

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

présentée devant

l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
et l'Université Claude Bernard LYON I

MESURES ET MODELISATIONS DES MECANISMES DE TRANSPORT
DES EAUX URBAINES ET PLUVIALES A DIFFERENTES ECHELLES
DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT

SPECIALITE : Génie Civil - Hydrologie Urbaine

par

Gislain LIPEME KOUYI

Soutenue le 1^{er} Avril 2014 devant la Commission d'examen

Baptista Marcio - <i>Rapporteur</i>	Professeur UFMG – Brésil
Bertrand-Krajewski Jean-Luc	Professeur INSA Lyon
Cournoyer Benoit	Directeur de Recherche CNRS - UCB Lyon I
Dartus Denis - <i>Rapporteur</i>	Professeur INP/ENSEEIH Toulouse
Guymer Ian - <i>Rapporteur</i>	Professeur Warwick University – UK
Joannis Claude	Directeur SOERE URBIS IFSTTAR
Mosé Robert	Professeur ICUBE/ENGEES Strasbourg
Nelias Daniel	Professeur INSA Lyon

Laboratoire de Génie Civil et d'Ingénierie Environnementale - LGCIE

RESUME

Les changements globaux (changement climatique, imperméabilisation, augmentation de la population en ville, évolution des pratiques urbaines en lien avec la gestion de l'eau, etc.) compliquent la compréhension du cycle de l'eau et surtout son interaction avec les polluants et contaminants présents en milieu urbain. Dans ce contexte, les questions à traiter sont liées à la compréhension des mécanismes à la base i) des écoulements turbulents à surface libre et ii) des processus de transport et de transformation des polluants particuliers et dissous véhiculés au sein de ces écoulements. Face à ces changements globaux, il paraît primordial de mener une réflexion sur l'adaptabilité des dispositifs urbains dédiés à la gestion et au traitement des eaux pluviales et urbaines (ouvrages dont la conception, le dimensionnement et l'intégration dans le paysage doivent garantir la surveillance et la maîtrise des effluents solides, liquides et gazeux quelle que soit la variabilité des sollicitations). Les approches fondées sur la pluridisciplinarité et la prise en compte de toutes les échelles spatio-temporelles d'étude (conditions contrôlées sur pilote, écoulements au sein d'ouvrages *in situ*, dynamique de transfert à l'échelle du bassin versant, expérimentations ponctuelles ou sur le long terme, etc.) sont à privilégier dans le but de mieux mesurer, comprendre et modéliser les mécanismes de transfert et de transformation des eaux pluviales et urbaines au sein du système d'assainissement. Les recherches que j'ai menées s'inscrivent dans cette approche globale alliant mesure et modélisation. Ma contribution concerne plus particulièrement la mobilisation des compétences en mécanique des fluides pour traiter les questions d'hydrologie urbaine en lien avec les dispositifs techniques urbains de gestion des eaux (déversoirs d'orage, bassin de retenue-décantation, etc.). Les travaux présentés dans ce mémoire montrent concrètement, à travers des exemples, comment le couplage entre l'expérimentation/observation/mesure et la modélisation, aux différentes échelles évoquées, permet :

- i) d'améliorer à la fois les pratiques de modélisation hydrodynamique (approche de type RANS – Reynolds time-Averaged Navier-Stokes impliquant une étude systématique de la sensibilité et des performances des modèles mobilisés) et la qualité des mesures grâce à la mise en place d'une instrumentation intégrée au niveau des déversoirs d'orage ou à l'aval d'une confluence;
- ii) de montrer comment la prise en compte des grandeurs hydrodynamiques près du fond des structures (en particulier l'énergie cinétique turbulente), permet, en fonction des caractéristiques des polluants particuliers (masse volumique, granulométrie et surtout vitesse de chute), de mieux représenter, en régime transitoire, le transport, la décantation et la remise en suspension des polluants particuliers présents par exemple au sein des bassins de retenue-décantation des eaux pluviales;
- iii) de développer et de vérifier des modèles reproduisant le fonctionnement hydraulique sur le long terme des filtres plantés de roseaux dédiés au traitement des rejets des déversoirs d'orage (en prenant en compte le caractère saturé ou non du filtre ainsi que l'évapotranspiration);
- iv) de cerner la dynamique de transfert et la répartition des flux d'eau à l'échelle d'un bassin versant dans le but d'identifier les principales composantes de débit.

Entre 2007 et 2013, plusieurs thèses (3 soutenues, 1 en cours) et travaux post-doctoraux (5 post-doctorant-e-s) menés dans le cadre de 12 projets nationaux (dont 4 ANR) et internationaux (dont 1 projet européen FP7) ont permis d'alimenter mes résultats de recherche. L'exploitation d'une partie de ces résultats a débouché sur un dépôt de brevet international (invention pour laquelle nous avons été lauréats en 2013 du prix des Techniques Innovantes en Environnement).