

Modélisation numérique X-FEM de grands glissements avec frottement le long d'un réseau de discontinuités

Maximilien SIAVELIS

Résumé

Cette thèse porte sur la modélisation des failles géologiques. La principale motivation est de relâcher la contrainte de construction des maillages qui doivent normalement respecter les différentes discontinuités (failles, matériaux) du modèle. Nous présentons les développements réalisés pour exploiter les avantages de l'approche X-FEM pour ce type de modélisation.

Les éléments bibliographiques associés à la méthode X-FEM sont tout d'abord passés en revue puis nous exposons le travail effectué pendant la thèse concernant la modélisation de réseaux de failles avec une condition cinématique en ouverture. Une stratégie X-FEM modélisant des jonctions est étendue pour représenter des géométries 3D complexes comportant des jonctions entre failles. Des solutions pour résoudre certains problèmes de conditionnement de matrice avec X-FEM sont aussi discutées.

Les éléments bibliographiques pour le traitement du contact avec X-FEM sont ensuite passés en revue, puis nous décrivons le travail effectué sur le traitement du contact-frottement avec X-FEM pour la modélisation des failles. La principale difficulté est de pouvoir apporter des solutions à des problèmes déjà présents dans la méthode classique des éléments finis, notamment en ce qui concerne la gestion du contact et du frottement, tout en réglant des problèmes propres à X-FEM comme le respect de la condition LBB. Les travaux sur le contact X-FEM sont approfondis, afin de modéliser le contact-frottement en grands glissements dans des réseaux de failles 3D. Le traitement du contact au niveau des jonctions est également discuté.

Pour tester la robustesse de la méthode, les algorithmes implémentés sont testés sur des modèles de tectonique de bassins sédimentaires ou de réservoirs. Un cas d'application inverse, avec une réduction de l'incertitude sur le modèle initial à partir d'observations de l'état actuel, permet de mettre en valeur la représentation des failles par des fonctions de niveau implicites. En fin de mémoire, nous proposons quelques suites possibles à ce travail. Il serait notamment intéressant de prendre en compte le développement de microstructures dans les réservoirs géologiques, comme les fractures diffuses, par le biais de lois de comportement spécifiques, ainsi que d'étudier la propagation des failles et la modélisation des discontinuités matériaux.

Mots-clés : X-FEM, contact-frottement, grands glissements, jonction