

WTNV114 – Flux hydrique sur un milieu poreux saturé

Résumé :

On étudie le comportement hydraulique d'un milieu poreux saturé. Quatre modélisations sont effectuées : deux modélisations bidimensionnelles (modélisations A et B) et deux modélisations tridimensionnelles (modélisations C et D).

La distinction entre les modélisations A et B (respectivement C et D) réside dans la loi de comportement du fluide.

Ce test consiste à appliquer un flux hydrique sur la face supérieure du modèle et à étudier l'effet de ce flux sur la distribution de la pression du fluide dans le milieu saturé. Il s'agit d'un problème évolutif.

Les modèles étudiés sont 2D plans (HM_DPQ8) et 3D volumiques (HM_HEX20) avec un comportement linéaire.

La solution de référence est unidimensionnelle car elle ne dépend que de la coordonnée verticale.

1 Problème de référence

1.1 Présentation

On étudie dans ce cas test le comportement hydraulique 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 HM. La loi de comportement du fluide associée est selon les modélisations soit de type LIQU_SATU (modélisations A et C) soit de type LIQU_GAZ_ATM (modélisations B et D).

1.2 Géométrie

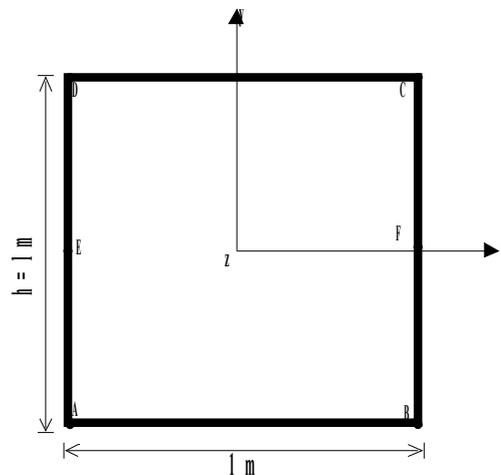


Illustration 1: Géométrie

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

Eau liquide	Masse volumique ($kg.m^{-3}$)	10^3
	Viscosité dynamique de l'eau liquide ($Pa.s$)	0.001
	Compressibilité (Pa^{-1})	$K_e = 3.7710^{-9}$
Solide	Module d'Young drainé E (Pa)	$225 \cdot 10^6$
	Coefficient de Poisson	0
Etat initial	Porosité	0.4
	Température (K)	273
	Pression liquide (Pa)	0
	Pression de vapeur (Pa)	1
Constantes	Constante des gaz parfaits	8.32
Coefficients homogénéisés	Masse volumique homogénéisée ($kg.m^{-3}$)	1600
	Isotherme de sorption	$S(P_c) = 1$
	Coefficient de Biot	1
	Perméabilité intrinsèque (m^2)	$K_{int} = 10^{-18}$

Tableau 1.3-1: Données matériaux

1.4 Conditions aux limites et chargements

Élément complet :

déplacements bloqués $u_x = u_y = u_z = 0$

Face supérieure :

flux hydrique : $Q_{lq} = 0.005 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$

Face inférieure :

flux hydrique $Q_{lq} = 0$

Faces latérales :

Ailleurs : flux nul

1.5 Conditions initiales

Les champs de déplacement, de pression de liquide sont initialement nuls et la température de référence vaut $T_0 = 273 \text{ }^\circ K$.

2 Solution de référence

La solution de référence est unidimensionnelle car elle ne dépend que de la coordonnée verticale. Le test est ici effectué en non régression.

Remarque : Cette modélisation est effectuée sur des éléments linéaires en hydraulique et thermique. Une solution analytique a été conçue à l'origine pour ce test alors en quadratique : 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 en déformations planes D_PLAN_HM.
- Comportement hydraulique LIQU_SATU.
- 1 éléments Q8 .

3.2 Résultat de la modélisation A

Discretisation en temps : 7 pas de temps croissant. La liste d'instant en secondes est : (1,5,10,50,100,500,1000) .

Tableau de nœuds à l'instant :

N° NŒUD	Numéro d'ordre	$PREI(Pa)$	Tolérance (%)
$N1, A$	1	-6.625×10^3	5
	2	-3.310×10^4	5
	3	$-6,611 \times 10^4$	5
	4	-3.301×10^5	5
	7	$-6,520 \times 10^5$	5
$N3, C$	1	1.325×10^4	5
	2	6.618×10^4	5
	3	1.322×10^5	5
	4	6.603×10^5	5
	7	1.312×10^7	5

Tableau 1: Résultats

4 Modélisation B

Il s'agit de la même modélisation mais avec une loi de comportement hydraulique LIQU_GAZ_ATM. On a donc une phase gazeuse constante à 1atm (hypothèse de Richard). Les résultats sont logiquement exactement les mêmes que ci-dessus.

5 Modélisation C

Il s'agit de la même modélisation qu'en A mais sur un cube 3D (1 élément HEXA20). Les conditions sur les faces de devant et de derrière sont des flux et déplacements nuls. Il s'agit donc du même cas qu'en 2D et les résultats sont logiquement identiques.

6 Modélisation D

Il s'agit de la même modélisation qu'en C mais avec une loi de comportement hydraulique LIQU_GAZ_ATM. On a donc une phase gazeuse constante à 1atm (hypothèse de Richard). Les résultats sont logiquement exactement les mêmes que ci-dessus.

7 Modélisation E

Exactement le même cas que la modélisation F mais en testant l'option `SYME='OUI'` du solveur linéaire.

Les résultats sont logiquement les mêmes que pour la modélisation F.

8 Synthèse des résultats

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