

Intérêt de la pluralité scientifique pour identifier les sources et mieux caractériser les sédiments des bassins de retenue - Exemple du projet ANR Cabrres

Interdisciplinary approach to better characterize sediments in dry detention basins - the French Cabrres programme

Gislain Lipeme Kouyi¹, Romain Marti², Jean-Yves Toussaint³, Yves Perrodin⁴, Jean-Baptiste Aubin^{1,5}, Céline Becouze-Lareure¹, Laure Wiest⁶, Sylvie Barraud¹, Sophie Vareilles³, Audrey Gleizal², Carolina Gonzales-Merchan¹, Benoit Cournoyer²

¹ Université de Lyon, INSA Lyon, Laboratoire DEEP, Bât Coulomb, 34 avenue des Arts, 69 621 Villeurbanne cedex, France.

² Ecologie Microbienne, UMR5557 CNRS, VetAgro Sup et Université Lyon 1, 69280 Marcy L'Etoile

³ EVS, UMR 5600, France ; ⁴ : ENTPE, LENHA, Vaulx-en-Velin, France ;

⁵ Centre de Mathématique, INSA Lyon, Villeurbanne, France ;

⁶ ISA, TRACES Team, 5 rue de la Doua, 69 100 Villeurbanne, France

RÉSUMÉ

Une approche interdisciplinaire a été développée dans le but de suivre la qualité des sédiments dans un bassin de retenue-décantation. Ce suivi est mené dans le cadre du projet ANR CABRRES (caractérisation microbio-physicochimique, spatio-temporelle, écotoxicologique des sédiments des bassins de retenue – évaluation des risques environnementaux et sanitaires associés). Les disciplines et compétences mobilisées dans cette étude sont celles de l'hydrologie urbaine au sens large et regroupent: les sciences de l'homme et de la société ou sciences humaines et sociales-SHS, la mécanique des fluides, la métrologie, la microbiologie, la chimie analytique, l'écotoxicologie et les statistiques. L'interaction entre ces disciplines/compétences a permis d'établir les relations entre activités socio-économiques sur un bassin versant urbain et la contamination microbiologique des eaux pluviales. Cette interaction permettra à court terme d'expliquer l'atténuation du degré d'écotoxicité des sédiments maturés et la relation entre cette écotoxicité, les caractéristiques physico-chimiques et l'accumulation de certaines espèces bactériennes pouvant représenter une préoccupation sanitaire. Ces résultats seront utiles aux gestionnaires pour orienter le choix ou impulser le développement de filières de traitement et de valorisation de ces sédiments.

ABSTRACT

An interdisciplinary approach has been developed in order to better characterize sediments in a dry detention basin. Investigations are done in the framework of the French Cabrres program (funded by the French national Research Agency). Scientific fields enhanced in the project are based on skills and tools of urban hydrology, including: social and human sciences, fluid mechanics, metrology, microbiology, chemistry, ecotoxicology and statistics. The linkage between all these scientific disciplines brings new insights regarding for instance the relationship between social and economic activities and the microbiological contamination of storm water in studied urban catchment. Further investigations are in progress and will enhance results related to ecotoxicity and bacteria species in sediments, dealing also with health concerns for the technician staff. Cabrres results will help practitioners to better chose or develop technologies for sediments treatment.

KEYWORDS

Contaminants, Correlations, Interdisciplinarity, Sediments, Social activity

1 INTRODUCTION

Les bassins de retenue-décantation dits secs (par opposition aux bassins en eau) sont des écosystèmes à part entière avec un habitat faunique très riche et un risque très élevé de contamination des milieux aquatiques superficiels ou souterrains vers lesquels les eaux transitant par ces systèmes sont évacuées dans le milieu récepteur. Ces ouvrages nécessitent un entretien et une gestion particulière, en raison des risques d'exposition des personnels techniques aux contaminants des sédiments présents, lors d'opérations diverses (curage). Il est donc indispensable de caractériser finement les contaminants chimiques et microbiologiques présents dans le dépôt, d'inférer les dangers sanitaires qu'ils représentent, et d'évaluer leur incidence sur la qualité écologique des milieux récepteurs. L'une des faiblesses de ces systèmes est la remise en suspension des sédiments lors d'événements pluvieux. Ceci renforce l'exposition de l'habitat faunique aux contaminants fixés sur les sédiments et engendre d'autres transformations et associations entre agents chimiques/microbiologiques et les particules remobilisées. Pour répondre à ces nombreuses problématiques engendrées par ces ouvrages, un projet interdisciplinaire, projet ANR CABRRES est mené. Il a pour objectif principal de cerner les processus responsables de ces associations, en examinant également les sources des contaminants grâce à une étude sociotechnique sur les pratiques urbaines et en confirmant expérimentalement les conclusions/déductions des enquêtes.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 Présentation du site d'étude

Le site d'étude est le bassin de retenue/décantation Django Reinhardt recueillant les eaux drainées sur un bassin versant industriel de 185 ha imperméabilisé à 75 % (voir figure 1). Ce bassin a une superficie au sol de 1 ha et un volume maximal de 32000 m³. C'est un ouvrage à ciel ouvert et qui doit être sec entre deux événements pluvieux. Il s'agit d'un site expérimental de l'OTHU (Observatoire de terrain en hydrologie urbaine – www.oothu.org) suivi depuis 1999. Les paramètres suivants sont mesurés en continu en entrée, en sortie et au sein du bassin au pas de temps de 2 minutes et archivés depuis 2004 : débit (grâce au couple hauteur/vitesse), turbidité, température, conductivité, pH, hauteurs d'eau dans le bassin. Plusieurs analyses microbiologiques, écotoxicologiques et physico-chimiques sont également réalisées à partir d'échantillons d'eaux pluviales (prélevées à l'entrée et à la sortie) et de sédiments (recueillis dans les pièges en temps de pluie ou prélevés en temps sec). La figure 1 montre le bassin de retenue-décantation après un événement pluvial.

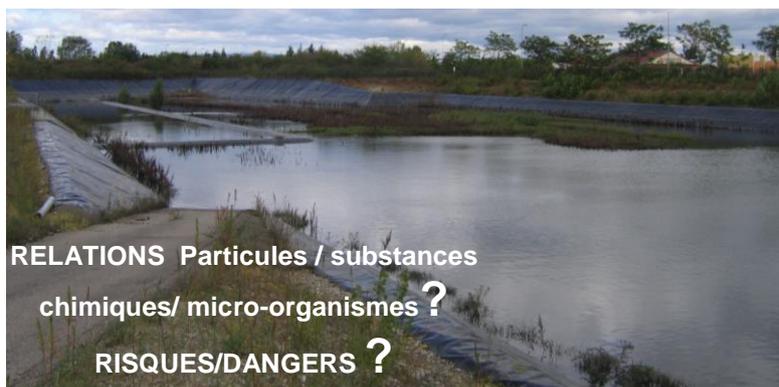


Figure 1 : Bassin de retenue-décantation Django Reinhardt – Chassieu (Est Lyon)

2.2 Présentation de la démarche scientifique

Notre approche interdisciplinaire (voir figure 2) vise à appréhender les processus responsables des associations au sein des bassins de retenue-décantation entre les polluants particulaires et les micro-organismes véhiculés en temps de pluie, ainsi que les risques écotoxicologiques et sanitaires associés aux zones de dépôt.

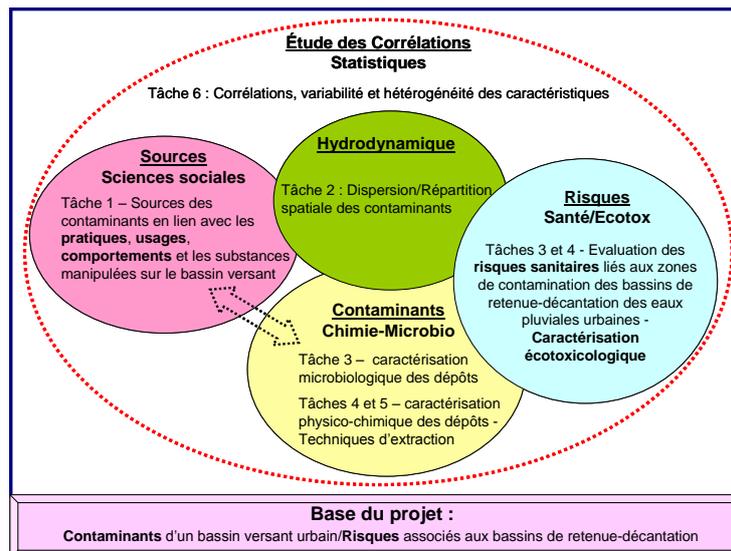


Figure 2 : Articulation entre les tâches et disciplines associées (Lipeme Kouyi *et al.*, 2014)

Une telle approche est originale car elle permet à terme de comprendre les mécanismes clés à la base de la transformation des sédiments au sein des bassins. Il s'agit dans un premier temps d'analyser le comportement d'un même objet à partir de méthodes spécifiques (propres à chaque discipline), puis d'adapter les méthodes et/ou les résultats obtenus pour faciliter l'échange de données avec les autres acteurs du projet. En effet, l'échange entre acteurs agissant dans différents domaines scientifiques et techniques (interaction entre plusieurs disciplines et compétences) est souvent privilégié lorsqu'il s'agit de développer des outils d'aide à la décision (e.g. Klapperich, 2002 ; Arnold and Fohrer, 2005). La difficulté principale est de faire la distinction entre une juxtaposition de disciplines/compétences et une véritable interaction entre elles pour mettre en place une démarche intégrée. Dans notre cas, le travail interdisciplinaire a lieu au sein de deux groupes de travail spécifiques à travers lesquels la mise en relation des données produites est faite au moyen d'outils statistiques (matrices de corrélations, Analyse en composante principale). Le premier groupe de travail mobilise les disciplines sciences sociales, microbiologie et statistiques (figure 3) et le deuxième groupe fait appel à l'hydrologie urbaine (données climatiques : pluie, températures), la microbiologie, la mécanique des fluides (transport particulaire – identification des zones préférentielles de dépôt, turbulence, contrainte de cisaillement), la chimie analytique (teneurs en substances prioritaires de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau – DCE) et les statistiques. Une partie des résultats obtenus dans le deuxième groupe alimente directement les travaux d'une thèse de doctorat en lien avec le projet CABRES.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

La mise en œuvre des méthodologies propres à chaque discipline est indispensable pour améliorer les connaissances. En effet, plusieurs résultats probants ont été obtenus, comme par exemple le développement de méthodes analytiques innovantes pour mesurer les teneurs en PBDE, bisphénol A et Alkylphénol dans les sédiments décantés lors d'événements pluvieux successifs (Becouze-Lareure *et al.*, 2016). Cependant, l'interaction entre disciplines/compétences de l'hydrologie urbaine permet d'aller au-delà des frontières de chaque champ disciplinaire dans le but d'apporter une vision globale utile à la prise de décision ou à l'orientation des politiques publiques dans le domaine de la gestion des eaux pluviales (Chocat *et al.*, 2001 ; Fletcher *et al.*, 2013) et des déchets associés (sédiments). Les exemples suivants illustrent les apports obtenus grâce à cette interaction : 1) SHS & Microbiologie : connaissance des sources des contaminants grâce à l'étude des relations entre cours d'activités (enchaînement d'activités) socio-économiques et la contamination microbiologique des eaux pluviales (figure 3); 2) métrologie & microbiologie & statistiques : identification d'espèces pathogènes fixées sur les sédiments des eaux pluviales et évaluation des dangers sanitaires ; 3) métrologie & écotoxicologie : validation du test ostracode pour évaluer l'écotoxicité des sédiments des eaux pluviales. Les travaux en cours vont déboucher à court terme sur la compréhension de l'atténuation du degré d'écotoxicité des sédiments maturés ou bien sur la relation entre les caractéristiques physico-chimiques et la multiplication de certaines espèces pathogènes dans les

bassins de retenue (rôle des grandeurs hydrodynamiques sur la remise en suspension, l'érosion, etc.). Ces résultats seront utiles aux gestionnaires pour orienter le choix ou favoriser le développement de filières de traitement et de valorisation de ces sédiments.

Pôle Nord - Ouest



Figure 3 : Distribution des *Pseudomonas aeruginosa* (zone entourée en noir) et sites fortement contaminés en *Escherichia coli* (zones bleues) au niveau du bassin versant industriel du projet. Cette analyse suggère une répartition différenciée des *P. aeruginosa* en fonction des zones d'activités.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ANR Agence Nationale de la recherche programme CESA012, l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine (OTHU - www.othu.org/ - SFR 4161), la Métropole de Lyon, l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée Corse, et la Région Rhône Alpes pour leur soutien tant scientifique que financier et également le labex IMU -Intelligence des Mondes Urbains.

REFERENCES

- Arnold, J.G, Fohrer, N. (2005). *SWAT2000: current capabilities and research opportunities in applied watershed modelling*. Hydrological processes, 19(3), Special Issue, 563-572.
- Becouze-Lareure C., Wiest L., Barraud S., Lipeme Kouyi G. (2016) *Accumulated sediments in a retention/detention basin: What about the contamination in terms of emerging pollutants*. Submitted in NOVATECH 2016
- Chocat B., Krebs P., Marsalek J., Rauch W., and Schilling W. (2001). Urban drainage redefined: from stormwater removal to integrated management. *Water Science and Technology*, 43(5), 61–68.
- Fletcher T., Andrieu H., Hamel P. (2013). Understanding, Management and modeling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: a state of the art. *Advances in Water Resources*, 51, 261-279
- Klapperich, H.(2002). *Interdisciplinary approach for Brownfields*. In: *Brownfields Sites: Assessment, Rehabilitation and Development*, Brebbia, CA; Almorza, D; Klapperich, H (Ed.), 1st International Conference on Brownfields Sites: Assessment, Rehabilitation and Development, Cadiz, Spain, 2-4 September 2002, 1-13.
- Lipeme Kouyi G., Cren-Olivé C., Cournoyer B. (2014). *Chemical, microbiological, spatial characteristics and impacts of contaminants from urban catchments: CABRRES project*. *Environmental Science and Pollution Research*, Editorial text, Special Issue, 21(8), 5347-5356