

## WSLP100 - Essai de désaturation par suintement dans un échantillon poreux non saturé

---

### Résumé :

Ce test permet de valider les conditions de suintement hydraulique. La modélisation est réalisée en 2D avec un modèle D\_PLAN\_HHMS et une loi de comportement élastique linéaire.

Ce cas-test contient une seule modélisation.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Description

L'essai consiste à désaturer un échantillon poreux perméable avec des conditions aux limites initialement imperméables sur les bords (flux d'eau sortante nul). A l'instant  $t=0$ , on impose « une ouverture » de 50cm sur le bord droit à l'aide des conditions de suintement, comme illustré ci-dessous. La hauteur d'eau diminue progressivement jusqu'à se stabiliser au niveau du rebord inférieur de l'ouverture.

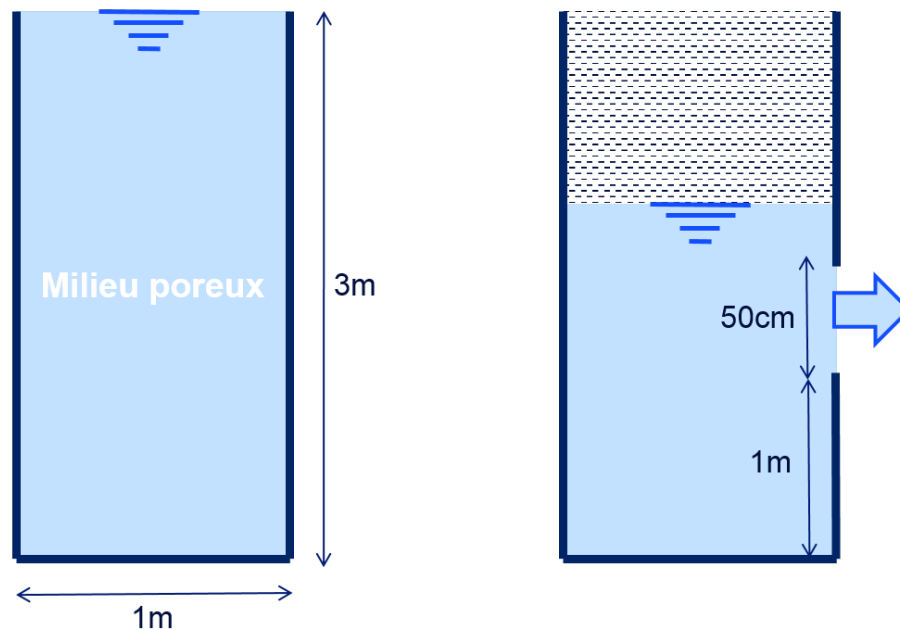


Image 1.1-a : Description du cas-test

### 1.2 Géométrie

Les dimensions de l'échantillon rectangulaire sont :

- hauteur :  $h=3\text{ m}$
- largeur :  $l=1\text{ m}$

La longueur de la section de suintement est de :  $e=50\text{ cm}$ . Elle est placée sur le bord droit, entre une hauteur de 1m et 1.5m.

### 1.3 Propriétés du matériau

Les propriétés élastiques sont :

- $E=515\text{ MPa}$
- $\nu=0.3$
- $\rho=2670\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

La loi de comportement associée au modèle hydraulique HH2M est LIQU\_GAZ : on considère donc 1 phase liquide sans air dissous et une phase gaz sans vapeur d'eau.

Les propriétés du modèle hydraulique sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Eau liquide	Masse volumique ( $kg . m^{-3}$ )	10 <sup>3</sup>
	Inverse du coefficient de compressibilité ( $Pa^{-1}$ )	0
	Perméabilité intrinsèque ( $m^2$ )	10 <sup>-9</sup>
	viscosité ( $Pa . s$ )	10 <sup>-3</sup>
Gaz	Masse molaire ( $kg . mole^{-1}$ )	29,965.10 <sup>-3</sup>
Etat initial	Porosité	0,4
	Température ( $K$ )	293
	Pression capillaire ( $Pa$ )	0
	Pression de gaz ( $Pa$ )	1
Constantes	Saturation initiale en liquide	0,9999
	Constante des gaz parfaits	8,315
Coefficients homogénéisés	Masse volumique homogénéisée ( $kg . m^{-3}$ )	2670
	Coefficient de Biot	1
	Courbe capillaire	$S_r(P_c) = \left( 1 + \left( \frac{P_c}{10^{+7}} \right)^{1.7} \right)^{-0.412}$

Tableau 1.3-1 : Propriétés hydrauliques

## 1.4 Conditions aux limites et chargements

Les conditions aux limites sont :

- Blocage du déplacement vertical de la base :  $DY=0$
- Blocage du déplacement horizontal des deux bords :  $DX=0$
- Pressions d'eau et d'air nulles sur le bord supérieur :  $PRE1=PRE2=0$
- Conditions de suintement sur la section de l' « ouverture » :  $PRE1 \geq 0$

Le chargement imposé est l'accélération de la pesanteur.

Le calcul est effectué entre  $t=0$  et  $t=0,2s$  par pas de  $0,001s$  jusqu'à  $t=0,02s$  , puis par pas de  $0,01s$  jusqu'à  $t=0,2s$  .

## 1.5 Conditions initiales

La contrainte effective initiale dans l'échantillon est isotrope et géostatique, à savoir égale à :

$$\sigma'_{xx} = \sigma'_{yy} = \sigma'_{zz} = (\rho - 10^3) g z$$

La pression d'eau initiale est géostatique : 
$$\begin{cases} PRE1 = 10^3 g z \\ PRE2 = 0 \end{cases}$$

## 2 Solution de référence

---

Une solution analytique à un problème d'écoulement avec conditions de suintement n'étant pas facile à calculer, on propose ici un cas-test suffisamment intuitif pour que certaines valeurs intermédiaires et finales attendues puissent être testées.

Ainsi les valeurs finales à  $t=0,2\text{ s}$  attendues testées sont :

- A la base :  $PRE1 = -10^3\text{ g}$
- En haut du trou :  $PRE1 = +5.10^2\text{ g}$
- En haut du bord droit :  $PRE1 = +2.10^3\text{ g}$

A un instant intermédiaire où la hauteur de colonne d'eau n'a pas encore atteint l'ouverture :  
 $PRE1 = 0$

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation D\_PLAN\_HHMS

### 3.2 Caractéristiques du maillage

- Nombre de nœuds : 981
- Nombre de mailles : 80 de type SEG3 et 300 de type QUAD8

On définit les nœuds de post-traitement suivants :

- *NBASE* : à la base du bord droit
- *NTROU* : au milieu de l'ouverture
- *NSUP* : au sommet du bord droit

Les conditions aux limites en déplacement imposées sont :

- Sur la face *BAS* :  $DY=0$  et  $PRE\ 2=0$
- Sur les faces *GAUCHE* et *DROIT* :  $DX=0$  et  $PRE\ 2=0$
- Sur la face *HAUT* :  $PRE\ 1=0$

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Valeurs de la pression hydraulique *PRE1* (sachant que  $PRE\ 2=0 \quad \forall t$  sur le bord droit) :

Noeud	Instant [sec]	Référence [Pa]
<i>NTROU</i>	$5.10^{-3}$	0.
<i>NBASE</i>	0.2	-9810.
<i>NTROU</i>	0.2	4905.
<i>NSUP</i>	0.2	19620.

Tableau 3.3-1 : Synthèse des valeurs de référence

## 4 Synthèse des résultats

L'évolution temporelle de la pression hydraulique le long du bord droit est présentée sur la figure suivante.

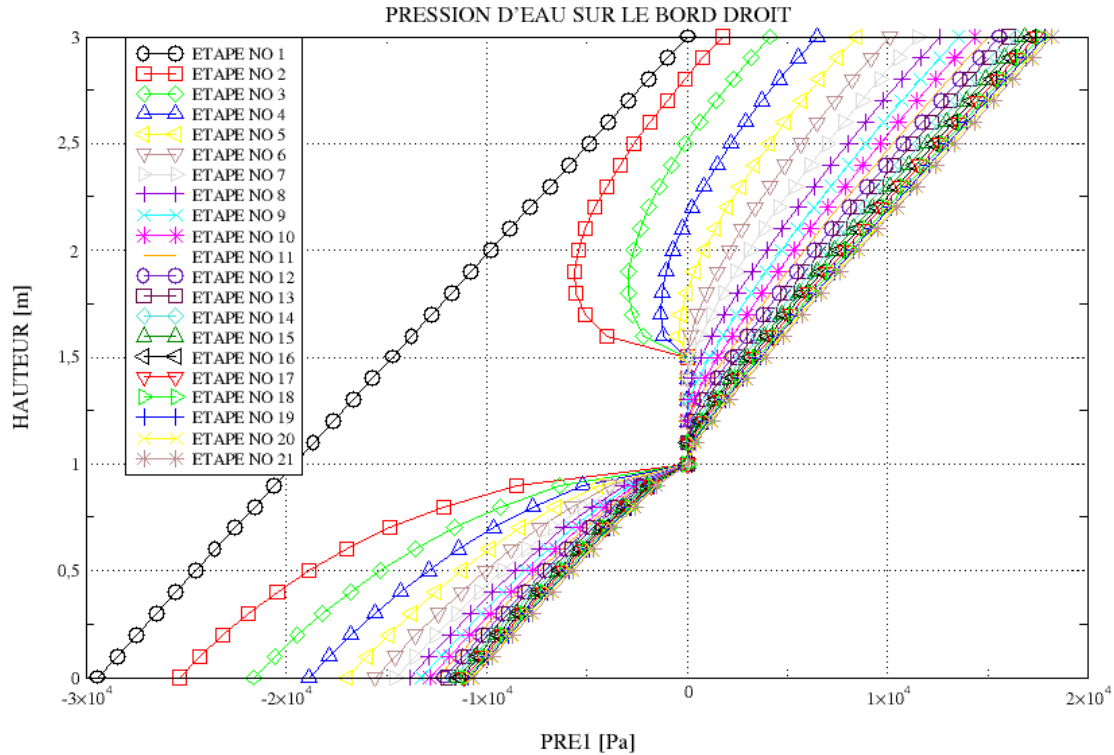


Image 4-a : Evolution temporelle des profils de pression hydraulique (PRE1) sur le bord droit