WTNP129 – Modélisation HM d'un barreau saturé en liquide compressible

Résumé :

On étudie ici un problème HM saturé en liquide en dimension 2. Vu les symétries du problème traité, la solution est unidimensionnelle. La structure est soumise à une pression hydraulique imposée sur sa partie supérieure. Son comportement mécanique est élastique. Ce test a pour but de comparer la résolution par couplage avec la résolution par chaînage (cf documentation « Notice d'utilisation du modèle THM » [U2.04.05])
On a donc 3 modélisations dans ce test :

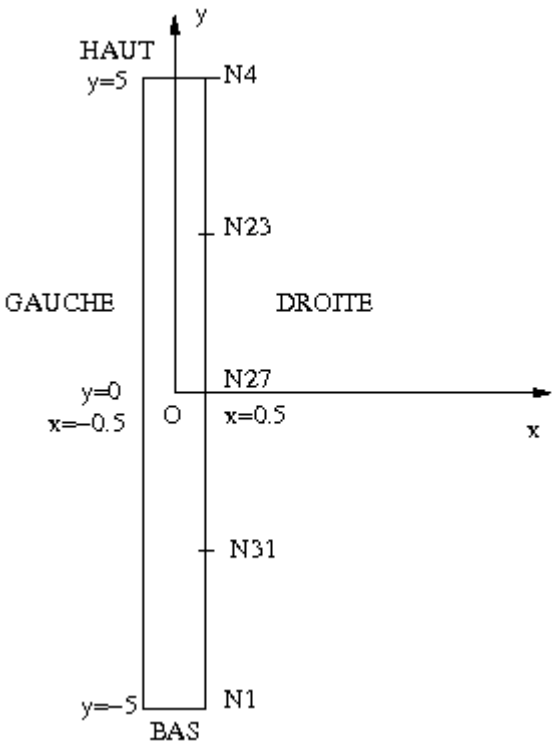
- Modélisation A : on résout le problème physique à l'aide de la méthode « classique », par couplage global
- Modélisation B : on résout le problème à l'aide de la méthode par chaînage des équations
- Modélisation C : Cette modélisation est identique à la modélisation A mais avec l'élément sous-intégré HM_SI
- Modélisation D : Cette modélisation est identique à la modélisation B mais fait appel à la loi de comportement DRUCK_PRAGER [R7.01.16] uniquement dans le but de valider certaines routines informatiques. Les paramètres matériaux sont identifiés pour que le calcul reste dans le domaine élastique et n'ont pas de sens physique.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère un barreau rectangulaire orienté selon l'axe Oy .



Les coordonnées des points sont données dans le tableau suivant :

Point	*N4*	*N23*	*N27*	*N31*	*N1*
Abscisse (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Ordonnée (m)	5	2.5	0	-2.5	-5

Le problème est modélisé sur l'intervalle de temps $[0;10\mathrm{s}]$.

1.2 Propriétés du matériau

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

On donne ici les paramètres du barreau

Eau liquide	ρ : masse volumique ($kg.m^{-3}$)	1000
	$1/K_{lq}$: inverse de la compressibilité (Pa^{-1})	0.5E-9
Coefficients matériau	r : masse volumique homogénéisée ($kg.m^{-3}$)	2800
	E : module de Young (Pa)	5.8E9
	ν : coefficient de Poisson (--)	0.
	b : coefficient de Biot (–)	1
	K_{int} : perméabilité intrinsèque (m^2)	1.E-8
Coefficients matériau supplémentaires pour DRUCK_PRAGER	$ECROUISSAGE$: forme de l'écrouissage	$LINEAIRE$
	α : coefficient de dépendance en pression (--)	0.33
	P_{ultm} : déformation plastique cumulée ultime (--)	1.0
	σ_Y : contrainte de plasticité (Pa)	1.E8
	H : module d'écrouissage (Pa)	0.0

1.3 Conditions aux limites et chargements

Sur $HAUT$, on impose les conditions $\sigma \cdot n = 0$ et $p = 3.\mathrm{E}6$ Pa.
Sur $GAUCHE$ et $DROITE$, on impose les conditions $u_x = 0$ et flux de liquide nul $M.n = 0$.
Sur BAS , on impose les conditions $u_x = u_y = 0$ et flux de liquide nul $M \cdot n = 0$.

1.4 Conditions initiales

La pression de fluide initiale est prise égale à 2 MPa . La porosité initiale est prise égale à 0.5.

2 Solution de référence

On s'intéresse aux valeurs de DY, PRE1 et SIYY en 5 nœuds ($N4$, $N23$, $N27$, $N31$, $N1$) situés sur le bord droit du barreau aux deux instants $t = 1$ sec et $t = 10$ secondes.
Les tests effectués sont des tests de non-régression pour la modélisation A.
Pour les modélisations B, C et D, les tests effectués sont des tests d'adhérence aux résultats de la modélisation A (de type AUTRE_ASTER).

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

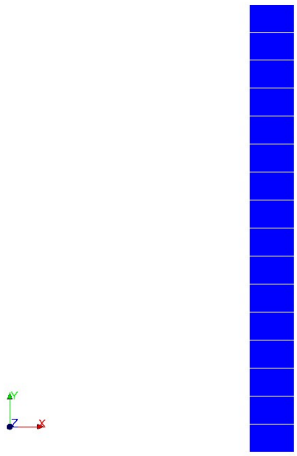
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la modélisation D_PLAN_HMS.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 83
Nombre de mailles et types : 16 mailles QUAD8



3.3 Grandeurs testées et résultats

On réalise les tests de non-régression suivants.

Identification	Type de référence	Référence
$N23$ – PRE1 - $t=1$	NON_REGRESSION	1.4477057505633E+06
$N27$ – PRE1 - $t=1$	NON_REGRESSION	9.8618261792096E+05
$N31$ – PRE1 - $t=1$	NON_REGRESSION	6.8416253970115E+05
$N1$ – PRE1 - $t=1$	NON_REGRESSION	5.7968660741362E+05
$N23$ – PRE1 - $t=10$	NON_REGRESSION	1.9965914222579E+06
$N27$ – PRE1 - $t=10$	NON_REGRESSION	1.9937017653319E+06
$N31$ – PRE1 - $t=10$	NON_REGRESSION	1.9917709562082E+06
$N1$ – PRE1 - $t=10$	NON_REGRESSION	1.991092945817E+06
$N4$ – DY - $t=1$	NON_REGRESSION	1.8807606329922E-03
$N23$ – DY - $t=1$	NON_REGRESSION	1.139326750168E-03
$N27$ – DY - $t=1$	NON_REGRESSION	6.19182033214E-04
$N31$ – DY - $t=1$	NON_REGRESSION	2.6539252530741E-04

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

$N4$ – DY - $t=10$	NON_REGRESSION	3.4385071565836E-03
$N23$ – DY - $t=10$	NON_REGRESSION	2.5771817886894E-03
$N27$ – DY - $t=10$	NON_REGRESSION	1.7172304114012E-03
$N31$ – DY - $t=10$	NON_REGRESSION	8.5833064233171E-04
$N4$ – SIYY - $t=1$	NON_REGRESSION	2.00000E+06
$N23$ – SIYY - $t=1$	NON_REGRESSION	1.4477057505633E+06
$N27$ – SIYY - $t=1$	NON_REGRESSION	9.8618261792096E+05
$N31$ – SIYY - $t=1$	NON_REGRESSION	6.8416253970115E+05
$N1$ – SIYY - $t=1$	NON_REGRESSION	5.7968660741362E+05
$N4$ – SIYY - $t=10$	NON_REGRESSION	2.00000E+06
$N23$ – SIYY - $t=10$	NON_REGRESSION	1.9965914222579E+06
$N27$ – SIYY - $t=10$	NON_REGRESSION	1.9937017653319E+06
	NON_REGRESSION	1.9917709562082E+06

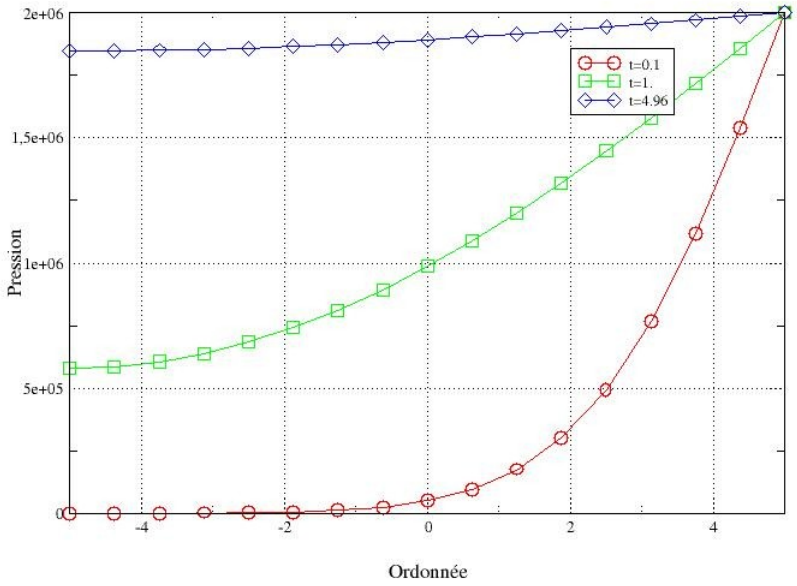


Illustration 1: Pression sur le bord droit à 3 instants

$N31$ – SIYY - $t=10$		
$N1$ – SIYY - $t=10$	NON_REGRESSION	1.991092945817E+06

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise les modélisations D_PLAN_HS pour l'hydraulique et D_PLAN_SI pour la mécanique.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.
Nombre de nœuds : 83
Nombre de mailles et types : 16 mailles QUAD8
Les maillages mécanique et hydraulique sont identiques.

4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Référence	Erreur
$N23$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.4477057505633E+06	0.0495%
$N27$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	9.8618261792096E+05	0.294%
$N31$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	6.8416253970115E+05	0.850%
$N1$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	5.7968660741362E+05	1.24%
$N4$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.8807606329922E-03	0.299%
$N23$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.139326750168E-03	0.483%
$N27$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	6.19182033214E-04	0.772%
$N31$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	2.6539252530741E-04	1.09%
$N4$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	2.00000E+06	1.0E-08%
$N23$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.4477057505633E+06	0.0495%
$N27$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	9.8618261792096E+05	0.294%
$N31$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	6.8416253970115E+05	0.850%
$N1$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	5.7968660741362E+05	1.24%
$N23$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9965914222579E+06	0.0202%
$N27$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9937017653319E+06	0.0373%
$N31$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9917709562082E+06	0.0488%
$N1$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.991092945817E+06	0.0528%
$N4$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	3.4385071565836E-03	0.0335%
$N23$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	2.5771817886894E-03	0.0414%
$N27$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.7172304114012E-03	0.0475%
$N31$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	8.5833064233171E-04	0.0514%
$N4$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	2.00000E+06	9.31E-14%
$N23$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9965914222579E+06	0.0202%

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

$N27$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9937017653319E+06	0.0373%
$N31$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9917709562082E+06	0.0488%
$N1$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.991092945817E+06	0.0528%

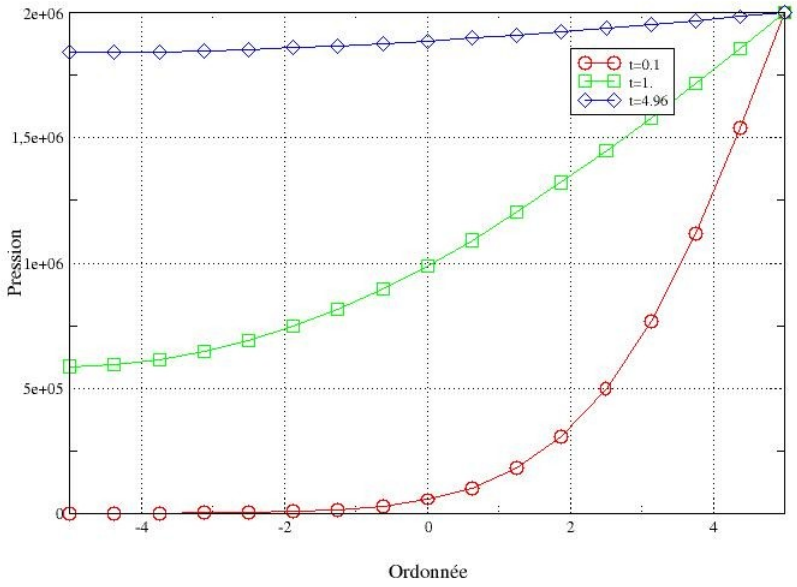


Illustration 2: Pression sur le bord droit à 3 instants

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

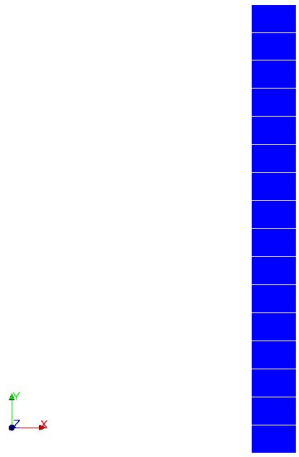
5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la modélisation D_PLAN_HM_SI.

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 83
Nombre de mailles et types : 16 mailles QUAD8



5.3 Grandeurs testées et résultats

Les tests de non-régression sont effectués en version 11.0.25.

Identification	Type de référence	Référence	Erreur
$N23$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.4477057505633E+06	0.0044%
$N27$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	9.8618261792096E+05	0.0462%
$N31$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	6.8416253970115E+05	0.151%
$N1$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	5.7968660741362E+05	0.226%
$N4$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.8807606329922E-03	0.0506%
$N23$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.139326750168E-03	0.0829%
$N27$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	6.19182033214E-04	0.136%
$N31$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	2.6539252530741E-04	0.197%
$N4$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	2.00000E+06	1.0E-13%
$N23$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.4477057505633E+06	0.0044%
$N27$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	9.8618261792096E+05	0.0462%
$N31$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	6.8416253970115E+05	0.151%
$N1$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	5.7968660741362E+05	0.226%

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

$N23$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9965914222579E+06	0.0012%
$N27$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9937017653319E+06	0.0023%
$N31$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9917709562082E+06	0.003%
$N1$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.991092945817E+06	0.0032%
$N4$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	3.4385071565836E-03	0.002%
$N23$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	2.5771817886894E-03	0.0025%
$N27$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.7172304114012E-03	0.0029%
$N31$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	8.5833064233171E-04	0.0031%
$N4$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	2.00000E+06	1E-13%
$N23$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9965914222579E+06	0.0012%
$N27$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9937017653319E+06	0.0023%
$N31$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9917709562082E+06	0.003%
$N1$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.991092945817E+06	0.0032%

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise les modélisations D_PLAN_HS pour l'hydraulique et D_PLAN_SI pour la mécanique.

6.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.
Nombre de nœuds : 83
Nombre de mailles et types : 16 mailles QUAD8
Les maillages mécanique et hydraulique sont identiques.

6.3 Grandeurs testées et résultats

Les grandeurs testées sont identiques à celles de la modélisation B.

Identification	Type de référence	Référence	Erreur
$N23$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.4477057505633E+06	0.0495%
$N27$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	9.8618261792096E+05	0.294%
$N31$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	6.8416253970115E+05	0.850%
$N1$ – PRE1 - $t=1$	AUTRE_ASTER	5.7968660741362E+05	1.24%
$N4$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.8807606329922E-03	0.299%
$N23$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.139326750168E-03	0.483%
$N27$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	6.19182033214E-04	0.772%
$N31$ – DY - $t=1$	AUTRE_ASTER	2.6539252530741E-04	1.09%
$N4$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	2.00000E+06	1.0E-08%
$N23$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	1.4477057505633E+06	0.0495%
$N27$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	9.8618261792096E+05	0.294%
$N31$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	6.8416253970115E+05	0.850%
$N1$ – SIYY - $t=1$	AUTRE_ASTER	5.7968660741362E+05	1.24%
$N23$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9965914222579E+06	0.0202%
$N27$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9937017653319E+06	0.0373%
$N31$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9917709562082E+06	0.0488%
$N1$ – PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.991092945817E+06	0.0528%
$N4$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	3.4385071565836E-03	0.0335%
$N23$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	2.5771817886894E-03	0.0414%
$N27$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.7172304114012E-03	0.0475%
$N31$ – DY - $t=10$	AUTRE_ASTER	8.5833064233171E-04	0.0514%
$N4$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	2.00000E+06	9.31E-14%
$N23$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9965914222579E+06	0.0202%

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

$N27$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9937017653319E+06	0.0373%
$N31$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9917709562082E+06	0.0488%
$N1$ – SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.991092945817E+06	0.0528%

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

7 Synthèse des résultats

Les valeurs fournies par *Code_Aster* sont en parfait accord avec les valeurs de référence.

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