



ACTION N° 7.1 : EFFICACITE EPURATOIRE DES BIOREACTEURS A MEMBRANES ET DES TRAITEMENTS TERTIAIRES : ASPECTS MICROBIOLOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES

CONTEXTE

La nouvelle Directive Cadre Européenne sur l'eau (Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000) vise pour 2015 au « bon état biologique et chimique » des eaux souterraines et superficielles en Europe, et exige la réduction ou la suppression, d'ici 2020, des rejets de 33 substances classées comme dangereuses ou dangereuses prioritaires. Pour les microorganismes, d'autres textes (Directives concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade, des eaux destinées à la consommation humaine et la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation) impliquent une bonne gestion en amont des effluents produits et introduits dans le milieu récepteur. Ces objectifs sous-entendent que les efficacités épuratoires des différentes filières de traitement des eaux usées et des eaux pluviales soient parfaitement connues, quels que soient les contaminants considérés.

L'amélioration progressive des filières de traitement des eaux usées et des eaux pluviales au cours des dernières décennies a permis de diminuer l'impact des sources ponctuelles et diffuses de pollution sur les milieux récepteurs. Bien que certaines études aient été menées sur l'élimination de certaines substances prioritaires, émergentes et/ou des microorganismes, les données restent limitées à quelques filières type et se limitent essentiellement aux traitements primaires et secondaires. L'efficacité des traitements tertiaires vis-à-vis des polluants organiques et des pathogènes est encore peu connue, malgré l'intérêt croissant de la réutiliser les eaux résiduaires traitées pour l'irrigation, l'arrosage et certaines applications industrielles.

Pour répondre à ces problématiques, le LEESU en partenariat avec ses différents partenaires opérationnels et académiques a initié dès la phase 3 d'OPUR des travaux visant à améliorer les connaissances sur le comportement de certains polluants organiques (alkylphénols et polybromodiphényléthers) et microbiologiques (la communauté bactérienne totale, les indicateurs de contamination fécale, les mycobactéries non-tuberculeuses) le long des filières de traitement des eaux résiduaires urbaines. Au cours de la phase 4, nous souhaitons compléter les informations disponibles sur le traitement biologique mais également sur les ouvrages de traitement tertiaires. L'originalité de ce projet de recherche réside dans le couplage des aspects microbiologiques et physico-chimiques pour les différentes filières de traitement.

OBJECTIFS

L'objectif de l'action 7.1 est de mieux cerner le comportement des micropolluants chimiques et microbiologiques. Le procédé « réacteur à membrane » mais aussi différents ouvrages dédiés au traitement tertiaire seront étudiés. En plus des molécules dosées au cours de la phase 3 (polluants prioritaires, alkylphénols, alkylphénols polyéthoxylés et polybromodiphényléthers), le LEESU souhaite étendre le panel de molécules recherchées en confiant l'analyse de résidus de substances pharmaceutiques et d'antibiotique à un laboratoire prestataire. Ce laboratoire est actuellement recherché, plusieurs contacts ont d'ores et déjà initiés. Le LEESU étendra aussi le panel de microorganismes étudiés aux virus d'origine hydrique (cf action 7.2), et éventuellement à d'autres pathogènes dans le cadre d'une collaboration avec un laboratoire de recherche (N. Garrec au CSTB ou B. Paula au laboratoire de microbiologie environnementale et biologie évolutive, Université de Rouen). Les contacts ont été initiés avec ces laboratoires.

I – sites d'étude

Sites étudiés. Les ouvrages de traitement des eaux résiduaires urbaines étudiés au cours de ce projet seront définis en accord avec le SIAAP en fonction des objectifs. Les prélèvements seront effectués sur une période de 24h en amont et aval de chaque procédé à tester en utilisant des préleveurs automatiques réfrigérés. Pour les prélèvements réalisés en STEP, les équipes techniques du SIAAP seront sollicitées pour participer aux campagnes de prélèvement. Pour l'étude d'un large panel de molécules, la méthodologie développée (screening) au cours de la phase 3 d'OPUR sera appliquée.

II – Protocole analytique

En dehors de l'analyse des substances prioritaires, des résidus de substances pharmaceutiques et des antibiotiques qui seront analysés par des laboratoires extérieurs, les analyses des alkylphénols et des polybromodiphényléthers seront prises en charge par le LEESU. L'analyse des communautés bactériennes et des indicateurs de contamination fécale seront également réalisées en interne. *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux seront analysés selon les normes NF EN ISO 9308-3 et 7899-1. Seront également dénombrées les bactéries totales (comptage direct en cytomètre de flux). La diversité des communautés bactériennes sera examinée par profils dHPLC du gène de l'ARNr 16S, puis par séquençage à haut débit.

III. Moyens humains

Une allocation doctorale a été obtenue auprès de l'école doctorale SIE (Ecole des Ponts ParisTech) pour l'analyse chimique. Une demande d'allocation a été déposée auprès de l'ITPE et d'autres demandes seront également déposées auprès de la région (DIM R2DS, ASTREA, SENT), et auprès de l'école doctorale SIE (UPEC ou Ecole des Ponts ParisTech) pour la partie microbiologie. Des stages de licence et master seront régulièrement proposés à l'université Paris-Est et à l'université Paris-Diderot.

IV – Actions et calendrier

- Efficacité des bioréacteurs à membranes (2013 - 2014) en fonctionnement de temps sec. L'efficacité épuratoire des micropolluants organiques et des microorganismes sera évaluée au cours de 6 campagnes sur le site expérimental de la STEP la Morée (2013-2014). Les résultats obtenus seront comparés aux résultats obtenus dans le cadre du projet AMPERES (Ruel *et al.*, 2012).

Chimie :

Recherche des substances prioritaires en entrée et sortie du bioréacteur à membrane (STEP La Morée, n= 3 x 2 points soit 6 screening)

Recherche des alkylphénols, alkylphénols éthoxylés et autres substances LESU (n=6)

Demande de sous-traitance pour l'analyse des résidus de substances médicamenteuse et antibiotiques (n = 6)

Biologie :

Recherche des indicateurs de contamination fécale, analyse des communautés bactériennes, recherche de pathogènes bactériens (n=6)

- Efficacité des traitements tertiaires. Cette étude portera sur les paramètres chimiques et microbiologiques et sera menée sur les installations du SIAAP. Trois procédés ont été d'ores et déjà retenus :
 - a) Filtration sur sable couplée au traitement par les UV (STEP Seine Amont, 2012-2013)
 - b) Traitement sur charbon actif (prototype de la STEP Seine-Centre à Colombes, 2012-2013)

c) Désinfection par peroxydes et acide acétique (pilote de la STEP Seine Aval, 2013-2014)

Chimie :

Analyse des alkylphénols, alkylphénols éthoxylés et PBDE au LEESU + analyse médicaments et antibiotiques (externe) avec six campagnes.

Biologie :

Recherche des indicateurs de contamination fécale, de pathogènes bactériens et analyse des communautés bactériennes avec un nombre de campagne oscillant entre 5 et 10.

RESULTATS ATTENDUS ET RETOMBÉES

Les résultats obtenus au cours de la phase 4 d'OPUR permettront d'accroître les connaissances sur l'efficacité des filières de traitement des eaux résiduaires urbaines vis à vis d'un large panel de polluants chimiques et microbiologiques.

PARTENAIRES

- Partenaires opérationnels : Vincent Rocher et Alexandre Goncalves, SIAAP

BIBLIOGRAPHIE

Ruel SM, Choubert JM, Budzinski H, Miegé C, Esperanza M, Coquery M. Occurrence and fate of relevant substances in wastewater treatment plants regarding Water Framework Directive and future legislations. *Water Science and Technology* 2012; 65: 1179-1189.

CONTACTS

Johnny Gasperi (Leesu) : gasperi@u-pec.fr

Françoise Lucas (Leesu) : lucas@u-pec.fr