

TECHNICAL NOTE

Pseudo-hysteretic double-front hiatus-stage soil water parcels supplying a plant–root continuum: the Green-Ampt-Youngs model revisited

Anvar Kacimov¹ and Yurii Obnosov²

¹Department of Soils, Water and Agricultural Engineering, Sultan Qaboos University, PO Box 34, Al Khod 123, Sultanate of Oman
anvar@squ.edu.om

²Department of Differential Equations, Kazan Federal University, Nughin Str. 1/37, 420009 Kazan, Russia
yobnosov@ksu.ru

Received 2 November 2011; accepted 23 April 2012; open for discussion until 1 July 2013

Editor D. Koutsoyiannis

Citation Kacimov, A. and Obnosov, U., 2013. Pseudo-hysteretic double-front hiatus-stage soil water parcels supplying a plant–root continuum: the Green-Ampt-Youngs model revisited. *Hydrological Sciences Journal*, 58 (1), 1–12.

Abstract A tension-saturated water slug descends through a homogenous soil after a rainfall (irrigation) event and shrinks due to transpiration by a distributed root-sink and evaporation. The upper (drainage) and lower (imbibition) sharp fronts of the slug separate it from the superjacent and subjacent vadose zones, where water is immobile. In the slug, the hydraulic conductivity is constant according to the Green-Ampt model. The capillary pressures as well as effective porosities on the fronts are given (generally, different) constants that can be viewed as a kind of hysteresis. A volumetric sink models mild (no desaturation of the slug) soil water withdrawal by the plant roots. The sink intensity varies with the depth from the soil surface and with time. Mathematically, the hydraulic head is immediately expressed by double integration of a governing 1-D flow equation. The pressure and kinematic conditions on the fronts result in a Cauchy problem for a system of two ODEs, which is solved by computer algebra routines.

Key words infiltration; two-front Green-Ampt approximation; evapotranspiration; drainage-imbibition; root water uptake; ecohydrology

Masses d'eau du sol à double front et pseudo-hystérésis alimentant le continuum plante-racines: retour sur le modèle de Green-Ampt-Youngs

Résumé Une bulle saturée en eau descend à travers un sol homogène après un épisode de pluie ou d'irrigation et s'amincit en raison de la transpiration du prélèvement racinaire et de l'évaporation. Les fronts abrupts supérieur (drainage) et inférieur (imbibition) de la bulle la séparent des zones non-saturées sus-jacentes et sous-jacentes, où l'eau est immobile. Dans la bulle, la conductivité hydraulique est constante selon le modèle de Green-Ampt. Les pressions capillaires ainsi que des porosités efficaces sur les fronts sont des constantes données (en général différentes) ce qui peut être vu comme une sorte d'hystérésis. Un prélèvement volumétrique modélise le faible prélèvement d'eau du sol (pas de désaturation de la bulle) par les racines des plantes. L'intensité du prélèvement varie avec la profondeur depuis la surface du sol et au cours du temps. Mathématiquement, la charge hydraulique s'exprime immédiatement par la double intégration de l'équation régissant l'écoulement à une dimension. La pression et les conditions cinématiques sur les fronts permettent de poser un problème de Cauchy pour un système de deux équations différentielles ordinaires, qui peut être résolu par des routines de calcul formel.

Mots clefs infiltration; approximation de Green-Ampt à deux fronts; évapotranspiration; drainage-imbibition; absorption d'eau racinaire; écohydrologie