

Rapport final (entre 5-10 pages)

Acronyme	PRATIC		
Titre du projet	Pratiques sociales, objets techniques et contaminants chimiques et microbiologiques. Analyse sociotechnique des processus de contamination des bassins de rétention et d'infiltration dans l'agglomération lyonnaise		
Coordinateur scientifique	Nom	Prénom	Fonction
	Vareilles	Sophie	MCF
	Laboratoire	Téléphone	Mail
	EVS	04.72.43.82.61	sophie.vareilles@insa-lyon.fr
Liste Partenaires	N°	Laboratoire / Equipe	Correspondant scientifique
Partenaires académiques	1	EVS	Sophie Vareilles
	2	LEM	Benoit Cournoyer
	3	LGCIE-DEEP-OTHU	Sylvie Barraud
	4	LEHNA	Yves Perrodin
Partenaires praticiens	5	Grand Lyon, Direction de l'Eau	Laurence Campan

I. Rappel des objectifs de la période concernée

Le projet PRATIC porte sur les rapports entre activités sociales et contamination des environnements urbains à travers le cas des bassins de rétention et d'infiltration en assainissement urbain. Il s'appuie en particulier sur deux hypothèses.

- Toute activité sociale (circuler, travailler, commercer, etc.) serait instrumentée, c'est-à-dire qu'elle mobiliserait des objets et dispositifs techniques comme instruments dans l'action.
- La contamination des ouvrages d'assainissement serait liée aux activités sociales ainsi qu'aux objets et dispositifs techniques mobilisés dans ces activités (outils, machines, produits, etc.).

Dans cette perspective, les objectifs du projet sont de

- rendre compte des processus sociaux de contamination des bassins de rétention et d'infiltration à partir d'une enquête sur les pratiques sociales présentes sur le bassin versant ;
- identifier des contaminants *a priori* susceptibles d'être présents dans les bassins de rétention et d'infiltration selon la configuration du bassin versant associé à l'ouvrage ;
- mieux comprendre les modalités par lesquelles les objets et dispositifs techniques sont mobilisés dans l'activité sociale ;
- innover en matière de méthodologie d'observation et d'analyse des activités sociales à partir d'une approche sociotechnique, impliquant l'observation directe des activités sociales et des traces laissées par ces activités dans l'environnement.

II. **Avancées scientifiques**

Pour un rapport plus complet des enquêtes et des résultats produits, cf. documents joints (vol. 1 et vol. 2).

Afin de répondre à ces objectifs, le projet PRATIC s'appuie sur trois enquêtes : la première porte sur les activités sociales, la deuxième sur les contaminants microbiologiques et la troisième sur les contaminants chimiques et d'écotoxicité. Les protocoles d'enquêtes ont évolué suite aux enquêtes exploratoires. L'analyse des données a surtout concerné les données sur les activités sociales et les contaminants microbiologiques.

A. **Le protocole d'enquête**

Initialement, le protocole d'enquête devait s'appliquer sur plusieurs bassins d'infiltration et de rétention de l'agglomération lyonnaise. Pour chacun de ces ouvrages, les dispositifs d'enquête étaient assez limités : il s'agissait, pour l'enquête sur les activités sociales, essentiellement d'observations directes, pour l'enquête sur les polluants, de l'analyse des sédiments déposés dans les ouvrages d'assainissement. Finalement, l'enquête s'est focalisée sur l'ouvrage Django Reinhard et son bassin versant à Chassieu. Les observations directes ont été complétées par la constitution d'un Système d'Information Géographique (SIG) regroupant des données statistiques sur le bassin versant (données sur les entreprises et la circulation routière). Des analyses microbiologiques ont été réalisées sur les eaux de ruissellement au niveau de certains avaloirs du bassin versant.

Les observations directes réalisées sont de deux types : des observations ponctuelles et des observations « flottantes ». Les observations ponctuelles visent à établir, à partir d'un recensement des objets et des dispositifs présents et mobilisables dans les activités sociales, un inventaire des activités susceptibles d'être effectuées sur le bassin versant. Elles se focalisent sur des points situés sur le réseau d'eaux pluviales. Le choix de ces points dépend de l'implantation du réseau et des avaloirs ainsi que de leur distance au bassin de rétention Django Reinhard. Afin de couvrir de manière à peu près égale l'ensemble du bassin versant, celui-ci a été découpé en six zones, dans chacune desquelles trois points ont été choisis : le premier sur l'avaloir le plus proche du bassin de rétention, le deuxième sur l'avaloir le plus éloigné du bassin de rétention et le troisième à une distance intermédiaire. Ainsi sont définis 18 points d'observation. Pour chacun de ces points, il s'agit de relever les objets et les dispositifs techniques présents, leur état et les autres traces laissées par les activités (par exemple tâches de peinture, restes d'huile). Les observations « flottantes » portent sur l'ensemble du bassin versant. Elles permettent de relever les activités sur les espaces urbains en interaction avec les eaux pluviales (espaces publics urbains, cours, parkings), les publics concernés et les objets et dispositifs mobilisés dans ces activités. Ces observations impliquent des temps de présence prolongée (plusieurs heures) et à différents moments de la journée et de la semaine (jour, soirée, nuit, jours ouvrables, week-end). Elles consistent principalement en des déambulations dans les espaces publics urbains. Elles ont également porté sur les lieux de restauration de la zone (notamment les restaurants).

Ces observations ont été complétées par des entretiens auprès d'acteurs engagés dans la gestion du bassin versant et l'analyse de données statistiques. Les entretiens ont pour but de recueillir des informations factuelles sur la configuration, le fonctionnement et la gestion de la zone. Ces informations intéressent l'organisation des entreprises, la gestion et la maintenance des espaces publics urbains et des dispositifs de gestion des eaux pluviales. Les données statistiques analysées sont produites par des institutions et des organisations publiques et privées sur les activités actuelles et passées du bassin versant : activités industrielles et tertiaires présentes, circulation routière, stationnement sur voiries et trottoirs, pollutions des sols. Une partie de ces données ont fait l'objet d'un traitement via un Système d'Information Géographique (SIG). Ce système permet de situer ces données sur le bassin versant et d'esquisser une cartographie des activités sociales présentes, à la

fois dans les espaces extérieurs (privés et publics) et dans les espaces intérieurs (activités des industries et des établissements tertiaires).

L'enquête sur les contaminants microbiologiques comprend deux campagnes. Une première campagne est menée sur les 18 points d'observation précédents. Des prélèvements sont effectués par temps de pluie le 27 février 2014 (entre 10 heures et 11 heures) pour 15 points : ils consistent à prélever directement l'eau vers les caniveaux où les eaux pluviales ruissellent. Des analyses préliminaires des *E. Coli* sont réalisées et indiquent une concentration élevée pour trois points du bassin versant.

Suite à cette première campagne, de nouveaux prélèvements sont mis en œuvre le 16 octobre 2014. Aux 18 premiers points sont ajoutés cinq points afin de couvrir une plus grande surface du bassin versant. Dans un premier temps, la stratégie d'échantillonnage a consisté à suivre la même procédure que celle employée en février 2014. Cependant, l'eau circulant vers les avaloirs, la stratégie a évolué et les zones autour des avaloirs ont été privilégiées dans cette seconde étude. Ces prélèvements ont concerné les premiers ruissellements qui « lavent » les surfaces imperméables. Afin de prélever confortablement les échantillons d'eau au niveau des caniveaux, une pompe manuelle et jetable a été utilisée par échantillon. L'eau est directement pompée dans un flacon d'un litre stérile. L'heure de prélèvement et la température de l'eau sont relevées à l'aide d'une sonde multiLab. Dans la mesure où la pluie a diminué d'intensité 30 minutes après le début des prélèvements et que le ruissellement n'était pas toujours suffisant pour pomper correctement, un sac rempli d'eau a été installé dans le caniveau pour obstruer le passage du flux : ce dispositif a permis d'augmenter sensiblement le niveau d'eau de pluie au point de prélèvement.

Les mesures réalisées sur les échantillons portent sur :

- des paramètres physico-chimiques : pH, turbidité et conductivité ;
- des paramètres microbiologiques : indicateurs fécaux, bactéries hétérotrophes, *Pseudomonas aeruginosa* ;
- des paramètres moléculaires.

Les résultats obtenus ont fait l'objet de traitements et d'analyses statistiques (méthodes ACP et ANOVA).

B. Les résultats

Les résultats du projet concernent en particulier les activités sociales et les contaminants microbiologiques. Ils permettent également de revenir sur l'analyse des données recueillies.

1. Les activités sociales du bassin versant

L'enquête a porté sur les activités sociales présentes sur le bassin versant et susceptibles d'être en interaction avec les eaux pluviales se déversant dans l'ouvrage Django Reinhardt. Ces activités impliquent les espaces extérieurs de la zone : espaces publics (voiries, trottoirs, délaissés, espaces verts) ; espaces privés (cours, parkings, terrasses, jardins). Elles sont liées en grande partie aux activités des entreprises. Parmi les activités identifiées, l'activité la plus fréquente relève de la circulation routière (déplacement et stationnement) et concerne les voitures, les poids lourds, la voirie et les trottoirs. Cette circulation routière résulte de l'approvisionnement des entreprises, des activités marchandes de la zone, des déplacements des personnels, des clients et de personnes de passage. Par exemple, les chauffeurs de poids lourds peuvent s'arrêter sur la zone pour y passer la nuit. Cette activité implique des déchets de la part des chauffeurs entreposés sur les trottoirs (sacs contenant des restes de nourriture, bouteilles d'urine). Les chauffeurs peuvent également uriner ou déféquer dans les buissons à proximité de leur véhicule. L'autre activité importante identifiée implique les marchandises produites ou entreposées sur le site : charger, décharger et stocker des marchandises ; exposer des marchandises pour les vendre ou les louer (engins de chantier, voitures). Cette activité mobilise, outre les marchandises manipulées (moteurs, menuiserie, papiers, cartons, peinture,

véhicules, etc.), des appareils de levage et de transports (véhicules, transpalettes), les trottoirs et les cours des entreprises. La zone comprend également quelques habitations (villas et immeuble) avec des jardins. Ceux-ci peuvent accueillir une basse-cour (poules, lapins).

L'ensemble des activités sociales recensées implique la mobilisation d'objets et dispositifs techniques, spatiaux et urbains. Une partie de ces objets constituent les environnements urbains, notamment les infrastructures (bâtiments, voiries, réseaux divers) et le mobilier urbain. Ils sont en partage entre les urbains et peuvent être mobilisés, simultanément ou successivement, par des individus engagés dans des activités ou des situations d'action différentes. Leur présence est relativement pérenne. Une autre partie des objets mobilisés dans les activités identifiées relèvent de la consommation : cigarettes, marchandises diverses, cartons, papiers, etc. A ce titre, ils ont vocation à être consommés, détériorés détruits ou consommés. Ces transformations affectent pour une part les espaces extérieurs : ces objets y apparaissant alors sous la forme de rebuts ou de déchets.

2. Les contaminants microbiologiques relevés

Les analyses des eaux pluviales montrent la présence de concentrations élevées en indicateurs fécaux. L'OMS a établi la limite de 40 entérocoques/100 mL comme concentration minimale pour écarter tout risque d'infection. Nous observons ici des concentrations qui sont au minimum de 1 000 NPP d'entérocoques/100 mL, soit 25 fois la limite. Les concentrations en *E. coli* sont également très élevées. Cependant les quantités d'eau de ruissellement ont affecté l'échantillonnage. Or, dans un souci d'éviter ce biais, nous avons normalisé les valeurs obtenues en microbiologie en fonction de la concentration d'ADN extrait dont la valeur a été ajustée à 20 ng/μL. De plus l'ACP et l'ANOVA ont bien montré que la présence ou l'absence de pluie n'avait pas eu d'impact sur les données obtenues en microbiologie (en appliquant cette normalisation).

Les analyses moléculaires ont permis de mettre en évidence la présence de gènes d'intégrase. Ces gènes codent des enzymes nécessaires pour la mobilité d'éléments génétiques appelés intégrons. Ces intégrons peuvent porter un ou plusieurs Gènes de Résistance aux Antibiotiques (GRA). Ils constituent donc des supports de la mobilité de ces GRA. Par exemple, *int1* est souvent associé au gène de résistance aux sulfonamides *sul1*. *int2* serait plus souvent associé au GRA *aad(A)* qui code pour la résistance contre les aminoglycosides. Par ailleurs, les intégrons portant *int1* ou *int2* peuvent également posséder des gènes codant des β-lactamases. Concernant *int3*, peu de choses sont connues en l'état actuel des connaissances. Les gènes d'intégrase n'ont pas été détectés à la même fréquence. Ainsi, l'intégrase de classe 1 a été le moins détecté en termes de fréquence, le suivant étant la classe 2 puis la classe 3 qui a été la plus fréquemment détectée. Ce résultat est plutôt surprenant dans la mesure où la classe 1 est la plus souvent détectée dans l'environnement. Le site de Chassieu constituerait une exception quant à la prévalence des 3 classes d'intégrases. Cette analyse moléculaire a permis également de mettre en évidence quatre « points chauds » d'intégrase, où les 3 classes étaient détectées. Pour trois points, la présence de ces 3 classes serait liée à la proximité directe du centre de tri de Veolia (point 1), à la proximité d'une décharge sauvage (point 2) et à l'entrée du bassin de rétention (point 3) – le quatrième point reste à expliquer.

L'analyse microbiologique montre ainsi que la pollution fécale est présente sur tout le bassin versant industriel de Chassieu ; pour l'instant, les analyses ne permettent pas d'établir l'origine de cette pollution (origine humaine, voire canine). Nous avons également pu mettre en évidence cinq secteurs qui présentent des spécificités en termes de concentration en bactéries ou de concentrations de gènes d'intégrase.

3. Retour sur l'analyse des données

En l'état, il reste à confronter les résultats sur les données microbiologiques et les activités sociales afin de déterminer l'origine des pollutions microbiologiques et de reconstituer les processus sociotechniques de contamination à l'œuvre sur le bassin versant. A l'issue des enquêtes, l'origine

des pollutions apparaît plurielle et les données recueillies sur les activités sociales plus qualitatives que quantitatives : si elles permettent d'établir la réalisation d'activités et la mobilisation d'objets et de dispositifs dans ces activités, elles ne permettent pas d'en évaluer l'intensité (ou de manière imprécise). De fait, la confrontation entre les données se révèle difficile (l'ampleur de ces difficultés n'avait pas été anticipée lors de l'élaboration du projet).

Des premières discussions ont eu lieu au sein du consortium sur des croisements statistiques ou qualitatifs, impliquant des indicateurs de présence/absence. Deux analyses sont envisagées et mobilisent des outils différents.

- L'analyse statistique impliquerait l'usage de tests statistiques. Elle pourrait s'appuyer sur des tableaux récapitulatifs de l'absence ou de la présence d'activités, d'objets et dispositifs par point d'observation et d'échantillonnage commun aux enquêtes sur les activités sociales et la contamination microbiologique. Parmi les tests envisagés, un test « présence/absence » pourrait être appliqué à partir des secteurs établis par l'analyse microbiologique. Il s'agirait de tester pour chacun de ces secteurs, l'effet de la présence ou l'absence des activités relevées et ainsi de déterminer le poids de ces activités dans la constitution des groupes.
- L'analyse qualitative s'appuierait sur une synthèse des activités et des objets présents par point d'observation. Il s'agirait, par une confrontation « manuelle » de ces synthèses, de faire ressortir des convergences et des divergences selon les échantillons analysés par la microbiologie.

III. Interactions entre les disciplines impliquées et la valeur ajoutée par cette pluridisciplinarité

Au sein du consortium, les relations ont été les plus fortes entre les chercheurs en urbanisme, sociologie et microbiologie. Le recrutement d'un post-doctorant (en microbiologie) au LEM (Romain Marti) a permis une collaboration plus étroite avec le post-doctorant (urbanisme, sociologie) recruté au titre du projet (Jérôme Michalon). Ainsi, les dispositifs d'enquête (observations d'activités/analyse d'eaux pluviales) s'appliquent aux mêmes points du bassin versant. Jérôme Michalon a également participé à la première campagne de prélèvement sur les contaminants microbiologiques (février 2014).

Le bassin Django Reinhardt a déjà été enquêté, notamment dans le cadre de l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine (OTHU). Jusqu'à présent, les enquêtes étaient limitées à l'ouvrage d'assainissement et consistaient pour l'essentiel en l'analyse des eaux pluviales et l'étude du dépôt des sédiments. L'approche pluridisciplinaire portée par ce projet a conduit l'ensemble du consortium à considérer l'ouvrage hydraulique dans son environnement (le bassin versant et les pratiques sociales associées, dont les pratiques de gestion) et à mettre en œuvre des dispositifs d'investigation prenant en compte le bassin versant : par exemple, des prélèvements d'échantillons d'eaux pluviales sur le bassin versant. Cette approche permet de connaître la répartition des pollutions sur le bassin versant et par là de mieux appréhender les rapports entre ces pollutions, celles identifiées dans l'ouvrage hydraulique et les activités sociales présentes. Dans la perspective d'une application opérationnelle, ces résultats pourraient orienter la gestion de la zone.

IV. Résultats obtenus, publications, valorisation et exploitation des résultats

Projet d'article reprenant les résultats sur les activités sociales et les contaminants microbiologiques ainsi que leur croisement.