



Effet d'échelle sur le partage ruissellement - infiltration : Analyse des phénomènes physiques et simulation d'un site expérimental

Proposition de stage 2009

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

Centre d'Etudes de Saclay, Orme des Merisiers, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex

Emmanuel Mouche (tél. 01 69 08 22 54, Email : emmanuel.mouche@cea.fr)

Sites: www.lsce.cnrs-gif.fr, www.cast3m.cea.fr,

Lors d'un évènement pluvieux l'eau de pluie tombant à la surface du sol d'un bassin versant se partage schématiquement entre une partie ruisselant le long de la surface et une partie s'infiltrant dans le sol. Le volume d'eau ruisselé contribuant au pic de crue peut être considérable et apporté au cours d'eau de façon quasi instantanée. Par ailleurs l'eau de ruissellement est le vecteur de transport vers le cours d'eau de particules sédimentaires arrachées du sol par érosion. Il apparaît donc que la vulnérabilité d'un bassin versant en termes de crues, inondations, envasement, pollution du cours d'eau, ... dépend étroitement du volume d'eau transitant en surface. Cela est d'autant plus vrai si on se place dans le cadre de scénarios de changement climatique.

Le partage entre eau de ruissellement et eau d'infiltration à l'échelle d'un bassin versant est mal connu, et donc mal modélisé. On sait que celui-ci dépend de l'échelle d'observation. A petite échelle, le m^2 , ce partage est généralement décrit comme un processus de Horton : pendant un évènement pluvieux lorsque la surface du sol devient saturée en eau le flux d'infiltration devient constant et égal à la perméabilité à saturation du sol, et l'excès de pluie se met à ruisseler sur la surface. Ce processus implique que le sol, et notamment sa surface, soit homogène, que le couvert végétal ne soit pas trop complexe, que l'humidité à la surface du sol soit uniforme, ... Plusieurs travaux récents ont montré que lorsque l'échelle d'investigation croît (de la placette de $1m^2$, au bassin de plusieurs km^2 en passant par la parcelle de $100 m^2$) le processus de Horton n'est plus vérifié. Cela est essentiellement dû à la variabilité des propriétés morphologiques et physiques du sol. Par ailleurs, il semblerait que le coefficient de ruissellement, défini comme le rapport des volumes eau ruisselée sur eau de pluie, décroisse avec l'échelle étudiée.

Ce problème de l'effet d'échelle sur la partition ruissellement infiltration est crucial dans la modélisation hydrologique des bassins versants. En effet, à l'échelle de la maille, qui peut être de plusieurs km^2 , il faut pouvoir décrire pour un évènement pluvieux donné le partage entre le volume d'eau qui va ruisseler vers la maille aval et celui qui va s'infiltrer vers la nappe. De cette bonne description dépend le bilan hydrologique.

Ce sujet connaît depuis plusieurs années un vif intérêt, notamment avec l'arrivée de codes « intégrés » décrivant simultanément les processus de surface et de subsurface. Le LSCE développe dans la plateforme de modélisation éléments finis Cast3M un tel code. Celui-ci repose sur la résolution simultanée des écoulements en subsurface (zone saturée et zone non saturée) et en surface (concept de couche de ruissellement).

Le sujet proposé vise donc à étudier le partage ruissellement infiltration à partir de cas synthétiques et sur un site expérimental.

Les cas synthétiques (milieux synthétiques générés numériquement) visent à comprendre, ou du moins cerner, les raisons physiques pour lesquelles le processus d'Horton n'est plus applicable à de grandes échelles. On considérera deux cas : le cas d'une mosaïque de sol et de couvert végétal avec des propriétés variables, et le cas d'un milieu homogène mais avec une topographie non plane et notamment convergente (écoulement en ravine). La démarche consiste à générer numériquement le milieu voulu, simuler les écoulements pour une pluie donnée, et enfin analyser les bilans d'eau en sortie du système en fonction des propriétés du milieu, de la pluie, ...

Le site expérimental est un petit bassin versant agricole situé au Laos (Houay Pano) instrumenté par l'IRD. Les coefficients de ruissellement ont été mesurés sur plusieurs années et à différentes échelles : placette de 1m², le bassin versant d'ensellement et le sous bassin. Par ailleurs le milieu présente une grande diversité de pentes (pouvant excéder 100%) et de couvert végétal.

Le candidat devra être motivé pour la simulation numérique, la compréhension de processus physiques et enfin la confrontation à des milieux environnementaux complexes.

Ce stage sera rémunéré et pourrait déboucher sur une thèse.