



Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine
FIELD OBSERVATORY FOR URBAN WATER MANAGEMENT

BILAN SUCCINCT

**Programme finalisé de recherche
basé sur l'OTHU
2010 - 2014**

Version 2 du 3 janvier 2014

Sommaire

Thème A- Amélioration des connaissances et développement d'outils et méthodes en matière de pluviométrie et de climatologie à l'échelle de l'agglomération, et facteurs de risques associés aux inondations et aux pollutions	7
Thème B- Amélioration des connaissances, modélisation, développement d'outils et méthodes en matière de processus de production et de transfert de l'eau et des polluants en temps sec et en temps de pluie issus des bassins versants urbains et périurbains	10
Thème C- Amélioration des connaissances et modélisation des transformations physiques, chimiques, biologiques des systèmes alternatifs de retenue et d'infiltration et impact sur les nappes - Amélioration des techniques et des processus d'adoption	15
Thème D- Amélioration des connaissances, modélisation et développement d'outils et méthodes en matière de d'impacts physiques, chimiques, biologiques des systèmes de gestion des eaux pluviales sur les rivières et méthode d'amélioration de ces systèmes (notamment meilleure gestion des déversoirs d'orage)	25
Thème E- Amélioration des outils Métrologiques.....	30
Thème F- Amélioration de la compréhension et de la modélisation de la gestion des eaux pluviales à l'échelle d'une ville	34
Thème G- Actions transversales de mise en cohérence	37

Préambule

La mise en place de l'OTHU, en 1999, s'est appuyée sur une démarche parallèle de construction d'un programme de recherche associé à l'observatoire.

Depuis 10 ans, des actions de recherche ont été développées afin de s'inscrire dans ce programme et s'appuient sur les données de l'OTHU.

Les objectifs scientifiques de l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine sont multiples. Les données acquises au sein de l'observatoire et les actions de recherche développées sur celles-ci consistent à améliorer les connaissances sur :

- les précipitations, et plus généralement la climatologie, ainsi que les facteurs aggravant des risques d'inondation et de pollution par les eaux pluviales urbaines ;
- les volumes d'eaux et les masses de polluants produits et rejetés par une zone urbaine (accumulation et transfert lié au ruissellement) ;
- leur évolution à travers les divers ouvrages (réseaux, bassins de retenue, dispositifs d'infiltration, déversoirs d'orage ...) ;
- leur devenir dans les systèmes naturels (rivières, sols et nappes),
- les changements, à différentes échelles de temps, dans les peuplements animaux et végétaux sur des gradients d'urbanisation.

Un tel observatoire ambitionne de traiter de façon transversale la totalité du cycle de l'eau en milieu urbain et présente donc un caractère fortement multidisciplinaire.

Ainsi, l'élaboration du programme est faite en commun par les représentants des services gestionnaires qui établissent une liste de préoccupations opérationnelles et par les représentants des laboratoires de recherche qui identifient les questions scientifiques clés.

Le programme scientifique de l'OTHU est ainsi constitué de thématiques, déclinées en actions de recherches co-construites.

Ce programme constitue un cadre général et cohérent (finalisé) des recherches à mener au sein de la fédération de recherche OTHU et sur les sites d'observations.

Néanmoins, si l'observation est financée, les actions listées dans ce document doivent encore pour beaucoup faire l'objet de financements qui seront recherchés par les membres des laboratoires via des programmes de recherches concertées.

Le contenu du programme scientifique est défini pour quatre ans et évalué tous les deux ans par le conseil scientifique.

Le PROGRAMME FINALISE DE RECHERCHE basé sur les données de l'OTHU - 2011-2014 est organisé de la manière suivante.

1/ Les thématiques retenues sont les suivantes :

- A- Amélioration des connaissances et développement d'outils et méthodes en matière de pluviométrie et de climatologie à l'échelle de l'agglomération, et facteurs de risques associés aux inondations et aux pollutions
- B- Amélioration des connaissances, modélisation, développement d'outils et méthodes en matière de processus de production et de transfert de l'eau et des polluants en temps sec et en temps de pluie issus des bassins versants urbains et périurbains
- C- Amélioration des connaissances, modélisation et développement d'outils et méthodes en matière de transformations physiques, chimiques, biologiques des systèmes alternatifs de retenue et d'infiltration et impact de ces systèmes sur les nappes - Amélioration des techniques et des processus d'adoption
- D- Amélioration des connaissances, modélisation et développement d'outils et méthodes en matière de d'impacts physiques, chimiques, biologiques des systèmes de gestion des eaux pluviales sur les rivières et méthode d'amélioration de ces systèmes (notamment meilleure gestion des déversoirs d'orage)
- E- Amélioration des outils météorologiques
- F- Amélioration de la compréhension et de la modélisation de la gestion des eaux pluviales à l'échelle d'une ville
- G- Actions transversales de mise en cohérence

2/ Les actions par thèmes sont déclinées ci-après succinctement avec un rapide bilan et font l'objet de fiches actions détaillées (non présentes dans ce document synthétique).

Ainsi chaque thématique et action sont animées par deux responsables : un responsable scientifique issu du monde de la recherche et un responsable opérationnel.

- **Les responsables de thèmes** sont chargés de garantir / contrôler la cohérence de l'ensemble des actions du thème.
- **Les responsables d'actions** sont chargés de rédiger les fiches actions détaillées, d'animer la recherche, de produire les « livrables » qui ont été identifiés dans la fiche action et d'en faire un bilan succinct une fois par an.

Au cours des 4 années passées, un point annuel de bilan a été organisé chaque année par l'OTHU, invitant l'ensemble des responsables à échanger, discuter en atelier thématique sur les actions.

RAPPEL : A l'occasion du dernier conseil scientifique de l'OTHU, un rapport détaillé d'activité scientifique a été produit sur les années 2009-2012 de nombreux détails et informations complémentaires sont présents dans ce rapport [LIEN](#)

**Le PROGRAMME FINALISE DE RECHERCHE
basé sur les données de l'OTHU - 2011-2014**

Thème A- Amélioration des connaissances et développement d'outils et méthodes en matière de pluviométrie et de climatologie à l'échelle de l'agglomération, et facteurs de risques associés aux inondations et aux pollutions

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : EMMANUELLE VOLTE

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : FLORENT RENARD / JACQUES COMBY

Objectifs :

Deux objectifs principaux fondés sur le recoupement d'approches à caractères cognitif, méthodologique et opérationnel, ont été formulés à long terme, dès la fondation de l'OTHU : i) disposer de données pour alimenter les modèles de simulation. ii) disposer de méthodes permettant d'utiliser de façon optimale les données au sol et les données radar, en temps différé et temps réel (alerte, gestion temps réel du système d'assainissement). Les objectifs majeurs sont aujourd'hui de concentrer les efforts de recherche sur l'exploitation des données en temps réel (radar en particulier), la caractérisation dynamique des phénomènes pluvieux (analyse descriptive et génétique) et les simulations. Pour y parvenir la recherche est organisée en 4 actions complémentaires et en interaction. Notons enfin que la thématique liée à la pollution atmosphérique et son entraînement par la pluie est plus particulièrement traitée dans la thématique B.

Actions :

- Action TA1 : Amélioration de la représentativité des données pluviométriques

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : EMMANUELLE VOLTE

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : FLORENT RENARD / JACQUES COMBY

Cette action consiste à améliorer la qualité des séries spatio-temporelles des intensités de pluie acquises dans le cadre de l'OTHU c'est-à-dire à réduire les lacunes liées à la mesure et à les combler, dans la mesure du possible (comblement des lacunes du réseau de pluviomètre, résolution des problèmes d'échos fixes, amélioration de la qualité de la mesure radar, mises en évidence lors de l'évaluation de la qualité hydrologique des mesures : DBZ, lames d'eau, données Panthères pour le radar). L'action repose sur le croisement de plusieurs approches (couplage pluviomètre/radar déjà très avancée mais dont il est nécessaire d'améliorer les méthodes d'exploitation, recours aux modèles d'estimation libre et conditionnelle et plus généralement aux caractérisations probabilistes de l'aléa pluviométrique - voir action TA4). Le recoupement des 3 approches permettra notamment de mieux appréhender l'hétérogénéité pluviométrique géographique des aléas (recoupement déjà en cours dans cadre du programme AVuPUR-ANR-07-VULN-01 - action de recherche : Désagrégation de l'information climatique aux échelles hydrologiques). Elle contribuera encore à l'amélioration de la représentativité des entrées pluies pour les modèles de simulations hydrologiques de cours d'eau ou de réseau d'assainissement de l'agglomération, notamment pour le modèle Canoë. Cette action bénéficiera également des travaux qui seront effectués dans le cadre du projet européen FP7 PREPARED (2010-2014) consacré à l'adaptation des hydrosystèmes urbains au changement climatique et qui comporte un volet sur l'amélioration du mesurage de la pluviométrie urbaine.



: Les principaux travaux scientifiques ont porté sur la validation de la qualité de mesure du radar météorologique en bande C de Météo-France (Saint-Nizier d'Azergues) pour la gestion en temps réel du réseau d'assainissement du Grand Lyon. Ces résultats figurent notamment dans le travail de doctorat de F. Renard (2010).

En complément, dans le cadre du projet européen FP7 PREPARED, le LGCIE, en partenariat avec le DHI (Danish Hydraulic Institute), a testé à partir de 2012 un radar météorologique en bande X installé sur le château d'eau de Bron Parilly du Grand Lyon, avec les objectifs suivants : i) tester un radar en bande X à haute résolution (500x500 m, voire 250x250 m) sur l'agglomération lyonnaise et notamment développer un algorithme de calage spécifique par rapport aux pluviographes au sol, ii) comparer les estimations de la pluie spatialisée obtenues avec le radar, avec le réseau de pluviographes du Grand Lyon, et avec une série d'images du radar en bande C de Météo-France pour une sélection d'événements pluvieux, iii) étudier les conséquences d'une meilleure connaissance de la pluie sur la modélisation des débits et, ultérieurement, des flux polluants à l'exutoire des bassins versants, et iv) explorer le potentiel de gestion en temps réel du réseau d'assainissement du Grand Lyon si un radar en bande X était installé de manière permanente. (Renard et al., 2010)¹. Une première série

¹ RENARD F., COMBY J. (2010). Overview of the Greater Lyon weather radar advances from 90's to 2008. *Advances in Geosciences*, 25, 79-83

de données radar, acquises sur le site provisoire de l'INSA au milieu de l'année 2012, a déjà permis de travailler sur le calage des données radar par rapport aux pluviographes au sol (Sun et al., 2012)². Par ailleurs, des contacts sont établis avec les membres du projet RainGain (<http://www.raingain.eu>) qui poursuit des objectifs similaires. Il reste à affiner les relations entre la distribution spatio-temporelle de la pluie et l'occupation du sol et la topographie du Grand Lyon.

- **Action TA2 : Détermination de la genèse des types de circulation synoptique et de la dynamique locale des systèmes pluvieux pour l'anticipation**

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : EMMANUELLE VOLTE

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : FLORENT RENARD / JACQUES COMBY

L'action est fondée sur une analyse à partir des catalogues de types de circulations existants, à des fins opérationnelles d'anticipation des phénomènes et situations à risque et de construction d'indicateurs de mise en alerte. L'analyse à l'aide du radar météorologique a déjà permis de mettre en évidence des trajectoires préférentielles dans la circulation des cellules de forte intensité de pluies, et le lien étroit entre trajectoire et distribution spatiale des nuisances. Son amélioration, en cours, porte notamment sur la localisation géographique de l'apparition et disparition des cellules, leur vitesse d'advection, leurs tailles et leur évolution. Dans l'état actuel des analyses, il a été mis en évidence que la relation entre les facteurs locaux (relief, ICU, etc.) la distribution spatiale des pluies et la dynamique des phénomènes est loin d'être systématique, voire très faible sur le Grand-Lyon (influence majeure de facteurs exogènes dans la formation des cellules de forte intensité au sein de système pluvieux de moyenne ou grande échelle et faible évolution au cours du passage sur le Grand Lyon). Les analyses de types descriptives et la modélisation numérique couplée des types dynamiques de situations pluvieuses (facteurs exogènes), et des systèmes précipitants locaux (épiphénomènes de renforcement), permettront d'améliorer la connaissance et de l'anticipation des phénomènes pluvieux. Une thèse a débuté fin 2009 sur la caractérisation de l'ICU sur le Grand-Lyon, dans le cadre du plan climat de l'agglomération et en collaboration avec Météo France et devrait contribuer à l'évaluation des épiphénomènes urbains de renforcement.



: Le support de ces travaux est la thèse de Julita Dudeck qui est en cours. Action peu développée, il y aurait besoin d'un stagiaire commun Grand Lyon/ Lyon 3 pour avancer sur l'application des résultats.

- **ActionTA3 : Simulateur de pluies**

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : EMMANUELLE VOLTE

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : ETIENNE LEBLOIS

A l'aide du simulateur de pluie développé au Cemagref, une reconstitution des pluies passées à échelle kilométrique et pas de temps inférieur à l'heure sur les bassins versants objet d'étude de l'OTHU est en cours sur le BV de l'Yzeron et pourra être étendue à l'ensemble du territoire du Grand Lyon.

La stratégie de simulation conditionnelle, s'appuyant sur l'information disponible sera affinée grâce aux informations radars qui permettent d'accéder à certains paramètres du modèle (vitesses de déplacement notamment) et autres données mobilisées. Ceci permettra de contraindre plus finement les reconstitutions et de « boucher les trous » dans les zones mal perçues par le radar. Le croisement des approches permettra d'affiner l'analyse de variabilité résiduelle des pluies après reconstitution, en fonction des données mobilisées.

En utilisant les éléments prévisibles d'une situation météorologique comme base d'une classification, on peut proposer de faire reformuler la simulation vers un outil de désagrégation conditionné aux informations de grande et moyenne échelle. Ces travaux seront conduits en lien avec le travail mené sur l'analyse des situations et leur typologie).

Les méthodes de définition de l'aléa pluviométrique en fonction des superficies touchées par l'épisode, mises au point sur la région parisienne dans un autre cadre, pourront être appliquées sur Lyon.



: Dans le cadre de l'OTHU et du programme AVUPUR, le simulateur de pluies de

² SUN S., BERTRAND-KRAJEWSKI J.-L. (2012a). On calibration data selection: the case of stormwater quality regression models. *Environmental Modelling & Software*, 35, 61-73.

l'IRSTEA a été enrichi à deux niveaux :

- identification de classes de pluies homogènes et description géostatistique propre.
- enrichissement du simulateur pour permettre des simulations conditionnelles (respectant les observations aux points de mesures). Génération de 64 champs de pluies sur 1985/2008 sur l'ensemble du bassin de l'Yzeron (données d'entrée du modèle hydrologique), permettant une amélioration de la simulation des débits à l'exutoire du bassin de l'Yzeron sur la période récente. Ces champs de pluies simulés peuvent donc permettre de pallier l'absence de radars météo sur les périodes passées.

Dans le cadre d'autres projets hors OTHU, les derniers travaux ont porté sur la prise en compte d'hétérogénéités spatiales dans les champs de pluie (en particulier liées à l'influence du relief) et la prise en compte du cycle diurne sur la convection, pouvant favoriser les pluies à certaines périodes de la journée.

- Action TA4 : Analyse de l'influence des changements globaux sur le régime des pluies sur l'agglomération lyonnaise

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : EMMANUELLE VOLTE

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : JACQUES COMBY/ ETIENNE LEBLOIS

Il s'agit également de la reconstruction des précipitations passées en lien avec le souhait d'introduire le changement climatique dans les questions de gestion des eaux pluviales. Sur ce plan, si le recours aux séries des données radar avant 2001 est peu envisageable (données peu fiables), la bonne correspondance entre la mesure pluviométrique et ses traitements (interpolations fines) et la mesure radar après 2001, mise en évidence lors de l'évaluation de la qualité hydrologique des mesures, permet de réduire sensiblement ce point de blocage, par un recours justifié aux données pluviométriques avant 2001. L'étude sera conduite en couplage avec les simulations (action 3). Par ailleurs, les analyses en cours qui ne traduisent pas de tendances significatives dans l'évolution des précipitations (précipitations à risque notamment) pourraient orienter la question du changement climatique sous l'angle de l'évaluation des vulnérabilités, plutôt que sur celui des extrapolations climatiques (le développement d'une méthodologie nouvelle d'évaluation des vulnérabilités fondée sur une analyse du « système » urbain territorial, des enjeux et fonction de vulnérabilité pour une mise en espace de la vulnérabilité lyonnaise et qui trouve son application opérationnelle dans la superposition de couches d'aléas, est notamment en cours (Thèse de F Renard).

Dans le cadre du projet ANR ExtraFlo (2009-13) coordonné par le Cemagref/Irstea Lyon (Unité de recherche Hydrologie-Hydraulique), il est prévu d'utiliser le jeu de données pluviographiques du Grand Lyon pour tester/comparer plusieurs méthodes d'estimation de la distribution des pluies extrêmes. En outre un volet sera consacré à la prédétermination des pluies en contexte non stationnaire.



Bilan : Non lancée - action à reformuler "Comment concevoir et gérer des ouvrages dans un contexte de grande variabilité climatique" ?

Cependant indirectement (pas d'utilisation des données othu), de nombreux éléments ont été acquis sur cette thématique dans le cadre du programme ANR extraFlo, terminé en janvier 2013 et dont le séminaire de restitution s'est déroulé le 15 novembre 2013 (lien : <https://extraflo.cemagref.fr/>)

Les travaux en cours sur le simulateur de pluie ont permis de progresser sur l'identification de liens possibles entre classes pluviométriques et classes atmosphériques (types de temps), ce qui devrait permettre à terme de pouvoir déceler des changements dans les champs atmosphériques simulés par les modèles de climat et de les relier à des changements possibles du régime des pluies.

Compte tenu de la diversité et de la richesse des approches il pourrait être utile de conjuguer l'ensemble des approches entreprises et de les associer aux problématiques du Grand Lyon en matière de pluviométrie. Quelle approche pour quel problème ?

Thème B- Amélioration des connaissances, modélisation, développement d'outils et méthodes en matière de processus de production et de transfert de l'eau et des polluants en temps sec et en temps de pluie issus des bassins versants urbains et périurbains

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : CECILE BERNARD

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : ISABELLE BRAUD

Objectifs :

La connaissance des processus de production et de transfert des flux d'eau (quantité) et de polluants / contaminants (qualité) est indispensable pour aborder ensuite les questions d'impact sur le milieu naturel. Cela inclut à la fois l'expérimentation et la modélisation, comme outil de développement des connaissances et outil prédictif. Les recherches menées dans le cadre de l'OTHU ont mis en évidence la grande complexité des processus en jeu. Les objectifs pour le futur sont de poursuivre les travaux sur les bassins versants urbains et plus particulièrement la quantification et la caractérisation des flux de micropolluants sur les bassins urbains et périurbains. L'enjeu est la quantification des contributions des zones non entièrement urbaines et leurs interactions avec les éléments anthropiques urbains (zones imperméabilisées, linéaires de routes, fossés, réseaux d'assainissement). Enfin l'étude des transferts d'eau et des interactions surface/réseau dans le cas des inondations en ville est aussi un enjeu fort.

Actions :

- Action TB1 : Connaissance et modélisation de la production et du transfert des flux de polluants / contaminants issus de bassins versants urbains (intégration des polluants émergents)

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : CECILE BERNARD

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : JEAN-LUC BERTRAND-KRAJEWSKI

Les recherches sur la modélisation des flux polluants / contaminants seront poursuivies car les efforts pour améliorer les caractères explicatif et prédictif des modèles restent importants : ils le sont d'autant plus que les données acquises en continu ces dernières années sur les sites expérimentaux OTHU ont mis en évidence une variabilité et une diversité des phénomènes et des comportements des bassins versants plus grandes que ce que montraient les campagnes classiques de prélèvements d'échantillons. Il apparaît donc nécessaire de reconsidérer en profondeur i) certains modèles pour mieux tenir compte de cette variabilité et ii) leurs méthodes de calage et de vérification qui devront s'appuyer sur ces chroniques longues et continues en remplacement des données événementielles peu nombreuses et discontinues utilisées jusqu'à présent. Les travaux porteront donc d'une part sur la modélisation des flux de MES et DCO estimés en continu à partir des données de turbidité avec différentes approches de modélisation (notamment des modèles conceptuels plus explicatifs et des approches nouvelles fondées par exemple sur l'analyse du signal et les réseaux de neurones), et d'autre part sur la modélisation des flux de micro-polluants (fin du projet ESPRIT, poursuites envisagées en lien avec le projet ANR INOGEV et le projet européen FP7 PREPARED).

Dans la continuité du projet ESPRIT du pôle de compétitivité Axelera, les recherches sur les micropolluants dans les eaux pluviales urbaines seront approfondies, en collaboration avec les autres observatoires français du réseau HURRBIS notamment dans le cadre du projet ANR Villes Durables INOGEV 2010-2014 de manière à disposer de situations urbaines plus variées. L'objectif principal est de proposer à terme des solutions pour une meilleure gestion des flux de micropolluants dans les bassins versants urbains et une réduction de leurs impacts sur l'environnement, dans une approche pluridisciplinaire envisageant dans le même temps les chemins et les facteurs d'intégration de ces solutions dans les programmes d'action des collectivités. Il s'agira en effet de prendre en compte la caractérisation d'une grande diversité de micropolluants (métaux, pesticides, polluants organiques, HAP...) et d'évaluer les possibilités d'implémentation des résultats dans le cadre de la gestion de l'assainissement urbain. Plus spécifiquement, les principales questions traitées concerneront la quantification et la caractérisation des flux de micropolluants à l'exutoire des bassins versants.



Modélisation à partir des séries chronologiques : Les séries chronologiques de l'OTHU (turbidité notamment) ont permis de mieux connaître les concentrations et flux en MES et DCO. Ce résultat met en évidence la limite d'un profil moyen annuel par type de jour utilisé dans la plupart des études opérationnelles. Une estimation au plus juste de la contribution du temps sec lors d'un événement pluvieux, basée sur l'exploitation des jours de temps sec les plus proches de l'événement, a été proposée. Des outils semi-automatiques ont été développés à

cet effet.

L'étude inter-événementielle de la variabilité des flux polluants de temps de pluie a montré la difficulté d'expliquer la variabilité des concentrations moyennes événementielles en MES et en DCO en fonction des caractéristiques des événements pluvieux. Une analyse statistique des caractéristiques des événements pluvieux en fonction des groupes, couplée à une analyse graphique des événements, a permis de mettre en évidence des tendances et de formuler des hypothèses sur les processus de génération des flux polluants, notamment l'influence de l'intensité de la pluie et des conditions antérieures à l'événement. Cet exercice reste cependant difficile du fait de notre compréhension limitée des processus et de l'utilisation d'outils d'analyses simples.

Sur le volet modélisation, Métadier (2011) [lien](#) a travaillé sur des modèles globaux de types régression. Les résultats confirment tout d'abord la nécessité de développer des modèles locaux, sur la base d'une analyse approfondie des données disponibles. L'analyse de sensibilité aux incertitudes sur les données a montré que la source d'incertitude prépondérante reste la structure du modèle et donc indirectement notre compréhension des processus de génération des flux polluants.

Concernant les modèles accumulation - érosion - transfert, il n'existe pas forcément de structure de ce type de modèle transposable entre sites d'étude. De ce point de vue, l'analyse des données locales, constitue une étape primordiale pour identifier les processus majeurs et proposer une structure de modèle adaptée.

La thèse de Farah Dorval [lien](#) dont l'objet était de développer une méthodologie permettant d'exploiter au mieux des mesures en continu du débit et de différents paramètres physico-chimiques pour : (i) décomposer un hydrogramme mesuré à l'exutoire d'un bassin versant en ces différentes composantes : eaux usées d'origine domestique, eaux usées d'origine industrielle, eaux de ruissellement, eaux parasites permanentes et événementielles, (ii) caractériser le mieux possible chacune de ces composantes, en terme de débit et de qualité. La recherche a utilisé les données de deux des sites de l'OTHU : Chassieu et Ecully.

Elle a permis de développer ou d'adapter trois approches originales :

- La décomposition en ondelettes continues qui constitue une méthode potentiellement intéressante pour filtrer le signal et éliminer le bruit dû aux incertitudes de mesure, mais également pour identifier d'éventuelles composantes périodiques.
- La mise au point d'un indicateur spécifique, conçu pour détecter des variations rapides et simultanées de plusieurs des grandeurs mesurées. Cet indicateur permet de détecter clairement les instants d'arrivée d'une eau de nature différente au point de mesure.
- L'utilisation des techniques d'analyse linéaire permettant de déconvoluer le signal, laisse espérer pouvoir recomposer le signal émis original ainsi que la distance entre le point d'émission et le point de mesure.

Ce principe a été utilisé lors d'étude de repérage d'origine de polluants pour le grand Lyon

Flux de micropolluants :

Le projet ESPRIT a permis de fournir des résultats nouveaux et importants sur les concentrations et les flux de polluants prioritaires dans les rejets urbains de temps de pluie, non seulement aux exutoires des bassins versants, mais aussi, et pour la première fois, en termes de contributions relatives de différentes sources (retombées atmosphériques sèches, eaux météoriques, eaux de temps sec, surfaces des bassins versants). Une première base de données de très bon niveau est désormais disponible (plus de 100 échantillons), elle a permis d'établir des modèles prédictifs performants pour l'ensemble des polluants analysés. Le projet a également permis l'application et le développement de méthodes analytiques présentant soit des limites de quantification plus performantes que la plupart des études antérieures, soit des possibilités d'analyse des polluants organiques en phase particulière avec des échantillons beaucoup plus faibles. Le travail s'est poursuivi dans le cadre de l'ANR INOGEV (dont l'un des objectifs était d'homogénéiser procédures et types de polluants à rechercher et de les appliquer aux différents sites d'URBIS et donc de l'OTHU) avec le suivi sur des bassins versants plus variés mais en séparatif pluvial et sur des gammes de substances élargies par exemple aux PBDEs et Alkylphénols.

Le projet ESPRIT a été le support de deux thèses : Céline Becouze-Lareure (2010) [lien](#) et Abel Dembélé (2010) [lien](#). Elle s'est poursuivie au travers de la thèse de Christel Sébastien (novembre 2013).

Lien sur document de synthèse projet Esprit : <http://www.esprit-rhodanos.fr/>

Une publication de synthèse sur l'ensemble des sites d'URBIS fait également un point précieux (Gasperi et al, 2013)³.

Les résultats ont été présentés lors de la 5eme Journée technique OTHU "Eaux pluviales: Connaissance, mesure et suivi pour une meilleure gestion des ouvrages"(9 février 2012 - Espace Tête d'Or -Villeurbanne)

³ Gasperi J., Sebastian C., Ruban V., Delamain M., Percot S., Wiest L., Mirande C., Caupos E., Demare D., Diallo Kessou M., Saad M., Schwartz J.-J., Dubois P., Fratta C., Wolff H., Moillon R., Chebbo G., Cren C., Millet M., Barraud S., Gromaire M.-C. (2013 - *in press*) Micropollutants in urban stormwater: occurrence, concentrations and atmospheric contribution for a wide range of contaminants on three French catchments. *Environmental Science and Pollution Research*. DOI: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-013-2396-0>

- **Action TB2 : Compréhension des chemins de l'eau et des processus de génération du ruissellement dans les bassins versants périurbains et modélisation spatialisée associée**

RESPONSABLE OPERATIONNEL : PASCAL BRET

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : ISABELLE BRAUD

Il s'agit de mieux quantifier les différents flux d'eau dans les bassins versants et d'améliorer les connaissances sur les composantes des bilans hydrologiques en progressant dans la compréhension des mécanismes générateurs des écoulements, de leur variabilité spatiale et les déterminants associés, en conditions naturelles mais aussi en présence d'éléments anthropiques qui viennent les perturber. Ces travaux porteront sur les flux d'eau à la fois sur les versants et dans la rivière, pour caractériser les régimes hydrologiques (échelles de temps longues) ou les épisodes extrêmes (crues) et l'impact des actions anthropiques sur ces composantes (imperméabilisation des sols, linéaires de routes, fossés, réseaux d'assainissement), dans la continuité du projet ANR AVuPUR (2008-2010).

Les recherches d'appuieront sur l'exploitation des banques de données urbaines et d'imagerie haute résolution, et sur de l'instrumentation de terrain (pluie, débits, hauteurs d'eau...), qui sera renforcée notamment aux points de connexion entre réseaux d'eau pluviale et/ou unitaires et les cours d'eau.

Cette action se décompose en 3 sous-actions complémentaires :

1. analyse fine échelle des réponses hydrologiques et des contributions urbaines et rurales. Ce travail est lié à deux thèses en cours (B. Sarrazin et S. Jankowfsky). Il s'appuiera notamment sur des mesures de terrain (capteurs limnimétriques) et l'utilisation d'imagerie haute résolution (lidar). Il permettra d'estimer la dynamique de mise en eau du réseau hydrographique au cours d'événements pluvieux et de déterminer les zones contributives urbaines et rurales ainsi que leurs connexions aux réseaux. Les sites d'études pour ces travaux seront les bassins de la Chaudanne et du Mercier, deux petits sous-bassins versants de l'Yzeron plus densément instrumentés.
2. modélisation spatialisée fine échelle des bassins de la Chaudanne et du Mercier. Ce travail permettra de formaliser et d'intégrer les connaissances acquises dans la sous-action (a). L'approche proposée est une modélisation intégrée développée dans la plate-forme LIQUID (modèle PUMMA), qui prend en compte les différents objets du paysage, notamment les parcelles urbaines et les réseaux (thèse S. Jankowfsky, projet AVuPUR)
3. évaluation de l'effet du développement péri-urbain sur la modification des régimes d'écoulement en cours d'eau (courbes débit-durée-fréquence). Cette sous-action permet d'apporter un regard synthétique sur les résultats des deux précédentes sous-actions, en les analysant notamment par rapport à la fréquence des crues débordantes, en distinguant hautes, moyennes et basses eaux. Le travail s'appuie sur l'exploitation des données de pluie, débits dans le réseau naturel et d'assainissement (déversoirs d'orage), sur les sous-bassins précités mais potentiellement sur l'ensemble du bassin de l'Yzeron et du réseau Grand Lyon selon la disponibilité des données.



Les principaux résultats de cette action se sont déroulés dans le cadre du projet ANR AVuPUR qui a permis d'obtenir des résultats originaux et de progresser dans la compréhension et la modélisation des écoulements complexes rencontrés dans les bassins périurbains.

Ont en particulier été développés et évalués :

- un modèle détaillé du fonctionnement hydrologique des bassins périurbains (modèle PUMMA) prenant explicitement en compte les éléments du paysage (parcelles rurales et urbaines, réseaux naturels et artificiels, déversoirs d'orage), avec une évaluation sur le sous-bassin de la Chaudanne (site OTHU)
- une modélisation statistique de type débit-durée-fréquence (QdF) adaptée aux petits bassins périurbains

Ils ont été présentés aux acteurs opérationnels lors de la [1ère conférence thématique de l'OTHU : « Impact de l'urbanisation sur les rivières périurbaines »](#). Compréhension et modélisation des phénomènes hydro-géomorphologiques, le 9 Juin 2011 à l'INSA de Lyon. Outre les actes de la conférence, 5 fiches techniques ont été produites à destination des opérationnels ([fiches techniques OTHU 22 à 26](#)).

- Délimitation d'un bassin versant périurbain et identification de son réseau de drainage
- Méthodologies d'analyse de tendances sur de longues séries hydrométéorologiques
- Méthodes de cartographie de l'occupation du sol et de son évolution pour le suivi des phénomènes hydrologiques de bassins versants périurbains

- Méthodes de prospective territoriale pour simuler les évolutions de l'occupation future du sol, appliquées à un bassin versant périurbain
- Estimation des incertitudes sur les courbes de tarage

2 thèses ont été soutenues sur cette thématique :

JANKOWFSKY S. (2011) Understanding and modelling of hydrological processes in small peri-urban catchments using an object oriented and modular distributed approach. Application to the Chaudanne and Mercier sub-catchments (Yzeron catchment, France). Thèse IRSTEA / INPG. [Lien](#)

SARRAZIN B. (2012) MNT et observations multi-locales du réseau de drainage d'un petit bassin versant rural dans une perspective d'aide à la modélisation spatialisée. Thèse IRSTEA Lyon / ISARA / INPG

Et un numéro spécial de Journal of Hydrology a été consacré à cette thématique (vol 485, 2013)

- Action TB3 : Modélisation de la production et du transfert des flux d'eau - le cas des inondations urbaines

RESPONSABLE OPERATIONNEL : PASCAL BRET

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : ANDRE PAQUIER

Suite aux projets ANR RIVES et Hy2ville (2006-2008), on a pu mettre en évidence la nécessité d'un suivi des niveaux de la rivière (et la collecte de témoignages après événement et laisses de crue) pour caractériser le fonctionnement des écoulements de surface et en déduire les contraintes sur le fonctionnement du réseau en lien avec l'action TD2. Les travaux futurs porteront sur l'étude de la dynamique du fonctionnement du réseau et des déversoirs d'orage en cas de crue et l'étude de l'impact des changements hydrologiques (lien avec TB2) et des modifications du lit de l'Yzeron sur les inondations. Cela implique des mesures de terrain (pluie locale, suivi des hauteurs d'eau dans la rivière et des débits dans le réseau, site d'Oullins), ainsi que l'amélioration de la modélisation numérique couplée surface /réseau (hydraulique 2D/1D), qui pourront s'appuyer sur des expériences sur modèle réduit.



Bilan : Les principaux travaux scientifiques ont porté sur la compréhension et la modélisation des inondations en ville. Sur la période du programme finalisé, ils ont été menés dans le cadre de la thèse de Pierre-Henri BAZIN (2010-2013). Une partie de ce travail visait à la modélisation des inondations dans un quartier d'Oullins soumis aux débordements du réseau et de l'Yzeron.

(Thèse soutenue le 5 décembre 2013).

- Action TB4 : Acceptabilité des inondations ou des pluies / conscience du risque et de la vulnérabilité des surfaces urbaines / effet de l'explication des notions

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : CELINE NGUYEN

L'eau peut parfois être synonyme de catastrophe : l'inondation peut en effet survenir et provoquer des dégâts humains et matériels. Il s'agit alors de mieux comprendre et de mieux caractériser l'inondation en prenant plusieurs niveaux d'analyse.

Le premier niveau est celui des croyances et symboles qui traversent l'imaginaire et les représentations de chacun d'entre nous. L'inondation, catastrophe « naturelle » véhicule-t-elle un imaginaire particulier se référant à des mythes particuliers (bibliques par exemple) : celui de la fin des temps, de la régénération, à un rapport à la nature et à la vie en pleine évolution ? Quelle place accorde-t-on à l'inondation dans un contexte où la catastrophe dont on parle le plus est de nature écologique, pandémique, planétaire ? Peut-on par exemple se demander si l'inondation n'est pas une catastrophe dont les représentations s'actualisent avec la « concurrence » d'autres catastrophes ? Est-elle alors une catastrophe acceptable, vécue comme naturelle car récurrente et probable ? Quel est son seuil d'acceptabilité ?

Sur un autre plan quelle est la mémoire de l'inondation. L'inondation constitue-t-elle une mémoire collective et comment celle-ci est-elle transmise ? Par l'histoire savante ? Par la rumeur ? Dans les processus de socialisation ? Qu'en est-il de la transmission de la mémoire collective dans le cadre contemporain de la socialisation et de l'éducation ? Qu'en est-il aussi de l'oubli, de l'évocation, des rituels de « rappels » ou de réactivation de la mémoire ?

Le second niveau, plus appliqué, concerne la communication. De nombreuses initiatives sont prises par les administrations publiques pour communiquer sur l'inondation. Cela peut occuper divers registres : celui du risque, de l'événement, de la prévention ou de la crise. Comment alors s'y prendre compte-tenu des

représentations que la population peut en avoir et du contexte écologique actuel ? Comment opérer dans chaque registre au gré des attentes de la population ? Comment les populations perçoivent-elles la communication autour de l'inondation (risque, prévention) ?

Le dernier niveau est de l'ordre de la mémoire. Si un travail sur la mémoire des inondations existe déjà (projet DIREN) avec pour objectif de faire « accepter » les crues du Rhône, on peut se demander comment fonctionne cette mémoire. Et plus précisément, quelle est la part de récit (présent dans les anecdotes, les témoignages, les films) dans ce « patrimoine » de l'expérience de l'inondation ? Le récit opère-t-il pour élaborer et transmettre cette mémoire, faire sens collectivement, faire du lien au sein de la population ou peut-être, pour mettre à distance une catastrophe qui survient régulièrement ?



: Action non lancée.

- Action TB4 : Représentations, appropriation et acceptabilité de l'inondation

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : CELINE NGUYEN

L'objectif de cette action est de mieux comprendre et de mieux caractériser l'inondation en tant que catastrophe à travers les représentations que l'on en a mais aussi à partir de l'appropriation et de l'acceptabilité de cette catastrophe. Plusieurs niveaux d'analyse peuvent alors être développés.

Le premier niveau est celui des croyances et symboles qui traversent l'imaginaire et les représentations de chacun d'entre nous. L'inondation, catastrophe « naturelle » véhicule-t-elle un imaginaire particulier se référant à des mythes particuliers (bibliques par exemple ou se rapportant à la symbolique de l'eau) : celui de la fin des temps, de la régénération, à un rapport à la nature et à la vie en pleine évolution ? Cette première piste de réflexion nous engage nécessairement à confronter la catastrophe avec d'autres notions comme le sinistre, le désastre, le cataclysme ou le déluge, qui interfèrent, complètent peut-être nos représentations de l'inondation. La place de la « catastrophe inondation » doit aussi se penser en relation avec un contexte où la catastrophe dont on parle le plus est de nature écologique, pandémique, planétaire ? Peut-on par exemple se demander si l'inondation n'est pas une catastrophe dont les représentations s'actualisent avec la « concurrence » d'autres catastrophes ? Quel est son rapport à la peur ? Est-elle alors une catastrophe acceptable, vécue comme « naturelle » car récurrente et probable ? Quel est son seuil d'acceptabilité et peut-on raccrocher ce dernier aux représentations qui l'accompagnent ? Ce premier niveau comprend donc des

Le second niveau concerne la communication faite sur l'inondation. De nombreuses initiatives sont prises par les administrations publiques pour communiquer sur l'inondation. Cela peut occuper divers registres : celui du risque et de la prévention en amont de la catastrophe, celui de l'événement ou de la crise en aval de l'inondation. Comment s'y prendre alors compte-tenu des représentations que la population peut avoir de la catastrophe et du contexte écologique actuel ? Comment opérer au gré des attentes de la population ? Comment les populations perçoivent-elles la communication autour de l'inondation (peur, mise à distance...), compte-tenu par exemple des représentations et de l'imaginaire la concernant ?

Le dernier niveau est de l'ordre de la mémoire. Si des travaux sur la mémoire des inondations existent déjà avec pour objectif de faire « accepter » les crues du Rhône, on peut se demander comment fonctionne cette mémoire, comment elle peut tout simplement être transmise : par l'histoire savante, par la rumeur, par les médias, dans les processus de socialisation, les comportements, etc. ? Qu'en est-il de la transmission de la mémoire collective dans le cadre contemporain de la socialisation et de l'éducation ? Sous quelles formes cette mémoire peut-elle s'opérer : récits médiatiques ou familiaux, constitution d'archives personnelles, anecdotes, témoignages... ? Qu'en est-il aussi de l'oubli, de l'évocation, des rituels de « rappels » ou de réactivation de la mémoire.



: Action non lancée.

Thème C- Amélioration des connaissances et modélisation des transformations physiques, chimiques, biologiques des systèmes alternatifs de retenue et d'infiltration et impact sur les nappes – Amélioration des techniques et des processus d'adoption

RESPONSABLES OPERATIONNELS : ISABELLE SOARES / HERVE CALTRAN / CLAIRE GIBELLO

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : SYLVIE BARRAUD

Objectifs

Les dispositifs de retenue/décantation et les ouvrages d'infiltration des eaux comme moyens d'assainissement pluvial urbain est en plein essor d'autant que les techniques utilisées favorisent aujourd'hui la plurifonctionnalité (bassin d'infiltration servant de terrain de sport par exemple) réputée optimiser l'espace et les usages et diminuer les coûts. Cependant de nombreuses questions subsistent quant à leurs réelles performances dans le temps tant sur un plan technique (hydraulique, gestion des sédiments notamment), environnemental (comportement vis-à-vis de la pollution des sols et des nappes) que socio-économique (en particulier en terme d'appropriation de ces espaces pluri-fonctionnels).

L'objectif de cette thématique est de poursuivre les recherches engagées pour lever ces questions.

Actions :

- Action TC1 : Comportements des ouvrages de retenue décantation sollicités par des flux d'eau, de sédiments et de polluants / contaminants émergents

RESPONSABLES OPERATIONNELS : STEPHANE LAGOUTTE/ BERNARD MICHELON / HELENE DETROIT / CHRISTINE LIBERT

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : GISLAIN LIPEME-KOUYI

Pour avancer sur une meilleure connaissance de ces systèmes deux aspects sont à aborder et font l'objet de deux sous-actions.

TC1-a- Meilleure compréhension et modélisation de la décantation liés aux systèmes de rétention des eaux pluviales. Le fonctionnement hydrodynamique et de décantation des ouvrages de retenue-décantation réels reste très mal connu et très mal modélisé. Les études antérieures en laboratoire sur modèles réduits ou théoriques sur des ouvrages simplifiés n'ont pas permis de décrire de manière satisfaisante les ouvrages réels dont les géométries sont complexes. Le fonctionnement y est fortement transitoire, les particules sont très hétérogènes et les équations classiques de décantation et de remise en suspension n'apparaissent pas satisfaisantes. Il s'agit donc de coupler mesures expérimentales *in situ* sur ouvrage réel et modélisations 2D et 3D en prenant en compte la variabilité et l'hétérogénéité des caractéristiques des particules transportées (densités, granulométries et vitesses de chute) afin de faire progresser les connaissances, les méthodes et les outils de modélisation sur ces questions. Une thèse débutera en 2010. Cela permettra en outre d'améliorer la connaissance des flux entrants dans les systèmes d'infiltration de grandes tailles qui peuvent être placés à l'aval.

TC1-b- Meilleure compréhension et modélisation du comportement des systèmes de rétention vis-à-vis de la pollution Les bassins de retenue-décantation constituent des éléments importants de gestion des rejets urbains de temps de pluie. De nombreuses études montrent que, lorsqu'ils sont bien conçus, ils permettent de décanter efficacement la pollution métallique et les hydrocarbures fixés aux matières en suspension. Alors qu'ils sont de plus en plus utilisés comme moyen de prévention de la pollution des milieux aquatiques par temps de pluie, on connaît encore peu leur efficacité vis-à-vis de l'abattement des polluants de la famille des substances prioritaires et de l'abattement en terme d'écotoxicité. L'action consistera à :

- estimer les concentrations et flux de substances prioritaires dans les eaux d'entrée (effluents issus des bassins versants urbains les alimentant), dans les eaux de sortie, et ce pour les fractions particulaire et dissoute, et enfin au sein des sédiments piégés lors d'événements pluvieux ;
- identifier et caractériser les fractions (particulaires et dissoutes) écotoxiques des eaux en entrée et en sortie et au sein des sédiments piégés lors des mêmes événements pluvieux.



: Compte tenu des travaux antérieurs et des études menées par ailleurs, les recherches se sont focalisées : (i) sur l'amélioration des modèles de fonctionnement hydrodynamique (eau et particules solides) dans ces systèmes, (ii) sur l'efficacité de ces dispositifs vis-à-vis des substances prioritaires ou dangereuses et les teneurs de ces substances dans les sédiments piégés, (iii) de manière plus récente, sur l'écotoxicité lié à leur rejet et aux sédiments déposés avec le développement d'outils d'analyse spécifique et enfin (iv) l'examen de la présence de contaminants pathogènes.

Les recherches montrent :

- le risque de pollution de la nappe au droit d'un système d'infiltration est moindre en termes de

métaux lourds ou d'hydrocarbures et que ceux-ci sont piégés par des systèmes de rétention / décantation

- les systèmes de rétention / décantation de grandes tailles sont toutefois peu efficaces pour des polluants autres, notamment, les pesticides détectés dans les eaux pluviales ou (Thèse de Christel SEBASTIAN). Comme ils sont préférentiellement sous forme dissoute, le risque de transfert à la nappe n'est pas à exclure. Cela fait partie des travaux de recherche qu'il faudra mener et qui ont débuté avec le test des capteurs passifs (Marmonier et al., 2013)⁴
- dans les systèmes de rétention / décantation comme celui de Chassieu, alors qu'il est alimenté par un réseau séparatif pluvial, il y a présence de contaminants pathogènes d'origine fécale mais aussi environnementale comme les *Nocardia* (Sébastien et al., 2013)⁵. Il s'agit maintenant de savoir : quels autres types de pathogènes sont présents dans des systèmes de ce type (ii) s'ils sont virulents (dangereux pour la santé humaine) ou s'ils peuvent le devenir au cours du temps, (iii) si les conditions présentes dans un bassin sont de nature à développer une telle virulence. Ces points seront traités dans le projet ANR-CABRRES et dans le cadre de la thèse de Claire Bernardin "*Origine, diversité et dangerosité des Nocardia d'un bassin de rétention des eaux pluviales en milieu urbain.*" Co-direction Equipe scientifique : LEM - Université Lyon I - VetAgro Sup - UMR CNRS 5557DEEP / LGCIE - INSA Lyon lancée fin 2012.
- plus le temps passe plus les performances des systèmes de décantation sont moindres pour les solides et donc pour les polluants associés (Thèse Gonzalez-Merchan, 2012)
- les sédiments piégés peuvent être pollués et parfois écotoxiques, il y a donc nécessité d'examiner des filières de traitement ou des stratégies de valorisation selon les cas (Gonzalez-Merchan et al, 2014)⁶.
- sur la modélisation hydrodynamique : pour améliorer le fonctionnement hydraulique des bassins de retenue/décantation, il est indispensable de maîtriser et de mieux modéliser les phénomènes liés au transport des contaminants particulaires et dissous (décantation, transformation chimique et biologique, remise en suspension, dispersion). Pour cela, une nouvelle démarche de modélisation du transport de contaminants à l'aide de l'approche Euler-Lagrange a été développée afin de prendre en compte la remise en suspension dans des conditions transitoires. Elle a notamment été testée sur le bassin de Chassieu (Thèse de Hexiang YAN).

Les travaux se poursuivent dans le cadre de l'ANR [CABRRES](#).

- Action TC2 : Etude in situ de l'évolution des interfaces ouvrage/sol (bio-physico-chimique) & rôle de la végétation

RESPONSABLES OPERATIONNELS : STEPHANE LAGOUTTE / ISABELLE SOARES / HERVE CALTRAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : JEAN-PHILIPPE BEDELL

La zone superficielle des bassins d'infiltration subit au cours de son vieillissement de nombreux processus, comme des apports discontinus d'eaux, de polluants / contaminants et de MES. Ces apports intermittents liés aux pluies se traduisent par divers phénomènes physico-chimiques (filtration, adsorption...) et biologiques (développement microbien...) rendant l'interface de l'ouvrage très évolutive dans le temps et très hétérogène dans l'espace. Son étude est donc primordiale. Les recherches consisteront à continuer à quantifier l'évolution spatio-temporelle bio-physico-chimique de l'interface ouvrage/sol pour des dispositifs d'infiltration et à étudier le rôle de la végétation *in situ* (végétation spontanée et végétation implantée). Les actions associées seront les suivantes :

TC2-a- L'évolution et la modélisation du colmatage sera poursuivie selon les méthodes développées antérieurement mais avec l'objectif de mieux expliquer son évolution et ses variations temporelles par le suivi dans le temps de facteurs climatiques et anthropiques (rythme et volume des apports d'eau, température d'air et d'eau, insolation, nature des événements pluvieux, saisonnalité, apport de matière organique, nature des solides apportés, pratiques en matière de gestion des systèmes). Par ailleurs la nature des dépôts et plus généralement de l'interface ouvrage/sol sera suivie spatialement et temporellement (granulométrie, densité, biomasse, conductivité hydraulique, concentration en différents

⁴ Marmonier P., Maazouzi C., Foulquier A., Navel S., François C., Hervant F., Mermillod-Blondin F., Vieney A., Barraud S., Togola A., Piscart C. (2013). The use of crustaceans as sentinel organisms to evaluate groundwater ecological quality. *Ecological Engineering*. 57(2013), 118-132. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.04.009>

⁵ Sebastian C., Barraud S., Ribun S., Zoropogui A., Blaha D., Becouze-Lareure C., Lipeme Kouyi G., Cournoyer B. (2013). Accumulated sediments in a detention basin: chemical and microbial hazards assessment linked to hydrological processes. *Environmental Science and Pollution Research*. (in press). DOI: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-013-2397-z>.

⁶ Gonzalez-Merchan C., Perrodin Y., Sébastien C., Bazin C., Winiarski T., Barraud S. (2014- *in press*). Ecotoxicological characterization of sediments from stormwater retention basins. *Water Science & Technology*. (in press) doi:10.2166/wst.2014.006 (available at : <http://www.iwaponline.com/wst/up/default.htm>)

polluants ou contaminants).

TC2-b- L'évolution biophysico-chimique de la surface des ouvrages. La caractérisation de la matière organique soluble et colloïdale mobile dans les ouvrages et plus particulièrement dans la zone non saturée sera poursuivie notamment par l'utilisation de la caractérisation par fluorimétrie 3D qui commence à être développée au LEHNA-IPH (ex. L.S.E.). En ce qui concerne l'étude du biofilm, nous allons poursuivre la description de son rôle dans les propriétés physiques (agrégation, colmatage, granulométrie...) des sédiments de surfaces et les conséquences sur la mobilité des polluants / contaminants. Le suivi de la dynamique conjointe des bactéries et des algues en surface de bassin sera développé par différentes méthodes (dénombrement, DAPI activités enzymatiques, diversité DGGE...) et nous privilégierons un suivi fin après des périodes pluvieuses pour comprendre l'évolution biologique de la surface dans ces phases transitoires. La modélisation de la mobilité des métaux et du COT dissous et particulaires va être poursuivie à partir des résultats obtenus à différentes échelles (batch, colonnes, terrain...)

TC2-c- Rôle de la végétation dans les performances des systèmes d'infiltration des eaux pluviales.

Cette action comporte 2 volets complémentaires. Il s'agit d'une part de l'étude de la végétation qui se développe à la surface d'un bassin (végétalisation spontanée) et la mise en relation avec les conditions physico-chimiques du milieu (espèce intégratrice de leur milieu). Une attention particulière sera portée sur la détermination des espèces pouvant jouer un rôle sur la mobilité des polluants métalliques en relation avec les modifications physico-chimiques du sédiment sous-jacent.

En complément de l'action précédente un deuxième volet de recherches consistera à étudier le rôle de la végétation plantée intentionnellement (planche d'essai in situ sur les sites satellites de l'OTHU). Cela permettra de développer des méthodes de choix intégrant des composantes plus larges (lutte contre la pollution, contre le colmatage, intérêt paysager, facilité d'entretien, contribution à la biodiversité, bonne appropriation par les organisations). Des procédés particuliers seront également testés (filtres plantés notamment) et débutera dans le cadre de l'ANR Ecotech : SEGTEUP (2009-2013).



Les recherches montrent :

- le colmatage d'un bassin d'infiltration se développe principalement sur le fond. Ceci doit être pris en compte dans les méthodes de conception qui préconisent habituellement le fond comme surface infiltrante. Sur Django Reinhardt l'accumulation de sédiments contribuant au colmatage est de l'ordre de 10 mm/an et est d'origine physique à 70%. (Thèse de [Carolina GONZALEZ-MERCHAN](#), 2012). L'approche développée dans l'OTHU a été adoptée avec succès pour suivre l'évolution du colmatage sur des tranchées brésiliennes. (Barraud et al, 2013)⁷.
- le colmatage peut être freiné par la présence de végétaux mais tous n'ont pas le même rôle. Il pourrait être préconisé alors des types de végétaux adéquats (Thèse de [Carolina GONZALEZ-MERCHAN](#), 2012). Cependant l'étude de végétalisation des bassins au cours du temps montre que leur développement échappe aux gestionnaires à moins d'avoir recours à un entretien drastique (Thèse de Muriel SAULAIS, 2011).
- enfin les végétaux eux-mêmes implantés ou présents spontanément ne sont pas de nature à «phytoextraire» les polluants notamment métalliques mais que leur substrat est précieux pour piéger les polluants (effets mécaniques favorisant la décantation et la filtration/adsorption par le substrat et non par la plante).

Autre point, concernant la végétation intentionnelle implantée dans des systèmes d'infiltration, dans le cadre de [l'ANR SEGTEUP](#) un guide technique en terme de dimensionnement et de paramètres à prendre en compte, aussi bien technique, administratif qu'organisationnel pour le succès d'un projet de traitement des rejets urbains par temps de pluie par filtres plantés de roseaux à écoulement vertical. Il concerne aussi bien le traitement des surverses de déversoir d'orage que le traitement des eaux pluviales strictes. [Lien sur le Guide](#)

En complément, dans le cadre du projet Gessol, l'identification des espèces végétales dominantes dans 18 bassins a été entreprise et a donné lieu à sa mise en avec entre l'épaisseur de la couche de sédiment présent et/ou la typologie de l'occupation du sol du bassin versant de l'ouvrage comme facteurs explicatifs de la présence de certaines espèces. Une approche de la typologie écologique et de la quantité des vers de terre présents dans deux ouvrages a aussi été entreprise. Les travaux sur cette faune et leur capacité de bioaccumulation des polluants est en cours.

Des travaux complémentaires sur les mécanismes de transfert dans les plantes et la spéciation du Zn et du

⁷ Barraud S., Gonzalez-Merchan C., Nascimento N., Moura P., Silva A. (2013-*in press*). A method for evaluating the evolution of clogging: application to the Pampulha Campus infiltration system (Brazil). *Water Science & Technology*. doi:10.2166/wst.2013.819. (available at : <http://www.iwaponline.com/wst/up/default.htm>)

Cu au sein des sédiments de ces bassins se sont poursuivis et ont donné lieu à la réalisation d'un modèle conceptuel et une meilleure compréhension notamment du transfert du zinc des sédiments dans les plantes de ces bassins.

Thèses soutenues sur cette thématique :

SAULAIS M. (2011) Colonisation végétale des bassins d'infiltration et de rétention. Caractérisation de la flore et évolution des caractéristiques physico-chimiques de l'horizon de surface végétalisé. Thèse de doctorat de l'Institut National des Sciences Appliquées, 245 p ([lien](#))

GONZALEZ-MERCHAN C. (2012) Amélioration des connaissances sur le colmatage des systèmes d'infiltration d'eaux pluviales. Thèse de doctorat : INSA Lyon. 298 p. ([lien](#))

Résultats valorisés : A l'occasion de la [5e Journée technique OTHU "Eaux pluviales: connaissance, mesure et suivi pour une meilleure gestion des ouvrages"](#) Jeudi 9 février 2012 - Espace Tête d'Or - VILLEURBANNE +

Conférence orale :

J.-P. Bedell, B. Mourier, J. Provot, T. Winiarski (2013). Influences on the establishment and dominance of vegetation in stormwater infiltration basins . Session 2-7, Novatech, Lyon, 23-27 juin 2013.

Fiche technique N° 11-2 :

Nouveaux Éléments sur le colmatage des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales (2009)

Publications :

- Bedell J.-P., Saulais M., Delolme C. (2013). « Rôle de la végétation sur l'évolution des caractéristiques physico-chimiques des sédiments déposés dans un bassin d'infiltration des eaux pluviales. » *Etudes et de Gestion des Sols*, 20 (2), 27-38.

- J.-P. Bedell, B. Mourier, J. Provot, T. Winiarski (2013). Influences on the establishment and dominance of vegetation in stormwater infiltration basins. *Water Sciences and Technology* DOI : 10.2166/wst.2013.526

- Manceau A., Simionovici A., Lanson M., Perrin J., Tucoulou R., Bohic S., Fakra S.C, Marcus M. A, Bedell J.-P., L Nagy K. (2013) *Thlaspi arvense* binds Cu(II) as a bis-(L-histidinato) complex on root cell walls in an urban ecosystem. *Metallomics* : DOI :10.1039/c3mt00215b

- C. Gonzalez-Merchan, S. Barraud, J.-P. Bedell (2013). Influence of spontaneous vegetation in stormwater infiltration system clogging. *Environmental Science and Pollution Research* (accepted)

- Gonzalez-Merchan C., Barraud S., Le Coustumer S., Fletcher T. (2012). Monitoring of clogging evolution in the stormwater infiltration system and determinant factors. *European Journal of Environmental & Civil Engineering*, 16 (1), 34-47. DOI:10.1080/19648189.2012.682457.

- Barraud S., Gonzalez-Merchan C., Nascimento N., Moura P., Silva A. (2013-*in press*). A method for evaluating the evolution of clogging: application to the Pampulha Campus infiltration system (Brazil). *Water Science & Technology*. doi:10.2166/wst.2013.819. (available at : <http://www.iwaponline.com/wst/up/default.htm>)

- **Action TC3 : Etude et modélisation du fonctionnement global des ouvrages d'infiltration soumis à des événements pluvieux**

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : ANNE PERISSIN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : THIERRY WINIARSKI

Les bassins d'infiltration de l'est lyonnais sont essentiellement mis en place sur des dépôts fluvioglaciaires hérités du dernier maximum glaciaire. Ce type de formations géologiques contient des nappes aquifères (en grande partie exploitées) caractérisées par leurs hétérogénéités engendrées par différents types de remplissage sédimentaire. A grande échelle (bassin versant) ces hétérogénéités sont souvent négligées. En revanche à l'échelle d'un ouvrage tel qu'un bassin d'infiltration, elles doivent être prises en compte car elles produisent des chemins préférentiels pouvant avoir un impact important sur la qualité des eaux souterraines. Il s'agit donc de caractériser ces hétérogénéités sédimentaires dans l'environnement proche d'ouvrages afin d'obtenir un modèle hydrodynamique réaliste (approche hydrogéophysique). L'objectif final est d'étudier l'influence des écoulements préférentiels de l'eau induite par la structure et la texture de la matrice poreuse sur le transfert de polluants / contaminants et d'organismes afin d'évaluer leurs impacts sur la zone non saturée et saturée sous-jacentes à l'ouvrage. Ce travail comprend plusieurs aspects qui associent l'acquisition et l'interprétation de profils géophysiques (GPR, Sismique, résistivité électrique) sur le terrain, la mesure de paramètres physiques et chimiques. L'intégration de ces connaissances permettra de proposer une modélisation 3D des transferts à l'échelle de l'ouvrage. A terme un modèle global de la pluie à la nappe est envisagé afin de prendre en compte qualitativement et quantitativement cette recharge de la nappe durant des épisodes pluvieux remarquables. Ce modèle de connaissance sera ensuite simplifié afin d'améliorer la gestion et la maintenance de ces ouvrages.



: A partir de travaux préliminaires et grâce au financement du Programme GESSOL - projet FAFF, la zone non saturée du bassin d'infiltration Django Reinhardt a été caractérisée plus finement à l'aide de techniques géophysiques : radar géologique et tomographie électrique. Un modèle géométrique des différents lithofaciès rencontrés a été proposé à l'échelle d'éléments de longueur 20 m, largeur 10 m et profondeur 4 m. Il est ainsi possible d'obtenir une répartition des différentes hétérogénéités de la surface jusqu'à la nappe (environ à 13 m de profondeur).

A partir de ces résultats et de la réalisation d'essais d'infiltration d'eau sur chacun des lithofaciès, un modèle hydrodynamique a été construit. L'obtention des courbes caractéristiques hydrodynamiques (courbe de rétention d'eau et de conductivité hydraulique) et leur implémentation dans le modèle numérique ont permis la modélisation des écoulements sur une section 2D et pour divers événements de temps sec et pluvieux. La modélisation des écoulements a été réalisée pour plusieurs géométries contenant des degrés d'hétérogénéité différents pour caractériser l'influence de l'hétérogénéité architecturale du dépôt sur les transferts. Les principaux résultats montrent que les petites hétérogénéités (inclusions de graviers sans matrice) peuvent être négligées. Cependant, le milieu ne peut être considéré comme homogène : les flux hydriques de sorties, en phase de drainage, sont plus élevés en présence d'hétérogénéités. En particulier, ce niveau d'hétérogénéité est responsable de l'apparition de phénomènes de barrière capillaire et de l'établissement d'écoulements préférentiels

Actuellement deux thèses sont en cours concernant cette thématique : E. BEN SLIMENE (depuis octobre 2013, financement Ecole doctorale de chimie) : « Modélisation des écoulements préférentiels de la zone non saturée, rôle sur les transferts de polluants. Application à un bassin d'infiltration d'eaux pluviales » et la thèse d'A. COUTINHIO (depuis 2013, financement Brésil) en cotutelle avec l'université du Pernambouc (Brésil). Ces deux thèses visent à passer de l'échelle de la parcelle à l'échelle de la zone non saturée de l'ouvrage dans sa totalité en prenant en compte le transfert des ETM.

- **Action TC4 : Méthode de traitement et gestion dans le temps des sédiments piégés (résidus de curage)**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : STEPHANE LAGOUTTE - ISABELLE SOARES - HERVE CALTRAN

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : JEAN-LUC BERTRAND-KRAJEWSKI - REMY GOURDON

Cette action s'oriente vers l'évaluation des méthodes et filières de traitement, de choix et gestion dans le temps (aspects pratiques, économiques, techniques et environnementaux).



: Action non lancée faute de financement Si une caractérisation plus fine a fait l'objet de recherche (voir TC1) les filières potentielles de traitement n'ont pas été abordées explicitement. Cependant l'action vient de faire l'objet d'une soumission a un projet ANR GEDUSAP.

- Action TC5 : Etude de l'impact sur la nappe

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : ANNE PERISSIN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : PIERRE MARMONIER

Outre la poursuite des recherches sur les effets des infiltrations d'eaux pluviales sur les nappes, les travaux sur cette thématique seront centrés sur l'évaluation des effets à long terme des changements globaux, aussi bien climatiques (changement des caractéristiques thermiques de la nappe) que d'utilisation des sols (changements des volumes ruisselés et infiltrés ainsi que de leur qualité chimique et biologique). Une seconde priorité consistera à trouver des indicateurs biologiques pouvant intégrer les perturbations des nappes sur des périodes plus grandes que celles engendrées par de simples analyses physico-chimiques.

TC5-a- Impact des activités urbaines sur la thermie et la qualité des nappes : Il s'agira de compléter les dispositifs d'observations à long terme des effets des changements globaux sur la thermie et la qualité des eaux souterraines. Dans les années à venir, les changements climatiques globaux viendront s'ajouter aux modifications plus ponctuelles induites par les activités humaines pour transformer profondément les caractéristiques des eaux souterraines en zones urbaines. Des observations à long terme de la thermie et de la qualité des eaux seront donc essentielles à la compréhension des changements de la valeur patrimoniale des eaux souterraines. Ces observations consisteront en un enregistrement en continu de la température et de la conductivité des eaux souterraines en amont et en aval de trois ouvrages d'infiltration ayant des caractéristiques de bassin versant et d'épaisseur de zone non saturée différentes. Du point de vue de la qualité, les teneurs en nutriments organiques (COD) et minéraux (formes de l'Azote et du Phosphore) ainsi que des principaux polluants (COV et HAP) seront suivis en amont et aval d'ouvrages, à quatre saisons différentes.

TC5-b- Développement de bio-indicateurs pour l'évaluation et le suivi de la qualité des eaux souterraines : Il s'agira de mettre en place des indicateurs de qualité des eaux souterraines à l'aide d'organismes sentinelles. La forte variabilité des concentrations en substances polluantes rend difficile leur mesure directe dans les nappes. L'utilisation d'organismes comme indicateurs biologiques permet une intégration de la qualité de l'eau sur de plus longues périodes. Ces indicateurs biologiques seront recherchés dans la structure des communautés microbiennes en place et dans les caractéristiques écophysiologiques d'organismes sentinelles engagés dans les piézomètres (Amphipodes modèles *Gammarus pulex*, *Gammarus roeseli*, *Niphargus rhenorhodanensis* et *Hyallela azteca* par exemple) placés en amont et en aval des ouvrages d'infiltration. Des mesures standardisées de taux de survie et d'état physiologique de ces organismes après une période d'exposition donnée permettraient une estimation réaliste du degré de perturbation induit par les infiltrations.

TC5-c- Effets des infiltrations d'eau sur les processus biogéochimiques au toit des nappes. Les infiltrations d'eau pluviales ont un effet direct sur les processus biogéochimiques majeurs au toit des nappes et sur leurs caractéristiques : disponibilité de l'oxygène, adsorption ou désorption de certaines substances, capacité de biodégradation des polluants / contaminants. Des études sont donc nécessaires pour mieux comprendre l'effet de la qualité (biodégradabilité) du carbone organique dissous sur les biomasses et les processus microbiens. Ces travaux combineront des études de terrain et des approches sur colonnes en laboratoire en utilisant des sédiments et de l'eau souterraine récoltés sur les sites d'infiltration.



Les études des effets des infiltrations d'eaux pluviales sur la qualité de la nappe souterraine ont permis de mettre en évidence le rôle de plusieurs caractéristiques des bassins d'infiltration notamment que :

- plus la surface urbaine alimentant un bassin d'infiltration est grande, plus la perturbation thermique de la nappe est forte
- moins la zone insaturée est épaisse plus les teneurs en Carbone Organique Dissous apportée à la nappe et les baisses des teneurs en oxygène sont fortes
- plus les bassins d'infiltration sont âgés et moins ils retiennent les matières organiques apportées par les eaux de ruissellement. L'ensemble de ces résultats doivent donc inciter les futures constructions de bassins d'infiltration d'eaux pluviales à être réalisées au plus près des sources de ruissellement, en amont de bassin versant (techniques alternatives à la source).

En termes d'expérimentation in situ :

Les critères d'évaluation de la qualité des eaux souterraines ne peuvent pas se limiter à des caractéristiques physiques et chimiques simples, nous avons donc proposé une stratégie originale d'évaluation du degré de perturbation des écosystèmes souterrains à l'aide d'organismes placés in situ (des organismes sentinelles) et une méthode décrivant la biodégradabilité de la matière organique.

Nous avons testé l'utilisation de biofilms microbiens⁸ se développant sur des billes de verres immergées dans l'eau de la nappe en utilisant les piézomètres situés en amont et en aval des bassins d'infiltration. Nous avons aussi utilisé des crustacés encagés pour jouer le rôle de sentinelles (Marmonier et al, 2013)⁹.

Les expérimentations et observations restent à confirmer mais les organismes sentinelles et capteurs intégratifs des substances toxiques et des pathogènes, semblent offrir de réelles perspectives pour le suivi de la qualité de la nappe.

La biodégradabilité de la matière organique a été abordée par des méthodes de fluorescence. Les premiers résultats mettent clairement en évidence un changement de qualité de cette MO durant son trajet dans l'ouvrage d'infiltration : la fraction biodégradable diminue entre les eaux arrivant dans le bassin, celles transitant dans le sol et l'eau de nappe en aval du bassin.

- **Action TC6 : Etude des apports et du devenir des contaminants microbiens dans les ouvrages et la nappe phréatique- Contribution à l'évaluation des impacts sanitaires des ouvrages**

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : ANNE PERISSIN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : BENOIT COURNOYER

Les bassins de rétention et d'infiltration sont des milieux hydriques rassemblant les éléments favorables à la croissance de bactéries pathogènes de l'homme adaptées aux milieux hydriques telles que les *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas caviae* et *A. hydrophila*, *Burkholderia* du *cepacia* complexe, et autres. Ces bactéries peuvent être responsables de pneumopathies ou de gastro-entérites. Elles montrent une très grande capacité de développement sous la forme de biofilms hautement résistants aux contraintes environnementales mais semblent également pouvoir percoler et migrer vers les nappes souterraines. De plus, plusieurs espèces végétales se développant dans ces bassins produisent des conditions favorables à la multiplication de ces bactéries au sein de leur système racinaire. Nous proposons donc d'utiliser les sites Django Reinhardt (Chassieu) et/ou de la Chaudanne pour étudier le devenir de bactéries pathogènes dans ce type d'ouvrage. Les objectifs seront : (1) étudier la répartition spatiale de ces bactéries dans les bassins de rétention et d'infiltration en fonction des paramètres hydrauliques et du couvert végétal, et (2) de démontrer le transfert de ces bactéries pathogènes depuis la surface des bassins vers la nappe souterraine. Ces travaux pourraient permettre d'identifier des végétaux susceptibles de prévenir l'installation et la multiplication de ces bactéries dans les bassins d'infiltration. Ces travaux devront réunir les compétences de plusieurs équipes de l'OTHU dont E3S (ex HBES- Lyon 1) et IPH (ex LSE - ENTPE).



Action qui vient de débiter avec la thèse de Jérémy Voisin sur l'influence des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales sur le transfert de la matière organique et des micro-organismes dans les nappes phréatiques : mise au point d'outils biologiques d'évaluation »

⁸ Mermillod-Blondin F., Foulquier A., Maazouzi C., Navel S., Negretiu Y., Vienney A., Simon L. & Marmonier P. (*in press*) Ecological assesment of groundwater trophic status by using artificial substrates to monitor biofilm growth and activity. *Ecological Indicators*.

⁹ Marmonier P., Maazouzi C., Foulquier A., Navel S., François C., Hervant F., Mermillod-Blondin F., Vieney A., Barraud S., Togola A., Piscart C. (2013). The use of crustaceans as sentinel organisms to evaluate groundwater ecological quality. *Ecological Engineering*. 57(2013), 118-132. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.04.009>

- **Action TC7 : Etudes des conditions d'adoption et de généralisation des systèmes alternatifs de retenue et d'infiltration**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : SOPHIE VAREILLE

Malgré leurs atouts techniques et économiques et leur respect des préceptes du « développement durable », les systèmes alternatifs d'assainissement urbain peinent à se généraliser. Ces systèmes se cantonnent aux domaines expérimental et militant. Cette action portera sur les conditions de généralisation possible de ces dispositifs techniques. Des travaux antérieurs et en cours sur les techniques alternatives d'assainissement et sur les espaces publics urbains nous permettent de poser une série d'hypothèses sur ces conditions.

La généralisation des systèmes alternatifs de retenue et d'infiltration dépendrait d'une triple « adoption » :

- 1) leur adoption par les organisations en charge du service d'assainissement urbain (entreprises de réalisation et d'exploitation, collectivités territoriales) ;
- 2) leur adoption par le milieu technique (pour l'essentiel, le « tout-à-l'égout ») ;
- 3) leur adoption par les publics urbains (usagers du service, riverains, passants, cyclistes, automobilistes, etc.).

1) L'adoption par les organisations dépendrait pour une part de la capacité des organisations à constituer les dispositifs d'assainissement en ressources (production de valeurs économiques notamment). Les systèmes de retenue et d'infiltration alternatifs aux modes industriels dominants (« le tout-à-l'égout ») nécessitent de modifier, voire de renouveler, les modalités par lesquels le service d'assainissement urbain s'effectue (conception, réalisation, exploitation, maintenance, recyclage et destruction). De nouveaux acteurs (paysagistes, service des espaces verts, service des sports, etc.) apparaissent dans la projection et l'effectuation du service. Ainsi, la mise en œuvre de systèmes alternatifs impliquerait une redistribution des ressources entre les organisations en charge du service d'assainissement urbain. Et leur généralisation pourrait soulever la résistance de ces organisations pour lesquelles les systèmes alternatifs s'avèreraient contre-productifs.

2) Le milieu technique désigne l'ensemble des objets et dispositifs techniques et spatiaux de l'urbain qui constituent les aménagements urbains et rendent la ville « habitable » : rue, bancs, candélabres, signalisation lumineuse, voiture, « tout-à-l'égout », service de nettoyage des rues, services de gestion des déchets, etc. L'adoption de systèmes alternatifs par le milieu technique relèverait de leur appropriation à ce milieu, en particulier aux dispositifs d'assainissement urbain déjà là. Autrement dit, ces systèmes alternatifs s'accommodent-ils du « tout-à-l'égout » et vice-versa ? Sont-ils concourants ou concurrents du « tout-à-l'égout » ?

Le milieu technique comprend aussi les codes et les règlements qui régissent l'assainissement urbain et plus largement la fabrication de la ville. En général, cette réglementation a pour fonction d'assurer un service de qualité au bénéfice de tous les publics urbains. Ainsi, elle implique des obligations en matière d'adoption de techniques aux dépens d'autres ; elle tend aujourd'hui à bénéficier aux techniques alternatives. Le rôle de la réglementation dans l'adoption devra être observée à partir des termes des règlements et des exigences réglementaires. Il devra aussi être envisagé du point de vue des moyens mis en œuvre pour assurer légalement et publiquement l'application des règlements.

3) L'adoption des systèmes alternatifs par les publics urbains tiendrait dans l'appropriation de ces dispositifs aux activités urbaines. Comme tout objet et assemblages d'objets, ces systèmes constituent une offre en pratiques sociales pour les publics urbains. Engagés dans des situations d'action, ceux-ci discernent dans cette offre des possibilités d'agir et mobilisent des dispositifs techniques dans leurs activités sociales urbaines. Il en est ainsi, par exemple, des pêcheurs et des baigneurs avec les bassins en eau, des cyclistes et des piétons avec les cheminements. Ces systèmes alternatifs se distinguent parmi les dispositifs techniques et spatiaux de l'urbain par ce qu'ils reproduisent des cycles naturels et, en cela, peuvent apparaître aussi vrai que nature. Dans cette apparition, ces objets provoquent des pratiques sociales semblables à celles provoquées par la « nature » : par exemple, les pêcheurs peuplent de poissons les bassins en eau. Mais les systèmes alternatifs ne sont pas naturels et leur existence dépend d'un fonctionnement technique. Les pratiques sociales urbaines peuvent mettre à mal, voire casser ce fonctionnement. De manière plus générale, le ménagement des systèmes alternatifs par les publics urbains pourrait dépendre de la qualité de leur appropriation aux pratiques urbaines. Selon cette hypothèse, plus les dispositifs seraient accommodants, plus ils seraient ménagés comme objet d'usage.

L'objectif de cette action sera d'éprouver ces hypothèses sur les terrains de l'Observatoire. Cette action impliquera des observations *in situ* de systèmes alternatifs et d'enquêtes auprès des organisations en charge du service et des publics urbains (entretiens d'explicitation). Elle s'appuiera sur le projet européen FP7 PREPARED (2010-2014) et sur la thèse de Céline Patouillard (allocation régionale 2010-2013).

objets d'observation

- introduction de nouveaux dispositifs d'assainissement (raisons qui président aux choix des

- techniques : technicité, valeur ajoutée, routine organisationnelle, contraintes interservices, etc.)
- introduction de nouveaux outils de mesure et d'évaluation de l'état des eaux (changements de système d'analyse, changements de pratiques organisationnelles)
- introduction de nouveaux paradigmes de gestion des eaux urbaines (changements des régimes axiologiques dominants, changements des pratiques organisationnelles)



: Les recherches s'appuient sur une série d'études de cas situées principalement dans l'agglomération lyonnaise, des entretiens auprès des acteurs mobilisés dans la fabrication des dispositifs (collectivités territoriales, bureaux d'études techniques, entreprises de réalisation, entreprises gestionnaires) et des observations in situ des pratiques appelées par les dispositifs. Les enquêtes sont en cours et l'analyse des données reste partielle. Elle permet d'esquisser de premières conjectures sur les dispositifs d'infiltration et de rétention des eaux pluviales intégrant des aménagements urbains (parcs, squares, jardins publics).

- Ces dispositifs tendraient à appeler des pratiques de jeux, de loisirs et de sports. Ils actualiseraient ainsi des usages propres aux espaces publics urbains. Ce faisant, ils ne détonneraient pas dans l'espace urbain.

- Ces dispositifs apparaîtraient dominants parmi les dispositifs de gestion des eaux urbaines alternatifs au réseau. Compte tenu de leur configuration (intégrés à des espaces publics), leur gestion est assignée à la collectivité. Ce faisant, ils reprennent le modèle économique et organisationnel du réseau (prise en charge par l'impôt et la collectivité, participation au bien commun). La sélection des dispositifs semblerait liée à la robustesse de ce modèle et les dispositifs promus seraient ceux qui permettraient son application, c'est-à-dire ceux qui appelleraient des usages propres aux espaces publics urbains en intégrant des parcs, squares et jardins publics.

La contribution de l'équipe concerne également les rapports entre pratiques et contamination des environnements. Elle vise à mieux comprendre les modes de production et de circulation des contaminants. Pour cela, elle s'appuie sur le projet CABRRES. Le protocole d'enquête est en cours d'élaboration. Il mobilise une étude bibliographique sur l'imputation des contaminants à l'activité des publics et des études de cas (en particulier le bassin Django Reinhardt à Chassieu).

Thèses en appui sur cette thématique actuellement en cours :

AH-LEUNG S. : Condition d'adoption des objets de nature en milieu urbain : analyse des effets sociaux, techniques, économiques et organisationnels de l'introduction d'un système de gestion et de traitement des eaux urbaines pluviales à base de filtres plantés de roseaux. Equipe ITUS - lab. EVS - UMR CNRS 5600, INSA Lyon.

PATOUILLARD C. : Modalités d'adoption des techniques alternatives d'assainissement pluvial urbain. Equipe ITUS - lab. EVS - UMR CNRS 5600, INSA Lyon.

Voir aussi article

Toussaint J.-Y., Vareilles S. (à paraître). Les clôtures ou l'expérience des limites dans les mondes urbains. Le cas de deux ouvrages de gestion des eaux urbaines dans l'agglomération lyonnaise. *Les cahiers européens des sciences sociales*, numéro spécial « La ville à travers ses limites ».

- **Action TC8 : Performance système diffus vs système centralisé**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : ISABELLE SOARES / HERVE CALTRAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : SYLVIE BARRAUD

Il s'agit de mieux évaluer et comparer les politiques de contrôle des eaux pluviales à la source par rapport aux stratégies centralisées.

L'objet de l'action sera :

- d'identifier les sous-problèmes à traiter en relation avec les questions opérationnelles (par ex : Techniques alternatives à la source vs Techniques alternatives centralisées ou plus largement Techniques alternatives vs réseau de conduites, ...) et donc de déterminer les systèmes étudiés ;
- d'identifier l'ensemble des performances que doit assurer les systèmes identifiés (qu'ils soient centralisés ou diffus) qui doit intégrer des aspects techniques, environnementaux et socio-économiques ;
- d'identifier et/ou de construire les outils permettant d'évaluer ces performances (mesure, modélisation, autre ...) ;
- d'identifier et/ou de construire les outils permettant de suivre ces performances dans le temps ;
- de produire des outils permettant d'évaluer, comparer et arbitrer entre gestion diffuse et centralisée en fonction du niveau de problème traité.



: Action non lancée faute de financement -

Cependant de nouvelles demande sont été formulées dans le cadre du CPER 2014-2017 et -du projet MicroMegs (AAP INNOVATIONS ET CHANGEMENTS DE PRATIQUES - LUTTE CONTRE LES MICROPOLLUANTS CHIMIQUES DES EAUX URBAINES de l'ONEMA/Agences de l'Eau (demande fin 2013).

Thème D- Amélioration des connaissances, modélisation et développement d'outils et méthodes en matière de d'impacts physiques, chimiques, biologiques des systèmes de gestion des eaux pluviales sur les rivières et méthode d'amélioration de ces systèmes (notamment meilleure gestion des déversoirs d'orage)

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN-MARC DIDIER / ELODIE RENOUF

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : LAURENT SCHMITT / OLDRICH NAVRATIL

Actions

- **Action TD1 : Amélioration des connaissances sur la relation flux déversés - état écologique dans le cas d'une petite rivière**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN-MARC DIDIER / ELODIE RENOUF

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : PASCAL BREIL

Il s'agit d'évaluer la résilience du biota en place aux flux polluants / contaminants déversés par temps de pluie. Le milieu concerné est le substrat poreux qui peut selon les débits faibles moyens ou forts stocker dans le substrat, transférer via le substrat ou encore transporter et diluer dans la colonne d'eau les polluants / contaminants. Cette action nécessite de développer des indicateurs biotiques du fonctionnement de l'habitat pour révéler l'état des flux polluants / contaminants en intensité et sens de transfert. Le couplage des valeurs chronologiques de ces indicateurs avec l'historique des flux polluants / contaminants doit permettre de proposer des métriques de la résilience des milieux récepteurs différenciés en faciès morphologiques.



: Une première carte a été publiée (Breil & Lafont 2008) pour les RUTP de l'Yzeron mais une validation écologique des combinaisons flux-géomorphologie reste à faire. Un hydrobiologiste est à trouver suite au départ de Michel Lafont.

- **Action TD3: Etude de l'hydromorphologie des cours d'eau en cours d'urbanisation**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : ELODIE RENOUF/HERVE CALTRAN

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : LAURENT SCHMITT / OLDRICH NAVRATIL

L'urbanisation se traduit par une augmentation des volumes d'eau ruisselés et des pics de crue. Ces modifications hydrologiques entraînent fréquemment dans le bassin versant de l'Yzeron d'importants ajustements géomorphologiques : incisions des ruisseaux de tête de bassin, souvent liées à des RUTP, et ensablement des branches principales du réseau hydrographique. L'objectif est (i) d'identifier les facteurs de prédisposition et déclencheurs des incisions (inventaire exhaustif des évolutions dans le bassin versant), (ii) de déterminer à quelle vitesse une incision est susceptible de débiter après la mise en place d'un rejet (dendrochronologie sur la ripisylve en berge), (iii) de comprendre les facteurs de contrôle des incisions dans des ruisseaux dénués de RUTP, (iv) d'identifier les causes et comprendre l'évolution de l'ensablement depuis 20 ans (datations par OSL, ¹³⁷Cs et ²¹⁰Pb), (v) d'estimer et modéliser le transport solide sableux, notamment pour quantifier la part du transport sableux imputable aux incisions amont (suivi du transport solide), (vi) de proposer des modes de gestion-restauration (préventifs et curatifs) et (vii) de proposer et tester des indicateurs de suivi morphologique.



: Diverses recommandations opérationnelles pour limiter les impacts hydrogéomorphologiques liés à l'anthropisation du bassin en général, et à l'urbanisation en particulier ont été établies. Ces recommandations reposent sur trois échelles d'intervention : les versants, les cours d'eau de tête de bassin et les branches principales du réseau hydrographique. Les mesures proposées visent notamment à ralentir ou à stocker temporairement les flux hydriques sur les versants, à contrôler et à redresser le profil en long des tronçons incisés dans le cas d'enjeux locaux, et à piéger une partie de la charge sableuse en transit en amont des tronçons les plus sensibles à l'ensablement.

Thèse support de ces résultats : GROSPRETRE L. (2011) Dynamique hydro-morphologique, modélisation et gestion de petits systèmes fluviaux périurbains. Recherche méthodologique appliquée au bassin de l'Yzeron, Thèse de l'Université de Lyon II ([lien](#))

- Action TD4 : Effets bio-physico-chimiques et écotoxicologiques de l'impact local d'un DO sur une rivière périurbaine - définition d'indicateurs d'impact de DO sur la qualité état écologique du milieu récepteur rivière

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN-MARC DIDIER / CHRISTINE LIBERT

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : YVES PERRODIN

Dans l'objectif de caractériser la toxicité potentielle des rejets urbains par temps de pluie (RUTP) pour les organismes vivant dans les différents compartiments du cours d'eau situés en aval du rejet, des essais d'écotoxicité seront déployés. Ces essais seront réalisés sur la fraction dissoute, mais aussi sur la fraction particulaire des RUTP, avec la volonté de définir le « profil d'exposition » des organismes qui vivent dans les principaux compartiments du milieu récepteur à ces deux types de fractions potentiellement toxiques. Couplés à une analyse de la dynamique de ces fractions dans le cours d'eau, ces travaux permettront d'élaborer un modèle d'évaluation des risques écotoxicologiques liés aux RUTP dans les cours d'eau. Cette évaluation sera comparée avec les observations *in situ* (bio-indicateurs) des sites ateliers. Des échantillons seront également prélevés *in situ* dans les lieux d'accumulation des particules issues des RUTP et leur écotoxicité sera également caractérisée au laboratoire. L'ensemble de ces travaux a pour vocation de contribuer au « découplage » des différents phénomènes conduisant à un impact des RUTP sur les organismes du cours d'eau (colmatage, apport massif de MO biodégradable conduisant à une baisse locale du taux d'oxygène, variation de température, apports aigus ou chroniques d'éléments toxiques,...). Ce découplage a pour but d'identifier et de hiérarchiser les phénomènes à traiter en priorité par les gestionnaires.



Ces travaux réalisés notamment dans le cadre de l'ANR « INVASION » et de l'action de recherche ZABR/Agence de l'Eau « DO-TOX », ont permis : (i) d'évaluer l'impact du DO sur le cours d'eau par le biais d'une étude comparative de points de prélèvement situés en amont et en aval du DO et (ii) d'identifier plus précisément les horizons (eau de surface, zone benthique et zone hyporhéique) qui présentent le plus de risques pour les organismes aquatiques.

La batterie sélectionnée a permis d'identifier un risque pour les organismes aquatiques, suite à la réponse des essais d'écotoxicité chronique principalement. Cet impact écotoxicologique a surtout été observé pour la période correspondant aux RUTP et aux sédiments les plus pollués (novembre 2010).

La zone benthique et la zone hyporhéique, prélevées en aval du DO, correspondent aux compartiments du cours d'eau qui présentent le plus de risques pour les organismes aquatiques. La fraction particulaire des RUTP est la plus impliquée dans l'écotoxicité des échantillons étudiés. Ces risques écotoxicologiques ont été mis en relation avec la présence (ou non) dans les mêmes échantillons de polluants à de fortes concentrations (Cu, Pb, Zn,...). L'approche développée permet d'observer le comportement des polluants lors de différentes configurations hydrologiques (accumulation, transfert, etc.), et de préciser les périodes et les zones du cours d'eau qui sont les plus à risque sur le plan écotoxicologique. (Angerville, 2013)¹⁰

La méthodologie élaborée est maintenant opérationnelle pour la caractérisation de l'écotoxicité potentielle des RUTP au niveau d'un DO, mais aussi de l'écotoxicité d'échantillons prélevés dans différents compartiments du cours d'eau (eau de surface, zone benthique et zone hyporhéique) dans lequel il se rejette.

Pour un site ou un projet donné, la mise en œuvre de cet outil pourra contribuer à la formulation de préconisations de gestion (maîtrise des émissions, construction de bassin de rétention des RUTP permettant de retenir la fraction particulaire écotoxique, ...) en fonction des résultats obtenus.

¹⁰ ANGERVILLE R., PERRODIN Y., BAZIN C., EMMANUEL E. (2013). Evaluation of Ecotoxicological Risks Related to the Discharge of Combined Sewer Overflows (CSOs) in a Periurban River. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 01/2013; 10(7):2670-2687.

- **Action TD5 : Etude des contaminants microbiens dans l'estimation de l'impact écologique et sanitaire des RUTP sur les rivières**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : BENOIT COURNOYER

Cette action comporte trois volets : la caractérisation de la toxicité potentielle des RUTP sur les rivières et l'étude des contaminants microbiens

Le premier volet vise à préciser la conséquence des rejets urbains sur l'apport, le transfert et la transformation des substances organiques et minérales introduites en lien avec la modification des régimes d'écoulement des cours d'eau (action TB2). Les moyens d'observations concernent la mesure de la pluie, du débit en réseau et cours d'eau, des gradients hydrauliques entre cours d'eau et nappe d'accompagnement, des concentrations en éléments introduits au cours des pluies, des concentrations en substances dans la matrice du cours d'eau, du gabarit et substrat des cours d'eau exposés. On vise à déterminer l'effet du développement périurbain sur la stabilité géomorphologique des cours d'eau (en relation avec l'action TD3), sur la perte de ressource locale par export du ruissellement via les réseaux unitaires, par drainage de source et de nappe (infiltration dans le réseau) et sur la capacité d'autoépuration du milieu récepteur.

La compréhension et la mesure des effets permettent d'envisager l'effet de solutions anticipatives. La question centrale est alors : Comment augmenter la résilience du système «réseau-solution alternatives-milieu récepteur» face au changement des activités et du climat ? Quels indicateurs suivre pour évaluer les effets prévus ?

Par ailleurs, les RUTP représentent une préoccupation sanitaire majeure en raison des contaminants qu'ils véhiculent. Ils peuvent en effet contenir des contaminants chimiques mais également des contaminants microbiens provenant, entre autre, d'eaux usées rejetées par les déversoirs d'orage. Ces déversoirs sont à l'origine d'une introduction massive de germes dangereux pour la santé humaine, dans les cours d'eau. Des contaminants microbiens sont également introduits dans les cours d'eau par les rejets des collecteurs d'eaux pluviales. Ces eaux peuvent transporter des germes provenant de déjections animales et des urines. Les contaminants microbiens des RUTP peuvent être à l'origine d'infections communautaires (dermatite, otite, pneumopathies, leptospiroses, etc.) et d'épidémies déclarées dans le cadre de diverses activités nautiques. De plus, les écosystèmes aquatiques peuvent être une source d'innovations génétiques pour les micro-organismes pathogènes. Une question clé aujourd'hui dans la compréhension des phénomènes d'écllosion épidémique est l'origine des îlots génomiques nouvellement acquis par ces clones, leur conférant de nouveaux potentiels métaboliques (e. g. résistance aux antibiotiques). Les milieux hydriques pourraient participer à cette dynamique évolutive. Ces travaux permettront également d'étudier le rôle des contaminants microbiens (les espèces invasives) dans la détérioration de la qualité écologique d'un cours d'eau. Les principaux objectifs de cette action sont (i) d'étudier, dans un contexte périurbain (site Chaudanne), la complexité, en termes de diversité, des contaminants bactériens déversés dans une rivière par des RUTP couplés à de rejets de différentes origines péri-urbaine ou agricole, etc. (ii) d'identifier et dénombrer les principaux agents pathogènes bactériens de l'Homme présents dans ces RUTP, et (iii) d'étudier le devenir et transfert de ces agents pathogènes (ou espèces invasives) depuis les eaux de surface vers le sédiment de la zone hyporhéique de cette rivière mais également son exutoire pour estimer les expositions potentielles de l'homme à ces organismes et les effets sur les équilibres écologiques des biocénoses en se focalisant sur les peuplements microbiens. Ces travaux s'effectueront dans un contexte interdisciplinaire permettant d'étudier les relations entre flux hydriques, géomorphologie, et répartition spatiale des agents pathogènes. Les corrélations entre la répartition spatiale des agents pathogènes, des contaminants chimiques, et les niveaux d'écotoxicité des zones étudiées seront également analysées, et permettront de mieux définir les indicateurs susceptibles de nous renseigner efficacement sur les dangers sanitaires et niveaux de pollution.



: Les travaux effectués ont permis d'identifier des espèces pathogènes fortement associées à l'urbanisation et introduites dans les cours d'eau par les déversoirs d'orage.

Ces bactéries pourraient être utilisées pour une évaluation de la qualité microbiologique des masses d'eau, et une appréciation des risques d'exposition et d'infection des populations sensibles comme les enfants, immunodéprimés, et individus atteints de mucoviscidose.

Ces travaux confortent l'idée de la nécessité d'un développement de méthodes alternatives pour la gestion des rejets dans les cours d'eau lors de fortes pluies. Des analyses préliminaires ont permis d'observer que des filtres végétalisés à flux vertical ou horizontal (les TA) pourraient réduire de façon significative les concentrations en *P. aeruginosa*. (Thèse Stéphanie Petit, 2012),

Ces travaux suggèrent également que des systèmes de rétention des MES devraient permettre de réduire les transferts de ces bactéries pathogènes dans les milieux naturels. C'est ainsi que les premières études sur les systèmes de rétention de l'OTHU ont été lancées (voir TC1).

- **Action TD6 : Etude des résidus médicamenteux dans l'estimation de l'impact écologique et sanitaire des rejets sur les rivières**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN / CHRISTINE LIBERT

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : YVES PERRODIN

Les résidus médicamenteux présents dans les eaux usées sont en général peu dégradés par les stations d'épuration classiques. Depuis une dizaine d'année, des études ont montré la présence de ceux-ci dans les eaux superficielles et les nappes à des concentrations non négligeables. Les problèmes sanitaires et écologiques liés à cette présence sont divers. Concernant les aspects sanitaires, on peut notamment citer la présence d'antibiotiques dans l'eau potable pouvant conduire au développement de résistances. Concernant l'impact sur les écosystèmes, on peut citer la présence de perturbateurs endocriniens pouvant conduire à des perturbations sexuelles sur les poissons.

Des travaux récents de l'ENTPE (équipe IPE-LEHNA), réalisés en collaboration avec les HCL, se sont focalisés sur une voie majeure de contamination et d'impact potentiel des résidus médicamenteux : la bioaccumulation de certains médicaments au sein des organismes et dans les chaînes trophiques. Cette accumulation pourrait conduire, pour les organismes situés en haut de la chaîne trophique, à des teneurs suffisantes pour avoir un impact sur ceux-ci. A l'issue de ces travaux, une quinzaine de molécules particulièrement à risque a été identifiée parmi les 800 substances actives présentes dans les 3000 médicaments consommés par l'ensemble des hôpitaux des HCL, mais aussi par la population générale. Sur cette base, il est envisagé de poursuivre les travaux en développant des investigations à deux niveaux complémentaires :

- Au niveau de l'observatoire OTHU : une recherche de ces résidus médicamenteux prioritaires dans les rejets urbains, et leur suivi dans les milieux récepteurs correspondants (travaux à réaliser sur des sites ateliers où sont présents des rejets unitaires « eaux pluviales/eaux usées »),
- Au laboratoire : une évaluation des impacts écotoxicologiques de ces substances prioritaires sur des organismes vivants dans les milieux récepteurs concernés, compte-tenu des niveaux de concentrations attendus dans ces organismes après bioaccumulation.



: Action non démarrée.

Cette action n'a pas démarré au sein de l'OTHU. En revanche, les travaux poursuivis par le LEHNA et le LGCIE (équipe HU) sur cette thématique dans d'autres contextes (Site Pilote SIPIBEL, collaboration avec les HCL) ont permis de préciser les enjeux et les problématiques qui pourraient intervenir sur le site du Grand Lyon. Des propositions seront faites dans ce sens pour le prochain programme finalisé.

- Action TD7 : Etude des effets de la renaturation des cours d'eau sur les pratiques urbaines

RESPONSABLES OPERATIONNELS : ELODIE RENOUF / STEPHANE GUERIN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : JEAN-YVES TOUSSAINT

La mise en œuvre des préceptes du « développement durable » encourage le développement des techniques de renaturation. Ainsi en est-il de la renaturation des cours d'eau qui consiste à aménager ces cours d'eau en reproduisant des « états naturels » : *i.e* la constitution d'écosystèmes « sauvages », la plantation d'herbes « folles », la construction de plages « naturelles ». En général, depuis le début des années 2000, les nouveaux aménagements urbains mettent en œuvre de nombreux « objets de nature » : aux traditionnels jardins publics et squares, aux arbres bordant les rues, aux modernes espaces verts s'ajoutent désormais les corridors écologiques et toute une série de techniques alternatives de gestion climatique, de gestion des eaux pluviales et des eaux usées fondées sur un rapprochement avec les cycles naturels.

Ces techniques consistent à constituer des écosystèmes artificiels en « objet de nature » dont le fonctionnement peut devenir aussi vrai que nature. Ces objets sont hybrides, mi-artifice, mi-nature, ils participent aux redéfinitions ontologiques de la cité et de la nature. Ils sont appropriés aux activités non seulement des humains, mais aussi de nombreux animaux qui en font, sinon leurs demeures, leurs ressources (oiseaux plus ou moins sédentaires, rongeurs plus ou moins décoratifs, poissons et batraciens plus ou moins domestiques, multitudes d'insectes plus ou moins inoffensifs, etc.). Les objets de nature tendent à accueillir (et à former) l'essentiel de la biodiversité urbaine. Ils sont bien souvent l'enjeu de luttes écologiques -les plus visibles étant la défense des arbres contre « l'appétit » supposé ou réel des aménageurs et des promoteurs.

Le brouillage ontologique entre la cité et la nature, entre les artifices et les êtres peut conduire à des problèmes d'usage. Les publics urbains tendent à concevoir et à utiliser les objets de nature comme des êtres naturels. Ils « oublient » ou « ne voient pas » leur fonctionnement et leur raison d'être technique. En prenant ces objets pour ce qu'ils ne sont pas, les publics peuvent les détériorer et mettre hors service leur fonctionnement technique.

De manière générale, les « objets de nature » ne respectent pas les concepts d'aménagement. A la différence des objets entièrement artificiels, les objets de nature peuvent être irréguliers dans leur fonctionnement. Ce fonctionnement peut déborder les projections des aménageurs et des publics urbains. L'eau est caractéristique de ces types de problématique. Les eaux d'un fleuve débordent ; les eaux de pluie rendent impraticables certains espaces (et surtout certains revêtements de surface) ; les eaux des bassins attirent insectes et rongeurs et peuvent dégager des odeurs. Ainsi, l'eau modifie les pratiques sociales et les conditions d'urbanité ; par exemple, les insectes et les rongeurs peuvent entrer en concurrence avec les publics urbains dans l'usage d'espaces et d'aménagements. Les objets de nature peuvent ainsi introduire l'*hubris* de la nature contre laquelle s'est construite la cité. Comment les publics urbains non seulement reçoivent mais aussi accueillent ces débordements de la nature ? Comment les objets de nature participent-ils à renouveler les conditions de l'urbanité ? Comment cette réception et cette urbanité rétroagissent sur la demande en objets de nature et sur la formulation des cahiers des charges et des spécifications techniques de ces objets ?

Cette action (en lien avec l'action TC7) se focalisera sur les pratiques sociales suscitées par les objets de nature constitutifs de la renaturation des villes. Il s'agira de rendre compte de ces pratiques et de mieux saisir la manière dont elles se règlent, selon quels usages. Comment se construit la demande en objets de nature ? Comment se rapporte cette demande à la mise en œuvre concrète d'aménagement urbain fondé sur ces objets singuliers (déception, nouvelle complication technique de la gestion de la ville, efficacité du service rendu, apparition de nouveaux services -présence de la « nature » domestiquée comme confort supplémentaire) ? Cette action traitera ainsi des rapports entre ville et nature. Elle impliquera sur des observations *in situ* et des enquêtes auprès des publics urbains et des services gestionnaires. Elle s'appuiera sur le projet ANR PRECODD 2008 SEGTEUP (2009-2012) et la thèse de Céline Patouillard (allocation région 2010-2013).

Objets d'observation

- bassins en eau (biodiversité, faunes et effets sociaux ; concurrences des appropriations aux modes de vie de la faune, de la flore et des humains)
- plantes aquatiques (traitement des eaux pluviales, plantes d'agrément, espaces verts, etc. : usages vs fonctionnement technique)
- espaces verts gérant les eaux de ruissellement (modification de l'environnement urbain et effets sur les pratiques urbaines)
- zone humide artificielle (pratique sociale de retour à la nature vs fonctionnement ; patrimonialisation vs artificialisation de zone naturelle)



: Action non lancée.

Thème E- Amélioration des outils Métrologiques

RESPONSABLES OPERATIONNELS : CECILE BERNARD / PATRICK LUCHINACCI

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : JEAN-LUC BERTRAND-KRAJEWSKI

Objectifs : L'objet est de développer de nouvelles procédures et de nouvelles technologies de mesure pour l'environnement.

Actions :

- Action TE1 : Amélioration des procédures de mesure en continu des flux d'eau et de polluants / contaminants

RESPONSABLES OPERATIONNELS : PATRICK LUCHINACCI / CHRISTINE LIBERT / EMMANUELLE VOLTE

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : JEAN-LUC BERTRAND-KRAJEWSKI

La métrologie des flux d'eau et de polluants / contaminants reste un élément essentiel dans nos projets de recherche. Les systèmes d'assainissement urbains constituent en effet des milieux où la métrologie nécessite des outils et des approches spécifiques pour obtenir en continu des données fiables sur leur fonctionnement et dont les incertitudes sont évaluables. Ces données sont essentielles pour la compréhension des phénomènes, le développement et le test de modèles. Nos recherches sur ce thème seront poursuivies, le plus souvent dans le cadre de collaborations nationales (réseau des observatoires HURRBIS, thèse de M. Lepot 2009-2012) et internationales (notamment projet européen FP7 PREPARED (2010-2014) consacré à l'adaptation des hydrosystèmes urbains au changement climatique, au sein duquel un des laboratoires de l'OTHU (LGCIE) est coordonnateur de toute la partie « Métrologie et modélisation »).

Concernant la métrologie des flux d'eau issus des bassins versants urbains, en entrée ou sortie d'ouvrages cette action devra permettre de mettre en œuvre une nouvelle approche fondée sur l'utilisation des outils issus de la mécanique des fluides (utilisation de la modélisation 3D pour comprendre les écoulements à surface libre chargés en polluants particuliers et perturbés par la présence de singularités et ouvrages spéciaux). Le but sera donc dans ce cas d'optimiser l'emplacement des capteurs de mesure de débit, surtout lorsque les sections de mesure sont sous influence des singularités (coude, chute, jonction, présence d'une banquette, capteurs eux-mêmes...) et ouvrages spéciaux (seuils, déversoirs,...). Des expériences sur modèle réduit de jonction seront utilisées pour l'évaluation de ces modèles (collaboration LGCIE-LMFA). Il sera également question, à partir des ressources de la modélisation 3D, de mettre en œuvre une méthodologie permettant d'équiper les déversoirs d'orage complexes (qui ne rentrent dans aucune classification, ce qui est souvent le cas en réseau d'assainissement) à l'aide de capteurs de hauteur d'eau en vue d'estimer le débit déversé ainsi que les incertitudes associées (souvent dues aux conditions aux limites amont et/ou aval au déversoir : régulation, changement de pente, présence d'un autre ouvrage spécial au voisinage du déversoir étudié...).

Les résultats obtenus dans le cadre de cette sous-action de recherche permettront en outre de réaliser un audit des sites de mesure existants et de les modifier dans le cadre de la remise à niveau des stations de mesure.

Dans le réseau hydrographique naturel des bassins périurbains, les mesures de flux d'eau en continu sont obtenues à partir de chroniques de hauteur d'eau converties en débits au moyen de courbes de tarage. De la même manière que pour les bassins urbains, une approche de modélisation adaptée permettra d'optimiser l'emplacement des stations en tenant compte de la topographie naturelle du cours d'eau, de dimensionner les ouvrages de contrôle hydraulique et d'estimer les courbes de tarage, en particulier pour les débits de crue qui ne peuvent être jaugés.

Un effort particulier sera consenti à l'établissement de procédures qualité pour la gestion des sites de mesure et la validation des données. Une démarche de calculs d'incertitude sera mise en place, dans la continuité d'un stage réalisé dans le cadre du projet AVuPUR (stage C. Michel). Parmi les résultats obtenus, l'analyse des dispositifs existants a montré que les mesures de débits pour les basses eaux étaient sujettes à des incertitudes très fortes, ce qui ne permet pas l'établissement de bilans annuels fiables. Or pour les questions de qualité une connaissance fiable des débits d'étiage est importante. Un effort métrologique important portera donc aussi sur l'amélioration des mesures de débit en basses eaux.

Concernant la métrologie des flux polluants / contaminants, les questions de recherche suivantes seront examinées : applicabilité de capteurs micro-ondes pour estimer les matières en suspension en continu et comparaison avec les turbidimètres ; développement de méthodes de corrélation spécifiques pour utiliser la spectrométrie UV-visible afin de déterminer les concentrations en polluants spécifiques (MES, DCO, H₂S notamment) ; le mesurage de ce dernier paramètre en continu et *in situ*, conception et évaluation de nouveaux micro-capteurs (collaboration LGCIE/LSA) permettant de mesurer *in situ* 4 métaux en continu (Pb, Cd, Ni, Hg) et les nutriments (sels d'azote et phosphates). La spectrométrie UV-visible nécessitera le développement de méthodes spécifiques de type analyse multivariée et PLS pour traiter les spectres mesurés, évaluer leurs incertitudes, valider les données et les utiliser pour estimer les concentrations en polluants spécifiques. Un logiciel (EVOHE) de validation de données en continu est en cours de développement. Son objectif est d'une part d'aboutir à une version commercialisable en partenariat avec

des entreprises (un financement LST (Lyon Science Transfert) a été obtenu), et d'autre part d'utiliser cet outil comme support de développement de nouvelles méthodes qui seront intégrées dans nos programmes de recherche. Les questions d'échantillonnage seront également abordées.



: L'objectif principal de cette action s'est centré sur la mesure en continu des concentrations en MES et DCO (d'autres polluants peuvent être envisagés ultérieurement) et l'estimation des incertitudes associées au moyen de capteurs placés dans le réseau d'assainissement, afin de remplacer les prélèvements d'échantillons et les analyses en laboratoire.

Ce volet a été traité principalement dans les thèses de Marjolaine Métadier (2011) et de Mathieu Lepot (2012).

Dans le cadre de [la thèse de M. Métadier \(2011\) lien](#), les séries de données de Chassieu 2 et d'Ecully sur la période 2004-2008 ont été traitées et valorisées afin d'estimer les concentrations et les flux polluants en MES et DCO transférés par temps de pluie à l'exutoire de ces deux bassins versants, à partir des données de turbidité acquises au pas de temps de 2 minutes. Ces travaux ont confirmé la faisabilité de la méthode, et montré que les fonctions de corrélation entre turbidité d'une part, MES et DCO d'autre part, n'étaient pas nécessairement des droites mais que des fonctions polynomiales de degré 2 (voire 3) pouvaient être plus pertinentes. Les incertitudes sur les flux événementiels sont comparables, voire souvent inférieures, à celles qu'on peut obtenir à partir d'échantillons. Les résultats obtenus montrent par exemple que les concentrations moyennes événementielles sont extrêmement variables, et que toute estimation d'un flux annuel, compte tenu de cette variabilité, doit être établie sur le suivi d'un grand nombre d'événements pluvieux.

[Les travaux de M. Lepot \(2012\) lien](#), dans le cadre d'une thèse Urbis et du projet européen FP7 PREPARED, ont abordé d'autres questions, notamment :

- Quels sont les capteurs les plus appropriés pour estimer en continu les concentrations en MES, DCO totale (DCOt), et DCO dissoute (DCOd)?
- Quels sont les meilleurs modèles de corrélation entre les valeurs fournies par les capteurs et les concentrations en MES, DCOtotale et dissoute ?
- Quelles sont les incertitudes associées ?
- Quelle est la robustesse des capteurs pour différentes conditions d'utilisation ?

Plusieurs capteurs ont fait l'objet de tests dans des conditions contrôlées et identiques :

- deux turbidimètres mono-longueur d'onde (CUS 31 Endress-Hauser en néphélométrie noté TEH, Optisens AOS 2000 Krohne en transmission noté TK)
- un turbidimètre bi-longueur d'onde (UV-Probe 254+ FES noté UV254+)
- un spectromètre UV-visible (Spectro::lyser s::can)
- un capteur micro-onde (Kajaani TS Metso Automation)
- un pH-mètre (ORP FU 20 Yokogawa)
- un conductimètre (ISC40 Yokogawa noté cond).

Cette thèse fera l'objet d'une prochaine fiche technique de l'OTHU.

Pour la mesure des débits en rivière, une méthode de quantification des incertitudes sur les courbes de tarage a été proposée et a fait l'objet d'une fiche technique OTHU (fiche n°26). La méthode peut être mise en œuvre à l'aide d'un logiciel mis à disposition gratuitement <https://forge.irstea.fr/projects/baratin> . Les derniers développements ont porté sur la propagation des incertitudes sur les courbes de tarage sur les chroniques de débit.

Enfin notons que les connaissances et les besoins de l'OTHU en matière de validation et gestion de données ont inspiré le logiciel EVOHE® qui est aujourd'hui commercialisé par la société Alison (logiciel Canoé). Ce logiciel permet, dans un seul outil intégré, de traiter des séries de données chronologiques, depuis l'installation du capteur jusqu'à l'exploitation finale des données validées. Il rend applicable par tout utilisateur, opérationnel ou chercheur, de façon simple, l'ensemble des méthodes et outils métrologiques et de validation des données développé depuis 2001 dans le cadre de l'OTHU; Il a été développé grâce aux financements de LST (Lyon Science Transfert), du projet européen PREPARED et du LGCIE. Le code, sous Matlab, est développé conjointement par le LGCIE (cahier des charges, méthodes, algorithmes) et par Alison (interface, organisation générale).

- **Action TE2 : Développement de bio-microcapteurs utilisables en continu et *in situ* pour le suivi de la qualité des eaux**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : NICOLE JAFFREZIC / PHILIPPE NAMOUR

L'équipe SIMS (surface, (bio)Interfaces, Micro/nanoSystèmes) de l'Institut des Sciences Analytiques UMR 5280 a développé un important savoir-faire en utilisant les propriétés de biorecognition des molécules d'origine biologique telles que enzymes, anticorps, récepteurs membranaires et cellules (algues et bactéries) pour la conception de bio-microcapteurs. Ces travaux seront poursuivis avec l'aide des nouveaux membres de l'équipe, en particulier pour le développement de bio-microcapteurs en immobilisant des enzymes, anticorps, MIP ou des cellules sur des transducteurs pour des applications dédiées à l'environnement. Les tâches concernant le développement de bio-microcapteurs pour le suivi des eaux seront donc particulièrement renforcées. Les objectifs de l'action à moyen terme sont de:

- valoriser les microcapteurs métaux (Cd, Hg, Ni, Pb,);
- concevoir et réaliser de nouveaux types de transducteurs ;
- poursuivre les recherches sur nouveaux matériaux, la biofonctionnalisation des surfaces, en particulier avec le perfectionnement du dépôt de graphène en vue d'optimiser de nouveaux microcapteurs plus sensibles et plus robustes, intégrables dans des microsystèmes fluidiques (détection de pathogènes) ;
- concevoir et réaliser de nouveaux bio-microcapteurs adaptés à l'aspect santé-environnement, la transduction électrochimique permettant de suivre en temps réel l'interaction entre différents types de polluants et le bio-microcapteur, en particulier pour la détection d'organochlorés ;
- imaginer et élargir des moyens concourant à la robustesse et l'autonomie des micro-capteurs développés dans un souci constant d'éco-conception du matériel ;
- participer au développement des moyens de communication et de gestion des réseaux microcapteurs multiparamètres (e.g : sans fil, géolocalisation, TICs)



Durant les années 2011-2013 ont été développés des outils de mesure (micro(bio)capteurs)

1/Une microcellule électrochimique en BDD micro-usinée au laser a été conçue et validée (projet [ANR INTEGREAU](#)). Une demande brevet français a été déposée (*Procédé de fabrication de micro-cellules électrochimiques planaires*, demande de brevet français déposée le 27 janvier 2012, N°1250807) et cette microcellule électrochimique a été distinguée par les prix Eco'Innov 2013 (Session Eau) ; et Pollutec 2013 (Techniques Innovantes pour l'Environnement).

Une demande au près du FUI a été soumise afin de développer un premier modèle commercial de cette microcellule électrochimique, pour une application aux quatre métaux de la DCE.

Les recherches et développements sur cette microcellule électrochimique continueront selon deux axes :

1) abaisser le coût de production du matériau carboné en explorant des procédés autre que le BDD, réalisable à basses températures (ex : CNx, graphène) ;

2) concevoir des microcellules multifonction, fonctionnalisées par électro-catalyse dirigée, avec pour objectif la détection de germes pathogènes (projet d'avenir PolCarb).

Cette microcellule électrochimique en BDD a été fonctionnalisée pour doser :

- Ion nitrite (dépôt alternés de polyoxo-métallates de tungstène et de polychlorhydrate d'alkylamine), toutefois la limite de détection (4,6 mg/L) est encore trop élevée pour une utilisation en rivière (*J. Sensor Technol.* 2013, (3): 84-93) ;
- Toxines alimentaires : l'ochratoxine A, (immuno-capteur à base d'anticorps immobilisés via une couche de 4-carboxyméthylphényle électrogénérée *in situ*), la limite de détection est de 1 ng/L ;
- Uranium U(VI) après fonctionnalisation à l'acide 6-O-palmitoyl-L-ascorbique, gamme de linéarité allant de 0,2 à 50 µg/L avec une limite de détection de 0.2µg/L ;
- Perturbateurs endocriniens (greffage du récepteur ER α), limite de détection 30fg/L de 17 β -oestradiol (*Electronalysis*, 2013, 25(7): 1765-1772).

Thèse d'Amel Sbartai : conception et fabrication de nouveaux capteurs pour la détection de polluants dans les eaux, soutenance prévu second trimestre 2014

2/ Le second outil concerne la proposition d'un dispositif de détection et d'identification des grandes familles de polluants dans les rejets. Son principe s'appuie sur l'utilisation d'indicateurs de la perturbation du métabolisme d'algues unicellulaires en réponse à une exposition aux rejets avec pour application le développement de biocapteurs permettant des contrôles automatisés sur sites. Dans ce cadre ont été

effectuées depuis 2011 : (i) 25 campagnes de prélèvement (temps sec et temps de pluie), des bioessais sur algues unicellulaires (croissance, fluorescence chlorophyllienne, tests enzymatiques), (iii) l'analyse de données pour identifier les grandes tendances obtenues en bioessais en fonction des polluants présents qui a conduit à (iv) l'amélioration du biocapteur (nouvelles méthodes d'immobilisation, développement d'un automate, premières applications au terrain).

Thèse de FERRO Y. Evaluation de l'impact des Rejets Urbains par Temps de Pluie sur le compartiment algal. Equipe IPE ENTPE - LEHNA - UMR CNRS 5023

3/Enfin rappelons le développement prometteur de bio-indicateurs de qualité de nappe : organismes sentinelles et une méthode décrivant la biodégradabilité de la matière organique et l'utilisation de biofilms microbiens se développant sur des billes de verres immergées dans l'eau de la nappe (Voir TC5).

- Action TE3 : Mise au point de procédures simplifiées de suivi métrologique de la qualité des milieux

RESPONSABLE OPERATIONNEL : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : PHILIPPE NAMOUR

Il s'agissait dans cette action de concevoir de nouvelles approches de l'estimation de la qualité écologique d'une masse d'eau par l'utilisation de réseaux de micro-capteurs multiparamètres associés à des traitements mathématiques des données afin d'informer de la qualité de l'ambiance écologique ou toxicologique du milieu, et d'en déduire l'état écologique d'unités fonctionnelles sous surveillance. La particularité de l'action résidait dans la prise en compte de l'ensemble de la chaîne de mesure, associant la chimie et l'électronique à l'hydrobiologie et le traitement de l'information. Il s'agit d'une certaine façon de développer une approche chimométrique, voire bio-informatique, de l'état écologique d'une masse d'eau.

L'action s'appuyait sur la forte instrumentation des sites de l'OTHU, et la conception de nouveaux capteurs spécifiques, réalisés au ISA UMR 5280 (action TE2) et qui devaient compléter les dispositifs actuels. L'exploitation des données et la création d'indicateur devaient également être réalisées par le ISA UMR 5280.



En jetant une passerelle entre déterminants physico-chimiques et fonctionnement biochimique, l'action TE3 présentait l'avantage d'ouvrir des voies vers des moyens d'actions physiques et de stimulation biogéochimiques en vue de la restauration d'un bon état écologique. Malheureusement cette action n'a pas trouvé de financement suite à deux propositions refusées par l'ANR EcoTech (Vigil'Eau 1 & Vigil'Eau 2). Elle est donc abandonnée.

Thème F- Amélioration de la compréhension et de la modélisation de la gestion des eaux pluviales à l'échelle d'une ville

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : SYLVIE BARRAUD

Objectifs : Comprendre et disposer d'outils permettant d'agir au niveau d'une ville ou d'une agglomération

Actions :

- Action TF1 : Modélisation des flux d'eau à l'échelle d'un territoire et tests de scénarios

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : FLORA BRANGER

Les travaux menés dans l'action TB2 permettent de mieux comprendre les processus actifs dans les bassins versants périurbains à échelle fine et de les modéliser de façon assez détaillée. Il s'agit ici de dégager des modélisations qui seront applicables à des échelles plus grandes. Cette étape de changement d'échelle est cruciale pour passer de modélisations applicables à l'échelle de petits bassins versants de quelques km², à celles applicables à l'échelle d'un territoire ou d'un bassin versant entier (eg. Yzeron, 150 km²), ainsi que pour aborder les échelles de temps longues, compatibles avec les études d'évolution du développement urbain et d'impact du changement climatique.

Cette action se décompose en trois sous-actions.

La première consiste à aborder le changement d'échelle en modélisation hydrologique. Cet aspect sera abordé par l'intégration, à la plate-forme LIQUID, de modélisations simplifiées à l'échelle des sous-bassins versants, intégrant à la fois composante rurale et composante urbaine. L'enjeu de la modélisation simplifiée est de s'assurer que la spécification des paramètres puisse s'appuyer sur des grandeurs dérivables d'informations existantes afin de pouvoir être applicables sur des bassins moins bien instrumentés. Ces travaux visent donc à proposer des modélisations spatialisées à l'échelle régionale pour les bassins versants périurbains de manière à quantifier l'impact de l'urbanisation sur les régimes hydrologiques (échelles de temps longues).

La seconde consistera à étudier des scénarios à long terme. On intégrera des études de prospective sur le développement de l'urbanisation. Il s'agira aussi de prendre en compte des scénarios alternatifs de gestion des eaux pluviales. On exploitera notamment sur le bassin versant de l'Yzeron, en plus d'une cartographie diachronique de l'occupation des sols, des scénarios d'évolution future élaborés dans le cadre du projet AVuPUR (collaboration UMR EVS- Equipe télédétection, Lyon). Ceci nécessitera de pouvoir traduire les modifications d'occupation des sols en stratégies de gestion des eaux.

La troisième sous action consistera à appliquer des scénarios climatiques pour l'étude des effets du changement climatique. On s'appuiera pour cela sur les actions du thème A, notamment TA3 et TA4.



: De nombreux éléments produits dans le cadre de [l'ANR AVuPur](#). Les actions se poursuivent avec la thèse de Meriem LABBAS "Approche multi-échelles pour étudier les impacts de l'évolution de l'occupation des sols et de la gestion des eaux pluviales sur l'hydrologie d'un bassin versant péri-urbain. Application au bassin de l'Yzeron". Ecole doctorale Terre, Univers, Environnement. L'Institut National Polytechnique de Grenoble. Thèse démarrée en Octobre 2011. Actuellement en cours (IRSTEA).

Pour le moment, le modèle de bassins périurbains de taille intermédiaire construit dans la plate-forme JAMS a été enrichi pour fonctionner au pas de temps horaire, prendre en compte plusieurs réseaux (naturels et artificiels) ainsi que les déversoirs d'orage (modèle J2000P). Les travaux ont aussi permis de prendre en compte l'évolution des politiques de gestion des eaux pluviales dans la définition du maillage du modèle, en exploitant les cartes d'usage et d'occupation du sol produites dans le cadre du projet AVuPUR sur le bassin de l'Yzeron (en particulier, distinction urbain récent/ancien, dense/peu dense), ce qui devrait permettre de mettre en œuvre des simulations à partir de cartes d'usages des sols passées et futures.

- Action TF2 : Circulation des polluants / contaminants en relation avec les pratiques urbaines

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN / ISABELLE SOARES / HERVE CALTRAN

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : SYLVIE BARRAUD / JEAN-YVES TOUSSAINT

Permettre une meilleure gestion de la pollution des eaux pluviales en milieu urbain nécessite de prendre en compte les objets présents tout au long du cycle urbain de l'eau (atmosphère, bassins versants, ouvrages, milieux...), leur composition (matériaux constitutifs, produit d'exploitation, ...), les phénomènes naturels ou anthropiques et enfin les pratiques urbaines locales liées aux usages, aux réglementations, aux savoir-faire et technologies existants et aux modes de gouvernement et d'administration de la ville.

Il s'agit dans cette action de développer, à l'aide d'observations *in situ*, des outils méthodologiques et des modélisations permettant de disposer d'une bonne image de la circulation des polluants / contaminants en milieu urbain (flux, stocks d'eau et de polluants d'une échelle très locale à une échelle globale) et de leur mobilisation par temps de pluie de l'atmosphère jusqu'à leur rejet dans les milieux (eaux superficielles ou souterraines). Cette action doit permettre, sur la base d'une capitalisation pérenne et cohérente des données acquises dans l'observatoire et dans les autres observatoires du réseau français HURRBIS : i) de disposer d'outil d'identification des sources relatives de polluants / contaminants, ii) de bâtir des méthodes permettant de faire des bilans de flux d'eau et de polluants / contaminants à l'échelle de la ville et dans les différents compartiments (atmosphère, dépôts sur les surfaces urbaines, transfert dans les différentes infrastructures) et iii) d'identifier et évaluer des actions efficaces sur les systèmes d'assainissement pluvial afin de mieux gérer les polluants / contaminants (développement de moyens de gestion, notamment de gestion des déchets produits, de conception ou de modification des infrastructures). Cette action pourra s'appuyer en première phase sur le projet ANR Villes durables INOGEV.

Cette action devrait aussi permettre d'identifier le rôle, dans la dispersion des polluants et des contaminants dans les eaux urbaines, de la mobilisation des objets techniques dans l'activité sociale urbaine. En effet, peu d'activités sociales sont conduites sans le recours à de multiples objets fabriqués qui en assurent la possibilité (par exemple, marcher dans la rue, implique la présence d'une multitude d'objets et de dispositifs techniques sans quoi marcher ne serait possible). L'analyse du rôle des objets fabriqués dans les activités sociales devra permettre d'établir des liens entre d'une part la présence des polluants et contaminants et d'autre part l'offre en objets fabriqués (fabrication régulée par l'économie) et la mobilisation des objets dans l'activité sociale (pratiques sociales régulées par les usages). Cette analyse sera conduite à partir de l'identification des polluants et des contaminants ; celle-ci devra permettre d'identifier et de sérier les objets fabriqués les plus incriminés dans la dispersion des polluants et des contaminants. L'analyse du rôle des objets fabriqués dans les activités sociales impliquera des observations *in situ* d'objets incriminés et des enquêtes auprès d'acteurs en charge du service d'assainissement et des publics urbains (entretiens d'explicitation).

Sur le plan opérationnel, cette objectivation devrait permettre de travailler sur l'amélioration des effets environnementaux des objets incriminés dans la pollution. Elle devrait permettre également de travailler sur les conditions d'un usage des objets visant la diminution de leurs effets environnementaux, voire d'une limitation des pratiques sociales impliquant des objets à fort impact environnemental. Ce travail s'appuierait sur une connaissance des effets environnementaux des objets, connaissance qui participerait de la responsabilisation et du discernement des publics urbains.



: Cette action a été lancée indirectement dans le cadre d'URBIS et plus particulièrement à l'occasion du projet ANR INOGEV.

Elle a été traitée plus spécifiquement par le LEESU à partir des différents sites d'URBIS dont ceux de l'OTHU. Plusieurs approches ont été tentées. (i) Une approche probabiliste fondée sur le suivi en continu de la turbidité transformée en MES et la constitution de lois de probabilités des concentrations évènementielles en différents polluants observés sur les sites a permis de modéliser les flux annuels à l'exutoire de grands bassins versants. (ii) une approche selon un modèle source/flux a également été développée pour les métaux et les HAPs. Ces travaux feront l'objet d'un rapport fin janvier 2014.

- Action TF3 : Développement d'outils méthodologiques d'aide à la Gestion intégrée des eaux usées et pluviales à l'échelle d'une ville (définition de la qualité de service et de la stratégie de gestion des eaux)

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : FREDERIC CHERQUI

En complément des deux actions précédentes, l'objet de cette action est, à l'échelle d'un territoire (commune, communauté d'agglomérations, etc.), de développer et de tester une méthodologie d'évaluation pluridisciplinaire permettant : i) d'évaluer de façon transversale l'ensemble des services rendus par un système de gestion des eaux usées et pluviales urbaines et ii) d'aider les acteurs à choisir une stratégie efficace pour accroître ce niveau de service. Cette évaluation doit prendre en considération les aspects environnementaux, sociaux, économiques, organisationnels et techniques et doit également permettre d'évaluer *a priori* et *a posteriori* l'efficacité et la pertinence de la stratégie mise en œuvre de façon à fournir une aide efficace à la décision. Cette action pourra s'appuyer en première phase sur le projet ANR Villes durables OMEGA.



: Cette action s'appuie sur le programme de recherche [ANR Omega](#), qui se termine le 31 décembre 2013, et dont une journée de restitution sera organisée le 22 mai 2014 à l'hôtel de la communauté urbaine de Lyon.

La thèse d'Amélie TOURNE en appui sur ce programme sera également soutenue mi 2014. L'objet de ce programme est la production d'une méthodologie d'évaluation pluridisciplinaire permettant :

- de mesurer de façon transversale l'ensemble des services rendus par un système de gestion des eaux usées et pluviales urbaines
- d'aider les acteurs à choisir une bonne stratégie pour améliorer ce niveau de service.

Cette évaluation prend en considération les aspects environnementaux, sociaux, économiques, organisationnels et techniques. Elle permet également d'évaluer *a priori* et *a posteriori* l'efficacité de la stratégie mise en œuvre de façon à fournir une aide efficace à la décision (constitution d'un espace public de discussion autour des critères d'évaluation, production d'informations scientifiques de l'évaluation, rationalisation des décisions et des choix par délibération). Un guide méthodologique sera produit à l'occasion de la journée de restitution de 2014 (plus d'information site Web du programme <http://www.omega-villesdurables.org>)

Thème G- Actions transversales de mise en cohérence

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : SYLVIE BARRAUD

- Action TGO : Quelles polluants/contaminants suivre ?

RESPONSABLE OPERATIONNELLE : CECILE BERNARD

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : MARINA COQUERY / BENOIT COURNOYER

Il s'agit dans cette action de réfléchir aux substances pertinentes à suivre dans les eaux en relation avec la santé (hormones, médicaments, nanoparticules, pathogènes) et avec les usages urbains ou périurbains (matériaux de construction, produits utilisés dans les activités de gestion urbaine).

Deux volets sont à aborder dans cette thématique :

- un volet à court terme de synthèse (liste) concernant les polluants ou les contaminants qu'il serait pertinent d'intégrer dans un suivi des eaux de temps sec ou de temps de pluie pour les différents compartiments (au niveau des retombées atmosphériques, à l'exutoire des bassins versants de différentes natures, dans les milieux, ...) et pour des objectifs donnés (à définir).
- un volet à plus long terme : quelle veille serait-il intéressant de mettre en œuvre pour s'assurer que les substances, les contaminants suivis sont bien les plus pertinents.



: Action non explicitement engagée

Sur le plan chimique, une réflexion sur les molécules à suivre a été menée dans le cadre du programme ANR INOGEV. La liste est fortement basée sur la DCE 2000 couplée à des considérations sanitaires.

Le problème reste cependant entier pour les autres aspects. Par ailleurs compte tenu des coûts d'analyse chimique ne fournissant que des mesures très ponctuelles, il sera important dans l'avenir d'étudier ces d'autres formes d'évaluation de la qualité des rejets.

- Action TG1 : Gestion des données et exploitation

RESPONSABLES OPERATIONNELS : REGIS VISIEDO / CECILE BERNARD

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : SYLVIE BARRAUD

Cette action présente un triple objectif :

- Assurer une bonne gestion des données permettant aux chercheurs et aux opérationnels d'accéder simplement aux informations produites et aux données acquises et permettre des échanges facilités avec les autres observatoires français d'HURRBIS et avec d'autres laboratoires étrangers ;
- Exploiter annuellement les données de manière à produire des bilans susceptibles d'éclairer les gestionnaires sur le fonctionnement de leurs systèmes et les chercheurs sur les tendances observées sur le long terme ;
- Réfléchir à la cohérence et la transposabilité des données acquises.



: Le travail au sein de l'OTHU s'est concentré sur la mise en place d'un catalogue de Métadonnées en adéquation avec la directive INSPIRE. Ce catalogue a été présenté à l'occasion du dernier séminaire interne " Données et métadonnées OTHU" et est utilisé depuis juin 2013.

IRSTEA a par ailleurs développé une base de données pour les séries chronologiques où sont stockées les données acquises sur le bassin de l'Yzeron (site OTHU) qui permet une visualisation en ligne des données disponibles et leur récupération moyennant l'obtention d'un login et d'un mot de passe. (voir <https://bdoh.irstea.fr/>).

- **Action TG2 : Vulnérabilités aux changements globaux**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES : JACQUES COMBY/ FLORENT RENARD

Il s'agit dans cette action d'assurer la cohérence de l'ensemble des actions qui traitent de changements globaux.



: Action non lancée

- **Action TG3 : Méthode de développement R&D et transfert de procédés**

RESPONSABLES OPERATIONNELS : JEAN CHAPGIER / LAURENCE CAMPAN

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE : THIERRY WINIARSKI

Cette action vise à valoriser des travaux effectués dans une ou plusieurs actions ou parties d'action qui nécessitent un développement afin d'obtenir un produit innovant et opérationnel. Il peut s'agir de méthodologie à formaliser, de procédés de traitements, d'aménagements à développer ou encore de logiciels, ...

Il s'agira dans un premier temps de repérer les développements possibles liés à des travaux de recherche antécédents à travers un séminaire « valorisation ». Puis dans un deuxième temps, il s'agira de faire un choix sur les travaux à valoriser afin de d'obtenir des produits, procédés, méthodes « valorisables ».

Ces travaux sélectionnés seront ensuite soumis à des études de marchés, de faisabilités conduites en collaboration avec PROVADEMSE par exemple.



: Des avancées ont pu être observées en ce sens notamment :

- Le développement et dépôt d'un brevet pour un outil permettant la mesure des flux d'eau et de polluants sur des DO en lien avec le LGCIE, le Grand Lyon et PROVADEMSE

Le développement et la commercialisation du logiciel de validation et gestion des données continues EVOHE®

ANNEXE 1 : GLOSSAIRE - Sigles des programme de recherche en appui sur l'OTHU

Nom	OBJET	site web	Type de projet	Equipes de recherche / Opérationnels impliqués	Date début	Date fin	Prolongation	Porteur	Contact OTHU	commentaires
ECOPLUIES	Techniques alternatives de traitement des eaux pluviales et de leurs sous-produits: vers la maîtrise du fonctionnement des ouvrages d'infiltration urbains. Des objectifs sont de proposer des améliorations pour la conception, la construction et l'exploitation (dont la gestion des sous-produits) des ouvrages de rétention/infiltration des eaux pluviales, de manière à les rendre plus fiables et plus performants. (2005-2008)	http://www.ecoplui.es.org/	ANR precod 2005	Equipes OTHU concernées : INSA LGCE, UCBL HBES, UCBL LSA, ENTPE LES Opérationnels impliqués : Grand Lyon (L. Soares), Bugeasp, Ingédia Autres	2006	2009		INSA LGCE	Sylvie BARRAUD	terminé - production d'un guide en fin de projet - infiltration en question - lien http://www.ecoplui.es.org/delivrables/20092008_guidemodifite_20090208rhe2.pdf
INTEGREAU	Chaîne de mesure de Métaux Lourds - Micro-système générique pour l'application de la Directive Cadre européenne sur l'eau Objectif: développement de micro-système de dosage des métaux lourds.	http://www.integreau.org	ANR precod	Equipes OTHU concernées : UCBL LSA, Cemagref OIE GRAIE Autres : SCA, CEA grenoble, Eta/Arava, SUEZ CIRSSE.	2008	2011	12/01/2012	Nicole JAFFREZIC - UCBL LSA	Nicole Jaffrezic	
SEGTEUP	"Systèmes extensifs pour la gestion et le traitement des eaux urbaines de temps de pluie"	http://www.segroupe.org	ANR precod	Equipes OTHU concernées : Cemagref Lyon, INSA EDU, INSA LGCE, GRAIE Opérationnels impliqués : GDL (Céline DE BRTO, Stéphane GULLERMARD) Autres : SINT, EPUR NATURE.	2009	08/01/2013	08/07/2013	Pascal Molle - Cemagref	Pascal Molle	
OMEGA	"Outil Méthodologique d'aide à la Gestion Intégrée d'un système d'Assainissement" Objectif: développer des indicateurs de gestion du service	http://www.omega-anrvilleesdurables.org/	ANR villes durables	Equipes OTHU concernées : INSA LGCE - INSA EDU - GRAIE Autres Partenaires : Lyonnoise des Eaux - Suez Environnement et Cemagref-ENGEES en « Gestion des Services Publics »	2010	2013	2014	Frédéric CHERQUI INSA LGCE	Frédéric Cherqui	
CABRRRES:	"Caractérisation chimique, microbiologique, écotoxicologique, spatio-temporelle des contaminants des Bassins de Retenue des eaux pluviales urbaines: évaluation et gestion des Risques Environnementaux et Sanitaires associées"	Non encore créé - Programme qui démarre début mars 2012	ANR PROGRAMME CONTAMINANTS ET ENVIRONNEMENTS EDITON 2011	Equipes OTHU concernées : INSA LGCE, ECOLOGIE MICROBIENNE LYON, LAMRISST, U. LYON 1, CNRS, ET VETAGRO SUP - CAMPUS VÉTÉINAIRE - INSA EVS-ITUS, ISA, SCA, CNRS UMR 5280, GRAIE, ENTPE IPE Opérationnels impliqués : GDL (L. Campen, C. Gibello, S. Lagoutte)	1 mars-12	2 mars-15		GILAIN LIPEME KOUYI - INSA LGCE	Gilain LIPEME KOUYI	
SIPIBEL	Site Pilote de Bellecombe en Haute Savoie autour des effluents hospitaliers (dont substances médicamenteuses) en station d'épuration.	http://www.graie.org/graie/sipibelpublic/a-sipibel.htm		Equipes OTHU concernées : INSA LGCE, ENTPE IPE Opérationnels impliqués : Grand Lyon (?) Autres :	2010				Blodie BRELOT - GRAIE	Site / observatoire en cours de création mobilisant plusieurs équipe de l'OTHU mais ne faisant pas partie des sites OTHU
INOGEV	Améliorer les connaissances et la modélisation des flux de micropolluants véhiculés par les eaux pluviales à différentes échelles urbaines des exutoires. Les échelles considérées vont de la surface élémentaire (partie de chaussées, de toitures...), jusqu'au BV urbain (séparatif pluvial) (mixte ou non de système de traitement à l'aval (bassin de retenue) / épuration) de manière à - Aider les concepteurs et gestionnaires des collectivités locales à définir des stratégies efficaces de gestion des flux de polluants, en analysant les conditions du transfert de connaissances entre les résultats de recherches et l'application opérationnelle et à travers une meilleure connaissance des flux polluants. Les polluants considérés : Pesticides (29) - HAP (16) - AP (8) - PBDE Polybromodiphényléther (9) - Métaux (15) Les tâches : - quantifier les flux de micropolluants dans les différents compartiments (atmosphère, débris sur les surfaces urbaines, exutoire des bassins versants) ainsi que préciser leur origine, de manière à mieux les modéliser et à pouvoir définir l'efficacité des systèmes de gestion, proposer des méthodes permettant aux collectivités de gérer leurs flux polluants et de suivre les performances des actions qu'elles ont entreprises (procédures allégées de suivi, indicateurs d'évolution...), - analyser les mécanismes de transfert de connaissances en vue d'optimiser la gestion de l'assainissement urbain. - pérenniser le réseau d'observatoires de terrain en hydrologie urbaine réuni au sein d'HURRBS, qui est sans équivalents au niveau mondial.	http://www.inp.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=370&Itemid=6 http://www.inp.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=370&Itemid=6 http://www.inp.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=370&Itemid=6	ANR Villes Durables / collaboration HURRBS	Equipes OTHU concernées : INSA LGCE Opérationnels impliqués : Jean Chappier Autres : - RSTV-LCPC (Plixae) - LEEUJ - SCA - IRSN Cherbourg laboratoire d'étude de la radiocologie marine et terrestre - CEREA Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique : laboratoire commun de l'Ecole des Ports ParisTech et EDF R&D - LPCA laboratoire de physico-chimie de l'atmosphère de l'université de Strasbourg - Nantes Métropole, Grand Lyon, Conseil Général du Val-de-Marne	2010			Veronique RUBAN - ISTAR Nantes	Sylvie BARRAUD	
MENTOR	Objectifs : Méthodologie et outils opérationnels de conception et de qualification de sites de mesures en réseau d'assainissement	Non encore créé - Programme qui démarre début mars 2011	ANR Ecotech	Equipes OTHU concernées : INSA LGCE, ECL Imh, INSA EVS-ITUS Opérationnels impliqués : Grand Lyon (E. Volle - R. Vialéou) Autres : CAICEA, ISTAR, Iseuss LDE nuhoise, Nantes métropole	2011			Frederique LARAETE	Gilain LIPEME KOUYI	
AVuPUR	Assessing the Vulnerability of Peri-Urban Rivers Objectif: ce programme vise à mieux comprendre le fonctionnement hydrologique de bassins versants périurbains et ruraux. (2008-2010) et pour objectif la construction de systèmes de modélisation des écoulements à l'échelle du bassin versant pour étudier la vulnérabilité des hydro-systèmes péri-urbains soumis à un accroissement rapide de l'urbanisation et aux changements climatiques. Il s'applique à deux sites-test : le bassin de l'Yzeron (site expérimental OTHU) et celui de la Chaine (bassine de Nantes).	http://www.pur.hydroville.com/		Equipes OTHU concernées : CEMAGREF UR HH, LUM LYON 3 LCRE, INSA LGCE Opérationnels impliqués : GDL (E. Volle, E. Roulet) Autres : UMR TETS, RSTV - Nantes : Institut de Recherche des Sciences et Technologie de sa Ville - HYDRONIVEE - Société de développement en Hydro-informatique, ISARA	2008	2010	juin 2011	Isabelle Braud - Cemagref UR HH	Isabelle Braud	terminé
Projet GESOL	Caractériser et modéliser la fonction filtration d'un dépôt alluvionnaire et de caractérisation pétrologique des sédiments provenant d'un bassin versant urbain afin d'étudier l'avancement d'un front d'anthropisation. Sites OTHU support : les ouvrages d'infiltration du couloir de Décines, en particuliers D0K.	néant	Programme FAF - ADEME	Equipes OTHU concernées : Entpe IPE	2011	2013		Thierry WINIARSKI, IPE ENTPE	Thierry WINIARSKI, IPE ENTPE	
PREPARED	Objectifs locaux : lié au pilotage de la Workarea 3: Tool box for real time monitoring and modelling. Améliorer les méthodes de mesure et/ou l'utilisation des capteurs couplés aux modèles pour améliorer les connaissances et l'efficacité de leur fonctionnement. Prendre en compte correctement les incertitudes produire des outils (prescriptions, méthodes, logiciels, prototypes, etc.) les tester et les évaluer en vraie grandeur pour améliorer leur utilisation	http://www.prepared-fp.eu/	Projet collaboratif européen FP7 (WOSTP)	35 partenaires dont 12 Grandes Collectivités	févr-10	juin-14		Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI, INSA LGCE	Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI	
« Gérer durablement les eaux pluviales » (2010-2013) - biocapteur algal	Objectifs : caractériser l'impact des eaux pluviales sur les milieux aquatiques - Biocapteurs en conditions réelles	néant	Programme « Environnement et risques naturels » du RST. Opération de recherche 11M102	Equipes OTHU concernées : Entpe IPE Autres Partenaires : LCPC, CSTB, CERIU, CETE	2010	2013		ENTPE IPE	Claude Durieux	Résultats : Bibliographie - Méthodologie d'harmonisation des méthodes, procédures et d'acquisition de données, première caractérisation des sédiments de bassin de retenue
ESPRIT	Evaluation des Substances Prioritaires dans les Rejets inhérents au Temps de pluie - Equipes OTHU concernées: INSA LGCE, CEMAGREF UR OE	http://www.esprit-rhodanos.fr	Projet RHODANOS au sein du pôle de compétitivité "Chimie Environnement"	Equipes OTHU concernées : Insa LGCE, cemagref MALY Autres partenaires : LDE	2010			INSA LGCE	Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI	terminé
INVASION	Devenir des pathogènes émis par un déversoir de NUTP dans un cours d'eau péri-urbain, en lien avec les paramètres hydrologiques, géomorphologiques, sédimentologiques, chimiques et écotoxicologiques. Sites OTHU support : Yzeron	Non encore créé	ANR CES	Equipes OTHU concernées : LEM (équipe BPOE), Cemagref Lyon (UR HH, LSA (SEPSYS), Lyon 2 UMR EVS (LRGE)	2009	2012		Benoit COURNOYER, UCBL BPOE Vétagro sup	Benoit COURNOYER, UCBL BPOE Vétagro sup	
Programme MURIDE (MITIGATION OF URBAN RUNOFF OVEERFLOWS AND ECOLOGICAL IMPACT) - PNC FAST (France - Australie)	Indicateurs de mesures sur les TA à l'échelle d'un bassin versant Modélisation Quantitatif (Continuum microbien, exposition) Sites OTHU support : Chaudanne	néant		Equipes OTHU concernées : LEM (équipe BPOE), Cemagref Lyon (UR HH), Autres partenaires : Université Monash (Australie)	2010	2012		Pascal BREIL	Benoit COURNOYER, UCBL BPOE Vétagro sup et Pascal Breil Cemagref	
EPEC épuration en eau courante	Le projet EPEC cherche à améliorer la qualité des cours d'eau dégradés et d'abaisser le coût de traitement en assainissement rural. Il développe des solutions d'ingénierie écologique peu coûteuses pour les écoulements à surface libre, en chenaux artificiels et dans les petits ruisseaux. Ce projet de recherche industrielle a pour ambition : - de construire un cadre scientifique pour l'étude des relations entre l'activité des biofilms et la structure des écoulements à surface libre, - de fournir des bases de dimensionnement pour plusieurs applications de ces concepts à l'épuration en eau courante.	néant	ANR Ecotech	Equipes OTHU concernées : CEMAGREF, Université Claude Bernard - Lyon 1 - LSA Autres partenaires : IRH (partenaire coordinateur), CNRS-LRGP, Fluval, IS.	2010	2014		IRH	Pascal Breil	
BR TOX	"Efficacité des bassins de rétention des eaux pluviales en matière d'abatement des flux de substances prioritaires et d'écotoxicité des rejets"	néant	Accord cadre Agence de l'eau RM&C - ZABR	Equipes OTHU concernées : entpe ipe, INSA LGCE (risavator) Autres partenaires : polden, sca, AERMC Bernard Michelon, Fabien Abad	2011	2013		Sylvie BARRAUD	Sylvie BARRAUD	
GESSOL	FONCTION FILTRATION D'UN OUVRAGE URBAIN - CONSEQUENCE SUR LA FORMATION D'UN ANTHROPOSOL	néant	Coopérat Ministère/ADEME : n° 190	Equipes OTHU concernées : entpe ipe Autres partenaires : Grand Lyon	2011	2014		Thierry WINIARSKI	Thierry WINIARSKI	

ANNEXE 2 : listes des actions

	Responsable opérationnel	Responsable Scientifique
Thème A- Amélioration des connaissances et développement d'outils et méthodes en matière de pluviométrie et de climatologie à l'échelle de l'agglomération, et facteurs de risques associés aux inondations et aux pollutions	Emmanuelle VOLTE	Jacques COMBY /Florent RENARD
Action TA1 : Amélioration de la représentativité des données pluviométriques	Emmanuelle VOLTE	Jacques COMBY/Florent RENARD
Action TA2 : Détermination et évolution des systèmes pluvieux pour l'anticipation et une meilleure gestion des flux pour limiter les impacts	Emmanuelle VOLTE	Jacques COMBY/Florent RENARD
ActionTA3 : Simulateur de pluies	Emmanuelle VOLTE	Etienne LEBLOIS
Action TA4 : Comment concevoir et gérer des ouvrages dans contexte de grande variabilité climatique	Emmanuelle VOLTE	Jacques COMBY/Florent RENARD & Etienne LEBLOIS
Thème B- Amélioration des connaissances, modélisation, développement d'outils et méthodes en matière de processus de production et de transfert de l'eau et des polluants en temps sec et en temps de pluie issus des bassins versants urbains et périurbains	Cécile BERNARD	Isabelle BRAUD
Action TB1 : Connaissance et modélisation de la production et du transfert des flux de polluants / contaminants issus de bassins versants urbains (intégration des polluants émergents)	Cécile BERNARD	JLBK
Action TB2 : Compréhension des chemins de l'eau et des processus de génération du ruissellement dans les bassins versants périurbains et modélisation spatialisée associée	Pascal BRET	Isabelle BRAUD
Action TB3 : Modélisation de la production et du transfert des flux d'eau – le cas des inondations urbaines	Pascal BRET	André PAQUIER
Action TB4 : Acceptabilité des inondations ou des pluies / conscience du risque et de la vulnérabilité des surfaces urbaines / effet de l'explication des notions	Laurence CAMPAN	Céline NGUYEN
Thème C- Amélioration des connaissances et modélisation des transformations physiques, chimiques, biologiques des systèmes alternatifs de retenue et d'infiltration et impact sur les nappes – Amélioration des techniques et des processus d'adoption	Isabelle SOARES / Hervé CALTRAN/ Hervé CALTRAN/ Claire GIBELLO	Sylvie BARRAUD
Action TC1 : Comportements des ouvrages de retenue décantation sollicités par des flux d'eau, de sédiments et de polluants / contaminants émergents	Stéphane LAGOUTTE / Bernard MICHELON	Gislain LIPEME-KOUI
Action TC2 : Etude in situ de l'évolution des interfaces ouvrage/sol (bio-physico-chimique) & rôle de la végétation	Stéphane LAGOUTTE / Isabelle SOARES / Hervé CALTRAN	Jean-Philippe BEDELL
Action TC3 : Etude et modélisation du fonctionnement global des ouvrages d'infiltration soumis à des événements pluvieux	Anne PERISSIN	Thierry WINIARSKI
Action TC4 : Méthode de traitement et gestion dans le temps des sédiments piégés (résidus de curage)	Stéphane LAGOUTTE /Claire GIBELLO/ Isabelle SOARES / Hervé CALTRAN	JLBK
Action TC5 : Etude de l'impact sur la nappe	Anne PERISSIN	Pierre MARMONIER
Action TC6 : Etude des apports et du devenir des contaminants microbiens dans les ouvrages et la nappe phréatique– Contribution à l'évaluation des impacts sanitaires des ouvrages	Anne PERISSIN	Benoit COURNOYER
Action TC7 : Etudes des conditions d'adoption et de généralisation des systèmes alternatifs de retenue et d'infiltration	Jean CHAPGIER	Sophie VAREILLES
Action TC8 : Performance système diffus vs système centralisé	Isabelle SOARES / Hervé CALTRAN	Sylvie BARRAUD
Thème D- Amélioration des connaissances, modélisation et développement d'outils et méthodes en matière de d'impacts physiques, chimiques, biologiques des systèmes de gestion des eaux pluviales sur les rivières et méthode d'amélioration de ces systèmes (notamment meilleure gestion des déversoirs d'orage)	Elodie RENOUF	Pascal BREIL - Laurent SCHMITT – Oldrich NAVRATIL
Action TD1 : Amélioration des connaissances sur la relation flux déversés – état écologique dans le cas d'une petite rivière	Jean-Marc DIDIER / Elodie RENOUF	Pascal BREIL
Action TD3: Etude de l'hydromorphologie des cours d'eau en cours d'urbanisation	Elodie RENOUF	Laurent SCHMITT-Oldrich NAVRATIL
Action TD4 : Effets bio-physico-chimiques et ecotoxicologiques de l'impact local d'un DO sur une rivière périurbaine – définition d'indicateurs d'impact de DO sur la qualité état écologique du milieu récepteur rivière	Jean-Marc DIDIER / Christine LIBERT	Yves PERRODIN
Action TD5 : Etude des contaminants microbiens-dans l'estimation de l'impact écologique et sanitaire des RUTP sur les rivières	Jean CHAPGIER	Benoît COURNOYER
Action TD6 : Etude des résidus médicamenteux et des effluents hospitaliers dans l'estimation de l'impact écologique et sanitaire des rejets sur les rivières	Jean CHAPGIER / Christine LIBERT	Yves PERRODIN
Action TD7 : Etude des effets de la renaturation des cours d'eau sur les pratiques urbaines	Elodie RENOUF	Jean-Yves TOUSSAINT
TDn? : Amélioration des connaissances sur la relation flux déversés – milieu récepteur : Comparaison de l'efficacité des techniques alternatives individuelles et collectives- proposée en 2012	???	Pascal BREIL
Thème E- Amélioration des outils Métrologiques	Cécile BERNARD / Patrick LUCHINACCI	JLBK
Action TE1 : Amélioration des procédures de mesure en continu des flux d'eau et de polluants / contaminants	Régis VISIEDO / Christine LIBERT /Emmanuelle VOLTE	JLBK
Action TE2 : Développement de bio-microcapteurs utilisables en continu et <i>in situ</i> pour le suivi de la qualité des eaux	Jean CHAPGIER	Nicole JAFFREZIC
Action TE3 : Mise au point de procédures simplifiées de suivi métrologique de la qualité des milieux	Jean CHAPGIER	Philippe NAMOUR
Thème F- Amélioration de la compréhension et de la modélisation de la gestion des eaux pluviales à l'échelle d'une ville	Jean CHAPGIER	Sylvie BARRAUD
Action TF1 : Modélisation des flux d'eau à l'échelle d'un territoire et tests de scénarios	Cécile BERNARD	Flora BRANGER
Action TF2 : Circulation des polluants / contaminants en relation avec les pratiques urbaines	Jean CHAPGIER / Isabelle SOARES / Hervé CALTRAN	Sylvie BARRAUD / Jean-Yves TOUSSAINT
Action TF3 : Développement d'outils méthodologiques d'aide à la Gestion intégrée des eaux pluviales à l'échelle d'une ville (définition de la qualité de service et de la stratégie de gestion des eaux)	Laurence CAMPAN	Frédéric CHERQUI
Thème G- Actions transversales de mise en cohérence	Jean CHAPGIER	Sylvie BARRAUD
Action TG0 : Quelles polluants/contaminants suivre ?	Cécile BERNARD	Marina COQUERY (?) / Benoit COURNOYER
Action TG1 : Gestion des données et exploitation	Régis VISIEDO / Cécile BERNARD	Sylvie BARRAUD
Action TG2 : Vulnérabilités aux changements globaux	Jean CHAPGIER	Jacques COMBY
Action TG3 : Méthode de développement R&D et transfert de procédés	Jean CHAPGIER	Thierry WINIARSKI



Secrétariat de l'OTHU: **GRAIE**
Domaine scientifique de la Doua
66 bd Niels Bohr - CS. 52132
69603 Villeurbanne Cedex - France
Tél : 33 (0)4 72 43 63 02 - Fax : 33 (0)4 72 43 92 77
E.mail : info@othu.org
Site Web: <http://www.othu.org>