WTNV148 – Écoulement dans une interface au sein d'un massif poreux : utilisation de la méthode XFEM

Résumé :

Ce test vérifie l'ouverture d'une interface XFEM hydraulique cohésive s ous l'action de l'injection d 'un fluide. L e test comporte une modélisation bidimensionnelle et une modélisation tridimensionnelle.

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

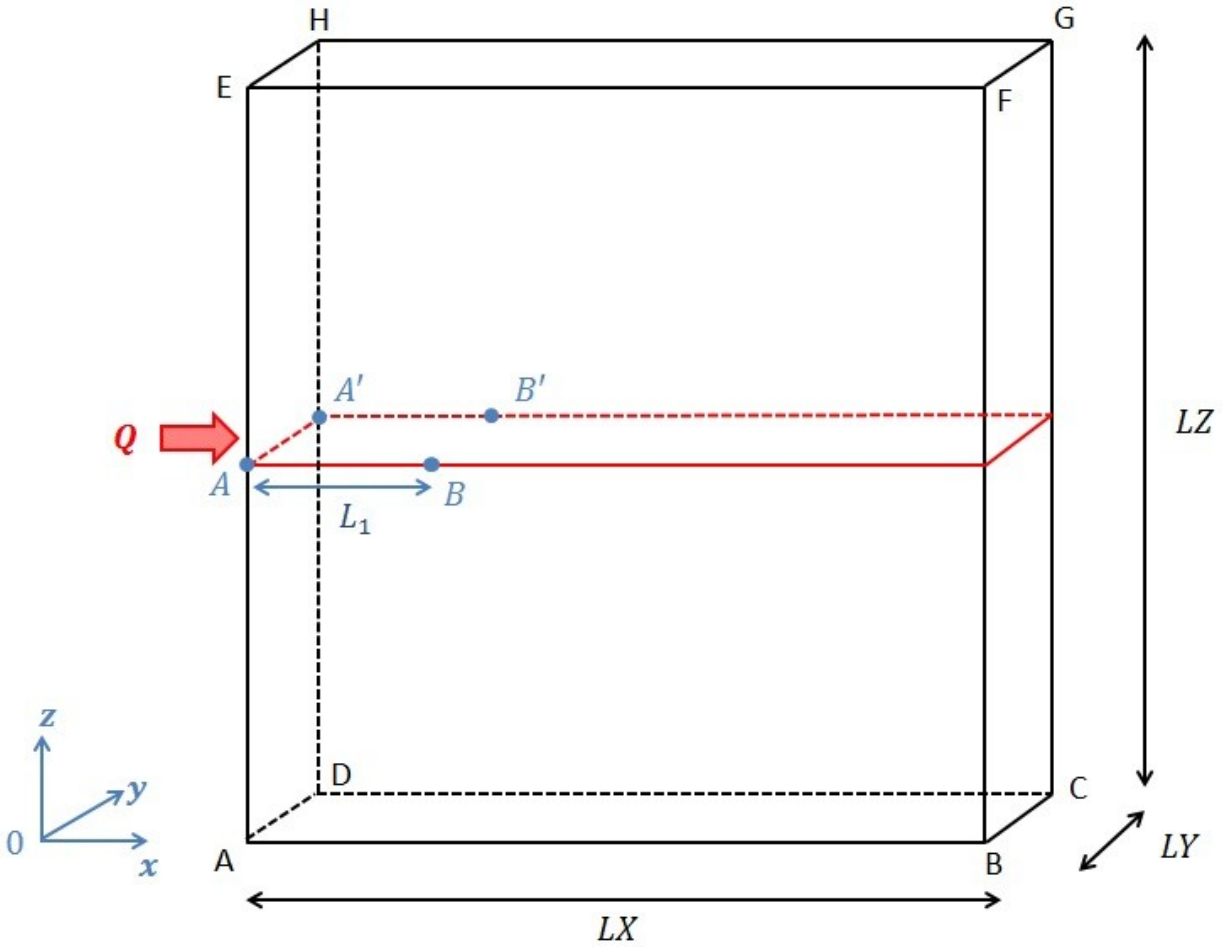
1 Problème de référence

1.1 Géométrie du problème

Il s'agit d'un bloc de hauteur $LZ=10\,m$, de longueur $LX=10\,m$ et de largeur $LY=2\,m$. Ce bloc présente une discontinuité de type interface cohésive (interface non maillée qui est introduite dans le modèle par l'intermédiaire des level-sets grâce à l'opérateur DEFI_FISS_XFEM) . Elle est repérée par la level-set normale d'équation $lsn=Z-5$ et traverse entièrement le bloc dans la direction horizontale en le divisant en deux sous-blocs identiques . Les points $A(0,0,5)$, $A'(0,2,5)$, $B(3,0,5)$, et $B'(3,2,5)$ seront utilisés pour l'imposition des conditions aux limites et l'évaluation des grandeurs testées.

On représente sur la Figure 1.1-a la géométrie du bloc.

Figure 1.1-a: Géométrie du problème



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

1.2 Propriétés des matériaux

Les paramètres donnés dans le Tableau 1.2-1 , correspondent aux paramètres utilisés pour la modélisation dans le cas couplé hydro-mécanique. La loi de couplage utilisée est `'LIQU_SATU'` . Le type de modèle cohésif est `'STANDARD'` et la loi cohésive utilisée est `'CZM_OUV_MIX'`.

Liquide (eau)	Viscosité $\mu_w(en\ Pa.s)$	10^{-3}
	Module de compressibilité $\frac{1}{K_w}(en\ Pa^{-1})$	5.10^{-10}
	Densité du liquide $\rho_w(en\ kg/m^3)$	1
Paramètres élastiques	Module de Young $E(en MPa)$	5800
	Coefficient de Poisson ν	0.2
	Coefficient de dilatation thermique $\alpha(en\ K^{-1})$	0
Paramètres de couplage	Coefficient de Biot b	1
	Masse volumique homogénéisée initiale $r_0(en\ kg/m^3)$	2,5
	Perméabilité intrinsèque $K^{\text{int}}(en\ m^2)$	10^{-18}
Paramètres de la loi cohésive	Contrainte critique $\sigma_c(en MPa)$	0.5
	Énergie cohésive $G_c(en\ Pa\ .\ m)$	9000
	Coefficient d'augmentation r	100

Tableau 1.2-1 : Propriétés du matériau

D'autre part les forces liées à la pesanteur (dans l'équation de conservation de la quantité de mouvement) sont négligées. La pression de pore de référence est prise nulle $p_1^{\text{ref}}=0\ MPa$ et la porosité du matériau est $\varphi = 0{,}1$.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Les conditions de Dirichlet que l'on applique sont :

- les déplacements suivants x sont bloqués dans sur le bord gauche du domaine,
- les déplacements suivant y et z sont bloqués sur les bords inférieur et supérieur du domaine.

Aussi, on injecte un flux de fluide ponctuel $Q=0.025\ kg.m^{-1}.s^{-1}$ dans l ' interface cohésive sur le bord gauche du domaine pendant une durée $t=10\ s$.

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

2 Grandeurs et résultats de référence

2.1 Grandeurs et résultats de référence

Sous l'action de l'injection de fluide dans l'interface cohésive sur le bord gauche du domaine , l'interface cohésive s'ouvre et une fracture hydraulique se développe. On teste la valeur de la pression de fluide et l'ouverture verticale au niveau des points A , A' , B et B' au bout de $t=10\,s$ d'injection.

2.2 Incertitude sur la solution

On vérifie la non-régression des résultats de calcul.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'une modélisation D_PLAN_HM utilisant des éléments HM-XFEM quadratiques.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le bloc sur lequel on effectue la modélisation est divisé en 625 QUAD8.

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la valeur des déplacement verticaux pour les nœuds A et B qui sont situés sur l'interface ainsi que la valeur de la pression du fluide dans l'interface en ces 2 points. Ces valeurs sont résumés dans le tableau ci-dessous :

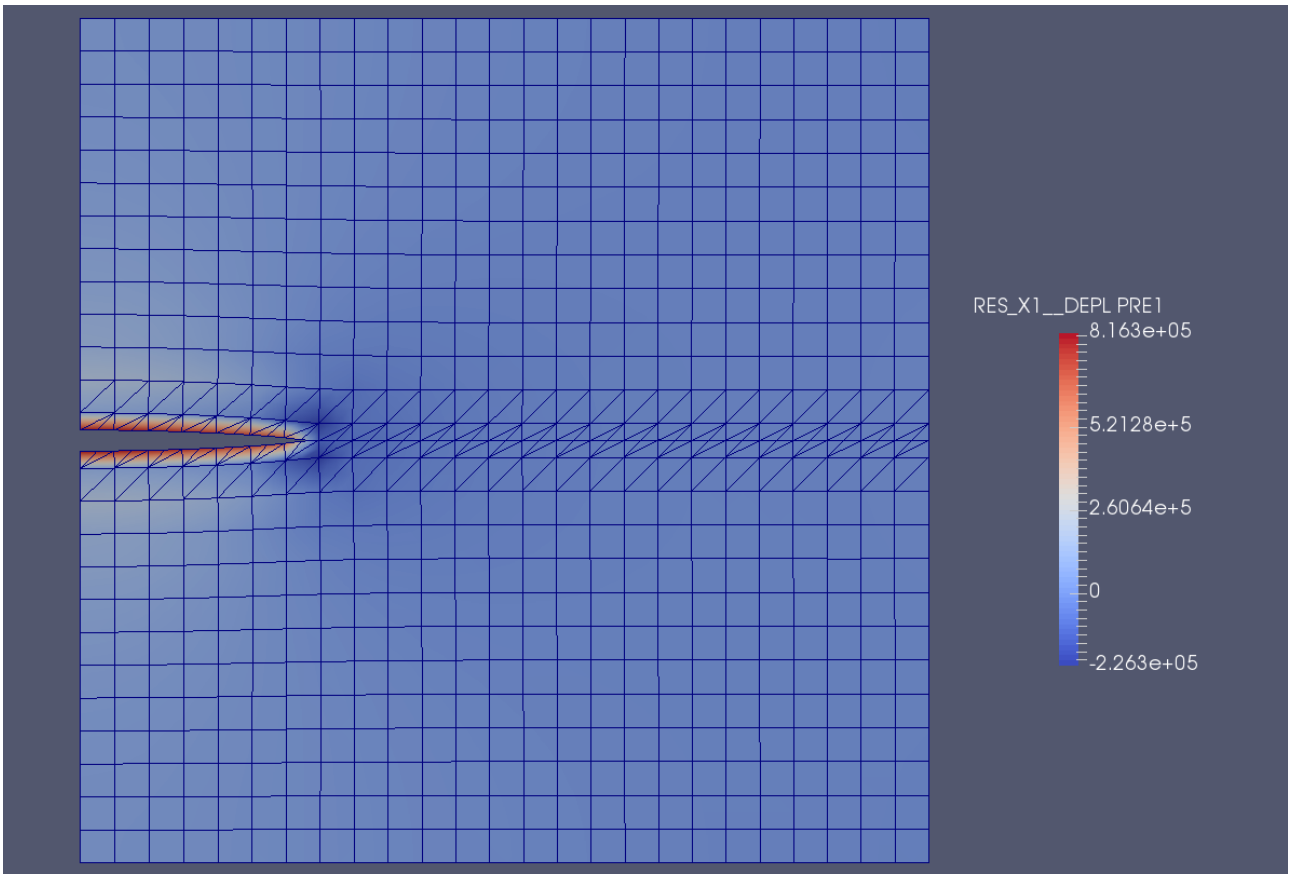
Grandeurs testées	Type de référence	Valeur de référence
DY (nœud A en dessous)	'NON_REGRESSION'	-8.731819099E-5 m
DY (nœud A en dessus)	'NON_REGRESSION'	8.731819098.E-5 m
DY (nœud B en dessous)	'NON_REGRESSION'	-4.62904976E-5 m
DY (nœud B en dessus)	'NON_REGRESSION'	4,62904976E-5 m
PRE_FL1 (nœud A)	'NON_REGRESSION'	816304 Pa
PRE_FL1 (nœud B)	'NON_REGRESSION'	712838 Pa

3.4 Remarques

On a également post-traité le champ de pression de pore ainsi que la déformée amplifiée (X1000) (Figure 3.4-a) grâce à SALOME.

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

Figure 3.4-a: Champ de pression de pore et déformée amplifiée (X1000)



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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'une modélisation 3D_HM utilisant des éléments HM-XFEM quadratiques.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le bloc sur lequel on effectue la modélisation est divisé en 49 QUAD8.

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la valeur des déplacement verticaux pour les nœuds A , A' , B et B' qui sont situés sur l'interface ainsi que la valeur de la pression du fluide dans l'interface en ces 4 points. Ces valeurs sont résumés dans le tableau ci-dessous :

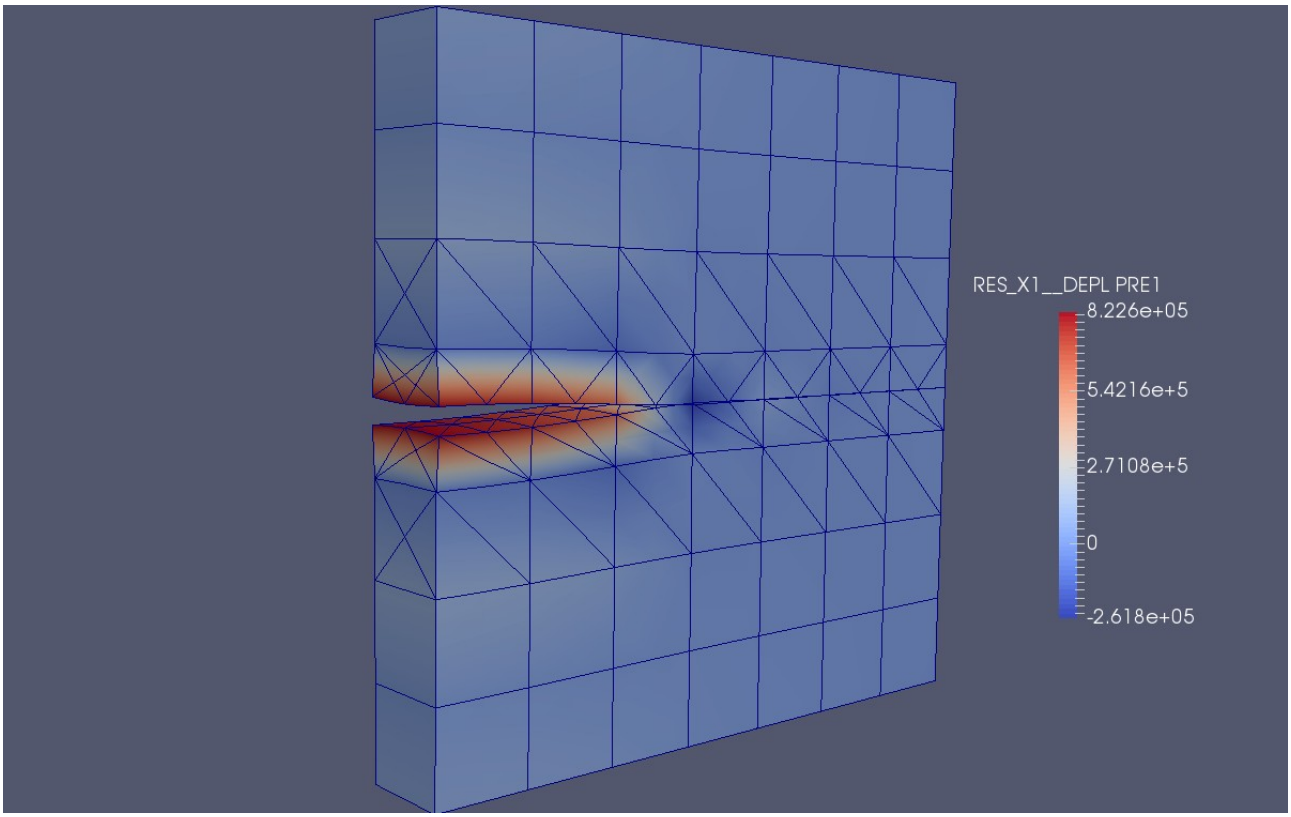
Grandeurs testées	Type de référence	Valeur de référence
DY (nœud A en dessous)	'NON_REGRESSION'	-1.291354325E-4 m
DY (nœud A en dessus)	'NON_REGRESSION'	1.29078868E-4 m
DY (nœud A' en dessous)	'NON_REGRESSION'	-1.290767537E-4 m
DY (nœud A' en dessus)	'NON_REGRESSION'	1.291366642E-4 m
DY (nœud B en dessous)	'NON_REGRESSION'	-1.08739681E-4 m
DY (nœud B en dessus)	'NON_REGRESSION'	1,08687768E-4 m
DY (nœud B' en dessous)	'NON_REGRESSION'	-1.08735144E-4 m
DY (nœud B' en dessus)	'NON_REGRESSION'	1,E-4 m
PRE_FL1 (nœud A)	'NON_REGRESSION'	822498 Pa
PRE_FL1 (nœud A')	'NON_REGRESSION'	822565 Pa
PRE_FL1 (nœud B)	'NON_REGRESSION'	762613 Pa
PRE_FL1 (nœud B')	'NON_REGRESSION'	762664 Pa

4.4 Remarques

On a également post-traité le champ de pression de pore ainsi que la déformée amplifiée (X1000) (Figure 4.4-a) grâce à SALOME.

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

Figure 4.4-a: Champ de pression de pore et déformée amplifiée (X1000)



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

5 Conclusion

Ce test permet de valider le fonctionnement des interfaces cohésives hydrauliques avec les éléments HM-XFEM.

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