

Modèles mathématiques et numériques pour la simulation de l'injection de polymère dans les réservoirs pétroliers

Guissel DONGMO, IFPEN Rueil-Malmaison

Benjamin BRACONNIER, IFPEN Rueil-Malmaison

Christophe PREUX, IFPEN Rueil-Malmaison

Quang-Huy TRAN, IFPEN Rueil-Malmaison

Christophe BERTHON, Université de Nantes

Mots-clés : milieux poreux, polymère, hyperbolicité faible, schéma de relaxation, schéma de Glimm

L'injection d'eau et de polymère est parfois utilisée pour produire les réservoirs pétroliers contenant des huiles visqueuses. Les modèles mathématiques employés pour la simulation du polymère en milieu poreux font intervenir des systèmes de lois de conservation faiblement (voire non-) hyperboliques dont certaines solutions sont physiquement inadmissibles [3]. Dans ce travail, nous élaborons de nouveaux schémas numériques pour un modèle simplifié d'injection de polymère. Nous considérons un système d'EDP (équations aux dérivées partielles) régissant un écoulement diphasique, isotherme et incompressible dans un réservoir. En appliquant certaines hypothèses simplificatrices (notamment la non prise en compte des phénomènes d'adsorption et du volume de pore inaccessible du polymère), nous obtenons un système de type Keyfitz-Kranzer [1]. Celui-ci est connu pour être résonant, avec des ondes non naturellement ordonnées. Néanmoins, grâce aux travaux existants dans la littérature [2], il est possible dans notre cas de construire la solution exacte du problème de Riemann associé.

Pour approcher numériquement les solutions de notre modèle, nous proposons dans un premier temps un schéma décentré. Pour notre modèle, le schéma décentré est identique au schéma de Godunov car les vitesses d'ondes de notre système sont toutes positives. Nous construisons ensuite un schéma HLL et un schéma de relaxation dont le modèle de relaxation associé est strictement hyperbolique et est une limite dissipative du système initial. Pour ces schémas, une montée en ordre est réalisée en utilisant la technique MUSCL (monotonic upwind scheme for conservation laws). Nous réalisons une comparaison systématique de ces schémas ainsi que des convergences en maillage afin d'évaluer numériquement leur ordre de convergence. Nous montrons que tous les schémas convergent bien vers la solution exacte. Cependant, les ondes de contact ne sont pas approchées avec précision: les non-linéarités du système sont mal résolues et l'ordre de convergence est faible. Un schéma de Glimm est enfin proposé. Il permet une bonne approximation des ondes de contacts et des solutions exactes.

Références

- [1] KEYFITZ, BARBARA L. AND KRANZER, HERBERT C., *A system of non-strictly hyperbolic conservation laws arising in elasticity theory*, Arch. Rat. Mech. Anal., 1980.
- [2] ISAACSON, ELI L. AND TEMPLE, J. BLAKE, *Analysis of a Singular Hyperbolic System of Conservation Laws*, J. Diff. Eqs., 1986.
- [3] BRACONNIER, BENJAMIN AND PREUX, CHRISTOPHE AND FLAURAUD, ÉRIC AND TRAN, QUANG-HUY AND BERTHON, CHRISTOPHE, *An analysis of physical models and numerical schemes for polymer flooding simulations*, Comput. Geosci., 2017.

Guissel DONGMO, 1-4 Avenue du Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison
guissel-lagnol.dongmo-nguepi@ifp.fr

Benjamin BRACONNIER, 1-4 Avenue du Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison
benjamin.braconnier@ifp.fr

Christophe PREUX, 1-4 Avenue du Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison
christophe.preux@ifp.fr

Quang-Huy TRAN, 1-4 Avenue du Bois Préau, 92852 Rueil-Malmaison
quang-huy.tran@ifp.fr

Christophe BERTHON, Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, 2 rue de la Houssinière - BP 92208, 44322 Nantes
christophe.berthon@univ-nantes.fr