondes
------------------------	------	------------------	--------------

5 Synthèse des résultats

Ces résultats valident la modélisation 3D_JOINT_CT.