



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID : 12109

To cite this version : Franc, Jacques and Horgue, Pierre and Soulaine, Cyprien and Guibert, Romain and Quintard, Michel and Debenest, Gérald *Critères de stabilité de l'IMPES*. In: JEMP : 12èmes Journées d'Études des Milieux Poreux 2014, 9 October 2014 - 10 October 2014 (Toulouse, France).

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

Critères de stabilité de l'IMPES

J. Franc*¹, **P. Horgue**¹, **C.Soulaine**³, **R. Guibert**¹, **M. Quintard**^{1,2} et **G. Debenest**¹

¹ IMFT (Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse), Allée du Professeur Camille Soula, F-31400 Toulouse, France

² CNRS ; IMFT ; F-31400 Toulouse, France

³ Department of Energy Resources Engineering, School of Earth Sciences
Stanford University

* j.franc@imft.fr

MOTS-CLÉS : IMPES, critère de stabilité, écoulements multiphasiques.

1. INTRODUCTION

L'utilisation de l'algorithme IMPES (IMPLICIT Pressure - EXPLICIT Saturation) (Sheldon et al., 1959) pour la simulation d'écoulements multiphasiques en milieux poreux est très courante notamment pour la prédiction de production des champs pétroliers et gaziers. L'IMPES propose une résolution découplée des équations en saturation et pression. Il présente l'avantage de résoudre de manière explicite l'équation en saturation du modèle multiphasique, permettant un gain de temps à la résolution. Cependant, les non-linéarités engendrées par les lois de perméabilités relatives et de pression capillaire associées vont restreindre le domaine de stabilité, faisant émerger plusieurs critères de stabilité spécialisés (Coats et al., 2003; Todd et al., 1972; Aziz et Settari, 1979) dans la littérature au cours des quarante dernières années.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

En vue de tester les différents critères et de comparer leur efficacité, nous utiliserons un solveur IMPES développé sous la plate-forme libre OpenFOAM (Jasak et al., 2007). La méthode des volumes finis est donc choisie pour représenter les équations sur le domaine de calcul. Un schéma Euler implicite classique est adopté pour ce qui est de la discrétisation du terme d'accumulation dans l'équation en saturation. Un principe de pas de temps recalculé à chaque itération en fonction du critère est choisi. L'augmentation de pas de temps est aussi limitée à 20% de sa valeur précédente pour amortir les trop fortes variations. Les modèles choisis pour les perméabilités relatives et la pression capillaire sont ceux proposés par Brooks et Corey (Corey et Brooks, 1975).

3. RÉSULTATS

Les critères sont alors testés sur différents cas test qui mettent en avant les principales sources d'instabilités précédemment identifiées (e.g. figure 1) . Un test de Buckley Leverett est d'abord pratiqué en régime gravitaire et non gravitaire, sans prise en compte de la pression capillaire. Il nous permet de mesurer l'efficacité des critères à assurer la stabilité face à la propagation d'un front raide. Ce test connaît une solution semi-analytique à laquelle les résultats de simulation pourront être individuellement comparés. Ensuite le cas d'une remontée capillaire est étudié. Il mettra en avant la capacité ou non du critère à maintenir la stabilité dans un écoulement où les variations de saturation entre deux pas de temps sont minimales rendant les critères basés sur le flux entre les blocs limités. Enfin, le cas d'une extraction de phase est entrepris pour constater le comportement des différents critères face à un terme puits.

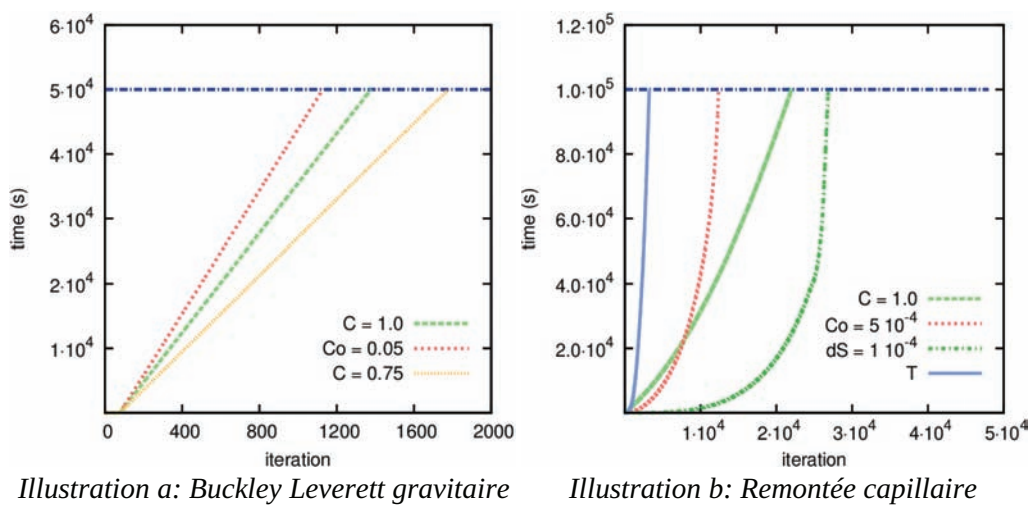


Figure 1 : Pas de temps cumulés pour les différents critères.

4. CONCLUSION

La coexistence dans le code de plusieurs critères de stabilité contrôlant la variation en saturation et en flux semble le choix le plus à même d'assurer le bon déroulement des simulations dans le plus grand nombre de cas.

5. RÉFÉRENCES

1. K. Aziz and A. Settari. *Petroleum reservoir simulation*. Applied Science Publishers London (1979)
2. K.H. Coats et al. *Impes stability : selection of stable timesteps*. SPE Journal (2003)
3. A.T. Corey and R.H. Brooks. *Drainage characteristics of soils*. Soil Science Society of America Journal (1975)
4. H. Jasak, A. Jemcov, and Z. Tukovic. *Openfoam : A c++ library for complex physics simulations*. International workshop on coupled methods in numerical dynamics (2007)

-
5. M.R. Todd, P.M. O'dell, G.J. Hirasaki, et al. *Methods for increased accuracy in numerical reservoir simulators*. Society of Petroleum Engineers Journal (1972)
 6. J.W. Sheldon, W.T. Cardwell Jr, et al. *One-dimensional incompressible noncapillary two-phase fluid flow in a porous medium* . Society of Petroleum Engineers (1959)