

**Schéma éléments finis mixtes – volumes finis pour un modèle d'écoulements eau-gaz en milieux poreux**

**B. Amaziane, M. Dymitrowska, M. El Ossmani, C. Serres**  
UPPA & IRSN  
[brahim.amaziane@univ-pau.fr](mailto:brahim.amaziane@univ-pau.fr)

Ce travail porte sur un modèle simplifié permettant de décrire la migration de gaz dans le champ proche d'un stockage de déchets radioactifs en formation géologique profonde. Le modèle diphasique retenu fait intervenir les équations d'écoulements de deux fluides immiscibles (eau-gaz), incompressible-compressible, en milieux poreux obtenues en écrivant les lois de comportement de chaque fluide : loi de Darcy généralisée et la loi de la pression capillaire ; équation de continuité ; équations de conservation de masse. Le système est ensuite écrit sous une formulation dite Pression-Globale et Saturation introduite par [Antontsev et al., 1990] et [Chavent et al., 1986]. Cette formulation consiste à reformuler les équations générales obtenues, en vue de résoudre le problème d'écoulement avec une seule pression dite pression globale et une seule saturation, comme inconnues principales. Cette formulation mène à un système couplé d'équations aux dérivées partielles composé d'une équation de pression parabolique linéaire et d'une équation de saturation parabolique non linéaire dégénérée de type diffusion-convection. Les principales difficultés liées à l'étude de ce problème sont le couplage et le caractère hyperbolique de l'équation de la saturation.

Un schéma combiné éléments finis mixtes – volumes finis IMPES est développé pour approcher ce système. L'équation de pression est approchée par une méthode d'éléments finis mixtes-hybrides. L'équation de la saturation est approchée par une méthode de volumes finis de type vertex-centred. Pour l'implémentation, on a utilisé l'élément fini triangulaire de Raviart-Thomas de bas degré pour approcher l'équation de pression et la discrétisation de la saturation utilise un maillage dual déstructuré de type Voronoi. On utilise un schéma de Godunov pour approcher le terme convectif et une approximation élément fini  $P_1$  pour le terme de diffusion. Le schéma considéré est semi-implicite : explicite pour la convection et implicite pour la diffusion.

Nous montrons que le schéma volume fini est  $L^\infty$  stable, satisfait le principe du maximum discret, et vérifie des estimations BV sous une condition CFL appropriée et des hypothèses sur le maillage du domaine. Un résultat de convergence pour le schéma combiné EFM-VF est obtenu. Des résultats numériques seront présentés pour un problème 2D lié au transfert du gaz autour d'un site de stockage profond des déchets nucléaires. Enfin, nous concluons en évoquant les limites du modèle et les extensions possibles ainsi que des réflexions sur un modèle multiphasique avec dissolution d'hydrogène gazeux dans de l'eau liquide.

## Références

1. S. N. Antontsev, A. V. Kazhikhov, and V. N. Monakhov, Boundary Value Problems in Mechanics of Nonhomogeneous Fluids, North-Holland, Amsterdam, 1990.
2. G. Chavent and J. Jaffré, Mathematical Models and Finite Elements for Reservoir Simulation, North-Holland, Amsterdam, 1986.