

# Étude d'un schéma numérique réduisant l'effet d'orientation de maillage pour les écoulements en milieu poreux

**Karine LAURENT**, IFP Energies nouvelles

**Quang Huy TRAN**, IFP Energies nouvelles

**Christophe BERTHON**, Université de Nantes

**Eric FLAURAUD**, IFP Energies nouvelles

**Christophe PREUX**, IFP Energies nouvelles

**Mots-clés** : écoulements en milieux poreux, effet d'orientation de maillage, volumes finis, schéma à 9 points, rapport de mobilités défavorable.

Nous nous intéressons à l'écoulement en milieu poreux de deux fluides n'ayant pas la même viscosité : l'huile très visqueuse située dans un réservoir de pétrole est poussée par de l'eau moins visqueuse. On parle alors de fluides à rapport de mobilités défavorable, la mobilité pouvant être vue comme l'inverse de la viscosité. En négligeant la gravité et les pressions capillaires, le modèle s'écrit

$$\vec{U}_T = -\lambda M_T(S) \vec{\nabla} P, \quad (1)$$

$$\operatorname{div}(\vec{U}_T) = 0, \quad (2)$$

$$\phi \frac{\partial S}{\partial t} + \operatorname{div}(f_w(S) \vec{U}_T) = 0, \quad (3)$$

en les inconnues saturation  $S$ , pression  $P$  et vitesse  $\vec{U}_T$ . Ce modèle a la particularité de devenir instable lors d'un rapport de mobilités supérieur à un certain seuil. Une répercussion spectaculaire de ces instabilités se manifeste par un effet d'orientation de maillage [1]. Sur un maillage cartésien, les schémas de discrétisation couramment utilisés vont amplifier les erreurs d'arrondi ou numérique commises lors de la simulation en déformant la solution vers les axes du maillage.

Dans cette présentation, nous analysons un nouveau schéma numérique, nommé schéma à 9 points [2] qui fait intervenir plus de mailles dans le stencil pour réduire les erreurs commises sur l'équation en pression ou sur celle en saturation. La minimisation via des analyses de Fourier et des développements limités des erreurs dans la direction de propagation du fluide et dans une direction perpendiculaire à celle-ci permet d'obtenir des paramètres optimaux pour ce schéma à 9 points. Cette optimalité assure le moins d'anisotropie numérique possible pour une solution radiale.

## Références

- [1] BRAND CW AND HEINEMANN, JE, *The grid orientation effect in reservoir simulation*, SPE Symposium on Reservoir Simulation, 1991.
- [2] YANOSIK, JL AND MCCracken, TA, *A nine-point, finite-difference reservoir simulator for realistic prediction of adverse mobility ratio displacements*, SPE Journal, 1979.

**Karine LAURENT**, 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex  
karine.laurent@ifpen.fr

**Quang Huy TRAN**, 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex  
quang-huy.tran@ifpen.fr

**Christophe BERTHON**, LMJL, UFR Sciences & Techniques, 2 rue de la Houssinière 44322 Nantes Cedex 3  
christophe.berthon@univ-nantes.fr

**Eric FLAURAUD**, 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex  
eric.flauraud@ifpen.fr

**Christophe PREUX**, 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex  
christophe.preux@ifpen.fr