

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

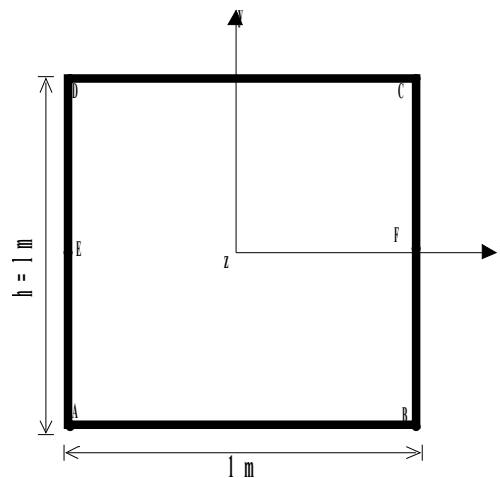


Illustration 1: Géométrie

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)	$225\ 10^6$
	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 : $Q_{lq} = 0.005\ kg.s^{-1} . m^{-2}$

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 $T_0 = 273\ ^\circ K$.

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	$PRE1(Pa)$	Tolérance (%)
NI, 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).