

**Mardi 5 Décembre 2006 à 14h00**

Salle de conférence de la Maison des Sciences de l'Eau de Montpellier  
300, avenue Emile Jeanbrau à Montpellier

Soutenance de la thèse intitulée

**« Modélisation des inondations en milieu urbain :  
approches unidimensionnelle, bidimensionnelle et macroscopique »**

par Julien Lhomme, doctorant HydroSciences Montpellier

**Résumé de la thèse :**

Les deux principales approches de modélisation des inondations en milieu urbain sont l'approche unidimensionnelle et l'approche bidimensionnelle. La modélisation bidimensionnelle fournit à priori une représentation plus réaliste des phénomènes que la modélisation unidimensionnelle, mais reste difficilement utilisable en pratique sur des secteurs de grande superficie. En effet, la variabilité de la géométrie urbaine implique des coûts de maillage et des temps de calcul prohibitifs, ainsi que des besoins en données considérables. Cette thèse de doctorat a pour objet l'étude d'approches alternatives à la modélisation bidimensionnelle classique.

Dans une première partie, on cherche à représenter un carrefour par une relation de répartition des débits, destinée à être intégrée dans un modèle unidimensionnel. Une relation conceptuelle a été couplée avec un modèle unidimensionnel utilisant l'approximation de l'onde cinématique pour simuler l'inondation du quartier Richelieu à Nîmes. Une relation empirique de répartition a été développée pour des carrefours à quatre branches à partir de simulations numériques bidimensionnelles.

La deuxième partie de la thèse porte sur la modélisation bidimensionnelle macroscopique. Cette approche consiste à décrire la zone urbaine à grande échelle par des propriétés statistiques telles que la porosité. Des zones urbaines de grande étendue peuvent ainsi être maillées de façon relativement grossière, ce qui contribue à réduire considérablement les temps de calcul. Un tenseur de pertes de charge singulières a été introduit pour représenter l'influence des singularités urbaines. Sa formulation a été développée à partir de simulations bidimensionnelles sur des réseaux de rues synthétiques. La modélisation macroscopique a été validée sur des cas-tests expérimentaux faisant appel à des modèles réduits et donne des résultats satisfaisants.

En parallèle, un solveur de Riemann d'état approché a été développé pour la résolution des équations de propagation classiques. Les invariants de Riemann sont exprimés en fonction des flux en tenant compte des termes source, ce qui permet un calcul direct des flux aux interfaces entre cellules. Divers cas-tests numériques montrent une nette amélioration du calcul de la cote de surface libre ou du débit par rapport aux solveurs classiques tel que le solveur HLL/HLLC.

Mots-clés : inondations, modélisation numérique, validation expérimentale, carrefours, milieu urbain, schémas de type Godunov

**Composition du jury :**

M. Bernard Chocat (Rapporteur)	INSA Lyon
M. Philippe Fraunié (Rapporteur)	Univ. du Sud Toulon-Var
M. Michel Desbordes	Univ. Montpellier 2
M. Philippe Gourbesville	Univ. de Nice-Sophia Antipolis
Mme Sandra Soares-Frazão	Univ. Catholique de Louvain-la-Neuve (B)
M. Antoine Labrosse	DHI Eau & Environnement
M. Vincent Guinot (Directeur de thèse)	Univ. Montpellier 2

## **One-dimensional, two-dimensional and macroscopic approaches to urban flood modelling**

The main two approaches currently used for urban flood modelling are the one-dimensional and the two-dimensional approach. Despite a more realistic description of the physical processes, the use of the two-dimensional approach suffers from large computational cost because of the strong variability in the urban geometry that requires fine meshes and data. The present PhD is devoted to alternate approaches to the classical two-dimensional approach.

In a first part, a conceptual discharge distribution relation is developed for one-dimensional models of street networks. The relationship is implemented into a one-dimensional kinematic routing model to simulate the flooding of the Richelieu district in Nîmes. An empirical distribution relation has been developed for four branch crossroads using two-dimensional flow simulations for a wide range of crossroad geometries.

The second part is dedicated to the development of a macroscopic, two-dimensional flow model. The urban zone is characterized at a large scale via average properties such as the porosity. Extended urban districts can then be represented using coarse meshes, allowing for short computational times. Besides porosity, a local head loss tensor must be introduced into the shallow water equations to account for the influence of urban singularities. An empirical formulation for this tensor has been developed using two-dimensional simulations over a synthetic street network. The macroscopic model has been successfully validated against scale model measurements.

Furthermore, an approximate-state Riemann solver has been developed for the two-dimensional shallow water equations. The Riemann invariants are expressed as functions of the flux components and account for the influence of the source terms. This allows the fluxes at the interfaces between the computational cells to be calculated directly. A comparison with classical solvers such as the HLL/HLLC solver shows a substantial improvement in the numerical solution.

Keywords : floods, numerical modelling, experimental validation, crossroads, urban zone, Godunov-type schemes