



**HAL**  
open science

**Evaluation des sources de polluants susceptibles  
d'impacter les ouvrages de gestion des eaux pluviales –  
Diagnostic exhaustif à l'échelle du territoire nantais**

Melissa Delamain, Fabrice Rodriguez, Erwan Bocher, C Puizillout-Lieppe,  
Gwendall Petit, N Fortin, J-M Rouaud

► **To cite this version:**

Melissa Delamain, Fabrice Rodriguez, Erwan Bocher, C Puizillout-Lieppe, Gwendall Petit, et al..  
Evaluation des sources de polluants susceptibles d'impacter les ouvrages de gestion des eaux pluviales  
– Diagnostic exhaustif à l'échelle du territoire nantais. 9ème Conférence internationale NOVATECH,  
INSA Lyon, Jun 2016, Lyon, France. halshs-01343761

**HAL Id: halshs-01343761**

**<https://shs.hal.science/halshs-01343761>**

Submitted on 9 Jul 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## **Evaluation des sources de polluants susceptibles d'impacter les ouvrages de gestion des eaux pluviales – Diagnostic exhaustif à l'échelle du territoire nantais**

Assessment of pollutant sources that could impact stormwater management facilities – Exhaustive diagnosis of the Nantes metropole territory

M. Delamain<sup>1</sup>, F. Rodriguez<sup>1</sup>, E. Bocher<sup>2</sup>, C. Puizillout-Lieppe<sup>3</sup>, G. Petit<sup>2</sup>, N. Fortin<sup>4</sup>, J-M. Rouaud<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LUNAM Université, IFSTTAR, Département GERS, Laboratoire Eau et Environnement, Route de Bouaye CS4, 44340 Bouguenais Cedex, France (auteurs correspondants : [melissa.delamain@ifsttar.fr](mailto:melissa.delamain@ifsttar.fr) ; [fabrice.rodriguez@ifsttar.fr](mailto:fabrice.rodriguez@ifsttar.fr)). <sup>2</sup> Université de Bretagne Sud, CNRS UMR 6285, Lab-STICC, 8 rue Montaigne, BP 561, 56017 Vannes Cedex, France. <sup>3</sup> Nantes Métropole, Direction du Cycle de l'Eau, 11 Boulevard Carnot, 44923 Nantes Cedex 9, France. <sup>4</sup> LUNAM Université, IFSTTAR, Laboratoire d'Acoustique Environnementale, Route de Bouaye CS4, 44340 Bouguenais Cedex, France.

### **RÉSUMÉ**

Afin de compenser les effets de l'imperméabilisation des sols et pour répondre à la problématique de gestion des eaux pluviales, les collectivités se tournent depuis une vingtaine d'années vers les techniques alternatives. De nombreux ouvrages existent sur les territoires urbains, et si leurs performances hydrologiques sont connues, leur rôle vis-à-vis de la rétention des polluants l'est moins. Dans le cadre du projet Matriochkas, qui s'intéresse aux performances des ouvrages de gestion à la source vis-à-vis de la rétention des polluants, un recensement des bassins de rétention et d'infiltration ainsi que des noues est mené sur l'ensemble de l'agglomération nantaise. Un diagnostic exhaustif des sources de pollution est réalisé sur les ouvrages identifiés dans ce recensement, en utilisant une méthodologie basée sur l'exploitation de données géographiques. Cette méthodologie consiste à déterminer la zone contributive des ouvrages en développant une méthode automatique qui s'appuie sur les réseaux de drainage. La description de ces zones contributives à partir de données géographiques (occupation du sol, activités anthropiques dont le trafic routier, et usages) et de données de la littérature relatives aux émissions de polluants sur les surfaces urbaines, permet d'estimer *a priori* les flux de polluants déversés dans ces ouvrages.

### **ABSTRACT**

To offset the effects of soil sealing and to deal with stormwater management issues, cities have adopted BMPs (Best Management Practices) for twenty years. Many facilities exist on urban areas and have proved to be efficient on a hydrological point of view, but questions remain about pollutants. Under the Matriochkas project, which focuses on performances of stormwater management facilities in terms of retention of pollutants, an inventory on retention and infiltration basins and swales is conducted throughout the Nantes metropole territory. An exhaustive diagnosis of sources of pollutants is carried out on the facilities identified in this inventory, using a methodology based on spatial analysis of geographic data. More specifically, contributive area of facilities is identified by an automatic method based on drainage networks. The description of these contributive areas in terms of geographic data (land use, human activities such as road traffic, and practices), and literature data on emissions of pollutants in urban areas, makes it possible to estimate potential pollutant loads which discharge into these facilities.

### **MOTS CLÉS**

Analyse spatiale, données géographiques, inventaire, source de polluants, techniques alternatives

## 1 INTRODUCTION

Depuis plusieurs décennies, le développement croissant du territoire est à l'origine de l'artificialisation des surfaces. Ce phénomène se traduit par une imperméabilisation des sols qui favorise l'augmentation du ruissellement des eaux pluviales dans les zones urbaines. Les conséquences de cette augmentation ne sont pas négligeables : accroissement des risques d'inondation et pollution des milieux aquatiques (Barbosa et al., 2012 ; Goonetilleke et al., 2005).

Face à ces problématiques, les collectivités s'intéressent depuis quelques dizaines années à des solutions de contrôle à la source pour répondre aux enjeux de gestion des eaux pluviales et compenser les effets de l'imperméabilisation. Ces solutions largement répandues en France et souvent dénommées « techniques alternatives » ont pour objectif central la régulation des flux d'eau pluviale grâce à leurs fonctions de rétention et d'infiltration (aspect quantitatif) (Azzout et al., 1994). Ces techniques peuvent également être considérées pour leur impact sur la rétention des polluants (aspect qualitatif).

Le projet Matriochkas ([www.onema.fr/IMG/pdf/Fiches-MATRIOCHKAS-web.pdf](http://www.onema.fr/IMG/pdf/Fiches-MATRIOCHKAS-web.pdf)) a pour objectif de faire progresser les préconisations particulières permettant d'aller vers une réduction efficace des polluants à différentes échelles. Il vise en particulier à : i) définir des critères et des méthodes d'évaluation des performances des techniques de gestion des eaux pluviales ii) appliquer ces méthodes à l'échelle d'un parc ou d'ouvrages individuels pour établir des orientations pour les constructions futures.

Diverses études ont montré que les eaux pluviales rejetées dans l'environnement (milieux aquatiques) étaient une source importante de micropolluants : métaux traces, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), pesticides (Barbosa et al., 2012 ; Gasperi et al., 2013 ; Lamprea, 2009 ; Zgheib et al., 2012). Aussi, pour faire face à la pollution des milieux récepteurs, la Directive Cadre sur l'Eau (2000) impose le « bon état écologique des milieux aquatiques » d'ici 2015 en limitant les rejets de micropolluants dans l'environnement. Dans ce contexte, l'enjeu de la tâche 1 du projet Matriochkas est de réaliser un diagnostic exhaustif visant à évaluer les flux de polluants susceptibles d'impacter chacun des ouvrages de gestion des eaux pluviales répertoriés dans un inventaire, à l'échelle du territoire de Nantes Métropole. Cette évaluation permettrait de prévenir les risques de pollution et d'établir des recommandations.

Ce papier présente principalement la méthodologie adoptée, basée sur l'exploitation de données géographiques à partir des outils de l'analyse spatiale. Une première partie présente succinctement la zone d'application et l'inventaire sur lequel le diagnostic s'appuie.

## 2 ZONE D'ETUDE

La tâche 1 du projet Matriochkas s'intéresse aux ouvrages classiquement mis en place sur l'agglomération nantaise : bassins de rétention et/ou d'infiltration, noues. Les autres ouvrages alternatifs moins présents ne sont pas considérés. Une mise à jour de l'inventaire de ces ouvrages est réalisée en partenariat avec la Direction du Cycle de l'Eau (DCE) de Nantes Métropole. Elle s'appuie sur un recensement des ouvrages réalisé entre 2007 (Rouaud et Biczysko, 2007) et 2013. La base de données la plus récente, réalisée par la Direction de l'Espace Public (DEP) est encore perfectible (135 ouvrages à vérifier, 127 non géolocalisés, caractéristiques non renseignées), et comprend un nombre total de 440 ouvrages : 225 bassins secs, 65 bassins en eau et 66 noues. Il s'agit donc d'améliorer ces premières investigations et d'obtenir des informations spécifiques à la thématique du projet, en particulier la prise en compte de la pollution des eaux et des sédiments sur ces ouvrages.

## 3 DEFINITION DE LA METHODOLOGIE

### 3.1 Objectifs

Le diagnostic exhaustif à l'échelle du territoire de l'agglomération nantaise consiste à estimer les sources de pollution susceptibles d'impacter chacun des ouvrages identifiés dans le recensement (Figure 1). Il est réalisé à l'aide du Système d'Information Géographique libre OrbisGIS ([www.orbisgis.org](http://www.orbisgis.org)).

La démarche repose sur 2 grandes étapes : (Figure 1)

- *Identification de la zone contributive*

Il s'agit de mettre en place une méthode automatique basée sur la connaissance du réseau de drainage pour délimiter la zone contributive (ZC) de chaque ouvrage. Il convient de préciser que les ouvrages choisis dans cette étude sur l'agglomération nantaise sont d'une taille suffisante pour être alimentés par un réseau de collecte souvent enterré (réseau d'eau pluviale), parfois par des fossés ou par un cours d'eau.

- *Croisement : zone contributive / données géographiques / occupation de sol / pratiques*

Les données géographiques disponibles sur le territoire de Nantes Métropole sont analysées et croisées avec les ZC. De cette manière, il est possible d'estimer *a priori* les flux de polluants associés aux types d'occupation du sol, aux pratiques et usages sur les zones contributives associées.

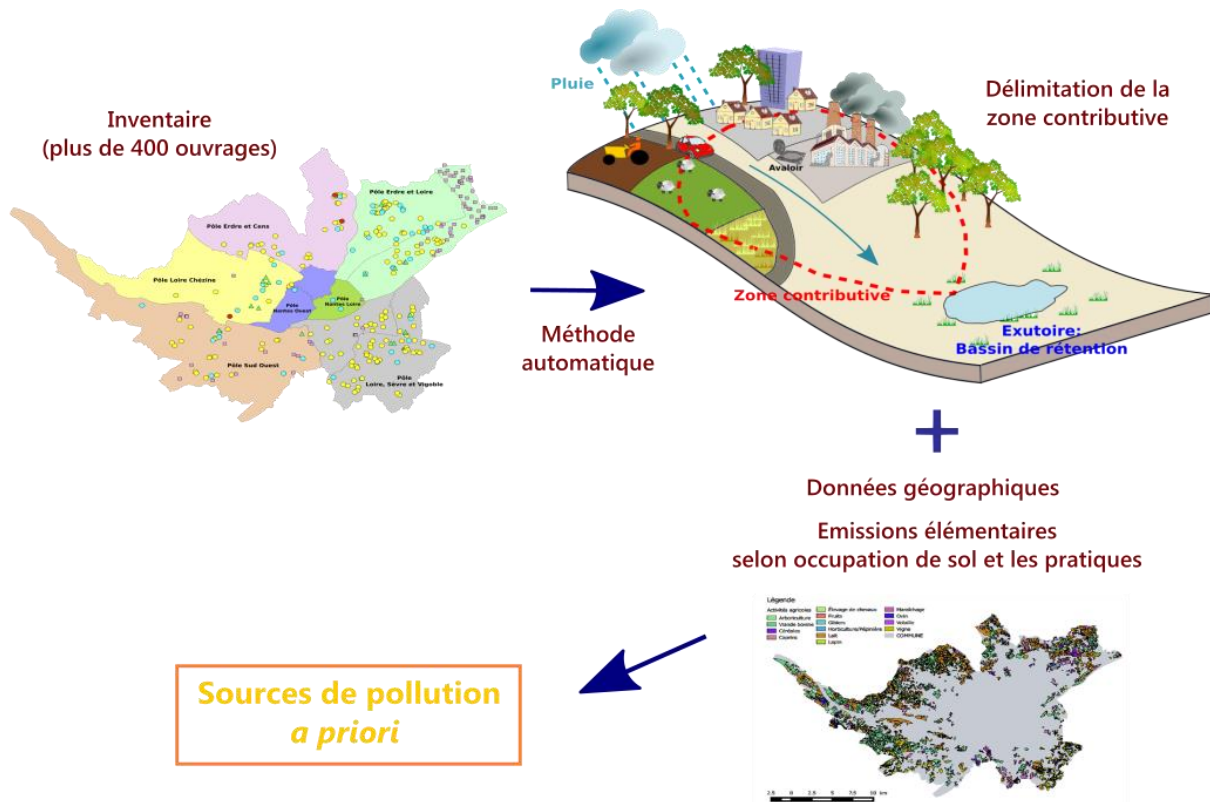


Figure 1: Schéma synthétisant le principe du diagnostic exhaustif appliqué au territoire nantais

### 3.2 Délimitation de la zone contributive – 3 méthodes de discrétisation

La délimitation peut être réalisée selon 3 méthodes de discrétisation des données :

- *Méthode D8 (classique)*

La méthode repose sur l'application de l'algorithme D8 (O'Callaghan et Mark, 1984) à écoulement unidirectionnel sur un maillage régulier, le Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la zone d'étude, pour définir le réseau hydrographique puis la ZC de chaque ouvrage. Cette méthode ne considère pas les perturbations anthropiques puisqu'elle est uniquement basée sur les informations du MNT c'est-à-dire la topographie (Rodriguez et al., 2013). Toutefois, il s'agit d'un moyen efficace et rapide pour tracer la forme générale de la ZC.

- *Méthode Stream Burning (incrustation)*

Cette méthode consiste à « creuser » les mailles de la grille d'un MNT raster à partir des données vectorielles de réseaux d'assainissement ou de routes. Le réseau est ainsi « incrusté » sur la surface du MNT, les valeurs d'élévation sont abaissées pour forcer le passage des écoulements (Gironas et al., 2010 ; Maidment, 1996). La ZC est ensuite déterminée par la méthode D8. Cette méthode de l'incrustation permet de prendre en considération le rôle des tronçons de réseaux connectés à chacun des ouvrages dans l'écoulement des eaux et d'obtenir un réseau hydrographique plus juste pour la

délimitation des ZC.

- *Méthode TIN (réseau de triangles irréguliers)*

Cette méthode consiste à construire un TIN (Triangular Irregular Network) par triangulation à partir de données topographiques et éventuellement d'autres données (routes, obstacles, réseaux...) pour représenter la surface de la zone d'étude. Cette technique permet d'obtenir un relief relativement détaillé du fait d'un maillage irrégulier. La méthode TIN permet une description cohérente des directions d'écoulement à partir d'une représentation précise (Rodriguez et al., 2013).

### 3.3 Délimitation de la zone contributive – méthodologie potentielle

Les méthodes Stream Burning et TIN sont plus précises car elles sont basées sur une prise en compte des discontinuités anthropiques du réseau hydrographique urbain. Néanmoins, leur utilisation nécessite un travail préalable de collecte des informations relatives aux réseaux enterrés ou obstacles à considérer. Une méthodologie potentielle de départ a été définie, elle est susceptible d'évoluer suivant les premiers résultats (Figure 2) :

- *Etape 1 : ébauche des zones contributives*

Dans un premier temps, il s'agit d'employer la méthode D8 (explicitée précédemment) sur le MNT disponible pour déterminer la forme générale de la ZC des ouvrages. De cette manière, il sera possible de définir et de sélectionner les tronçons de réseaux présents dans chaque ZC.

- *Etape 2 : étude de fiabilité des données géographiques et classement des ZC*

Les données géographiques sur les réseaux d'eau pluviale sont parfois mal renseignées se traduisant par des tronçons de réseaux manquants ou des altitudes non indiquées dans la table d'attributs des données vectorielles du réseau. Il s'agit donc de réaliser une étude de fiabilité des réseaux d'eau pluviale de chaque ZC se basant sur la connexion des tronçons de réseaux (indice de « connectivité ») et les attributs (indice « attribut altitude »). Les ZC seront ensuite classées selon la fiabilité de leurs réseaux.

- *Etape 3 : choix d'une méthode de délimitation des ZC*

Selon la fiabilité du réseau d'eau pluviale de chaque ZC, il s'agit de choisir la méthode la plus adaptée pour obtenir la délimitation la plus appropriée des ZC : dans le cas où la fiabilité est bonne (par exemple à partir d'un seuil de 75 %), utilisation de la méthode du Stream Burning ou de la méthode TIN ; dans le cas contraire, méthode D8, et il est possible que la méthodologie n'aboutisse pas à un résultat satisfaisant en raison de la qualité des données.

Toute cette méthodologie est d'abord appliquée sur un échantillon d'ouvrages pour tester la faisabilité. Elle s'appuie sur un MNT raster d'une résolution de 20 m en x,y et des données vectorielles du réseau d'eau pluviale et des avaloirs de la zone d'étude.

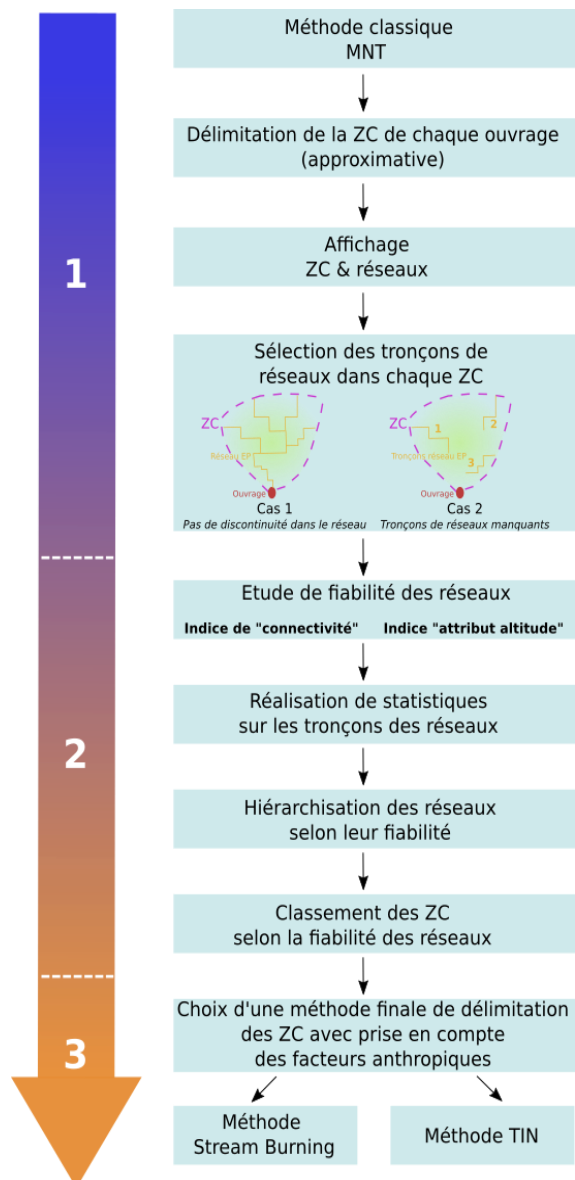


Figure 2: Méthode de délimitation de la zone contributive de chaque ouvrage.



### 3.4 Estimation des sources de pollution

Après l'élaboration de la méthode automatique, des sources de pollution *a priori* pourront être estimées grâce à l'analyse et l'exploitation des données géographiques disponibles : occupation du sol, pédologie, banque de données du sous-sol, activités agricoles, trafic et réseaux routiers, Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, anciens sites industriels, et sites et sols pollués. Tous ces éléments sont indispensables pour établir la typologie des contaminants potentiels sur chaque ZC.

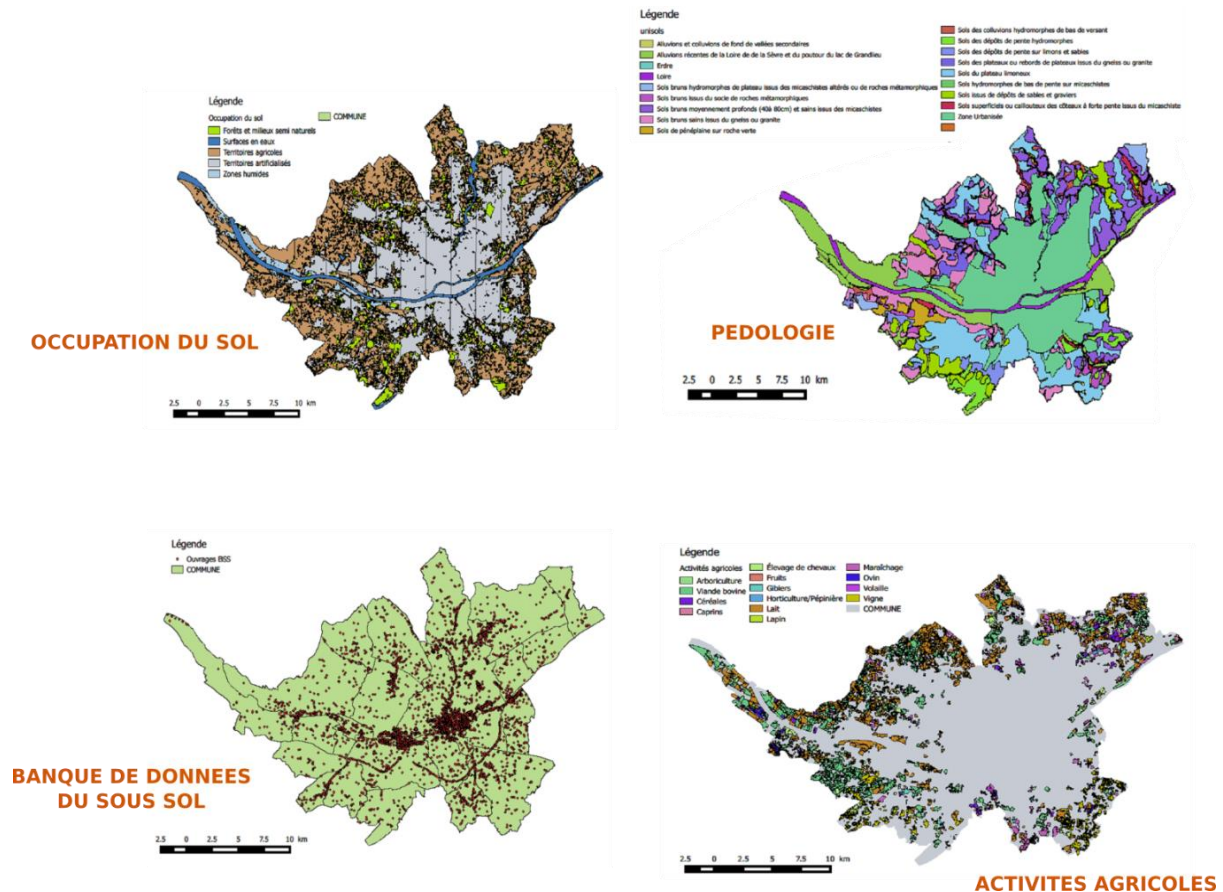


Figure 3: Exemple de données géographiques disponibles sur les sols et leur occupation (Sources : data.nantes.fr, infoterre.brgm.fr, Nantes Métropole)

Des hypothèses portant sur les émissions types des surfaces urbaines seront également adoptées, en se basant sur des résultats issus de travaux antérieurs (Lamprea, 2009 ; Robert-Sainte, 2009 ; Schwager, 2014 ; Sellami, 2014). L'équation suivante pourra alors être utilisée pour évaluer les charges annuelles d'émission d'un polluant (Sellami, 2014) :

$$F = \sum f_i \cdot S_i$$

F : flux annuel d'émission d'un contaminant.  
i : type de surface.

$f_i$  : flux unitaire d'un polluant pour un type de surface urbaine en  $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$  (dédit de la littérature)

$S_i$  : aire du type de surface urbaine concerné en  $\text{m}^2$ .

## 4 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Face aux enjeux actuels, de la gestion des eaux pluviales et de protection des ressources, le développement de cette méthode d'analyse spatiale, basée sur l'estimation des sources de polluants susceptibles d'impacter les bassins de rétention/infiltration et les noues du territoire nantais, représente une perspective innovante.

Cette méthode est en cours d'élaboration, et sera mise en œuvre sur l'ensemble des ouvrages recensés, après une vérification sur un échantillon. L'application de cette méthode permettra de disposer d'un outil automatique d'estimation des polluants collectés par ces ouvrages. De cette manière, les décideurs locaux auraient en main un outil de prévention et seraient plus à même de faire face aux devenir des eaux et des sédiments éventuellement pollués présents dans ces ouvrages. Sa mise en place vise à établir des préconisations vis-à-vis de la gestion de la pollution des eaux pluviales et des orientations pour les réalisations futures, en lien avec les autres travaux du projet Matriochkas.

Il est ensuite prévu d'appliquer cette méthode sur le territoire d'Eurométropole Strasbourg, pour vérifier sa capacité de transposition à d'autres contextes urbains.

## BIBLIOGRAPHIE

- Azzout, Y., Barraud, S., Cres, F. N., and Alfakih, E. (1994). Techniques alternatives en assainissement pluvial: choix, conception, réalisation et entretien. Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- Barbosa, A.E., Fernandes, J.N., and David, L.M. (2012). Key issues for sustainable urban stormwater management. *Water Research* 46, 6787-6798.
- 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., Moilleron, R., Chebbo, G., Cren, C., Millet, M., Barraud, S., and Gromaire, M.C. (2013). Micropollutants in urban stormwater : occurrence, concentrations and atmospheric contributions for a wide range of contaminants in three French catchments. *Environmental Science Pollution Research*, Volume 21, Issue 8, 5267-5281.
- Gironas, J., Niemann, J.D., Roesner, L.A., Rodriguez, F., and Andrieu, H. (2010). Evaluation of methods for representing urban terrain in stormwater modeling. *Journal of Hydrology Engineering (ASCE)* 15 (1), 152-158.
- Goonetilleke, A., Thomas, E., Ginn, S., and Gilbert, D. (2005). Understanding the role of land use in urban stormwater quality management. *Journal of Environmental Management* 74, 31-42.
- Lamprea, D.K. (2009). Caractérisation et origine des métaux traces, hydrocarbures aromatiques polycycliques et pesticides transportés par les retombées atmosphériques et les eaux de ruissellement dans les bassins versants séparatifs péri-urbains. Thèse de doctorat, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Nantes.
- Maidment, D.R. (1996). GIS and Hydrologic Modeling – An assessment of Progress. Proceedings of the Third International Conference on Integrating GIS and Environmental Modelling.
- O'Callaghan, J. F., and Mark, D.M (1984). The extraction of drainage networks from digital elevation data, *Computes. Vision Graphics Image Process.*, 28, 328–344.
- Robert-Sainte P. (2009). Contribution des matériaux de couverture à la contamination métallique des eaux de ruissellement. Thèse de doctorat, Université Paris-Est.
- Rodriguez, F., Bocher, E., and Chancibault, K. (2013). Terrain representation impact on periurban catchment morphological properties. *Journal of Hydrology* 485, 54-67.
- Rouaud, J-M. and Biczysko, A. (2007). Inventaire des techniques alternatives en assainissement pluvial sur le territoire de Nantes Métropole. Rapport LCPC. Convention de recherches actions Nantes Métropole.
- Schwager-Guilloux, J. (2014). Les toitures végétalisées, puits et sources d'éléments en traces métalliques. Thèse de doctorat, Université de Lorraine.
- Sellami-Kaaniche, E. (2014). Conception pluridisciplinaire d'une méthode générale d'évaluation des flux de contaminants issus des ruissellement des matériaux de toitures à l'échelle urbaine. *Développement et illustration à partir du cas du zinc à Créteil*. Thèse de doctorat, Université Paris-Est.
- Zgheib, S., Moilleron, R., and Chebbo, G. (2012). Priority pollutants in urban stormwater. Part 1 – Case of separate storm sewers. *Water research* 46, 6683-6692.