WTNP118 - Rééquilibrage gravitaire de la saturation d'une colonne

Résumé :

Le test présenté ici permet de vérifier la bonne prise en compte de la gravité pour la modélisation des écoulements non saturés. Ce test représente une colonne initialement uniformément désaturé. Il n'y a aucun chargement : seule la gravité est moteur de l'évolution.

Ce test fera l'objet d'un cas test Alliances.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Le domaine étudié est un barreau de $3\,m$.



Coordonnées des points (m) :

$A(0;0)$ $C(3;0.1)$
$B(3;0)$ $D(0;0.1)$

1.2 Propriétés du matériau

On prend ici des données ramenant à un problème quasi-unitaire. Les unités n'ont alors plus de signification physique.
La pesanteur est prise dans le sens des x positif (qui correspond du coup à l'axe vertical).

Eau liquide	Masse volumique $(kg.m^{-3})$ Viscosité $(Pa.s)$	1 1
Gaz	Viscosité $(Pa.s)$	1
Paramètres homogénéisés	Pesanteur $(m.s^{-2})$ Perméabilité $K(m^2)$ Porosité Isotherme de sorption Perméabilité relative	$g=(9{,}81\ ;0\ ;0)$ 1 0.5 $S_{we}=\dfrac{1}{\left[1+\left(\dfrac{P_c}{1}\right)^{1,5}\right]^{1/3}}$ $kr_w(S)=1$ $kr_{gz}(S)=1$

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

1.3 Conditions aux limites et initiales

On est en flux nuls partout. Initialement le milieu est désaturé avec une saturation de $S=0,5$ sur l'ensemble du domaine ce qui correspond à une pression capillaire :

$Pc=3,6\,Pa$.

On prend une pression de gaz initiale de $1\,Pa$.

1.4 Pas de temps

On modélise $1\,s$ de la manière suivante :

- de 0 à $0,1\,s$: 5 pas de temps
- de $0,1$ à $1\,s$: 9 pas de temps

1.5 Solution de référence

A l'état stationnaire on doit réaliser l'équilibre hydrostatique.

Il faut donc que $\Delta P_{lq}=\rho\,.\,g\,.\,\Delta x$

Avec les données dont on dispose ça nous donne donc $\Delta P_{lq}=9,81*3=29,43\,Pa$

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

2 Modélisation A

2.1 Caractéristiques de la modélisation A

La modélisation étudiée est HHD en déformations planes. Le maillage est composé de 80 éléments Q8.

2.2 Fonctionnalités testées

Cette modélisation permet en particulier de vérifier l'utilisation de la fonction temporelle PESA_MULT introduite dans la carte THM_DIFFU. Cette fonction est ajoutée en facteur des termes PESA_X, PESA_Y et PESA_Z, et permet de rendre la gravité dépendante du temps.

2.3 Résultats

Les figures ci-dessous présentent les profils de pressions capillaires, pressions de gaz et saturation le long du barreau pour différents instants. On observe bien le rééquilibrage pour atteindre un état stationnaire (plus rien ne bouge après $0{,}5\ s$).
A cet état stationnaire et en Pa :

$Pgz(x=0)=0{,}991\ Pa$ et $Pgz(x=3)=1{,}014\ Pa$
$Pc(x=0)=22{,}8\ Pa$ et $Pc(x=3)=-6{,}62\ Pa$

Ce qui donne $\Delta P_{lq}=29{,}44\ Pa$ qui correspond bien à l'équilibre hydrostatique.

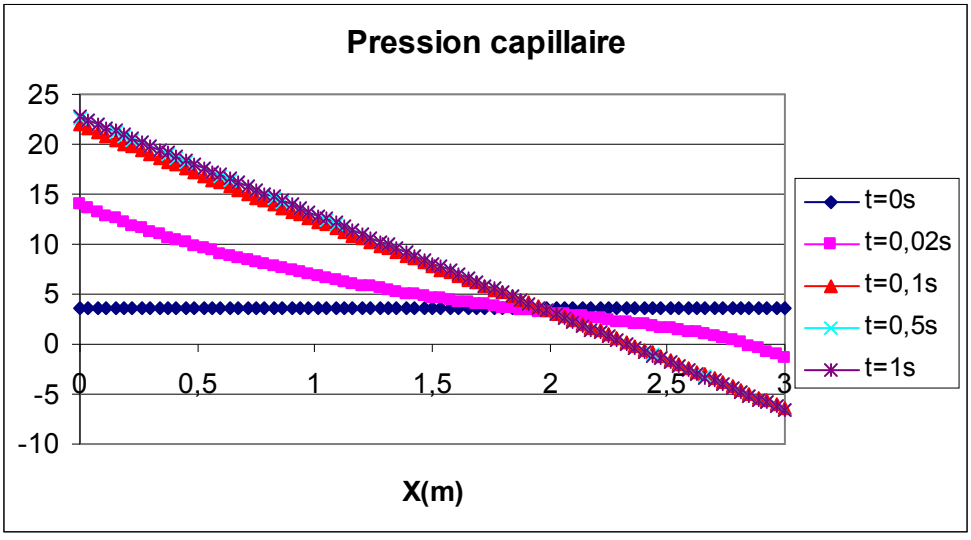


Figure 2.3-a : profils de pression capillaire

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

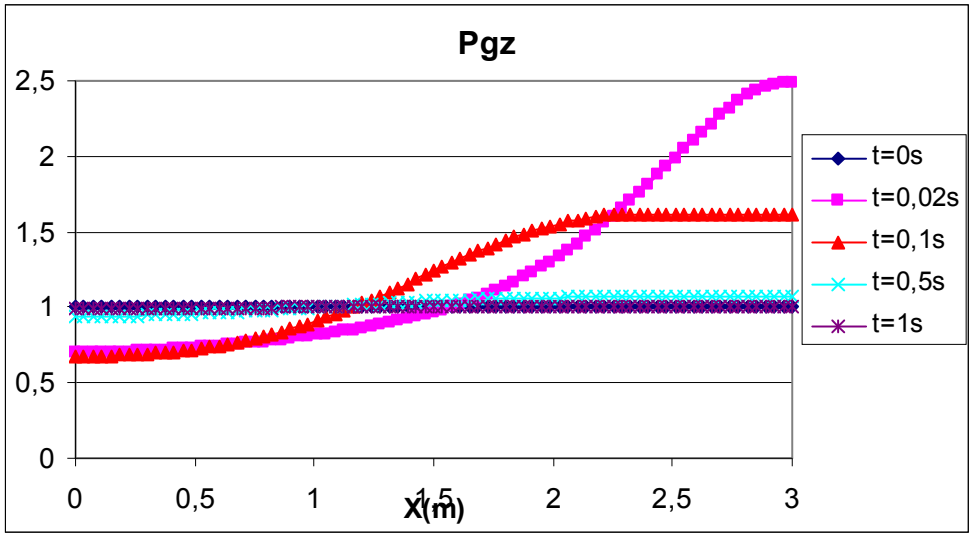


Figure 2.3-b : profils de pression de gaz

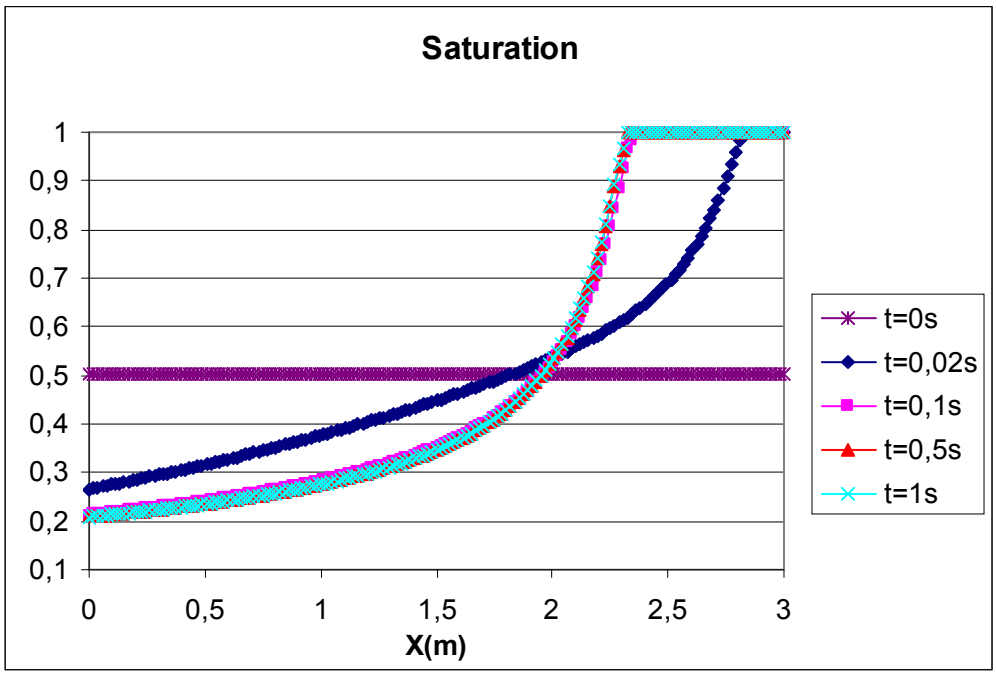


Figure 2.3-c : profils de saturation

2.4 Valeur testée

$X(m)$	Temps (s)	PRE1 Aster (Pa)	Erreur relative autorisée
0.	0,02	13,94	0.1%
0.	0,1	21,92	0.1%
0.	1	22,79	0.1%

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

3 Modélisation B

3.1 Caractéristiques de la modélisation B

La modélisation étudiée est HH2D en déformations planes. Le maillage est composé de 80 éléments Q8. Cette déclinaison n'a pour but que de passer par la loi de comportement LIQU_AD_GAZ_VAPE avec gravité. C'est exactement le même test que précédemment mais avec une coefficient de Henry $K_H = \infty$ et tous les coefficients de Fick pris égaux à 0.

3.2 Résultats

Les résultats sont bien sûr les mêmes que précédemment :

$X(m)$	Temps (s)	PRE1 Aster	Erreur relative autorisée
0.	0,02	13,94	0.1%
0.	0,1	21,92	0.1%
0.	1	22,79	0.1%

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

4 Modélisation C

4.1 Caractéristiques de la modélisation C

La modélisation étudiée est THH2D en déformations planes. Le maillage est composé de 80 éléments Q8. C'est exactement le même cas que la modélisation B mais avec une structure THH2D et donc de la thermique (bloquée). Cette modélisation a uniquement pour but de se ramener à une structure de donnée THH2D afin de pouvoir en faire un cas test Alliances (seule la modélisation THH2D est connue) .

4.2 Résultats

Les résultats sont bien sûr les mêmes que précédemment :

$X(m)$	Temps (s)	PRE1 Aster (Pa)	Erreur relative autorisée
0.	0,02	13,94	0.1%
0.	0,1	21,92	0.1%
0.	1	22,79	0.1%

5 Synthèse

Ce cas test permet de valider la prise en compte de la gravité pour les cas saturés. Les résultats obtenus sont cohérents.

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