

Cadre d'utilisation :

Le document produit peut être utilisé dans trois cadres différents :

- suite à l'analyse des différents modèles existants, les bureaux d'études pourront intégrer les plus opérationnels (avec parfois même un logiciel correspondant commercialisé) dans leurs propositions techniques afin d'optimiser la conception des ouvrages,
- suite à l'état des lieux réalisé, les gestionnaires pourront intégrer aux cahiers des charges des constructions, des aménagements et des réhabilitations d'ouvrages d'infiltration d'eaux pluviales, des études basées sur l'utilisation de tel ou tel modèle utile pour le résultat recherché,
- les chercheurs, notamment de l'OTHU, utiliseront le travail réalisé en vue :
 - o d'identifier pour chaque module les priorités de recherches à mettre en place en vue de contribuer utilement modèle intégré commun,
 - o d'identifier les travaux prioritaires à lancer concernant l'interfaçage des modèles,
 - o de faire des propositions d'améliorations de l'observatoire de terrain en hydrologie urbaine OTHU (données manquantes à acquérir en continu ou non, modification du pas de temps,...).

Références (extrait) :

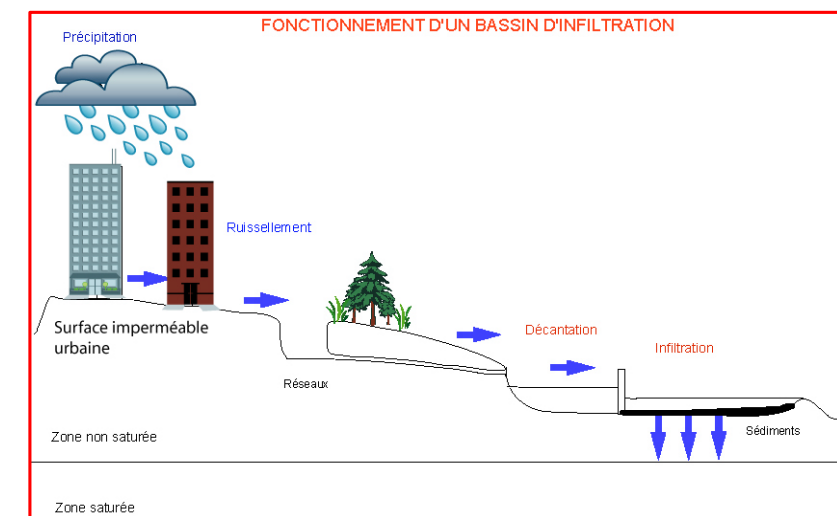
- Barraud S., Gibert J., Winiarski T., Bertrand-Krajewski J.-L. (2002) Implementation of a monitoring system to measure impact of stormwater runoff infiltration. *Water Science and Technology*, 45(3), 203-210. ISSN 0273-1223.
- Bertrand-Krajewski J.-L., Barraud S., Lipeme Kouyi G., Torres A., Lepot M. (2007) Event and annual TSS and COD loads in combined sewer overflows estimated by continuous in situ turbidity measurements, 11th International Conference on Diffuse Pollution, Belo Horizonte, Brazil, pp. 26-31.
- Bouwer H. (2002) Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering, *Hydrogeology Journal*, 10, pp. 121-142.
- Datry T., Malard F., Vitry L., Hervant F., Gibert J. (2003) Solutes dynamics in the bed sediments of a stormwater infiltration basin. *Journal of Hydrology*, 273, pp. 217-233.
- Goutaland D. (2008) Caractérisation hydrogéophysique d'un dépôt fluvioglacière. Evaluation de l'effet de l'hétérogénéité hydrodynamique sur les écoulements en zone non-saturée Thèse à L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
- Larmet H. (2006) Mobilisation et transfert de Zn, Cd, Cu et des colloïdes bactériens dans les bassins d'infiltration d'eaux pluviales : Influence des conditions hydrodynamiques Laboratoire des Sciences de l'Environnement, France.
- Lassabatere L., Angulo-Jaramillo R. (2007) Caractérisation hydraulique d'une couche sédimentaire et du sol sous-jacent en fond de bassin d'infiltration urbain Novatech, Lyon, France.
- Mermillod-Blondin F., Nogaro G., Gibert J. (2007) Clogging of infiltration basins by stormwater sediments: influence of invertebrate bioturbation. 6ème conférence internationale Novatech 2007, Sustainable techniques and strategies in urban water management, 24 Juin 2007, Lyon, France.
- Mourad, M. (2005) Modélisation de la qualité des rejets urbains de temps de pluie : sensibilité aux données expérimentales et adéquation aux besoins opérationnels. Thèse Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2006, 315 p.
- Nogaro G., Mermillod-Blondin F., Montuelle B., Boisson J.-C., Bedell J.-P., Ohannessian A., Volat B., Gibert J. (2007) Influence of a stormwater sediment deposit on microbial and biogeochemical processes in infiltration porous media. *Science of the Total Environment* 377: 334-348.
- Torres A., Lipeme Kouyi G., Bertrand-Krajewski J.-L., Guilloux J., Barraud S., Paquier A. (2008) Modelling of hydrodynamics and solid transport in a large stormwater detention and settling basin 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK.
- Winiarski T., Bedell J.-P., Delolme C., Perrodin Y. (2006) The impact of stormwater on a soil profile in an infiltration basin, *Hydrogeology Journal*, vol. 14, pp. 1244-1251.

Septembre 2008

Elaboration d'un système d'évaluation intégré des transferts de polluants au sein des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales urbaines

Contexte :

L'infiltration des eaux pluviales urbaines vers la nappe phréatique est de plus en plus présentée, notamment dans l'Est lyonnais, comme une alternative aux réseaux unitaires. Celle-ci nécessite toutefois de maîtriser parfaitement les conditions de rétention des polluants dans les différents compartiments des ouvrages d'infiltration.



Cette maîtrise passe notamment par une modélisation du transfert des polluants au niveau de chacun des compartiments de l'ouvrage :

- bassin versant urbain ;
- bassin de décantation ;
- surface du bassin d'infiltration ;
- zone non-saturée du bassin d'infiltration ;
- zone saturée sous le bassin d'infiltration.

A ce jour, des modèles ont été développés pour l'évaluation des transferts au niveau de chacun de ces compartiments, mais l'approche intégrée qui consiste à les faire fonctionner ensemble est encore largement perfectible.

Contacts :

Rafael Angulo-Jaramillo; Cécile Delolme ; David Goutaland ; Yves Perrodin, Joseph Pollacco et Thierry Winiarski (ENTPE/LSE)
 rue Maurice Audin – 69518 Vaulx-en-Velin – Tél : 04 72 04 70 56 – Fax : 04 72 04 77 43
 E-mail : perrodin@entpe.fr

Sylvie Barraud; Gislain Lipeme-Kouyi (INSA de Lyon)

Florian Malard; Florian Mermillod-Blondin (Univ. Lyon 1)



Fiche ZABR N°8

Objectifs :

L'objectif de ce travail concerne l'élaboration dans un modèle intégré de transfert des polluants dans un bassin d'infiltration d'eaux pluviales urbaines, basé sur des modèles partiels d'ores et déjà disponibles pour chacun des compartiments, ainsi que sur l'ensemble des connaissances, et des résultats scientifiques acquis à différentes échelles par les équipes de l'OTHU.

Intérêt opérationnel :

Le modèle intégré vise, d'une manière générale, à contribuer à la maîtrise des conditions de rétention des polluants dans les ouvrages d'infiltration. Son intérêt opérationnel concerne aussi bien la phase de conception de l'ouvrage (choix des sites d'infiltration, validation de la bonne rétention des polluants, choix techniques adaptés à tels ou tel bassin versant urbain,...), que la phase d'exploitation (aide à l'interprétation des panaches de pollution éventuels, aide à la définition des mesures d'optimisation en fonction des objectifs fixés,...).

Principaux résultats :

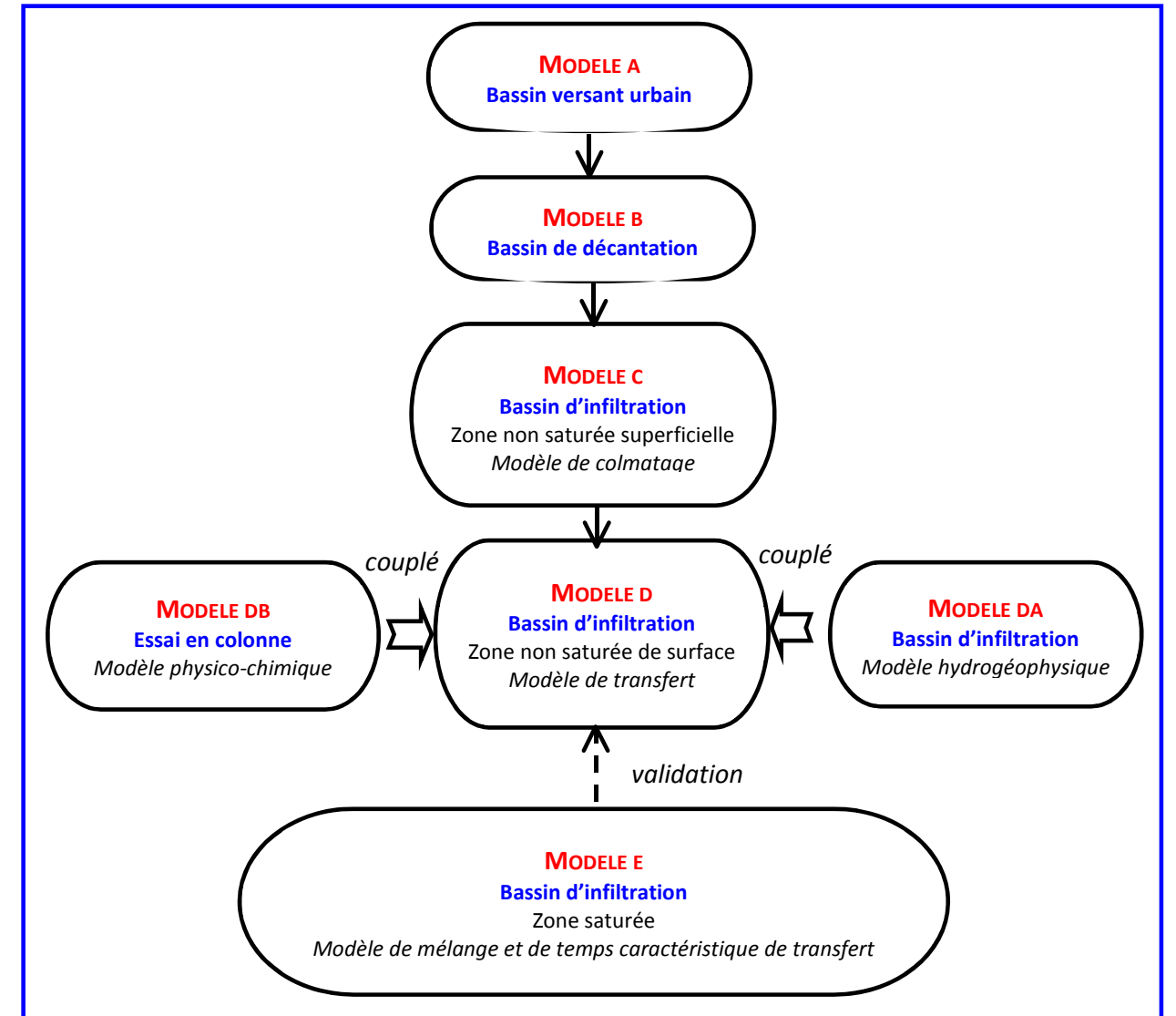
La première partie du rapport dresse un état des lieux des connaissances sur la modélisation des transferts au niveau de chacun des compartiments du système : bassin versant urbain ; bassin de décantation ; surface du bassin d'infiltration ; zone non-saturée du bassin d'infiltration ; zone saturée sous le bassin d'infiltration. Cette partie a pour but de faire un inventaire des modèles et des logiciels opérationnels utilisés, en répondant aux questions suivantes : Que prédisent-ils ? Quels phénomènes arrivons-nous à modéliser correctement avec les outils actuels ?

La deuxième partie présente les interfaces entre les différents modèles et traite la question relative à la compatibilité de ces modèles en vue de l'élaboration d'un modèle intégré en cascade.

La troisième partie concerne les perspectives de recherche pour l'élaboration d'un modèle intégré optimum.

L'organigramme ci-après présente l'enchaînement des modèles disponibles ou à développer. L'analyse du rôle et des possibilités actuelles de ceux-ci peut être résumée de la manière suivante :

- **modèle A** : les débits à l'exécutoire du bassin urbain versant sont fidèlement modélisés avec le logiciel commercial **CANOE** pour des événements météorologiques contrastés. **CANOE** est un outil permettant au gestionnaire de bien dimensionner l'ouvrage de décantation et d'infiltration pour qu'il protège les bassins urbains contre les risques d'inondations. **CANOE** permet de prédire l'impact des changements éventuels d'urbanisation sur les débits. En revanche, les flux de sédiments entrants dans le bassin de décantation sont encore mal estimés et des méthodes alternatives doivent être recherchées,
- **modèle B** : à partir des débits entrants dans le bassin de décantation, les sorties sont fidèlement modélisées par **RUBAR20**. Pour optimiser la géométrie du bassin de décantation afin de piéger la plus grande quantité de sédiments pollués, **RUBAR20** modélise d'une manière suffisante la distribution des sédiments déposés dans le bassin. Les modélisations des quantités de sédiments sortant du bassin de décantation sont en cours de validation,
- **modèle C** : Les sédiments non capturés par le bassin de décantation arrivent dans le bassin d'infiltration et le colmate. Si le colmatage est trop important, la capacité d'infiltration diminue et par conséquent le risque d'inondation est accentué. Le modèle de **BOUWER** est un modèle simple permettant de déterminer l'impact des couches de sédiments accumulées sur les propriétés d'infiltration de la zone colmatée. Le modèle de **BOUWER** permet de déterminer s'il existe des risques accrus d'inondation et de déterminer s'il faut curer le bassin. A ce jour il n'y a pas assez de données historiques pour estimer les fréquences de curage. Ceci est un problème complexe dû au changement des propriétés hydrodynamiques dues à des processus physico-chimiques complexes et de bioturbation qui sont en cours d'étude notamment par des **ESSAIS EN COLONNES**,
- **modèle D** : Les flux d'eaux arrivant de la zone colmatée jusqu'à la nappe sont modélisés avec le modèle **HYDRUS**. Le bassin d'infiltration pilote étudié est construit sur des alluvions fluvio-glaciaires ayant des propriétés hydrodynamiques hétérogènes. Des recherches sont en cours afin de déterminer les types d'écoulements préférentiels générés dans ce type de bassin. A l'aide du modèle hydrogéophysique élaboré, il sera bientôt possible d'étudier des sites potentiels de construction d'ouvrages d'infiltration ayant une géologie moins vulnérable au transfert des sédiments. Les investigations géophysiques ont porté jusqu'à ce jour sur une seule parcelle et un travail d'interpolation doit maintenant être réalisé. Les résultats seront confrontés avec le temps et quantité d'eau entrant dans la nappe qui seront modélisés avec un **MODÈLE DE MÉLANGE** utilisant des mesures en continu obtenues dans la nappe.
- **modèle E** : Actuellement, le **MODELE E** permet d'évaluer le temps de transfert de l'eau depuis la surface du bassin d'infiltration jusqu'à la nappe. Cette détermination est réalisée par analyse corrélatoire croisée des chroniques de débit d'eau à l'entrée du bassin d'infiltration (ou les chroniques de pluie) et des chroniques de conductivité électrique des eaux de nappe.



Concernant les interfaces et la compatibilité des modèles, ils ont été étudiés dans un premier temps dans le cadre de l'élaboration d'un modèle, le but poursuivi étant la quantification des flux d'eau transitant dans les différents compartiments jusqu'à la nappe phréatique pour un événement pluvieux. Les flux de polluants et de sédiments n'ont pas été pris en compte dans le cadre de cette première tentative. En effet, le flux de sédiments issu du bassin versant et le flux de sédiments transitant entre les bassins de décantation et d'infiltration sont encore difficilement déterminés. Les interfaces CANOE - RUBAR20, RUBAR20 ET BOUWER, BOUWER et HYDRUS et les sorties du modèle HYDRUS ont été discutées et ont fait l'objet de propositions.

Concernant les perspectives de recherches à développer, des propositions ont notamment été faites pour :

- l'amélioration de la mesure des données,
- l'amélioration de la modélisation des bassins versants,
- l'amélioration de la modélisation des flux d'eau dans la zone non saturée.