



Thème 1

Enjeux environnementaux et sanitaires de la ville et de son système d'assainissement

Coordination : Julien le Roux, Régis Moilleron

Julien.le-roux@u-pec.fr, moilleron@u-pec.fr

INTRODUCTION

L'anthropocène est la reconnaissance de l'empreinte laissée par les activités anthropiques qui changent la planète de façon permanente. Le début de cette nouvelle ère fait encore débat mais il se situerait vers 1950. Le cas des micropolluants (émergents ou non) permet d'illustrer combien les activités anthropiques marquent durablement notre environnement et notre santé depuis une soixantaine d'années. Près de 400 millions de tonnes de produits organiques de synthèse sont fabriquées chaque année ; environ 1500 nouvelles substances sont lancées sur le marché. Janssen et al. (2004) ont montré l'existence d'un lien entre cette exposition au quotidien et plus de 200 maladies humaines différentes. Ainsi les activités humaines produisent ou émettent un grand nombre de substances chimiques depuis plusieurs décennies, dont certaines contaminent l'environnement durablement comme les HAP, les PCB ou les dioxines et plus récemment les plastiques, les plastifiants, les additifs aux plastiques, les biocides, les PFAS, etc. Ces substances désormais ubiquistes dans l'environnement présentent des impacts sanitaires et environnementaux notamment pour les écosystèmes aquatiques. La ville joue un rôle dans leur transfert vers l'environnement. Malgré une succession d'alertes, on observe une relative inaction que ce soit en termes de production, de distribution et de consommation de ces substances si bien que cette pollution par des « **entités nouvelles** » a été identifiée comme l'une des neuf **frontières planétaires** qui est considérée comme dépassée puisque la production et les rejets annuels de substances augmentent à un rythme qui dépasse la capacité mondiale d'évaluation, de surveillance et de traitement (Persson et al., 2022).

Nos travaux précédents (Dris 2016 ; Dris et al. 2018 ; Paijens 2019 ; Huynh et al. 2021 ; Le Roux et al. 2021 ; Martinache et al. 2022, Treilles et al. 2019) et l'analyse de la littérature et des besoins opérationnels nous ont permis d'identifier les questions de recherche sur ces thématiques :

- Identifier et caractériser les **entités nouvelles problématiques** pour l'environnement, via des méthodes d'analyse non ciblées,
- Étudier le transfert de ces entités nouvelles en identifiant et priorisant les **sources d'émission** ainsi que le **transfert des flux** dans le continuum urbain,
- Réduire leur présence dans l'environnement en s'interrogeant sur l'**échelle de traitement/gestion** et sur les possibilités de **changer les pratiques** (pratiques domestiques et professionnelles, etc.)

Aussi pour la phase 6 d'OPUR, nous envisageons pour les entités nouvelles de :

- Poursuivre l'analyse des trajectoires socio-environnementales des **macro- et microplastiques**, et des **substances biocides**, initier une approche similaire pour les **PFAS**,
- Identifier de potentiels nouveaux risques en étudiant les **produits de transformation des biocides** (TPs) et les **additifs intentionnels ou non intentionnels des plastiques** via des méthodes d'analyse non ciblées et d'évaluation de leur potentiel écotoxicologique,
- Augmenter les connaissances sur les **sources et les flux de micropolluants** par un travail d'interprétation et de valorisation des bases de données acquises par les collectivités.

Par ailleurs, les stations d'épuration (STEP) et les rejets urbains de temps de pluie (RUTP) constituent les sources principales par temps sec et temps de pluie de micropolluants et de pathogènes d'origine hydrique dans les eaux de surface. Afin de protéger les ressources en eau pour la production d'eau potable et pour les activités récréatives, des **traitements oxydatifs avancés sont mis en place dans les STEP et les stations de dépollution des eaux pluviales (SDEP)**. Cependant l'efficacité de ces traitements reste encore mal évaluée sur les entités nouvelles telles que les micropolluants, les pathogènes ou les microorganismes résistants aux antibiotiques (MRA). Lors du traitement, ils peuvent également générer des sous-produits dont l'écotoxicité est mal connue. Les gestionnaires devront donc s'appuyer sur les informations que pourront leur apporter les nouveaux outils de caractérisation (comme le séquençage haut débit ou le screening non-ciblé) pour éclairer les futurs choix technologiques et sur la modélisation pour mieux comprendre la dynamique des micropolluants et pathogènes. De plus, les boues et les eaux usées ou pluviales générées par les ouvrages de traitement nécessitent d'avoir une qualité microbiologique et chimique suffisante pour leur réutilisation dans des usages agricoles, industriels ou urbains (ex. irrigation, nettoyage de surfaces) et ainsi diminuer le risque sanitaire et écologique associé. A l'échelle des bassins versants d'apport, la dynamique des contaminants dans les rejets de temps de pluie reste encore mal comprise, et la modélisation hybride associant les modèles hydrologiques classiques et l'apprentissage automatique pourrait permettre de tester des scénarios hydrométéorologiques tenant compte des prédictions de changement climatique.

Nos travaux de recherche précédents et la littérature scientifique croisés avec les besoins des opérationnels nous ont permis d'identifier certains besoins en recherche pour :

- Caractériser le **devenir des micropolluants**, leurs transformations et leurs effets avec des techniques innovantes,
- **Modéliser les processus de biodégradation des micropolluants** et les transferts de pathogènes et MRA dans les réseaux d'assainissements et les ouvrages de traitement,
- Évaluer l'**efficacité des traitements de désinfection sur les micropolluants, les MRA et les pathogènes bactériens et viraux, et sur la toxicité** des sous-produits formés,
- Comprendre la **dynamique des interactions complexes entre communautés microbiennes et micropolluants** dans les filières de traitement,
- Quantifier l'**impact des travaux d'assainissement** réalisés pour les jeux olympiques et paralympiques 2024 (JOP 2024) sur la **qualité des rejets de temps de pluie**,

- Développer des **systèmes de surveillance et d'alerte** intégrant les outils de modélisation sur les **rejets impactant les sites de baignade** prévus en héritage des JOP 2024.

Pour la phase 6 d'OPUR, plusieurs approches sont envisagées :

- Dans les **filières « eau »** (en particulier les procédés d'oxydation) et **« boue »** (en lien avec l'évolution de la Directive Eaux Résiduaires Urbaines) des STEP : micropolluants et microorganismes,
- Dans les **RUTP**, une attention particulière à la **qualité microbienne**,
- Le développement de **systèmes d'alertes pour les baignades** dans les canaux.

Une autre orientation pour une meilleure gestion des micropolluants consiste en leur réduction à la source, promue par la démarche de diagnostic amont, qui conduirait à des choix de société sur la nature des biens consommés, contenant moins d'additifs chimiques. Toutefois la réussite d'une telle démarche nécessite une meilleure connaissance des sources notamment dans les effluents domestiques et industriels, couplée à un cadre réglementaire qui reste, bien souvent, encore à définir. Cette problématique sera abordée au sein de l'**observatoire des micropolluants** dans les eaux urbaines mis en place durant la phase 5 du programme.

STRUCTURATION DU THÈME

Le thème « *Enjeux environnementaux et sanitaires de la ville et de son système d'assainissement* » s'articule autour de quatre axes de recherche. Deux axes sont dédiés aux entités nouvelles pour identifier le rôle de la ville et de son système d'assainissement dans le dépassement des frontières planétaires, et deux autres axes portent sur les ouvrages et procédés de traitement des eaux urbaines et la qualité de leurs rejets.

- **R1.1.** Substances biocides et PFAS : sources, transfert, devenir et réduction à la source
- **R1.2.** Plastiques, additifs et *Non-Intentionally Added Substances* (NIADS)
- **R1.3.** Micropolluants et microorganismes dans les STEP
- **R1.4.** Qualité microbienne des RUTP et prévision de la qualité des eaux urbaines

Ce thème intègre également une action d'observation **O.1** « Observatoire des micropolluants dans les eaux urbaines ».