



OBSERVATOIRE DE TERRAIN EN HYDROLOGIE URBAINE
FIELD OBSERVATORY FOR URBAN WATER MANAGEMENT

Fiches action de recherche OTHU
Terminées
Version 2002

grate Secrétariat de l'OTHU

Domaine scientifique de la Doua
66 bd Niels Bohr - B.P. 2132 - 69603 Villeurbanne Cedex – France
Tél : 33 (0)4 72 43 63 02 ● Fax : 33 (0)4 72 43 92 77
E.mail : grate@urgc-hu.insa-lyon.fr ● Site Web: <http://www.insa-lyon.fr/grate>

Fédération de recherche OTHU :
INSA, CEMAGREF, ECL, ENTPE, Université Lyon I, Université Lyon III
Direction : Bernard CHOCAT, INSA URGC-HU



LISTE DES FICHES

THEME 2.1: Connaissance des flux produits	
Fiche action de recherche 2.1.2.....	<i>Terminée</i>
THEME 2.2: Moyens de maîtrise à la source et de gestion des flux - amélioration de la conception et de la gestion des stratégies et des ouvrages d'assainissement	
Fiche action de recherche 2.2-0.....	<i>Terminée</i>
Fiche action de recherche 2.2-1.....	<i>Terminée</i>
Fiche action de recherche 2.2.2.....	<i>Terminée</i>
Fiche action de recherche 2.2.3.....	<i>Terminée</i>
THEME 3.1: Connaissance de l'impact des flux rejetés dans la nappe	
Fiche action de recherche 3.1.1.....	<i>Terminée</i>
THEME 3.2: Connaissance de l'impact des flux rejetés vers les rivières	
Fiche action de recherche 3.2.1.....	Abandonnée en 2002
Fiche action de recherche 3.2.3.....	Abandonnée en 2002



THEME 2.1:
Connaissance des flux produits

Fiche action de recherche 2.1.2

Titre : Evaluation des incertitudes sur les masses de polluant rejetées annuellement par un grand réseau unitaire.

Thème de rattachement : thème 2.1 "Connaissance des flux produits par les bassins versants et développement de méthode de prévision de ces flux"

Equipe pilote : INSA - URGH Hydrologie Urbaine

Autres équipes de recherche concernées

Autres partenaires et origine des financements : Direction de l'Eau et de l'Assainissement du Grand Lyon, thèse financée dans le cadre d'une bourse région.

Principaux résultats scientifiques obtenus : Une analyse de sensibilité couplée à une propagation des erreurs par la méthode de Monte Carlo a permis de mettre en évidence les moyens métrologiques minima nécessaires pour estimer annuellement la masse déversée de matières en suspension (MES) avec une précision donnée. Le nombre et la densité des capteurs pluviométriques et débitmétriques, la durée des campagnes de mesure, la fréquence des mesure, la précision des mesures ont été étudiés sur trois cas réels. Ces travaux ont permis de bâtir un guide méthodologique sur l'utilisation de la métrologie en vu d'estimer les rejets urbains de temps de pluie par un outil mixant métrologie et modélisation.

Valorisation possible de ces résultats (domaines possibles d'intérêt) : L'évaluation des rejets urbains de temps de pluie des réseaux d'assainissement, imposée par la législation, pose un problème opérationnel important pour les gestionnaires des systèmes. Les textes indiquent l'instrumentation métrologique des points de rejets les plus importants. Les points sont trop nombreux et la mesure coûte très cher. L'évaluation des volumes et des masses rejetés par l'utilisation d'un outil mixant métrologie et modélisation permet une réduction des coûts. L'optimisation de cet outil autorise une optimisation de la réduction et une précision sur les estimations acceptable selon le législateur.

Production scientifique (références que l'on doit retrouver dans la liste)

CABANE P. (2001). Incertitudes associées à l'estimation des rejets de temps de pluie des réseaux d'assainissement unitaires. Thèse: I.N.S.A. de LYON, 362pp.

CABANE P., CHOCAT B. (2001) Méthode d'évaluation des rejets urbains par temps de pluie de grands réseaux unitaires. *4th International Conference on Innovative Technologies in Urban Drainage, NOVATECH 2001*, GRAIE - LYON (France), 25/06/2001-27/06/2001. p.911-918.

CABANE P. (2001). Comment utiliser les mesures pour évaluer au mieux une masse annuelle déversée ?. *HYDROTOP 2001*. MARSEILLE (France), 24/04/2001-24/04/2001, 8pp.

Rôle de l'OTHU dans la réussite de l'étude : Rôle limité, peu de données étaient effectivement disponibles pour la recherche.

Pour en savoir plus : personne à contacter : Bernard CHOCAT, INSA de Lyon, URGH Hydrologie Urbaine, Bâtiment 304, 20 avenue Albert Einstein, 69621 VILLEURBANNE CEDEX. Tel : 04 72 43 81 89, Fax : 04 72 43 85 21, e-mail : chocat@urgc-hu.insa-lyon.fr

THEME 2.2:

Moyens de maîtrise à la source et de gestion des flux - amélioration de la conception et de la gestion des stratégies et des ouvrages d'assainissement

Présentation du thème de recherche

L'assainissement des eaux pluviales est classiquement assuré en milieu urbain par un réseau de conduites concentrant les flux. Or, on assiste à l'heure actuelle à une remise en cause de cette technique pour au moins quatre raisons¹ :

Hydraulique : La prise en compte des extensions urbaines, mène bien souvent à des diamètres exorbitants qui conduisent parallèlement à concentrer les flux et à accroître le risque d'inondation ;

Economique : les coûts des réseaux neufs sont hors de portée de nombreuses collectivités ;

Environnementale : les recherches actuelles montrent que les eaux de ruissellement ainsi que celles qui ont transité dans les réseaux sont très polluées, et les rejets urbains de temps de pluie sont de plus en plus souvent mis en cause dans la pollution des milieux récepteurs² ;

Réglementaire : la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 renforce les obligations des collectivités en matière de gestions des eaux et implicitement des eaux pluviales. La loi invite notamment les communes ou leur groupement à délimiter les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise des débits (article 35). Cette mesure qui incite fortement à recourir aux techniques alternatives de retenue et d'infiltration des eaux de ruissellement est cependant assortie, pour des ouvrages soumis à déclaration ou à autorisation à une obligation de moyens de mesures associés aux équipements (décret du 29 mars 1993).

Dans ce contexte, le recours aux techniques de rétention et d'infiltration des eaux de ruissellement est en plein essor. Il permet, souvent à moindre coût, d'urbaniser des zones qui sont éloignées des exutoires de surface (réseau existant ou rivière par exemple). Cependant leur adoption et plus tard leur gestion restent très empiriques pour les collectivités qui seront soumises pourtant à des obligations de résultats en matière de pollution des milieux.

Ce sous-thème est centré sur les moyens permettant d'agir sur le fonctionnement des ouvrages d'assainissement alternatif et sur les processus qui concourent à leur adoption ou leur rejet, à leur conception ou encore à leur gestion et à leur maintenance.

Cette réflexion sur les moyens de la maîtrise et de la gestion des flux de temps de pluie s'inscrit dans une optique de gestion d'un patrimoine formé de ressources naturelles (nappes, rivières) qui peuvent assurer de multiples usages (alimentation en eau potable et exutoire de rejets pluviaux par exemple), mais aussi d'un patrimoine d'ouvrages assurant des services à la population (système d'assainissement pluvial par exemple).

¹ Azzout Y., Barraud S., F.N.Crès, Alfakih E. Techniques alternatives en assainissement pluvial. Choix, conception, réalisation et entretien, Collection Technique et Documentation, Edition Lavoisier, Paris, 1994, 378 p.

² Grommaire-Mertz M.-C. (1998). La pollution des eaux pluviales urbaines en réseau d'assainissement unitaire. Caractéristiques et origines. Thèse de doctorat de l'ENPC, Paris, France, 16 décembre 1998.

THEME 2.2: (suite)

Comme toute gestion patrimoniale, elle est caractérisée par l'interdépendance entre facteurs humains et naturels particulièrement sensibles en site urbain, par la multiplicité des usages potentiels des milieux et des ouvrages et par la nécessaire prise en compte du long terme.

Ce cadre général de réflexion nécessite de pouvoir évaluer les performances des équipements ou plus généralement des stratégies d'assainissement du point de vue des fonctions pour lesquels ils ont été conçus (lutte contre les inondations, contre la pollution des eaux de ruissellement et protection des milieux récepteurs, etc.).

C'est la raison pour laquelle nous menons dans ce thème, une recherche portant sur l'analyse des performances et de la qualité de service des ouvrages d'assainissement pluvial.

Méthodologie envisagée et découpage en projets de recherche

Dans un premier temps, nous nous proposons de travailler sur des ouvrages de décantation-infiltration et plus finement sur le bassin Django Rheinardt situé sur la commune de Chassieu et appartenant au Grand Lyon. Ce bassin vient d'être réhabilité et son instrumentation complète (pluie, flux produits et impact bio-physico-chimique sur le sol et sur la nappe) est prévue dans l'année. Sa réhabilitation nous permet de disposer d'un ouvrage dont on maîtrise les "conditions initiales".

Ce thème comporte deux volets.

Il s'agit d'une part de développer des méthodes de caractérisation globale de la qualité d'un ouvrage ou d'une stratégie sachant que cette caractérisation doit prendre en compte le long terme et la multiplicité des points de vue (décideur, concepteur, gestionnaire, usager).

Il s'agit plus particulièrement de réfléchir aux modèles et méthodes les mieux adaptées pour l'analyse de la qualité des ouvrages et des processus liés à leur "production" et de mettre en place les conditions d'acquisition et de mutualisation des données et de connaissances qui seront ainsi recueillies.

Les recherches antérieures³ ont montré qu'une approche multicritère était la plus pertinente pour permettre une évaluation globale du service rendu par ces systèmes techniques et pour la comparaison de stratégies. C'est donc sur ce type de méthodes d'aide à la décision pour le développement d'un service durable de l'assainissement pluvial par décantation/infiltration, que nous centrerons nos efforts dans les années à venir (Cf. Fiche 2.2.7.).

Il s'agit d'autre part de développer des connaissances, des méthodes et des modèles "sectoriels" permettant à la fois d'être utilisés seuls ou bien d'alimenter les méthodes d'évaluation globale. Les modèles ou méthodes "sectoriels" sont des représentations liées au comportement des ouvrages vis à vis d'un problème donné (colmatage des bassins d'infiltration, traitabilité des déchets produits par exemple) qui permettront de rétro-agir sur les technologies ou bien sur les pratiques en matière de conception et de gestion.

Nous envisageons à ce niveau de développer trois points : La modélisation de la décantation dans un bassin d'orage (Fiche 2.2.4.), la Caractérisation du comportement des polluants dans un bassin de retenue-décantation ou d'infiltration (Fiche 2.2.9.) et enfin la modélisation du comportement à long terme des ouvrages d'infiltration prenant en compte l'évolution du colmatage (Fiche 2.2.6.).

Les données et connaissances qui seront produites utiliseront à la fois les données d'apport aux ouvrages du sous thème 2.1. "Connaissance des flux produits par les bassins versants urbains et développement de méthodes de prévision de ces flux" ainsi que les données d'impact sur le sol et les nappes produites par le thème 3.1.

³ BARRAUD S., BARDIN J.P., ALFAKIH E., ABDELMALKI L. (2001). "Construction d'indicateurs de performances techniques, économiques et environnementales des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain", Programme de recherche : "Milieux physiques, ambiances urbaines et technologies", Ministère de la recherche – Action Concertée Incitative Ville, janvier 2001, 129 p.

Fiche action de recherche 2.2-0.

Titre : Analyse des échelles spatio-temporelles de scrutation d'un hydrosystème soumis aux rejets urbains de temps de pluie

Thème de rattachement : Action transversale touchant tous les thèmes.

Equipe pilote : URG Hydrologie Urbaine

Autres équipes de recherche concernées par l'action : INSA : URG Hydrologie urbaine, ENTPE : Laboratoire des Sciences de l'Environnement, Cemagref Lyon.

Autres partenaires et origine des financements : Direction de l'Eau du Grand Lyon (membre OTHU); CETE de l'Est, INRA Avignon (*non membres*), GEMCEA. Action financée dans le cadre du programme : « Métrologie dans les milieux aquatiques et les eaux urbaines du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

Principaux résultats

Proposition de définition des échelles spatio-temporelles de scrutation d'un hydrosystème (superficiel et souterrain) intégrant l'analyse de perturbations particulières (rejets urbains de temps de pluie) sur la qualité physico-chimique et biologique des milieux. Application au cas de l'OTHU.

Les principaux résultats sont d'ordre méthodologique. La démarche a plus particulièrement permis :

- d'établir une décomposition des systèmes en composants cohérents
- d'établir une typologie des différentes échelles spatiales des mesures nécessaires en fonction des problématiques scientifiques
- de proposer, pour les différentes échelles spatiales et les différents niveaux de problèmes, des indicateurs pertinents de la qualité des rejets permettant de fournir des informations adéquates pour la mesure de l'impact de ces rejets sur les milieux.
- de proposer des méthodes d'acquisition de ces indicateurs associés au pas d'espace et pas de temps cohérents avec l'ensemble des systèmes étudiés.
- D'aider à la mise en place des chaînes de mesures sur les sites de l'OTHU

Cette étude préalable doit être poursuivie notamment pour la mesure des impacts des rejets urbains de temps de pluie sur les sols et les nappes. Voir nouvelle fiche recherche 2.2.0.

Production scientifique :

BARRAUD S., GIBERT J., WINIARSKI T., BERTRAND KRAJEWSKI J.L. (2002). "Implementation of a monitoring system to measure impact of stormwater runoff infiltration", *Water Science and Technology* (accepted - to be printed).

BARRAUD S., BERTRAND KRAJEWSKI J.L., ALFAKIH E., BOISSON J.C., WINIARSKI T., BREIL P., LAFONT M., NAMOUR P. (2001). "Analyse des échelles spatio-temporelles de scrutation d'un hydrosystème soumis aux rejets urbains de temps de pluie". Séminaire "Métrologie dans les milieux aquatiques et les eaux urbaines", Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Nancy, 26-27 avril 2001. pp.55-63.

BARRAUD S., BERTRAND KRAJEWSKI J.L., ALFAKIH E., BOISSON J.C., WINIARSKI T., BREIL P., LAFONT M., NAMOUR P., INSA URG HU/ ENTPE LSE /CEMAGREF (2001) - "Analyse des échelles spatio temporelles de scrutation d'un hydrosystème soumis aux rejets urbains de temps de pluie", Programme "Métrologie dans les milieux aquatiques et les eaux urbaines". Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Rapport final, février 2001, 103 p.

GERBOTTO K. (1999). Elaboration d'un banc d'essai expérimental de mesures quantitatives et qualitatives dédiées à l'observation du fonctionnement d'un déversoir d'orage en zone péri-urbaine. Lyon, Cemagref / centre de formation d'Anjou (38): 52 p + annexes.

BELAHOUANE M. (1999). Modélisation d'un réseau d'assainissement. Etude des fréquences de déversement d'un déversoir d'orage., Cemagref / ENGEES: 50 p

BERNOUD S (1998). Réponse écologique d'un ruisseau périurbain aux rejets de temps de pluie, CEMAGREF / ENGEES: 46 p + annexes.

Moyens mobilisés (hors permanents) : 3 stagiaires

Pour en savoir plus : personne à contacter : Sylvie BARRAUD ; URG Hydrologie Urbaine, INSA de Lyon, 34 avenue des Arts, Bât J.C.A. Coulomb, 69621 Villeurbanne CEDEX. Tel : 04 72 43 83 88 ; Fax : 04 72 43 85 21 ; E-mail : barraud@urgc-hu.insa-lyon.fr

Fiche action de recherche 2.2-1.

Titre : Analyse et utilisation de méthodes globales d'évaluation environnementale des ouvrages d'infiltration

Thème de rattachement : Thème 2.2 : Moyens de maîtrise et de gestion des flux – amélioration de la conception et de la gestion des stratégies et des ouvrages d'assainissement.

Equipe pilote : URGC Hydrologie Urbaine – INSA de Lyon

Autres équipes de recherche concernées : LAEPSI et URGC-Géotechnique (INSA), HBES et LICAS (Lyon 1), GATE (Lyon 2).

Autres partenaires et origine des financements : Direction de l'Eau et de l'Assainissement du Grand Lyon (OTHU), Agence de l'Eau Seine Normandie, Ministère de la Recherche - Action Concertée Incitative Ville.

Principaux résultats :

Dans cette recherche réalisée avec le soutien du Ministère de la Recherche (Programme "Milieux physiques, ambiances urbaines et technologies" de l'Action Incitative Ville), nous avons plus particulièrement réalisé un recensement et une analyse critique des différentes méthodes d'évaluation environnementales existantes et des indicateurs utilisés. Le même type de travail a été prolongé par l'évaluation économique de biens environnementaux. Nous avons ensuite défini, au sein d'un groupe de travail réunissant des acteurs opérationnels du Grand Lyon et des chercheurs, les performances (17 au total) puis des indicateurs d'évaluation de stratégies de gestion des eaux pluviales par infiltration en tentant d'intégrer les différentes fonctions auxquelles elles sont destinées en milieu urbain dans le respect des critères de développement durable (technique, environnemental, économique et social). Les fonctions ont été définies par rapport aux points de vue des acteurs intervenant dans la vie de l'ouvrage depuis sa conception et jusqu'à sa mort : les techniciens et hommes d'études les usagers, les décideurs. La recherche montre qu'une démarche de type aide multicritère à la décision était la plus prometteuse en l'état des données. Cependant, même en privilégiant l'opérationnalité, certaines performances n'ont pu donner lieu à la définition d'indicateurs pertinents tant les données et les connaissances étaient insuffisantes (devenir des déchets extraits par exemple). Cela nous a permis d'identifier les lacunes et les pistes de recherche et d'étude nécessaires. Par ailleurs, certaines performances ont donné lieu à des recherches spécifiques de données non prévues dans l'OTHU. C'est le cas par exemple de la base de données économiques regroupant les coûts d'investissement, de maintenance et les caractéristiques fines de 167 sites français issus de la région parisienne, bordelaise et lyonnaise qui a été réalisée grâce au soutien de l'Agence de l'Eau Seine Normandie. Cette action se prolonge donc (Cf. nouvelle fiche 2.2.7).

Moyens mobilisés sur 2000-2003 : 1 Post Doc, 1 professeur associé Brésilien pendant 1 an, 1 stagiaire Brésilien.

Production scientifique :

- BARRAUD S., BARDIN J.P., ALFAKIH E., ABDELMALKI L. (2001). "Construction d'indicateurs de performances techniques, économiques et environnementales des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain", Programme de recherche : "Milieux physiques, ambiances urbaines et technologies", Ministère de la recherche – Action Concertée Incitative Ville, janvier 2001, 129 p.
- BAPTISTA M., BARRAUD S. (2001). *Evaluation économique de l'utilisation de techniques alternatives en assainissement pluvial*, INSA de Lyon - URGC Hydrologie Urbaine, Convention Agence de l'Eau Seine Normandie, rapport final, janvier 2001, 72 p.
- BAPTISTA M., BARRAUD S., ALFAKIH E., (2001). "Analyse de données pour l'évaluation des systèmes alternatifs en assainissement pluvial". Villeurbanne (France), *NOVATECH'2001*, Juin 2001; 63-70.
- BARDIN J.P., BARRAUD S., DECHESNE M. (2001). "Construction d'indicateurs de performance pour l'évaluation de stratégies d'assainissement pluvial par infiltration"; Villeurbanne (France), *NOVATECH'2001*, Juin 2001. 1003-1006.
- BARDIN J.P., BARRAUD S., ALFAKIH E., DECHESNE M. (2002). Performance assessment of stormwater infiltration strategies: a multi-indicator approach, 9th International Conference on Urban Drainage, Portland, Oregon, USA, September 8-13, 2002, (accepted, to be published).
- BERTRAND KRAJEWSKI J.L., BARRAUD S., BARDIN J.P. (2002). "Uncertainties, performance indicators and decision aid applied to stormwater facilities", Accepted for publication in *Urban Water*.
- CASTRO L. (2001) Conditions d'inventaire pour l'analyse environnementale liée à la construction de techniques alternatives d'infiltration. Rapport de stage. URGC Hydrologie Urbaine, INSA de Lyon, 10 p.

Pour en savoir plus : personne à contacter : Sylvie BARRAUD ; URGC Hydrologie Urbaine , INSA de Lyon, 34 avenue des Arts, Bât J.C.A. Coulomb, 69621 Villeurbanne CEDEX. Tel : 04 72 43 83 88 ; Fax : 04 72 43 85 21 ; E-mail : barraud@urhc-hu.insa-lyon.fr

Fiche action de recherche 2.2.2.

Titre: Analyse du cycle de vie (ACV) du bassin de décantation-infiltration D.Rheinardt de Chassieu

Thème de rattachement : Thème 2.2 : Moyens de maîtrise et de gestion des flux – amélioration de la conception et de la gestion des stratégies et des ouvrages d’assainissement.

Equipe pilote : URG Hydrologie Urbaine – INSA de Lyon / LAEPSI – INSA de Lyon

Autres équipes de recherche concernées : URG Hydrologie Urbaine (INSA) et indirectement : HBES (Lyon 1), LICAS (Lyon 1), URG-Géotechnique (INSA), GLYSI (Lyon 2), GATE (Lyon 2).

Autres partenaires : Direction de l’Eau et de l’Assainissement du Grand Lyon, GRAIE (OTHU)

Principaux résultats :

Cette action a permis de formaliser les difficultés d’application de l’A.C.V. (Analyse de cycle de vie) et sa pertinence dans l’évaluation environnementale des ouvrages de retenue/infiltration.

La première difficulté concerne la délimitation des systèmes et plus particulièrement l’identification de l’échelle spatiale la plus pertinente pour l’étude des impacts environnementaux (faut-il raisonner à l’échelle d’un ouvrage local dont les effets seront peut-être peu marqués ou bien à l’échelle d’un ensemble d’équipements d’un bassin hydrographique par exemple dont les effets sont de nature à se cumuler ?). A ce sous-problème s’en superpose un deuxième qui est celui de la définition de l’unité fonctionnelle. Elle sert, selon les objectifs de l’ACV, à comparer des systèmes, des actions sur ces systèmes, des étapes particulières de leur cycle de vie. S’il est facile de définir l’unité fonctionnelle en matière de choix de produits industriels (« quantité de produit nécessaire pour nettoyer un m² d’appartement »), il paraît plus difficile de définir cette unité fonctionnelle pour des systèmes qui assurent des fonctions multiples (protection contre les inondations, contre la pollution, support d’autres activités comme le loisir,...) et changeant en fonction de l’endroit où ils sont implantés.

Le deuxième niveau de difficulté réside dans la multitude de données à acquérir au niveau de l’inventaire des entrants (énergies, matériaux, substances,...) et des sortants (émission dans les différents milieux eau, air et sol). Un test de faisabilité de l’inventaire a été mené sur un « morceau » de cycle de vie de bassin de rétention/infiltration : le traitement des sous-produits de curage. Cette étude a mis en évidence le manque de données fiables et présentes sous une forme utilisable pour l’ACV.

Il ressort globalement de cette étude que l’A.C.V. n’est pas applicable dans sa forme normalisée mais que l’on peut s’en inspirer pour quantifier certaines performances environnementales entrant dans des analyses multicritères. C’est ce vers quoi nous nous orientons à l’heure actuelle. Cela nécessitera cependant des données de suivi dépassant celles acquises dans le cadre de l’OTHU. Cette réflexion se prolonge donc (Cf. Fiche Action 2.2.7).

Moyens mobilisés (hors permanents) : 1 Projet d’initiation à la recherche et développement INSA

Documents publiés :

BARRAUD S., ALFAKIH E. (2000) “Evaluation environnementale des techniques alternatives – Apport de l’analyse de cycle de vie”, note de synthèse : Abondement 1999 ANVAR / INSA Valor, juin 2000, 5 p.

GARCIN M.L., VAREILLES S. (2000). “Etude des filières de déchets issus des ouvrages de retenue”, Projet d’Initiation à la Recherche et au Développement, Juin 2000, URG Hydrologie Urbaine, INSA de Lyon, 64 p + annexes.

Personne à contacter: Sylvie BARRAUD ; URG Hydrologie Urbaine , INSA de Lyon, 34 avenue des Arts, Bât J.C.A. Coulomb, 69621 Villeurbanne CEDEX. Tel : 04 72 43 83 88 ; Fax : 04 72 43 85 21 ; E-mail : barraud@urgc-hu.insa-lyon.fr ou Patrick ROUSSEAUX ; Bât. 404, 20 av. A. EINSTEIN ; 69621 VILLEURBANNE Cedex. Tel : 04 72 43 82 46 ; Fax : 04 72 43 87 17 ; E-mail : prous@insa.insa-lyon.fr.

Fiche action de recherche 2.2.3.

Titre : Aide à la décision pour le développement d'un service durable de l'assainissement pluvial par infiltration

Thèmes de rattachement : Thème 2.2 : Moyens de maîtrise et de gestion des flux – amélioration de la conception et de la gestion des stratégies et des ouvrages d'assainissement.

Equipe pilote : URGC Hydrologie Urbaine – INSA de Lyon

Autres équipes de recherche concernées : HBES et LICAS (Lyon 1), URGC-Géotechnique (INSA)

Autres partenaires et origine des financements : Direction de l'Eau et de l'Assainissement du Grand Lyon (OTHU), Agence des Villes, Contrat de plan Etat/Région, Programme "Génie Urbain et Environnement".

Principaux résultats :

Le projet de recherche proposé initialement s'insérait dans un objectif global d'aide à la décision visant à concevoir et à gérer au mieux les équipements d'assainissement pluvial, en prenant en compte les critères techniques et environnementaux mais aussi les critères économiques et financiers. Il s'agissait en particulier d'améliorer les méthodes d'aide à la décision en matière de stratégies d'infiltration en vue de cerner les conditions de développement d'un service durable de l'assainissement par ces techniques. Ce thème a été plus particulièrement traité dans l'Action 2.2.1.

La recherche menée dans cette action a plus particulièrement porté sur les conditions de capitalisation et de mutualisation de l'information sur le long terme (définition des « points zéros », procédures de suivi, de contrôle des données et des matériels).

Moyens mobilisés sur 2000-2003 (hors permanents): 2 DEA

Documents publiés :

BARRAUD S., KRAJEWSKI J.L., MOURAD M., GIBERT J., MALARD F., PETIT RAMEL M., CARPAYE D., ALIMI I., (2000). "Amélioration des méthodes d'aide à la décision en matière de gestion des stratégies d'infiltration en vue de cerner les conditions de développement d'un service durable de l'assainissement", Lyon (France), Contrat de recherche Agence des Villes, Contrat de plan Etat – Région, Programme : "Génie Urbain et Environnement" , novembre 2000, 68 p + Annexes.

BARRAUD S., GIBERT J., WINIARSKI T., BERTRAND-KRAJEWSKI J.-L. (2001). "Impact of a storm infiltration drainage system on soil and groundwater - Presentation of the OTHU project. Proceedings of the 2nd International" ; *Conference on Interactions between sewers, treatment plants and receiving waters in urban areas "INTERURBA II"*, Lisbon, Portugal, 19-22 February 2001, 321-329. *Accepted for publication in Water Science and Technology.*

Pour en savoir plus : personne à contacter : Sylvie BARRAUD ; URGC Hydrologie Urbaine, INSA de Lyon, 34 avenue des Arts, Bât J.C.A. Coulomb, 69621 Villeurbanne CEDEX. Tel : 04 72 43 83 88 ; Fax : 04 72 43 85 21 ; E-mail : barraud@urgc-hu.insa-lyon.fr

THEME 3.1:

Connaissance de l'impact des flux rejetés dans la nappe

Titre : Ecologie des nappes en milieux urbanisés

Equipe pilote : HBES (LYON1)

Autres équipes de recherche concernées : LSE (ENTPE) ; URGC Géotéchnique (INSA), URGC Hydrologie Urbaine (INSA), LSSA (=LICAS, LYON1)

Autres partenaires : Direction de l'Eau et de l'Assainissement du Grand Lyon . LSEHL

Personne à contacter : Janine Gibert - HBES - Université Claude Bernard Lyon 1 - 43 Bd du 11/11/1918 ; 69622 Villeurbanne cedex ; tél : 04 72 44 82 59 ; fax : 04 72 43 15 23 ; e mail : janine.gibert@univ-lyon1.fr

Objectifs de l'étude : L'objectif global de ce thème est de mesurer l'impact de l'infiltration des eaux de ruissellement urbain sur la qualité du sol, de la zone non saturée et des nappes, en fonction des caractéristiques physiques des champs d'infiltration et de la nature des apports. Il inclue la quantification de l'altération des communautés animales et des biofilms microbiens et donc de la biodiversité.

Approche retenue : L'échelle d'étude est l'ouvrage centralisé d'infiltration drainant un bassin versant d'une centaine d'hectares. Deux ouvrages d'infiltration de caractéristiques différentes ont été retenus (cf. aussi, sous-thème 2.2) : 1/ le bassin d'infiltration Django Reinhardt, présente une zone non saturée d'environ 13 mètres, très perméable ; 2/le bassin d'infiltration IUT A présente une zone non saturée de 1 m environ. Ce choix a pour but de permettre des comparaisons, indispensables pour évaluer la capacité d'autoépuration de l'aquifère (zone non saturée, niveaux supérieurs de la nappe) et de définir le seuil limite de flux entrant assimilable par le milieu souterrain. Une vingtaine d'autres bassins d'infiltration de l'Est lyonnais ont aussi été sélectionnés, mais les recherches y seront moins intensives.

La méthodologie envisagée consiste à étudier les processus écologiques qui se déroulent dans le sol, dans la zone non saturée et enfin dans la zone supérieure de la nappe. Différents descripteurs physico-chimiques et biologiques seront utilisés pour mettre en évidence les gradients de pollution et la vulnérabilité des milieux.

Phasage des recherches :

Les recherches se déclinent selon 4 phases: 1/ l'amélioration des connaissances sur les mécanismes de dégradation et de transfert des polluants au travers du sol, de la zone non saturée et des nappes; 2/ l'étude des interactions entre dynamiques physico-chimiques et biologiques dans le fonctionnement des écosystèmes (résilience, réversibilité de l'impact, réceptivité du milieu, etc.) ; 3/ le calage et la validation des modèles permettant de prévoir l'impact des rejets; et 4/ la définition des stratégies d'infiltration plus efficaces.

Listes des actions de recherches avec leurs interactions :

Les recherches sont principalement focalisées sur le site de Django Reinhardt qui vient d'être réhabilité. Au niveau du sol et de la zone non saturée sous le bassin d'infiltration d'eaux pluviales, il s'agit de mieux comprendre les mécanismes d'infiltration, : nature et importance des chemins préférentiels, évolution de la porosité, du coefficient de perméabilité au cours du temps, évaluation du temps de transit dans la zone non saturée et influence des cycles saisonniers. Les études se feront sur colonnes, dans des lysimètres et dans le fond du bassin d'infiltration (Fiche 3.1.3). Il s'agit aussi d'évaluer le rôle des paramètres de rétention et de relargage des métaux lourds et des micropolluants organiques selon des données hydrauliques du sol (teneur en eau, pF) et suivant des successions d'événements hydrologiques. Cette étude est réalisée au laboratoire sur des colonnes de différents diamètres et sur le terrain en utilisant un puits creusé dans le bassin d'infiltration et équipé de sondes TDR. (Fiche 3.1.4).

THEME 3.1: (suite)

). Le rôle des micro-organismes du sol sur les premiers centimètres du bassin est étudié d'une part, dans les phénomènes de rétention et relargage des polluants et d'autre part, en relation avec le colmatage des milieux (Fiche 3.1.2). Des traceurs chimiques des eaux seront sélectionnés et permettront de décrire des gradients physico-chimiques se rapportant aux polluants métalliques et organiques. La caractérisation du transfert de colloïdes et de polluants associés sera effectuée dans la zone non saturée (Fiche 3.1.10). Enfin la distribution des phases minérales responsables de l'absorption des polluants inorganiques et organiques sera étudiée dans le lit du bassin d'infiltration (Fiche 3.1.9).

Au niveau de la zone saturée de l'aquifère, la description des gradients physico-chimiques des niveaux supérieurs de nappe et la détermination des processus écologiques tant abiotiques que biotiques qui créent ces gradients sont en cours. L'identification des stratégies des organismes souterrains devrait permettre de définir les déterminants de la richesse spécifique locale. Ces différents thèmes serviront à prédire la réponse fonctionnelle (processus écologiques et biodiversité) des niveaux supérieurs des nappes soumises à différentes modalités d'infiltration, (Fiche 3.1.5) mais aussi de prédire la vulnérabilité d'un bassin d'infiltration à l'aide d'un modèle couplé hydrodynamique et biologique et de proposer un outil opérationnel de suivi de la qualité des eaux souterraines (Fiche 3.1.6). Une étude au laboratoire permettra de quantifier l'influence des macro-invertébrés sur l'activité de remédiation/biodégradation des polluants par les micro-organismes dans les niveaux supérieurs d'un bassin d'infiltration (Fiche 3.1.7). Enfin une étude de bioturbation et remaniement sédimentaire par les vers Oligochètes dans le lit d'infiltration d'un bassin d'au pluviale avec utilisation de caméra miniature et de traitements d'images automatiques, devrait permettre de quantifier dans l'espace et dans le temps les réseaux de galeries effectués par les organismes et donc la modification de porosité et de perméabilité des lits des bassins d'infiltration (Fiche 3.1.8)..

Fiche action de recherche 3.1.1

Titre : Recherche, identification et distribution des métaux lourds et polluants organiques sur le site Django Reinhardt

Thème de rattachement : thème 3.1. "Connaissance des flux rejetés dans la nappe de l'est lyonnais et de leurs impacts."

Equipe pilote : LICAS - LSEHL

Autres équipes de recherche concernées : LSE (ENTPE) ; HBES (Lyon 1).

Autres partenaires : Direction de l'Eau et de l'Assainissement du Grand Lyon . LSEHL

Personne à contacter : Michelle PETIT-RAMEL, LICAS-LSEHL (Lyon 1) ;

tél : 04 72 44 84 95 ; fax : 04 72 44 62 02 ; email : ramel@univ-lyon1.fr

Objectifs de l'étude : selon deux approches complémentaires, synthèse et interprétation des analyses physico-chimiques concernant les métaux lourds observés dans les eaux, les sédiments et le sol du bassin d'infiltration Django Reinhardt.

Description sommaire de l'étude : Site pilote : Bassin de Chassieu (Django Reinhardt) ; Analyses physico-chimiques en discontinu sur échantillons liquides et solides ; Sélection des traceurs chimiques des eaux d'infiltration.

Résultats attendus : Description des gradients physico-chimiques se rapportant aux polluants métalliques, à proximité et dans l'ouvrage de rétention. Meilleure connaissance de leur forme physico-chimique et de leur mobilité potentielle.

Données utilisées issues de l'observatoire : analyses physico-chimiques des prélèvements d'eau et de sol sur le bassin de Django Reinhardt à Chassieu..

Date de début : janvier 1999

Date de fin prévue : janvier 2002

Cadre : Financement CPER « GU et Environnement » suite à l'appel d'offre octobre 1998.

Moyens mobilisés sur 2000-2003 :

- 1 DEA (financement acquis pour le premier dans le cadre du précédent contrat de Plan Etat Région – Programme "Génie urbain et Environnement").
- Encadrement LSSA

Production scientifique

Thèses et DEA

PLASSARD F., (1999) "Influence de la complexation sur la rétention de trois cations métalliques par un sol alcalin. Application à un bassin d'infiltration d'eaux pluviales ; thèse doctorat ; UCBL Lyon 1 ; 21 janvier 1999, 140 pages.

BARBIER F. (1999) "Complexation métallique et migration des métaux à travers des argiles de type bentonite" ; thèse doctorat ; UCBL Lyon 1 ; 1999, Octobre 1999. 147p.

CARPAYE D., LICAS Lyon I (2000) - Rapport de DEA Sciences et Stratégies Analytiques: "Contamination des eaux naturelles et des sols. Analyses des polluants majeurs. ", sous la direction de M. PETIT-RAMEL, Juin 2000, 35 pages.

Publications dans revues scientifiques

PLASSARD F., WINIARSKI T., PETIT-RAMEL M., (2000) " Retention and distribution of three heavy metals in a carbonated soil : comparison between batch and unsaturated column studies"; *J. Contaminant Hydrobiol.*, 42, 99-111.

BARBIER F., DUC G., PETIT-RAMEL M. (2000) "Adsorption of lead and cadmium ions from aqueous solution to the montmorillonite/water interface" ; *Colloids and Surfaces*, A, 166, 153-159,

BARBIER F., PLASSARD F., DUC G., PETIT-RAMEL M., (2001) "Adsorption of lead and cadmium ions from aqueous solution to the montmorillonite/water interface"; *Chemistry and Ecology* (accepté).



THEME 3.2:

Connaissance de l'impact des flux rejetés vers les rivières

Titre. Ecologie des hydrosystèmes en paysages urbanisés.

Equipe pilote : Cemagref Lyon, UR de Biologie des Ecosystèmes Aquatiques

Autres équipes de recherche concernées : L.S.E. (ENTPE), ENGEES, Cemagref Lyon (UR d'Hydrologie/Hydraulique, UR Qualité des Eaux et Prévention des Pollutions).

Autres partenaires : Grand Lyon, Agence de l'Eau RMC.

Personne à contacter : Michel LAFONT ; Cemagref, 3 bis Quai Chauveau, C.P. 220, 69 336 Lyon Cedex 09 ; Tél : 04 72 20 87 21 ; Fax : 04 78 47 78 75 ; e-mail : michel.lafont@cemagref.fr

Objectifs du thème : Connaissance de l'incidence des flux polluants urbains sur les hydrosystèmes en paysages urbanisés ; appréciation de la dégradation de leur état écologique ; arriver à préserver ou à réhabiliter un « bon état écologique » dans un contexte de développement durable et réaliste.

Approche retenue. Elle se fonde sur le développement du concept d'ambiance écologique (EASY, Lafont 2001, Lafont *et al.* 2001a), compte tenu de la complexité du fonctionnement des hydrosystèmes en paysages urbanisés, qui reçoivent des rejets permanents et intermittents (temps de pluie).

Phasage des recherches. Les recherches se déclinent selon les 4 étapes décrites dans le tableau suivant, qui suivent une démarche qualité recherche et indiquent les résultats attendus lors du développement de chaque étape. En particulier, les acquis de la 4^{ème} étape seront particulièrement importants dans le contexte de la mise en œuvre de la Directive-Cadre UE (DC-CE 2000).

Les actions de recherche (3.2-2, 3.2-4, 3.2-5, 3.2-6 et 3.2-7) donnent un caractère concret au développement du thème 3.2. Chaque fiche prend en considération des sujets complémentaires : petits cours d'eau (3.2-2), grands cours d'eau (3.2-7), matière organique et sa biodégradation (3.2-4, 3.2-5 et 3.2-6). Les actions de recherche se déclinent selon les 4 étapes qui figurent dans le tableau suivant.

1^{ère} ETAPE : Qualitative et exploratoire.

- Utilisation de méthodologies standard et validées
- Définition d'unités fonctionnelles UFs physiques (classification simple des habitats sur une station)
- Définition de traits fonctionnels biologiques TRFs à partir de l'examen des biocénoses des UFs
- Définition de TRFs biologiques de référence et altérés → définition d'un état écologique qualitatif

2^{ème} ETAPE : Quantitative, développements fonctionnels

- Développements métrologiques et méthodologiques adaptés au déroulement de cette étape
- Caractérisation physique et chimique des TRFs biologiques : TRFs écologiques
- Caractérisation des UFs à partir des TRFs écologiques ; définition d'UFs de référence et altérées
- Caractérisation de types, de causes et d'effets d'altération différents

3^{ème} ETAPE : Synthèse, inflexions

- Définition d'états écologiques fonctionnel de référence ou altérés
- Estimation des dommages fonctionnels par le % des UFs/TRFs « altérés » sur une station
- Proposition d'inflexions conceptuelles et méthodologiques ; vers la définition d'une biodiversité fonctionnelle
- **Rémédiation** : privilégier les UFs/TRFs de référence

4^{ème} ETAPE : Opérationnelle, projets et actions de recherche et développement (R&D, cf. § 3.3)

- Synthèse des outils qualitatifs existants (guides méthodologiques,...) ; transfert de savoir-faire de ces outils
- Proposition d'outils opérationnels (physiques, chimiques et biologiques) d'appréciation du fonctionnement des écosystèmes et notamment de mesure des UFs/TRFs écologiques ; définition d'une bioindication fonctionnelle ;
- Transfert de ces outils pour une application en routine, stratégie socio-économique à promouvoir.
- Contribution à la création et au fonctionnement d'observatoires écologiques, notamment par la proposition et la mise en œuvre des outils opérationnels cités précédemment.

Fiche action de recherche 3.2.1

Titre : Suivi de panache de pollution en rivière urbaine

Thèmes de rattachement : thème 3.2 "Connaissance de l'impact des flux rejetés vers les rivières" et thème 2.2 : "Moyens de maîtrise et de gestion des flux - amélioration de la conception et de la gestion des stratégies et des ouvrages d'assainissement"

Equipe pilote : Cemagref Lyon, Unité de Recherche Hydrologie-Hydraulique

Autres équipes de recherche concernées : LMFA (ECL-UCBL), LMF (INSA)

Autres partenaires : Mission écologie (Grand Lyon)

Personne à contacter : Jean-Baptiste FAURE ; Cemagref, 3 bis Quai Chauveau, C.P. 220, 69 336 Lyon Cedex 09. Tél : 04 72 20 87 76 ; Fax : 04 78 47 78 75 ; e-mail : jean-baptiste.faure@cemagref.fr

Objectifs de l'étude : Aider à positionner les points de mesure de pollution dans les rivières exposées aux rejets urbains de temps de pluie

Description sommaire de l'étude : Etudes préliminaires sur modèle réduit et sur modèle mathématiques (Fluent ou CFX) destinées à la mise au point d'un dispositif de prélèvement en rivière en plusieurs points (transversalement et verticalement) d'un profil de rivière en différents instants.

Résultats attendus : Faisabilité et cahier des charges d'une étude en vraie grandeur sur la Saône.

Données utilisées issues de l'observatoire : Etude laboratoire dans un premier temps.

Moyens mobilisés sur 2000-2003 : De façon générale :

- 1 DEA par an
- 1 thèse en cours (financement acquis bourse Cemagref) - soutenance prévue en 2002
- Encadrement Cemagref / LMF / LMFA

En 2000 rien n'a été fait faute de main d'œuvre.

Pour 2001 : proposition du sujet de stage de DEA suivant : Détermination des moyens de mesures de concentrations dans un écoulement à surface libre en

Il s'agit d'évaluer parmi les moyens de mesure existants ceux qui sont le mieux adaptés à l'obtention de résultats expérimentaux nécessaires à la validation d'un code de calcul de la dispersion de polluant dans un écoulement à surface libre turbulent. Une telle validation suppose de confronter des mesures de vitesses, de pression et de concentration aux résultats obtenus par le calcul. Le stagiaire procèdera à une revue bibliographique approfondie, à une évaluation des coûts d'investissement et de fonctionnement des dispositifs éligibles et se familiarisera avec les moyens de mesures actuellement disponibles au laboratoire.

Le stagiaire évaluera les différentes possibilités de choix de traceurs. Il confrontera, pour chaque méthode de mesure depuis les plus sommaires jusqu'à des plus sophistiquées, les informations sur l'écoulement qu'elle permet d'acquérir, son coût de mise en œuvre et l'utilisation qu'il est possible d'en faire pour la validation d'un code de simulation numérique. Enfin il étudiera les possibilités de transposition de ces protocoles de mesure à une rivière naturelle. Lieu du stage : LMFA. Encadrement : J-B. Faure (Cemagref), P-Y Champagne (LMFA) et B. Gay (LMF).

Fiche action de recherche 3.2.3

Titre : Effet refuge du milieu interstitiel pour les invertébrés d'un petit cours d'eau : impact des déversoirs d'orage.

Thème de rattachement : thème 3.2 "Connaissance de l'impact des flux rejetés".

Equipe pilote : ESA CNRS n° 5023 Ecologie des Eaux Douces et des Grands Fleuves - Equipe hydrobiologie et Ecologie Souterraines.

Autres équipes de recherche concernées : ENTPE ; Cemagref, Lyon : URE Qualité des Eaux et Prévention des Pollutions, URE Hydrologie-Hydraulique, URE Biologie des Ecosystèmes Aquatiques.

Personne à contacter : Michel CREUZE des CHATELLIERS ; UCBL Lyon 1, 43 boulevard du 11 Novembre 1918 69 622 Villeurbanne Cedex ; Tél : 04 72 43 12 90 ; Fax : 04 72 43 15 23 ; e-mail : deschate@cismsun.univ-lyon1.fr

Objectifs de l'étude : Evaluer le rôle protecteur du milieu interstitiel pour les invertébrés benthiques vis à vis d'un flux polluant généré par un déversoir d'orage ; qualifier le compartiment souterrain en termes de refuge et de stockage/recolonisation dans le cas de l'Yzeron. L'objectif méthodologique du travail est de préciser d'une part la nécessité de prendre en compte le milieu souterrain dans ce type d'étude et d'autre part de définir une procédure d'étude transposable à d'autres systèmes.

Description sommaire de l'étude : Le site pilote est la confluence Chaudanne-Yzeron, le principe d'étude étant le suivi annuel de 4-5 événements orageux. Des sondes métalliques inox seront implantées à demeure en 3-4 points en amont et en aval du rejet. La périodicité des prélèvements sera fonction de l'hydrologie. Les échantillons faunistiques seront analysés d'une part en termes de structures de peuplements et d'autre part en termes de descripteurs biologiques de fonctionnement. Ce travail sera complété par des prospections du milieu souterrain environnant (milieu rivière et nappe).

Résultats attendus : Evaluation de la fraction d'invertébrés benthiques infiltrée dans les sédiments après le passage d'une perturbation due au fonctionnement des déversoirs d'orage.

Données utilisées issues de l'observatoire : Ensemble des données recueillies sur le site de Greyzieu.

Autres données utilisées : Un bilan des connaissances hydrogéologiques et géomorphologiques sur le bassin de l'Yzeron sera sans doute nécessaire à une bonne interprétation des résultats.

Moyens mobilisés sur 2000-2003 :

- 2 DEA et 2 stagiaires (financement demandé pour 1 DEA et 1 stagiaire, complément sur fond propre labo)
- encadrement HBES