

Identification of optimal soil hydraulic functions and parameters for predicting soil moisture

Feifei Pan¹, Robert B. McKane² and Marc Stieglitz^{3,4}

¹Department of Geography, University of North Texas, Denton, Texas 76203, USA
feifei.pan@unt.edu

²US Environmental Protection Agency, Western Ecology Division, Corvallis, Oregon 97333, USA

³School of Civil and Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia 30332, USA

⁴School of Earth and Atmospheric Sciences, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia 30332, USA

Received 8 February 2011; accepted 19 October 2011; open for discussion until 1 November 2012

Editor D. Koutsoyiannis; **Associate editor** D. Hughes

Citation Pan, F., McKane, R.B. and Stieglitz, M., 2012. Identification of optimal soil hydraulic functions and parameters for predicting soil moisture. *Hydrological Sciences Journal*, 57 (4), 723–737.

Abstract The accuracy of six combined methods formed by three commonly-used soil hydraulic functions and two methods to determine soil hydraulic parameters based on a soil hydraulic parameter look-up table and soil pedotransfer functions was examined for simulating soil moisture. A novel data analysis and modelling approach was used that eliminated the effects of evapotranspiration so that specific sources of error among the six combined methods could be identified and quantified. By comparing simulated and observed soil moisture at six sites of the USDA Soil Climate Analysis Network, we identified the optimal soil hydraulic functions and parameters for predicting soil moisture. Through sensitivity tests, we also showed that adjusting only the soil saturated hydraulic conductivity, K_s , is insufficient for representing important effects of macropores on soil hydraulic conductivity. Our analysis illustrates that, in general, soil hydraulic conductivity is less sensitive to K_s than to the soil pore-size distribution parameter.

Key words soil moisture; Richards equation; soil hydraulic functions; soil parameters; macropore; soil pore size distribution index

Identification des fonctions et des paramètres hydrauliques optimaux des sols pour prévoir leur humidité

Résumé Nous avons examiné l'exactitude de six méthodes de simulation de l'humidité du sol, issues de la combinaison de trois fonctions hydrauliques du sol couramment utilisées et de deux méthodes de détermination de paramètres hydrauliques du sol basées sur une table de conversion des paramètres hydrauliques du sol et des fonctions de pédotransfert. Nous avons utilisé une nouvelle approche d'analyse des données et de modélisation qui élimine les effets de l'évapotranspiration, de sorte que les sources spécifiques d'erreur au sein des six méthodes combinées ont pu être identifiées et quantifiées. En comparant l'humidité du sol simulée et observée sur six sites du Réseau d'analyse climatique des sols, nous avons identifié les fonctions et les paramètres hydrauliques optimaux des sols pour prévoir l'humidité du sol. Par des tests de sensibilité, nous avons également montré qu'ajuster seulement la conductivité hydraulique à saturation du sol, K_s , est insuffisant pour représenter les effets importants des macropores sur la conductivité hydraulique du sol. Notre analyse montre, qu'en général, la conductivité hydraulique du sol est moins sensible au K_s qu'au paramètre de distribution de la taille des pores du sol.

Mots clefs humidité du sol; équation de Richards; fonctions hydrauliques du sol; paramètres du sol; macropores; indice de distribution de la taille des pores du sol

1 INTRODUCTION

1.1 Background information

Soil moisture is an important variable influencing the partitioning of solar radiation into sensible and

latent heat fluxes and the separation of precipitation into infiltration and surface runoff, and thus plays a vital role in affecting the atmospheric boundary layer, weather and climate (e.g. Deardorff 1978, Dickinson *et al.* 1986, 1993, Cuenca *et al.* 1996).