

Résolution de l'équation de Richard en milieu poreux déformable : Schéma d'Euler implicite et linéarisation de Newton

Information

Auteurs :

MOELEVOU Alhadiri^{1*}

KOKO Jonas¹

KANE SOULEYE²

HALASSI BACAR Abdoul-Hafar³

¹ Université Clermont Auvergne
(UCA)

² Université de Dakar (UCAD)

³ Université des Comores (UDC)

* malhadiri@gmail.com ou
[alhadiri.moelevou@doctorant.uc
a.fr](mailto:alhadiri.moelevou@doctorant.uc.ac.fr)

Mots-clés (Keywords) :

- (1) Modèle de Braudeau
- (2) Milieu poreux déformable
- (3) Méthodes des éléments finis
- (4) Schéma d'Euler Implicite
- (5) Newton itérative

Résumé (Abstract)

Cette étude présente un cadre numérique robuste pour la résolution de l'équation fortement non linéaire de transfert d'eau issue du modèle de Braudeau, qui couple l'équation de Richards, la mécanique des milieux continus et un modèle de retrait-gonflement adapté aux vertisols. Une approche par éléments finis est développée et validée conjointement en deux et trois dimensions, confirmant les propriétés de convergence spatiale et temporelle du schéma proposé. L'étude physique est menée en trois dimensions pour analyser de manière réaliste l'évolution de la succion et du potentiel matriciel dans un milieu poreux déformable. Pour traiter les non-linéarités sévères des relations constitutives hydromécaniques, une intégration temporelle totalement implicite est couplée à la méthode de Newton comme solveur non linéaire. Cette approche se révèle particulièrement adaptée au problème, garantissant une convergence stable et des performances computationnelles efficaces, même dans les régimes fortement non linéaires induits par la déformabilité du sol. Les résultats obtenus démontrent sans équivoque la stabilité et la robustesse du schéma numérique. L'analyse physique met en évidence des différences marquées dans l'évolution de la teneur en eau : dans le cas déformable, sa distribution est plus concentrée et localisée autour des discontinuités, tandis que le cas non déformable présente une dispersion beaucoup plus importante. Cette étude confirme ainsi l'influence prépondérante de la déformabilité mécanique sur la réponse hydraulique du milieu, avec des effets qui se développent préférentiellement suivant la direction verticale.

© JSFST-2026 Proceedings

Références

- [1] Braudeau, E. (1988). Équation généralisée des courbes de retrait d'échantillons de sols structurés. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 307(Série II), 1731–1734.
- [2] Kane, Souleye (2008). Modèle de milieu poreux déformable : Existence de solution faible. *Comptes Rendus. Mathématique*, 346(23–24), 1267–1270.
- [3] Radu, F. A., Nordbotten, J. M., Pop, I. S., & Kumar, K. (2015). A robust linearization scheme for finite volume based discretizations for simulation of two-phase flow in porous media. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 289, 134–141.