

MODELISATION DE L'INFILTRATION EN SOLS ENCROUTES

Michel VAUCLIN

Institut de Mécanique de Grenoble/Groupe Hydrologie
(UMR 101, CNRS-UJF-INPG), BP 53 X - 38041 GRENOBLE Cédex

Il est bien connu que la structure des couches superficielles du sol joue un rôle prépondérant dans le processus d'infiltration. A cet égard, les études expérimentales conduites notamment sous pluies simulées (Casenave et Valentin, 1989) montrent clairement l'influence déterminante des croûtes de surface. L'infiltration verticale d'une pluie d'intensité donnée P (inférieure ou supérieure à la perméabilité à saturation de la croûte K_{sc}) peut être décrite par l'équation de Richards :

$$C(h) \frac{\partial h}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial z} \{ K(h) \left(\frac{\partial h}{\partial z} - 1 \right) \} \quad (1)$$

où h est la pression de l'eau du sol, $K(h)$ la conductivité hydraulique et $C(h) = d\theta/dh$ la capacité capillaire couplée à une condition de type Fourier à la surface :

$$K(h) \left(\frac{\partial h}{\partial z} - 1 \right) = \frac{h_c(t) - h_{ext} - e}{R} = -P + \varepsilon \frac{\partial h_{ext}}{\partial t} \quad (2)$$

avec $\varepsilon=0$ pour $h_{ext} < 0$ (absence de formation d'une lame d'eau à la surface de la croûte) et $\varepsilon=1$ pour $h_{ext} > 0$. Cette condition exprime la continuité du flux hydrique (décrit par la loi de Darcy) à l'interface croûte-sol où règne la pression $h_c(t)$, la croûte d'épaisseur e étant caractérisée par sa résistance hydraulique $R = e/K_{sc}$. A titre d'exemple, la figure 1 présente l'évolution spatio-temporelle des profils hydriques $\theta(z,t)$ calculée par la résolution numérique des équations (1) et (2) avec $P = 2,33 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ et mesurée par spectrométrie gamma lors d'une infiltration dans une colonne de sable ($K_s = 2,36 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$) surmontée d'une plaque poreuse ($e = 6 \text{ mm}$, $R = 597 \text{ h}$) simulant physiquement la présence d'une croûte 1000 fois moins perméable que le sol sous-jacent.

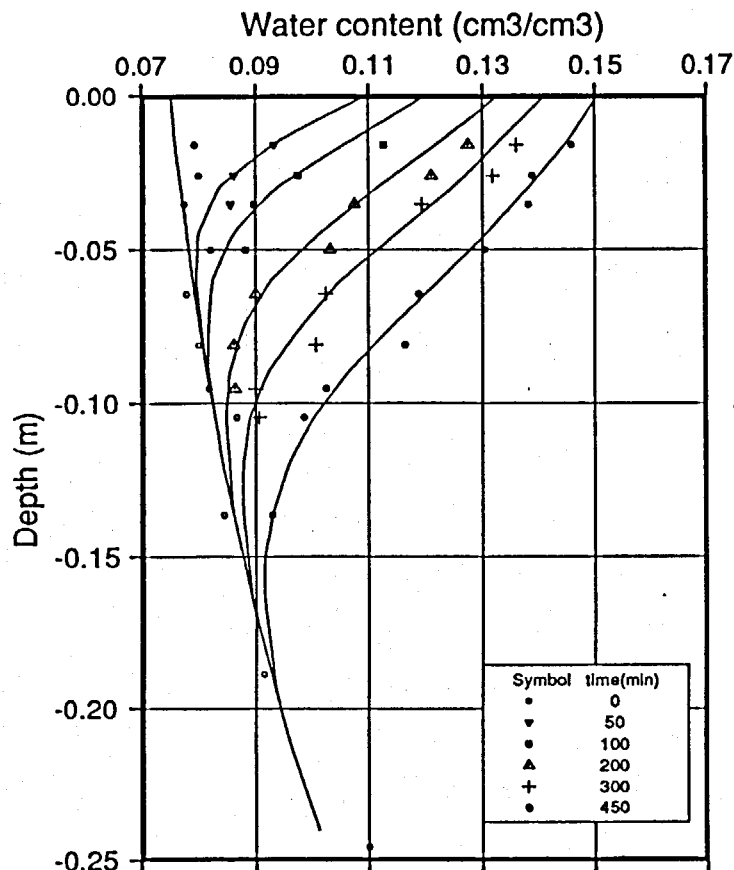


Figure 1 - Infiltration dans un sol encroûté : Comparaison entre les profils hydriques calculés (lignes continues) et mesurés (tiré de Aboujaoudé et al. 1990).

L'excellent accord modèle/observations confirme la validité de l'approche proposée et notamment la pertinence de modéliser la croûte par une résistance hydraulique pour laquelle il existe une méthode expérimentale de détermination *in-situ* (Lafolle et al., 1990). On notera également que ces résultats invalident totalement l'hypothèse d'une pression (ou une teneur en eau) constante à l'interface croûte-sol pourtant classiquement admise dans certaines modélisations. Il est possible de montrer que l'écoulement tend vers un régime permanent θ_{cl} défini par : $e + h_{ext} - h(\theta_{cl}) - RK(\theta_{cl}) = 0$, soit $\theta_{cl} = 0,18 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ dans le cas considéré. Ainsi l'hydrodynamique est fortement influencée, non seulement par les caractéristiques de la croûte elle-même, mais aussi par les propriétés de rétention $h(\theta)$ et de conduction $K(\theta)$ du sol sous-jacent.

Le lecteur trouvera dans Zayani (1987) l'étude détaillée de ces phénomènes et dans Aboujaoudé (1988) et Aboujaoudé et al (1990) une modélisation bidimensionnelle (à l'échelle du sillon) et régionale (à l'échelle du bassin versant) de l'infiltration dans les sols présentant une croûte superficielle, spatialement homogène et hétérogène.

Remarque: Cette étude est effectuée dans le cadre de l'AIP-INRA "Ruissellement et Erosion" associant plusieurs laboratoires INRA de Science du Sol et d'Agronomie, le LHF Grenoble/Division Numérique et l'IMG/Groupe Hydrologie.

BIBLIOGRAPHIE

ABOUJAOUDE A., 1988. Modélisation numérique de l'infiltration couplée avec le ruissellement dans le cas des sols encroûtés. Mémoire de DEA, Université Joseph Fourier-Grenoble I, 47 pages.

ABOUJAOUDE A., Ph. BELLEUDY et M. VAUCLIN, 1990. A numerical study of infiltration through crusted soils : flat and other surface configurations. Soil Techn. (sous presse).

CASENAVE A. et C. VALENTIN, 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration, Ed. Orstom, 229 pages.

LAFOLIE F., L. BRUCKLER et J. BOIFFIN, 1990. Numérical analysis of a trickle irrigation method to measure soil crust infiltrability. Soumis à Soil Sci.

ZAYANI K., 1987. L'infiltration dans les sols avec croûte : études expérimentale, numérique et quasi-analytique. Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 165 pages.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Vauclin, M. - Modélisation de l'infiltration en sols encroutés, pp. 25-27, Bulletin du RESEAU EROSION n° 10, 1990.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr