



PARTIE I. Introduction

1. Contexte

Les réseaux d'assainissement ont pour objectif d'évacuer les eaux usées et les eaux de pluie afin de limiter les nuisances et les dégâts dans les centres urbains.

On distingue deux types de réseaux en milieu urbain : les réseaux séparatifs (eaux usées et eaux de pluie circulent dans des canalisations séparées) et les réseaux unitaires (eaux usées et eaux de pluie circulent dans les mêmes canalisations).

- Dans le cas des réseaux unitaires, les volumes d'eau importants transportés par temps de pluie dans le système d'assainissement vers la station d'épuration sont difficilement pris en charge. Une partie des eaux circulant dans le réseau doit donc être rejetée dans l'environnement pour préserver les stations d'épurations qui sont dimensionnées pour traiter un volume d'eau limité, voire pour limiter les débordements sur la chaussée et préserver les infrastructures du réseau.
- Dans le cas des réseaux séparatifs, les volumes d'eaux liés à la pluie ne subissent généralement aucun traitement et sont rejetés directement vers l'environnement.

Ces déversements vers le milieu récepteur (par exemple : un fleuve ou la mer) sont appelés rejets urbains de temps de pluie (RUTP).

Les quantités importantes de matières transportées dans les RUTP ont un impact négatif sur l'environnement : les solides de grande taille créent des pollutions « visuelles » et les solides de petite taille, les particules en suspension, mettent en danger l'équilibre écologique des milieux récepteurs parce qu'elles sont chargées d'éléments comme des matières organiques, des métaux lourds, des hydrocarbures,... La maîtrise de la pollution de ces RUTP tient donc une place importante dans les problèmes d'assainissement. Les investissements prévus à moyen terme, en France, dans ce domaine se chiffrent à plusieurs milliards d'euros. Ils visent la préservation et la reconquête du milieu naturel, mais aussi l'application de la directive européenne du 21 mai 1991 qui impose le traitement des surverses des réseaux unitaires pour les événements non exceptionnels ainsi que la Directive Cadre Européenne sur l'eau du 22 décembre 2000 qui impose d'amener à une bonne qualité les eaux superficielles d'ici à 2015.

Depuis 1970, un grand nombre d'études consacrées à la pollution des eaux de temps de pluie en milieu urbain ont été réalisées dans différents pays. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'importance de la contribution des dépôts en réseaux d'assainissement

unitaires à la pollution des RUTP (Krejci *et al.*, 1987 ; Chebbo,1992 ; Bachoc *et al.*, 1993 ; Gromaire, 1998).

Plusieurs études menées en Europe ont montré que cette contribution est liée à l'érosion d'un stock de matière organique situé à l'interface entre les eaux usées et les dépôts du réseau : l'interface eau-sédiment (Crabtree, 1989 ; Ristenpart *et al.*, 1995 ; Verbanck, 1995 ; Arthur, 1996; Ahyerre, 1999). Ce stock se constitue durant les périodes de temps sec. Néanmoins, les résultats obtenus ne permettent pas de conclure sur la nature et le comportement dynamique des stocks de matière organique, notamment parce que les méthodes mises en œuvre pour étudier l'interface eau-sédiment varient selon les sites expérimentaux.

Cependant, l'identification des sources et des mécanismes de formation et d'érosion de la pollution des RUTP en réseau d'assainissement unitaire constituent un enjeu important pour les gestionnaires. Et la construction d'outils de contrôle et d'évaluation des flux, sous forme de modèles, passe par une compréhension des phénomènes liés à l'interface eau-sédiment.

2. Cadre de la thèse

2.1. Le programme de recherche « génération et transport de la pollution des rejets urbains par temps de pluie en réseau d'assainissement unitaire »

En 1994, le CEREVE (Centre d'Enseignement et de Recherche sur l'Eau, la Ville et l'Environnement) a équipé un bassin versant dans le quartier du Marais à Paris pour mieux connaître les caractéristiques et les origines de la pollution transportée par temps de pluie dans les réseaux d'assainissement unitaires. Ce bassin versant urbain a une surface de 42 ha, une pente moyenne de 0,84 % et un coefficient de ruissellement d'environ 0,78 %. Il est drainé par un réseau unitaire, entièrement visitable.

Dans un premier temps, des bilans de masse ont été effectués sur le bassin versant entre l'entrée et la sortie du réseau unitaire pour 32 événements pluvieux. Pour cela, la nature et les flux de particules transportées par les eaux ruisselées en surface du bassin et par les eaux usées ont été évalués (cf. Figure I-1) ainsi que la nature et les flux des particules transitant à l'exutoire du bassin versant par temps de pluie. A l'échelle de l'événement pluvial, la contribution des dépôts constitués par temps sec dans le réseau d'assainissement a été estimée entre 30 % et 80 % de la masse polluante rejetée en matière organique (Gromaire-Mertz *et al.*,2001).

Dans un deuxième temps, les stocks et la nature de la pollution particulaire présente dans les différents dépôts identifiés sur le bassin versant ont été évalués puis comparés aux masses et à la nature des particules rejetées par temps de pluie. Cette analyse a permis de mettre en évidence le rôle de l'interface eau-sédiment. Des observations réalisées dans un tronçon de collecteur ont par ailleurs permis d'identifier les stocks de matière organique situés à l'interface comme une couche immobile, composée de matière organique et de fibres, qui s'accumule par temps sec et qui peut être entraînée par des pluies faibles.

Il apparaît donc que la principale source de matières organiques dans le réseau, par temps de pluie, est constituée d'une couche organique mobilisable et située à l'interface eau/sédiment, à l'amont des collecteurs (Ahyerre,1999). Les résultats exposés dans cette thèse font largement référence aux travaux de Mathieu Ahyerre (1999) qui sont présentés dans les différentes parties bibliographiques.

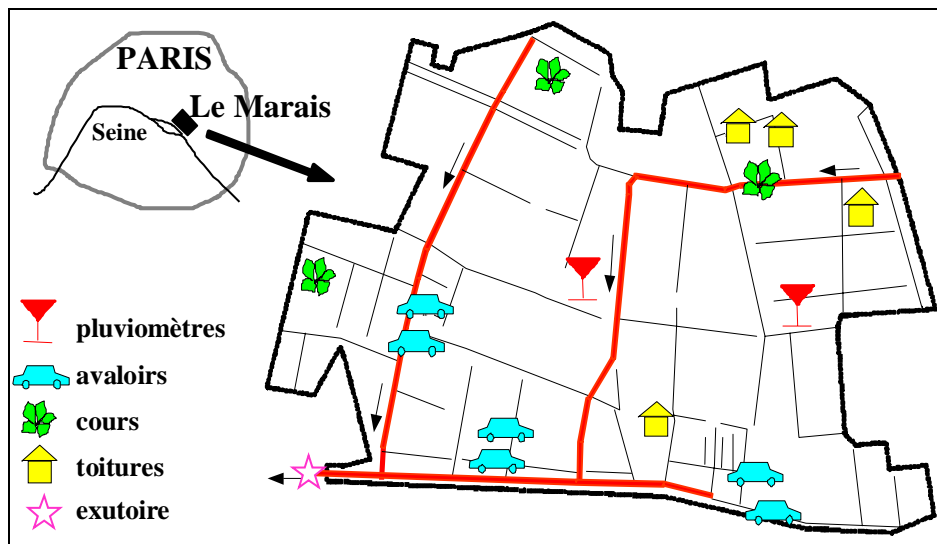


Figure I-1 – Le bassin versant du Marais – Exemple de dispositifs de suivis mis en place pour l'analyse des eaux ruisselées en surface du bassin

2.2. Vers un nouveau programme de recherche : « évolution spatiale des caractéristiques et des origines des polluants dans les réseaux d'assainissement unitaires »

Le programme de recherche « génération et transport de la pollution des rejets urbains par temps de pluie en réseau d'assainissement unitaire » a permis de quantifier les flux et la nature des particules transitant dans le réseau ainsi que d'identifier la principale source de pollution des eaux de temps pluie, sur un petit bassin versant (Le Marais). Il a ainsi mis en évidence le

rôle du réseau d'assainissement en tant que réacteur « physico-chimique » vis-à-vis de la qualité des eaux transitant dans le réseau, par de temps de pluie.

Vu ces résultats, il semble important d'étudier l'évolution des caractéristiques de la pollution des eaux transitant dans le réseau par temps de pluie entre l'amont et l'aval d'un grand bassin versant urbain, en fonction de l'échelle spatiale et du temps de transfert en réseau. C'est pourquoi un programme de recherche intitulé « évolution spatiale des caractéristiques et des origines des polluants dans les réseaux d'assainissement unitaires », piloté par le CEREVE, a démarré en 2001. Il s'articule autour de plusieurs axes de recherche :

- caractérisation des polluants,
- définition des différentes sources possibles de polluants et de leur mode de transfert,
- évolution des flux de pollution à différentes échelles spatiales.

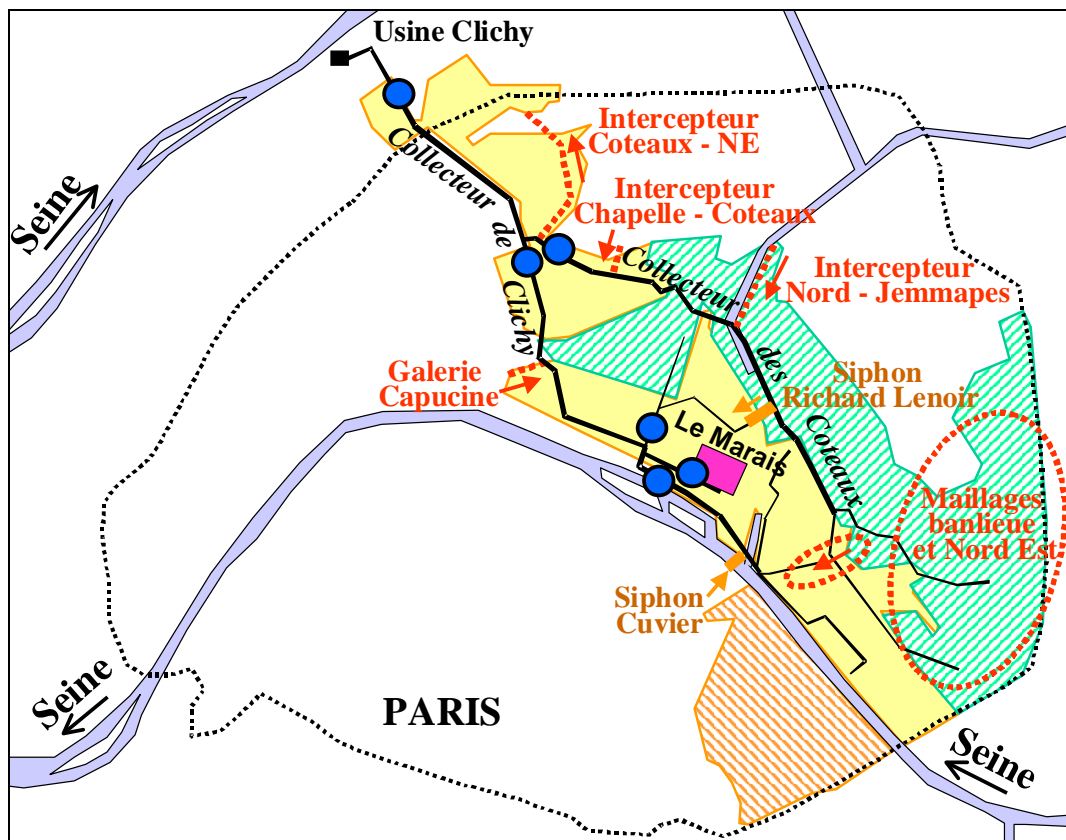


Figure I-2 – OPUR : les 6 sites de mesures (ronds bleus)

Des campagnes d'échantillonnage et d'observations seront menées à différentes échelles spatiales, par temps sec et par temps de pluie, sur une durée de 3 à 5 ans. Le site expérimental choisi a été appelé OPUR (Observatoire des Polluants Urbains) : il comprend 6 sites de mesures correspondant à l'exutoire de 6 bassins versants de tailles différentes, allant de 42 ha à 2470 ha, et dont le plus petit d'entre eux est le bassin versant du Marais (cf. Figure I-2).

Cette thèse s'inscrit au début de ce programme de recherche et vise à compléter les connaissances acquises sur la couche organique, principale source de polluants située dans le Marais.

2.3. Problématique de la thèse

La problématique de cette thèse se trouve à l'interface entre les deux projets de recherche présentés ci-dessus et découle directement des résultats obtenus par Ahyerre (1999) sur l'interface eau-sédiment. Les questions posées dans le cadre de cette thèse portent sur la nature et le comportement des stocks de matière organique situés à l'interface eau-sédiment.

- Le stock de matière organique situé à l'interface eau-sédiment a été identifié comme étant une couche immobile, sur un tronçon de collecteur dans le Marais. Cette observation est-elle valable pour l'ensemble du Marais ? Quelles sont les conditions pour l'existence d'une telle couche ?
- En dehors du Marais, dans les systèmes d'assainissement où des stocks de matière organique ont été identifiés à l'interface eau-sédiment, l'interface se présente-t-elle sous la même forme ? Existe-t-il différents types d'interface organique ?
- Les stocks de matière organique s'accumulent à l'interface eau-sédiment par temps sec et sont érodés par temps de pluie. Dans le cas du Marais, est-il possible de préciser les mécanismes qui entrent en jeu dans les processus de formation et d'érosion de la couche organique ?

3. Objectifs de la thèse

Pour répondre à la problématique de la thèse, nous avons décomposé le travail à réaliser en trois étapes.

3.1. Etude du taux de cisaillement en réseau d'assainissement

Le taux de cisaillement est le critère le plus utilisé pour étudier les processus de déposition et d'érosion des particules. La couche organique se développe à l'interface eau-sédiment c'est-à-dire au-dessus des dépôts existants. Durant cette étape, nous comparerons différentes méthodes d'évaluation du taux de cisaillement et le suivi de plusieurs sites avec et sans dépôt. Le résultat attendu est : le choix d'une méthode d'évaluation du taux de cisaillement, en vue de son application à l'étude de l'interface eau-sédiment.

3.2. Nature et localisation de l'interface eau-sédiment

Cette étape comprend la mise au point d'un système portable pour l'observation de l'interface eau-sédiment, le suivi de plusieurs sites dans le Marais et l'échantillonnage de l'interface eau-sédiment sur des sites différents des points étudiés par Ahyerre (1999).

Les résultats attendus sont : une méthode pour la localisation de la couche organique, une caractérisation physico-chimique de la couche organique, et la mise en évidence de critères pour la nature et la présence de la couche organique.

Ce système d'observation sera également appliqué à l'étude de l'interface eau-sédiment sur des sites en Grande-Bretagne (Dundee, Mexborough, Doncaster), en Allemagne (Hildesheim) et en France (Marseille).

Le résultat attendu est : une typologie des stocks de matière organique à l'interface eau-sédiment existant en réseau d'assainissement.

3.3. Dynamique de l'interface eau-sédiment

Cette étape comprend la mise au point d'un système d'observation automatisé pour assurer le suivi en continu de la couche organique sur un site du Marais.

Le résultat attendu est : la mise en évidence des phénomènes conduisant à la formation et à l'érosion de la couche organique.

