

Accord Cadre ZABR - Agence de l'Eau

Fiche projet

2019-n°66-ConScéQuanS-INSA/IRSTEA/ENTPE : Construction et analyse par modélisation de scénarios de gestion quantitative à différentes échelles et robustesse des ouvrages à la source face aux changements globaux.

TITRE DU PROJET : Construction et analyse par modélisation de scénarios de gestion quantitative à différentes échelles et robustesse des ouvrages à la source face aux changements globaux (ConScéQuanS)

PERSONNES RESSOURCES : Hélène Castebrunet (INSA Lyon) & Flora Branger (IRSTEA)

EQUIPES DE RECHERCHES ZABR CONCERNEES

- DEEP (INSA Lyon) : Hélène Castebrunet, Gislain Lipeme Kouyi, Sylvie Barraud
- UR RiverLy (IRSTEA) : Flora Branger, Isabelle Braud
- LEHNA-IPE (ENTPE): Laurent Lassabatere

AUTRES PARTENAIRES

(préciser leur degré d'implication et leur accord)

- Recherche :
- Institutionnel :

THEME DE RATTACHEMENT ZABR

- Flux Polluants, Ecotoxicologie, Ecosystèmes (FPPE)
- Changement climatique et ressources

THEME DE RATTACHEMENT AGENCE DE L'EAU -QUESTIONS AGENCE DE L'EAU

- Incidences et adaptations au changement climatique

Q1 : Quelles incidences du changement climatique sur l'évolution du bassin ?

Q40 : Quelles préconisations pour la politique de gestion de l'eau pour s'adapter au changement climatique ?

- Pollutions urbaines, toxiques

Q9 : Quelle gestion quantitative et qualitative des eaux pluviales urbaines ?

Q12 : Quelle méthode pour établir un diagnostic sur les cas de pollution toxique ?

- Enjeux de santé-environnement

Q22 : Quels impacts des substances sur l'écosystème et l'état écologique du Rhône ?

Q44 : Quels sont les enjeux de santé-environnement ?

SITE OU OBSERVATOIRE DE RATTACHEMENT ZABR

OTHU

RESUME DU PROJET GLOBAL (15 lignes max)

- Résumé 15 lignes :

L'agence RMC pousse à « oser désimperméabiliser les sols ». Depuis quelques années, les communautés urbaines promeuvent l'utilisation et la mise en place de systèmes alternatifs de gestion des eaux pluviales à la source (ouvrages de types noue, parking infiltrant, puits d'infiltration, chaussée réservoir, tranchée, toiture végétalisée, etc.) permettant d'infiltrer, de retenir et/ou de retarder les eaux de pluie afin d'éviter la saturation des réseaux et les rejets dans les milieux récepteurs.

Cependant il manque encore des éléments de connaissance quantitatifs sur l'effet combiné de ces ouvrages à l'échelle de bassins versants et dans une perspective de long terme. Ce projet a pour objectif d'analyser et quantifier le rôle des techniques alternatives (TA) sur les différentes composantes du cycle de l'eau à l'échelle d'un bassin versant urbanisé. Cela passe par le développement d'un outil opérationnel de modélisation d'hydrologie quantitative à l'échelle d'un bassin versant muni de techniques alternatives. Cet outil permettra de tester différents scénarios de gestion des eaux pluviales à la source sur un bassin versant (favorisant la rétention et l'infiltration) dans un contexte de changements globaux (climatique, augmentation de la population urbaine, urbanisation croissante, nouvelles technologies et stratégies de gestion des eaux urbaines), et d'évaluer le niveau d'effort à réaliser pour parvenir à une bonne gestion des flux d'eau à l'échelle d'un bassin versant et assurer une non-détérioration des cours d'eau liés aux rejets d'eau pluviales. La définition d'indicateurs permettra d'évaluer le type de stratégies de gestion à mettre en œuvre en fonction des objectifs visés. Les bassins versants tests utilisés pour le projet seront les sites OTHU de l'Ecocampus et du bassin versant de l'Yzeron.

LIVRABLES :

- rapport final
- un document synthétique à destination des opérationnels sur le modèle des fiches OTHU de 4 pages contenant les résultats présentés sous forme de chiffres-clef (valeurs d'indicateurs hydrologiques du bassin versant pour différents scénarios de taux d'ouvrages à la source / climat / développement urbain)

ENCART 2018-66- ConScéQuanS - DEEP INSA Lyon / ENTPE Responsable : Castebrunet Hélène (10 lignes max)

- Tâche de l'équipe dans le projet :

La construction de cet outil opérationnel passe nécessairement par une connaissance des processus hydrauliques à l'échelle d'un ouvrage de gestion à la source des eaux pluviales, appelé aussi technique alternative (TA). Avec l'aide du(de la) post-doctorant(e) recruté(e), l'équipe développera un modèle conceptuel à base physique afin de représenter le fonctionnement hydraulique d'une TA, en prenant en compte la dynamique spatio-temporelle liée, entre autres, à la variabilité des débits d'entrée, au stockage et à l'infiltration des flux d'eau. Les TA de l'Ecocampus de la Doua, instrumentées dans le cadre du programme Micromegas, seront prises comme objets d'étude (Garnier *et al.*, 2017). Le modèle hydraulique sera validé en utilisant les données de flux d'eau en entrée et sortie d'ouvrage et sa capacité à représenter la dynamique des flux d'eau tout au long de leur parcours (pluie, ruissellement, rétention, infiltration) sera évaluée. L'impact de l'évapotranspiration, parfois non négligeable (Bonneau *et al.*, 2017), sera également pris en compte en s'appuyant sur les travaux de l'équipe IRSTEA (Branger *et al.*, 2013). Un modèle simple de rétention de polluants sera également couplé au modèle hydraulique dans le but de représenter dans un premier temps la filtration de la fraction particulaire et sera testé par comparaison avec les données issues du projet ANR Infiltron (pilote par LEHNA-IPE) et du programme Micromegas.

Ce modèle hydraulique aura deux finalités :

- Il sera implémenté d'une part dans la plateforme Canoe-Hydrobox (Dorval *et al.*, 2011) en tant qu'outil d'aide à la planification de l'aménagement des bassins versants ;
- Les résultats de simulation permettront de construire des indicateurs globaux (voir § Finalités et attendus opérationnels) et de définir le niveau de description nécessaire des modèles qui seront implémentés dans la plateforme de modélisation hydrologique distribuée développée par IRSTEA (modèle décrit plus loin).

L'équipe, pour son action s'appuyera sur un post-doc de 18 mois, partagé entre les deux équipes (DEEP INSA et IRSTEA)

- Tâche de l'équipe dans le projet

L'objectif des travaux est d'inclure, dans une modélisation hydrologique distribuée à méso-échelle, une représentation simplifiée et intégrée du fonctionnement d'ouvrages de rétention à la source, en s'appuyant sur la modélisation conceptuelle à l'échelle de l'ouvrage développée à l'INSA Lyon décrit ci-dessus. A l'aide du (de la) post-doctorant(e) recruté(e), le modèle distribué J2000P construit dans la plateforme JAMS (Labbas *et al.*, 2015), qui prend déjà en compte les réseaux d'assainissement et les déversoirs d'orage mais reste très grossier sur la représentation des modes de gestion des eaux pluviales, sera amélioré. Le travail mené dans le cadre du projet *Conscéquans* consistera dans un premier temps, à partir d'une étude bibliographique sur le fonctionnement de systèmes de gestion à la source des eaux pluviales (exemples : noue, parking poreux, toiture végétalisée, tranchée d'infiltration, puits d'infiltration, jardin de pluie, dispositif de récupération des eaux pluviales, etc.), et des résultats produits par l'équipe INSA (voir ci-dessus), à construire des représentations simplifiées de ces systèmes, de façon à pouvoir les intégrer dans J2000P. Le travail de thèse de William Pauphilat¹, pourra aussi fournir des éléments à l'échelle du quartier et/ou de petits bassins versants urbains (quelques km²) dans des contextes climatiques différents (régions nantaise et parisienne), et des points de comparaison. On disposera ainsi d'un outil de modélisation capable de simuler en continu le fonctionnement hydrologique quantitatif d'un bassin versant muni d'ouvrages de gestion à la source. Le modèle sera validé *via* les données obtenues dans le cadre de l'OTHU (bassin versant de l'Yzeron, Ecocampus). Dans un second temps, des simulations seront réalisées selon des scénarios de gestion des eaux pluviales dans un contexte de changements globaux, et fourniront des réponses en termes d'indicateurs liés au bilan en eau du bassin, fonctionnement en crue, et impact sur les étiages notamment, sur le cas d'étude du bassin versant de l'Yzeron.

FINALITES ET ATTENDUS OPERATIONNELS (1 p. maxi) :

L'imperméabilisation trop importante de la ville, associée à une gestion des eaux pluviales traditionnellement « tout tuyau », accélère les écoulements, augmente les débits de pointe, et a également un impact sur le bilan en eau d'un bassin versant (diminution de la recharge vers la nappe, aggravation des étiages, etc. - Jacobson, 2011, Fletcher *et al.*, 2013). En outre, les matériaux et substances chimiques utilisés pour construire la ville ou mobilisés par ses habitants dans le cadre de différentes activités socio-économiques sont une des sources majeures de la contamination chimiques des eaux de ruissellement pluvial impactant les milieux aquatiques. Pour y faire face, les communautés urbaines promeuvent l'utilisation et la mise en place d'ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales (souvent appelés techniques alternatives ou TA). Ces ouvrages présentent pour la majorité d'entre eux l'avantage de pouvoir être intégrés au tissu urbain et favorisent une gestion quasi autonome des précipitations sur une portion d'espace urbain ou péri-urbain.

Si les abattements (en terme de flux d'eau et de qualité) de ces ouvrages pris individuellement commencent à être connus (notamment grâce aux travaux de l'OTHU, cf projet Micromegas), il manque aux acteurs opérationnels des éléments de connaissance quantitatifs sur l'effet combiné de ces ouvrages à l'échelle d'un bassin versant, ainsi que des indicateurs d'évaluation des performances des stratégies de gestion des eaux pluviales mises en œuvre, dans un contexte de changements globaux (climatique, augmentation de la population urbaine, urbanisation croissante, nouvelles technologies et stratégies de gestion des eaux urbaines), et sur le long terme. Cela permettrait de répondre par exemple aux questions suivantes :

- Les ouvrages de gestion à la source permettent-ils réellement de réguler l'ensemble des composantes du cycle hydrologique à l'échelle d'un bassin versant, et si oui, quel niveau d'effort est-il nécessaire de garantir (nombre d'ouvrages, surface drainée par ces ouvrages, types d'ouvrage) ?
- Dans un contexte d'augmentation de température et d'intensification probable des épisodes pluvieux (changement climatique), ces ouvrages répondront-ils toujours de manière adéquate ?

Le projet Conscéquans fournira aux opérationnels des données quantifiées issues de simulations numériques, caractérisant l'impact sur l'ensemble du cycle hydrologique de différents scénarios de gestion des eaux pluviales à l'aides de techniques alternatives. Cet impact sera caractérisé à l'aide d'un ensemble d'indicateurs détaillés ci-après. Les scénarios se voudront contrastés mais réalistes, et intégreront aussi une composante changement climatique.

¹ Conséquences d'une systématisation des pratiques d'infiltration à la parcelle des pluies courantes à l'échelle du quartier et du petit bassin versant – Apports de la modélisation intégrée. Thèse 2018-2021. Co-encadrement Cerema, Ifsttar et Irstea.

OBJECTIFS ET METHODOLOGIE (2 p. maxi) :

Le projet *ConScéQuans* a pour objectif de quantifier le rôle des techniques alternatives (TA) sur les différentes composantes du cycle de l'eau à l'échelle d'un bassin versant urbanisé, en s'appuyant sur des outils de modélisation à plusieurs échelles et de complexité variée pour appréhender le fonctionnement hydrologique d'un ouvrage à la source d'une part, et celui d'un bassin versant muni d'ouvrages à la source d'autre part, favorisant la rétention et l'infiltration. Il s'appuiera sur les sites Ecocampus et Yzeron de l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine (OTHU). L'OTHU est un dispositif d'observation et de recherche sur les rejets urbains et leurs impacts sur les milieux récepteurs - notamment par temps de pluie - dans le but de proposer de nouvelles solutions de conception et de gestion de l'assainissement. Le bassin versant de l'Yzeron est suivi dans ce cadre depuis 1997, et des données complémentaires ont été acquises dans le cadre de projets de recherche (projet ANR AvuPUR notamment). Le site de l'Ecocampus est intégré à l'Observatoire depuis 2015. Des ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales y ont été instrumentés, offrant des mesures quantitatives et qualitatives des flux d'eau en entrée et en sortie. Les TA suivis comprennent des systèmes de types noue, parking infiltrant, puits d'infiltration, chaussée réservoir, tranchée, toiture végétalisée, etc. Ces observations sont notamment complétées dans le cadre du programme Micromegas.

L'intérêt spécifique du projet est qu'il propose de faire progresser en parallèle deux approches à des échelles contrastées qui se nourriront l'une l'autre :

- A l'échelle de l'ouvrage: amélioration de la représentation du fonctionnement hydraulique et de la rétention des polluants particuliers ; prise en compte notamment de l'évapotranspiration, à partir du modèle de bassin versant développé par IRSTEA ;
- A l'échelle du bassin versant: adaptation du modèle hydraulique développé à l'échelle de l'ouvrage par l'INSA et description appropriée (avec le niveau de détail nécessaire) pour mieux représenter leur influence à l'échelle du bassin versant.

Au final, les deux approches permettront une meilleure connaissance des processus hydrologiques et la mise au point d'outils utiles pour les opérationnels aux deux échelles, à savoir :

- A l'échelle de l'ouvrage *via* le développement de la plateforme Canoe-Hydrobox en tant qu'outil d'aide à la planification, au dimensionnement, à l'entretien et la maintenance des ouvrages existants, en fonction des scénarios de changements globaux envisagés ;
- A l'échelle du bassin versant *via* le développement de la plateforme J2000 en tant qu'outil d'aide à la définition de politiques de gestion des eaux pluviales dans un contexte de changements globaux.

La seconde originalité du projet est qu'il mettra en œuvre des scénarios de gestion des eaux pluviales dans un contexte de changement global, en s'appuyant sur une approche « bottom up » pour les variables climatiques précipitation et température (réaction du système à des perturbations sur ces variables, voir Prudhomme *et al.*, 2015), et sur des scénarios futurs d'imperméabilisation et gestion des eaux pluviales construits au cours du projet ANR AvuPUR (Labbas, 2015). Une dizaine de scénarios variés, mais réalistes, seront ainsi testés. Les réponses seront exprimées sous forme d'indicateurs dont une liste est donnée ci-dessous :

- Indicateurs de bilan à l'échelle d'un bassin versant :
 - parts respectives de l'évapotranspiration et du débit dans les cours d'eau et le réseau d'assainissement (bilan en eau)
 - variations saisonnières de débit (débits moyens mensuels par exemple)
 - proportions d'eau dans les cours d'eau provenant de différents compartiments (ruissellement de surface, nappe)
 - recharge moyenne de la nappe
- Indicateurs liés aux événements pluvieux :
 - Pourcentage de réduction de la fréquence et de la valeur des débits de pointe
 - Pourcentage de réduction du nombre de déversements par les déversoirs d'orage
- Indicateurs d'étiage
 - VCN15, indicateurs de fréquence et sévérité
- Indicateurs de qualité
 - Abattement de la charge polluante (en se focalisant dans un premier temps sur les polluants particuliers)

Cela permettra de caractériser une « désimperméabilisation réussie » et d'apprécier le niveau d'effort à réaliser (nombre de TA à construire ou taux de « désimperméabilisation » à respecter à minima pour en ressentir les bénéfices), en fonction des résultats pour les différents scénarios.

Méthodologie spécifique mise en œuvre à IRSTEA :

- une synthèse bibliographique sur les approches de modélisation et les outils associés par grand type d'objectifs et d'échelles. Il s'agira : i) de sélectionner les modèles pertinents existants (e.g. en prenant en compte l'évapotranspiration, le long terme avec le colmatage progressif, les besoins en eau de la végétation, ...), et ii) d'identifier des méthodologies de construction de scénarios réalistes (augmentation des températures, de périodes de sécheresse et évolution du ruissellement urbain / modes de gestion des rejets urbains par temps de pluie -RUTP), en s'appuyant notamment sur des travaux antérieurs (Prudhomme *et al.*, 2015 ; Labbas, 2015) ;
- le test et l'évaluation de la pertinence de la plateforme JAMS (modèle distribué J2000P) pour la modélisation du fonctionnement hydrologique d'un bassin versant de méso-échelle muni d'ouvrages de gestion à la source, dans le but de faire ressortir sa capacité à simuler différents scénarios de gestion des eaux urbaines dans un contexte de changements globaux.

Méthodologie spécifique mise en œuvre à DEEP :

- une synthèse bibliographique sur les approches de modélisation conceptuelle, à base physique, du fonctionnement hydraulique des ouvrages de gestion à la source ;
- la construction d'un modèle « simplifié » et sa validation à partir des données quantitatives issues des programmes Micromegas et ANR Infiltron sur différents ouvrages (noue, tranchée, parking à chaussée réservoir, puits d'infiltration) ;
- le test et l'évaluation de la pertinence de la plateforme Canoe-Hydrobox pour la modélisation du fonctionnement hydraulique et du transfert de polluants particulaires aux échelles de l'ouvrage à la source et du petit bassin versant muni d'ouvrages à la source. L'objectif est de faire ressortir la capacité de cette plateforme à simuler différents scénarios de gestion des eaux urbaines dans un contexte de changements globaux ;
- une analyse comparative des scénarii.

DUREE DU PROJET: 24 mois

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- F. Branger, S. Kermadi, C. Jacqueminet, K. Michel, M. Labbas, P. Krause, S. Kralisch, I. Braud (2013). Assessment of the influence of land use data on the water balance components of a peri-urban catchment using a distributed modelling approach. *Journal of Hydrology*, **505**, 312–325
- J. Bonneau, Tim D. Fletcher, Justin F. Costelloe, Matthew J. Burns (2017). Stormwater infiltration and the 'urban karst' – A review. *Journal of Hydrology*, **552**, 141–150
- F. Dorval, B. Chocat, G. Lipeme Kouyi, E. Emmanuel (2011). Use of multi-outlet approach to simulate flow components across an urban catchment. 12th International Conference on URBAN DRAINAGE, Porto Alegre/Brazil, 11-16 September.
- R. Garnier, S. Barraud, H. Castebrunet, F. Cherqui, T. Winiarski, S. Vacherie (2017). Micropollutant removal efficiency : hydraulic monitoring and sampling strategy for source control stormwater control measures. 14th international Conference on urban drainage, Prague, 10-15 September 2017 (9 p.)
- C. R. Jacobson (2011). Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: A review, *Journal of Environmental Management* **92**(6), 1438-1448.
- M. Labbas, F. Branger, I. Braud (2015). Développement et évaluation d'un modèle hydrologique distribué pour des bassins périurbains - Application au bassin de l'Yzeron (150 km²), *La Houille Blanche*, (5), 84-91.
- C. Prudhomme, E. Sauquet, G. Watts (2015). Low flow response surfaces for drought decision support: a case study from the UK. *Journal of Extreme Events*, **2**(2), doi: 10.1142/S2345737615500050.
- T. Fletcher, H. Andrieu, P. Hamel (2013). Understanding, Management and modeling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: a state of the art. *Advances in Water Resources*, **51**, 261-279

- RAPPELS -

Tout projet ZABR doit répondre à 5 critères : être pluridisciplinaire, entrer dans les problématiques scientifiques de la ZABR, impliquer au moins 2 équipes du GIS ZABR, s'appliquer sur un site ou un observatoire de la ZABR, provenir d'équipes ayant une production scientifique internationale garantissant la valorisation future du travail de recherche. Tous les renseignements sont disponibles sur le site internet de la ZABR. www.zabr.org

Remarque : le critère de site ou d'observatoire peut être levé s'il est démontré : soit que l'action est en lien avec des travaux en cours sur un site ou un observatoire de la ZABR (ex : test d'un outil sur un autre secteur), soit si l'action permet une analyse comparative avec les travaux réalisés sur les sites et observatoires et nécessite de passer à l'échelle du bassin versant du Rhône.

Modalités d'intervention de l'Agence de l'Eau :

Règle générale : une subvention de 50% d'un budget prévisionnel HT

Montant global alloué par l'Agence de l'Eau sur l'accord cadre AE ZABR : 250 k€ à 300 k€/an