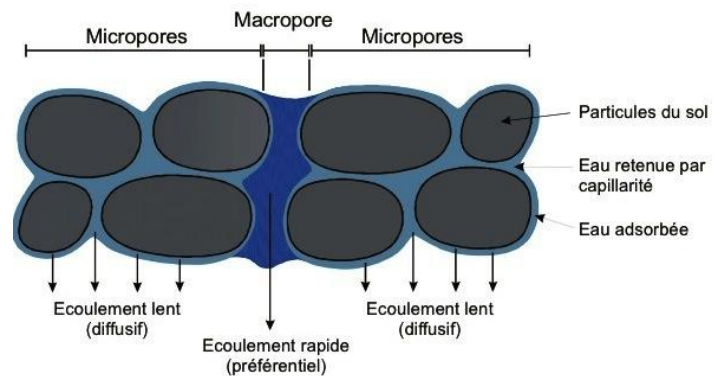


## Transfert d'eau et de contaminants dans le sol et formation du ruissellement : *Théorie et modélisation*

Dr. Abdallah Alaoui, Groupe d'hydrologie, Université de Berne

**Cours** – jeudi, 6 oct. 2011, salle Anthropole 4173 (Argand),  
 assistance : H.-R.Pfeifer

1. Le sol et la zone non saturée
  - Définition
  - Fonction
  - Structure (sol structuré)
  - Caractéristiques des types de sol suisses
2. Courbe caractéristique du sol
  - Définition (Succion / humidité)
  - Impact de la texture
  - Impact de la structure du sol
  - Détermination de la courbe caractéristique
3. Sols agricoles
  - Définition de la compaction
  - Méthodes d'évaluation
  - Impact de la compaction sur l'écoulement d'eau et de polluants
4. Ecoulement de l'eau dans le sol
  - Définition (stationnaire, laminaire et turbulent)
  - Écoulement unidimensionnel (Formule de Darcy)
  - Écoulement bi- et tridimensionnel
  - Écoulement dans un sol non saturé
  - Conductivité hydraulique ( $K$  et  $K_{sat}$ )
5. Teneur en eau dans le sol ( $\theta$ )
  - Définition et détermination de  $\theta$
  - Gradient hydraulique
  - Capacité au champ
  - Infiltration (transport d'eau)
  - Drainage (aération du sol)
6. Bilan hydrique
  - Termes du bilan hydrique (Entrées/sorties)
  - Méthodes de détermination
  - Exemples d'application
7. Introduction à la modélisation
  - Milieu poreux à double porosité
  - Ajustement de  $h(\theta)$  et  $K(\theta)$  (Brooks-Corey / van Genuchten)
  - Fonctions de pedotransfert
  - Simulation de l'écoulement par le modèle MACRO



8. Runoff formation: From plot to catchment  
Plot scale / Flow processes  
General considerations  
Up-scaling flow processes  
Examples

**Modélisation – cas réels** (salle Anthropole 4173-Argand et 4163-Renevier), assistance : Silwan Daouk.

Vendredi, 7 oct. 2011

1. Simulation d'eau 1D (MACRO) en un et deux domaines de flux
2. Simulation de solutés (bromures / chlorures)
3. Calibration et validation

---

## **Application 1**

Mercredi, 26 oct. 2011, après-midi : salle Anthropole 4173 (Argand)

### Laboratoire (Anthropole 0171)

1. Principe de la méthode TDR (Time Domain Reflectometry)
2. Calibration des sondes TDR
3. Programmation EDLOG
4. Principe de la mesure de la pression du sol par tensiométrie
5. Estimation de  $K_{sat}$  par la loi de Darcy

---

## **Application 2**

Mercredi, 2 nov. 2011, après-midi

### Terrain – démonstration (devant le bâtiment Amphipole)

1. Essai d'irrigation
2. Mesure de la teneur en eau
3. Mesure du ruissellement de surface
4. Calcul du coefficient de ruissellement (Runoff coefficient)

---

### *Exercices (en fonction du temps disponible)*

- Exercice 1 : Détermination de la texture d'un sol stratifié  
Exercice 2 : Détermination de la courbe granulométrique  
Exercice 3 : Détermination de la densité des particules  
Exercice 4 : Détermination de la teneur en eau volumétrique, de la porosité et de la densité apparente  
Exercice 5 : Illustration de la loi de Darcy  
Exercice 6 : Révision

## **Références principales**

Alaoui, A., Lipiec J. & Gerke HH. 2011. A review of the changes in the soil pore system due to soil deformation: A hydrodynamic perspective. *Soil and Tillage Research*, 115-116, 1-15.

Alaoui, A., Caduff U., Gerke HH. & Weingartner R. 2011. Preferential flow effects on infiltration and runoff in grassland and forest soils. *Vadose Zone Journal*, 10:367-377.

Alaoui, A., Spiess P., Beyeler M. & Weingartner R. 2011. Up-scaling surface runoff from plot to catchment scale. *Hydrology Research* (In press).

Alaoui, A. & Goetz, B. 2008: Dye tracer and infiltration experiments to investigate macropore flow. *Geoderma* 144, 279-286.

Alaoui, A. 2007. Estimation du flux dans la zone non saturée- Méthode simple. Série Connaissance de l'environnement- Eau. Publié par l'Office fédéral de l'environnement OFEV. Berne, 52p.

<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00039/index.html?lang=fr>

Alaoui A. 2005. Evaluation de la compaction des sols par la méthode TDR. Manuel d'utilisation. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne, 74 p.

<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00629/index.html?lang=fr>

Alaoui, A., Germann, P., Jarvis, N. & Acutis, M. 2003. Dual-porosity and Kinematic Wave Approaches to assess the degree of preferential flow in an unsaturated soil. *Hydrological Sciences Journal* 48(3):455-472.

Alaoui, A. 2001. Field determination of the water balance of the Areuse river delta, Switzerland. *Hydrological Sciences journal* 46, 747- 760.

*Autres information sur: [www.eau-sol.ch](http://www.eau-sol.ch)*

Programme MACRO: site internet Université d'Uppsala, Suède :

<http://www.slu.se/en/collaborative-centres-and-projects/centre-for-chemical-pesticides-ckb1/areas-of-operation-within-ckb/models/macro-52/>