WTNA100 –Calcul de rééquilibrage capillaire d'un bi-matériaux

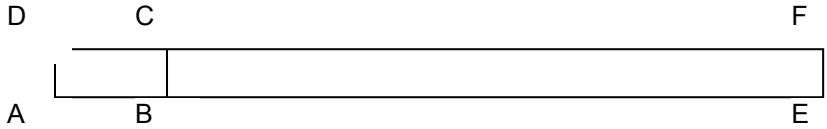
Résumé :

Ce cas test correspond à l'étude hydraulique simplifiée d'une tranche de terrain dans un site de stockage. Deux matériaux sont considérés : une barrière ouvragée (BO) et une barrière géologique (BG). Initialement la BO est désaturée et la BG saturée. On étudie ici le rééquilibrage capillaire de l'ensemble (ce qui correspond à la resaturation de la barrière ouvragée par la barrière géologique).

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Coordonnées des points (m) :

Point	X	Y
A	0,425	-10
B	1,1225	-10
C	1,1225	0
D	0,425	0
E	10	-10
F	10	0

La partie délimitée par $ABCD$ sera appelée BO et la partie $BEFC$, BG .

1.2 Propriétés du matériau

Les propriétés du matériau sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Eau liquide	Masse volumique ($kg.m^{-3}$) Chaleur à pression constante ($J.K^{-1}$) Coefficient de dilatation thermique du liquide (K^{-1}) Viscosité dynamique de l'eau liquide ($Pa.s$)	10^3 4180 10^{-4} 10^{-3}
Gaz	Chaleur massique ($J.K^{-1}$) Masse molaire ($kg.mol^{-1}$)	1000 0,02896 1,8. 10^{-5}
Solide (BO)	Masse volumique ($kg.m^{-3}$) Module d'Young drainé E (Pa) Coefficient de Poisson	2670 1,9.10^{20} 0.2
État initial (BO)	Porosité Température (K) Pression de gaz (Pa) Pression de vapeur (Pa) Pression capillaire initiale (Pa)	0,35 293 1E5 2320 5.10^7 ($S=0,57$)

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

Coefficients homogénéisés (BO)	Masse volumique homogénéisée ($kg.m^{-3}$)	2670
	Saturation	$S(P_C)=0.99(1-6.10^{-9}P_C)$
	Perméabilité intrinsèque (m^2)	10^{-20}
	Perméabilité relative au liquide	$kr_w(S)=S$
	Perméabilité relative au gaz	$kr_{gz}(S)=1-S$
	Chaleur massique ($J.K^{-1}$)	482
	Biot	1
	Conductivités thermique	$\lambda_S^T(S)=0,35\cdot S$ $\lambda_T^T(S)=0,6$ $\lambda_{CT}^T(S)=0,728$
Solide (BG)	Masse volumique ($kg.m^{-3}$)	2670
	Module d'Young drainé E (Pa)	$1,9.10^{20}$
	Coefficient de Poisson	0.2
Etat initial (BG)	Porosité	0,05
	Température (K)	293
	Pression de gaz (Pa)	1E5
	Pression de vapeur (Pa)	2320
	Pression capillaire initiale (Pa)	7.10^7 (S=0,81)
Coefficients homogénéisés (BG)	Masse volumique homogénéisée ($kg.m^{-3}$)	2670
	Saturation	$S(P_C)=0.99(1-6.10^{-9}P_C)$
	Perméabilité intrinsèque (m^2)	10^{-19}
	Perméabilité relative au liquide	$kr_w(S)=S$
	Perméabilité relative au gaz	$kr_{gz}(S)=1-S$
	Chaleur massique ($J.K^{-1}$)	706
	Biot	1
	Conductivité thermique	$\lambda_S^T(S)=0,05\cdot S$ $\lambda_T^T(S)=0,06$ $\lambda_{CT}^T(S)=1,539$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Sur tous les bords : Flux hydraulique nul

Le seul moteur est ici la saturation d'un milieu par un autre.

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

2 Modélisation A

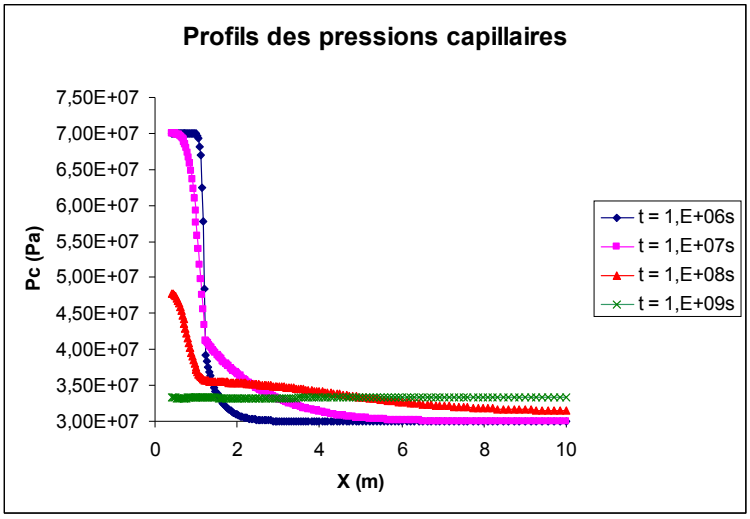
2.1 Caractéristiques de la modélisation A

Modélisation en axi-symétrie. La barrière ouvragée est maillée par 15 éléments QUAD8 et la barrière géologique par 59 éléments QUAD8, répartis progressivement sur toute la longueur.

Il s'agit ici d'une modélisation AXIS_HHD.

2.2 Grandeurs testées et résultats

Ce cas test ne présente pas de solution de référence (il est issu d'un benchmark sur le stockage), nous présentons donc des profils de pressions capillaires conformes à ce que l'on peut physiquement attendre pour de telles simulations.



Valeurs testées :

Numéro de noeud	Coordonnée	*PRE1* $t=1,E+06\ s$	*PRE1* $t=1,E+07\ s$	*PRE1* $t=1,E+08\ s$	*PRE1* $t=1,E+09\ s$
294	1,285	3,760E+07	4,082E+07	3,561E+07	3,326E+07
309	1,118	6,701E+07	4,975E+07	3,613E+07	3,327E+07

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

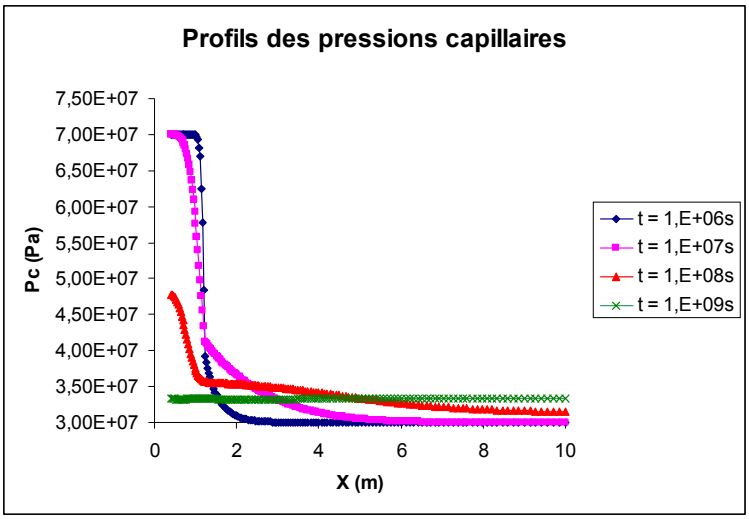
3 Modélisation B

3.1 Caractéristiques de la modélisation B

Il s'agit de la même modélisation que pour la modélisation A, mais en sélectif : AXIS_HHS.

3.2 Grandeurs testées et résultats

Ce cas test ne présente pas de solution de référence (il est issu d'un benchmark sur le stockage), nous présentons donc des profils de pressions capillaires conformes à ce que l'on peut physiquement attendre pour de telles simulations.



Valeurs testées :

Numéro de noeud	Coordonnée	*PRE1* $t=1,E+06\ s$	*PRE1* $t=1,E+07\ s$	*PRE1* $t=1,E+08\ s$	*PRE1* $t=1,E+09\ s$
294	1,285	3,674E+07	4,082E+07	3,561E+07	3,326E+07
309	1,118	6,697E+07	4,986E+07	3,609E+07	3,327E+07

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats sont dans l'ensemble conformes à ce que l'on attend physiquement.

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