

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])

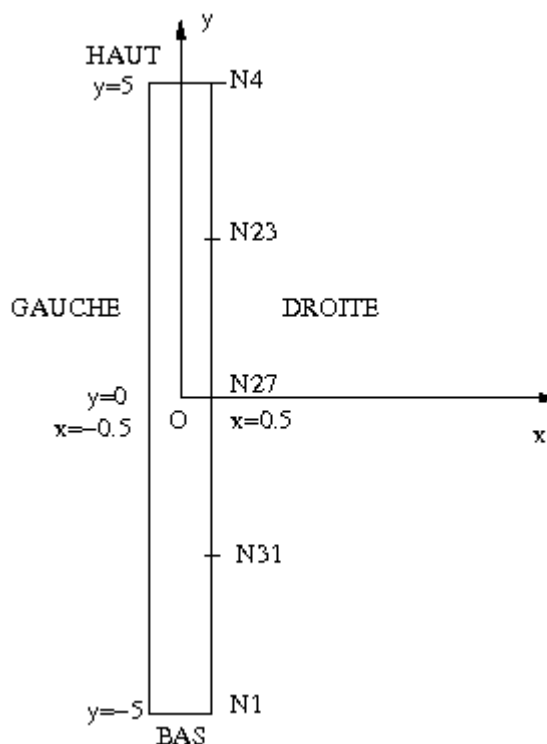
On a donc 3 modélisations dans ce test :

- 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.

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	$N4$	$N23$	$N27$	$N31$	$N1$
Abcisse (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 $[0; 10s]$.

1.2 Propriétés du matériau

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	<i>ECROUISSAGE</i> : forme de l'écrouissage	<i>LINEAIRE</i>
	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 $p = 3.E6$ Pa.

Sur *GAUCHE* et *DROITE*, on impose les conditions $u_x = 0$ et flux de liquide nul $M \cdot n = 0$.

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*).

3 Modélisation A

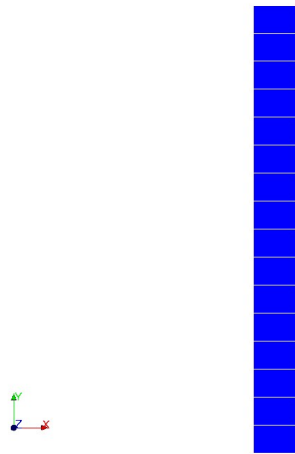
3.1 Caractéristiques de la modélisation

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
$N23 - \text{PRE1} - t=1$	NON_REGRESSION	1.4477057505633E+06
$N27 - \text{PRE1} - t=1$	NON_REGRESSION	9.8618261792096E+05
$N31 - \text{PRE1} - t=1$	NON_REGRESSION	6.8416253970115E+05
$N1 - \text{PRE1} - t=1$	NON_REGRESSION	5.7968660741362E+05
$N23 - \text{PRE1} - t=10$	NON_REGRESSION	1.9965914222579E+06
$N27 - \text{PRE1} - t=10$	NON_REGRESSION	1.9937017653319E+06
$N31 - \text{PRE1} - t=10$	NON_REGRESSION	1.9917709562082E+06
$N1 - \text{PRE1} - t=10$	NON_REGRESSION	1.991092945817E+06
$N4 - \text{DY} - t=1$	NON_REGRESSION	1.8807606329922E-03
$N23 - \text{DY} - t=1$	NON_REGRESSION	1.139326750168E-03
$N27 - \text{DY} - t=1$	NON_REGRESSION	6.19182033214E-04
$N31 - \text{DY} - t=1$	NON_REGRESSION	2.6539252530741E-04

$N4 - DY - t=10$	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

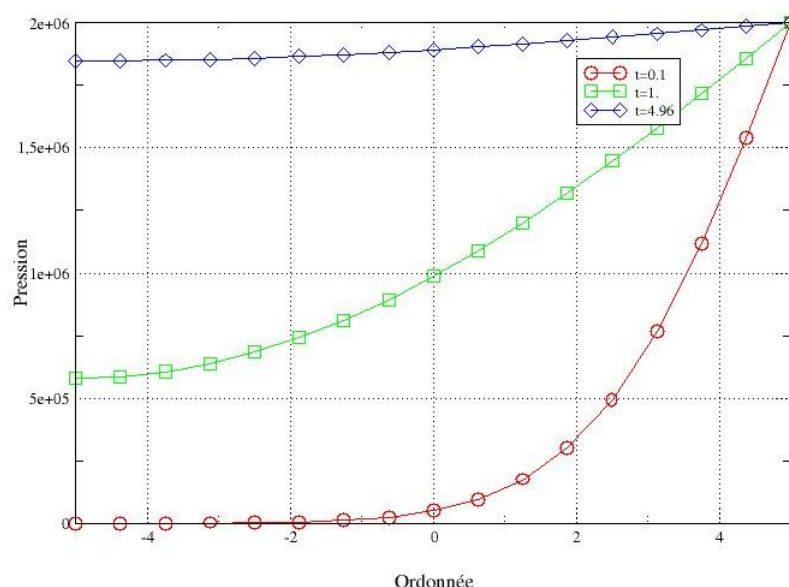


Illustration 1: Pression sur le bord droit à 3 instants

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

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%

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%

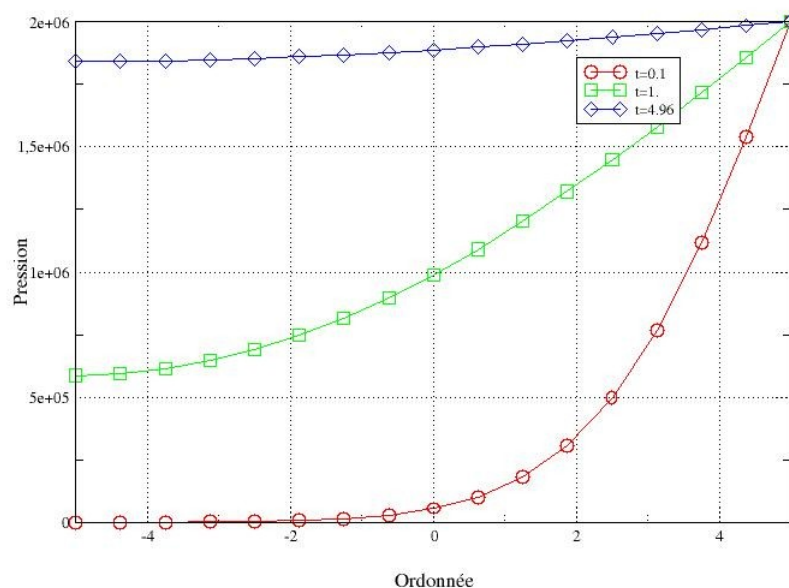


Illustration 2: Pression sur le bord droit à 3 instants

5 Modélisation C

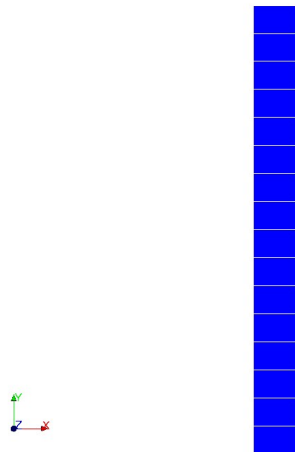
5.1 Caractéristiques de la modélisation

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%

N23 - PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9965914222579E+06	0.0012%
N27 - PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9937017653319E+06	0.0023%
N3I - PRE1 - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9917709562082E+06	0.003%
NI - 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%
N3I - 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%
N3I - SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9917709562082E+06	0.003%
NI - SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.991092945817E+06	0.0032%

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%

<i>N27</i> - SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9937017653319E+06	0.0373%
<i>N3I</i> - SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.9917709562082E+06	0.0488%
<i>NI</i> - SIYY - $t=10$	AUTRE_ASTER	1.991092945817E+06	0.0528%

7 Synthèse des résultats

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