

THEME O2 : OBSERVATOIRE DES MICROPOLLUANTS DANS LES EAUX URBAINES

CONTEXTE

OPUR est un programme qui depuis 1994 a connu des évolutions considérables notamment sur la métrologie des contaminants. Ainsi, dans le cadre de la première phase, les contaminants suivis étaient les hydrocarbures aliphatiques, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et quelques métaux (Pb, Cu, Zn et Cd). A l'occasion de la troisième phase, le panel des contaminants s'est fortement élargi avec la mise en place d'une recherche élargie de 88 substances (appartenant à treize familles différentes) dans les phases dissoute et particulaire pour les eaux usées de temps sec en réseau unitaire comme en réseau séparatif, de même pour les eaux pluviales et, enfin, dans les ouvrages de traitement. Ce suivi a été réalisé en collaboration avec un laboratoire accrédité pour la partie analyse alors que toute la préparation amont des échantillons (prélèvements, filtration, conditionnement, acheminement) était réalisée par le Leesu. Parallèlement, des recherches ciblées sur des familles de contaminants ont été entreprises : alkylphénols, PBDE, parabènes, triclosan, triclocarban, benzalkonium, phtalates, microplastiques, biocides. Cependant, durant toutes ces années, il n'a pas été possible de mettre en œuvre un suivi pérenne de la qualité des eaux usées urbaines malgré tous les efforts consentis conjointement par les chercheurs impliqués dans le programme et les partenaires institutionnels. De fait, le suivi de la qualité des eaux usées urbaines en continu sur des sites de référence aurait permis de mieux cerner différents aspects comme : l'évolution de la qualité des eaux urbaines, l'impact effectif de la réglementation sur leur qualité (à l'instar de ce qui a pu être observé pour les métaux dans les boues de STEP par les chercheurs du PIREN-Seine), les changements de formulation (comme cela a été mis en évidence dans le cadre de Cosmet'eau), les changements de pratique des usagers (comme dans le cadre du projet ANR EGOUT (*Extended Geochemical Observation of Urban Trajectories* / Observations Géochimiques des Trajectoires Urbaines (2021-2025))).

Lors de la précédente phase du programme, une réflexion a été initiée avec les partenaires opérationnels d'OPUR sur la mise place d'un « *observatoire des micropolluants* » en milieu urbain. Si, en réponse à un questionnaire qui leur a été transmis, l'ensemble des partenaires a exprimé un vif intérêt pour un tel dispositif, les raisons de cet intérêt se sont avérées très différentes d'un partenaire à l'autre :

- Synthèse des réglementations en vigueur et des actions de réduction menées sur les autres territoires
- Évaluation de l'incidence de la réglementation sur la qualité des eaux rejetées par les industriels
- Réalisation d'un état zéro sur le territoire en vue d'une priorisation des actions à mener
Accéder à la variabilité temporelle des concentrations et flux au regard de l'évolution des pratiques et des compositions des produits de consommation...

De même, les objets d'investigation ne sont pas toujours identiques : eaux résiduaires urbaines, eaux pluviales, dépôts de chambres à sable. Il apparaît cependant pertinent de s'appuyer sur le suivi des eaux usées pour mieux comprendre l'évolution de la ville. Aussi cette action s'est-elle concentrée sur la mise en place d'un tel observatoire permettant un suivi pérenne de la contamination des eaux usées.

OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

Le thème O2 « *Observatoire des micropolluants dans les eaux urbaines* » avait deux objectifs :

- Réaliser un état zéro de référence à l'échelle de l'agglomération parisienne ;
- Accéder à la variabilité temporelle des concentrations et flux au regard de l'évolution des pratiques et des compositions des produits de consommation.

Afin d'atteindre ces objectifs, le thème a été initialement structuré en trois volets :

- Volet 1. Définition de la stratégie de l'Observatoire. Le but était de construire un observatoire pérenne, qui dépasserait le cadre d'une phase du programme OPUR pour s'installer durablement dans le paysage francilien. Le caractère unique de cet observatoire viendrait du fait qu'il s'intéresserait à la qualité des eaux usées urbaines et potentiellement des boues. Pour cela un travail a été conduit pour soutenir le SIAAP dans sa démarche de construction d'un tel dispositif
- Volet 2. Screening des eaux résiduaires : premières investigations. Les eaux résiduaires ont été suivies selon différentes stratégies afin de tirer le maximum d'informations de leur composition :
 - **Paramètres globaux :** en s'appuyant sur une base de données, mise à disposition par le SIAAP, d'une dizaine de paramètres (débit, MES, DCO, DBO5, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , NTK, Phosphore Total, PO_4^{3-}) mesurés dans les eaux usées en entrée des STEP Seine aval, Seine centre, Seine amont (ou Seine Valenton), Marne aval, Seine Morée, Seine Grésillons. Les données étaient issues de mesures quotidiennes réalisées sur la période 2011-2021. Deux stratégies ont été déployées : une étude à l'échelle de chaque STEP considérée individuellement et une autre en traitant l'ensemble des données la base pour identifier des caractéristiques des eaux usées urbaines à l'échelle de l'agglomération parisienne en fonction de l'angle d'étude : temps sec, temps de pluie, jours de la semaine, week-end, vacances scolaires, confinement, etc.
 - **Crise sanitaire de la COVID-19 :** les objectifs étaient de regarder l'influence sur la qualité des eaux usées (i) du confinement (les premiers prélèvements ont été mis en œuvre juste avant la fin du confinement), (ii) de la reprise progressive des activités post-confinement et (iii) de déterminer, le cas échéant, la période à partir de laquelle il serait possible de constater un retour à l'état pré-crise sanitaire. Il s'agissait de compléter le suivi des eaux usées en l'étendant aux micropolluants.
 - **Suivi hebdomadaire :** un certain nombre de composés sont suivis dans une démarche de type *Wastewater-based epidemiology* (WBE) selon une approche inspirée de celle proposée par [Choi et al. \(2018\)](#). La mesure à l'état de traces de ces composés permet de calculer des flux transitant dans le réseau d'assainissement et donc de faire un lien quantitatif représentatif de l'usage/exposition des contaminants ciblés à l'échelle de la population concernée.

Enfin, une étude bibliographique ([Clerc et al., 2022](#)), préalable au diagnostic amont de la zone couverte par le SIAAP, a été réalisée dans le cadre du bloc *diffusion des connaissances, thème D3 : Transfert vers les acteurs opérationnels*. Elle a porté sur 49 substances individuelles, ayant été identifiées comme significatives au titre de la note technique du 12 août 2016, dans les 6 STEP de la zone SIAAP : éléments traces métalliques (x9), HAP (x8), PBDE (x8), PCB (x4), alkylphénols (x5), biocides (x3), pesticides (x3), COHV (x3), BTEX (x2), organoétains (x1), autres (x3).

- Volet 3. Rétro-observation. Les eaux usées ne sont pas les seuls vecteurs d'information du métabolisme urbain, les dépôts s'accumulant dans les chambres à sable présentent également un potentiel à investiguer ([Perez, 2004](#) ; [Moilleron et al., 2005](#)). Les deux premières actions concernent la mise en place d'un observatoire des micropolluants, en d'autres termes l'établissement d'un monitoring des niveaux de contamination des eaux usées et de leur

évolution. Le suivi de la qualité des dépôts des chambres à sable permet d'accéder à des phénomènes se produisant à des échelles de temps plus longues. Il fournit une information intégrative sur une période de temps plus longue, d'autant plus longue que la fréquence de maintenance est grande. Les actions liées à ce volet se sont déroulées dans le cadre du projet ANR EGOUT¹ (*Extended Geochemical Observation of Urban Trajectories* / Observations Géochimiques des Trajectoires Urbaines), elles sont toujours en cours ; les résultats seront présentés dans les livrables du projet EGOUT.

Le projet ANR JCJC *WaterOmics* (Traquer les micropolluants organiques dans les eaux urbaines par spectrométrie de masse haute résolution : approches omiques, empreintes et indices - ANR-17-CE34-0009), piloté par Julien Le Roux (Leesu) est un projet associé au thème O2. Des collaborations se sont nouées avec le projet ANR EGOUT (*Extended Geochemical Observation of Urban Trajectories* / Observations Géochimiques des Trajectoires Urbaines - ANR-21-CE03-0005), piloté par Jérémie Jacob (LSCE), notamment au travers de la thèse Gauthier Bernier-Turpin et dans le cadre du volet Rétro-observation.

ÉCHANTILLONNAGES

La majorité des échantillons et/ou données ont été obtenus grâce au soutien de la Direction de l'innovation du SIAAP. Pour le *suivi spécifique à la crise sanitaire de la COVID-19*, nous nous sommes appuyés sur une stratégie d'échantillonnage mise en place dans le cadre du projet *WaterOmics*, et présentée dans l'*Action R2.6 : Nouvelles méthodes de caractérisation des micropolluants : Analyse par screening non-ciblé et écotoxicologie* (Figure 1). Des analyses non-ciblées par spectrométrie de masse haute résolution (HRMS) ont été réalisées, ainsi que des analyses ciblées de biocides, des empreintes de matière organique par Fluo 3D et pour certains échantillons des tests écotoxicologiques sur larves de poissons zèbres (*cf. Action R2.6*). L'approche par HRMS a été complétée par des analyses de type suspect screening, c'est-à-dire la recherche d'une liste de molécules prédéfinies de composés pharmaceutiques, biocides, drogues illicites, etc. (ce qui représente près de 375 molécules investiguées). Pour le screening non ciblé, l'ensemble des analyses a été réalisé sur les équipements de la plateforme PRAMMICS (Plateforme Régionale d'Analyse Multi-Milieus des Micro-ContaminantS) de l'Observatoire des sciences de l'univers enveloppes fluides : de la ville à l'exobiologie (OSU EFLUVE).

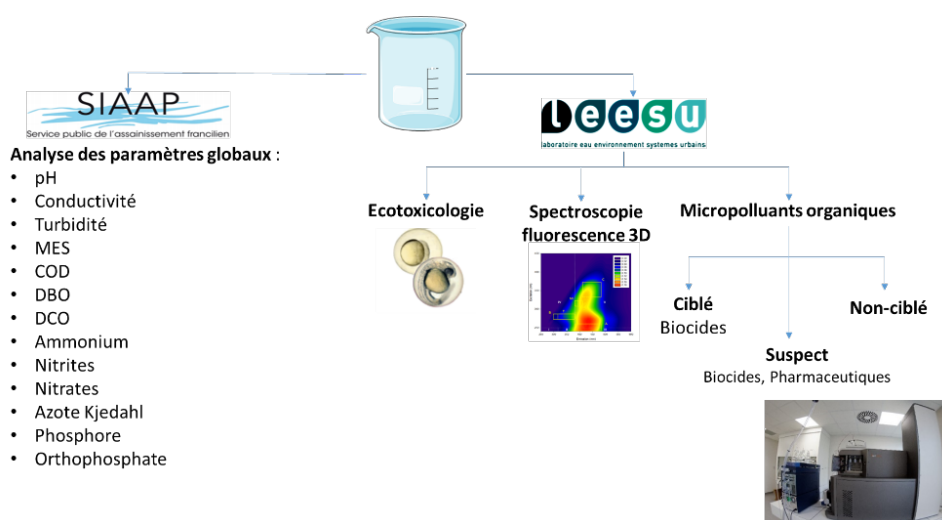


Figure 1. Analyses réalisées dans le cadre du screening des eaux résiduelles

En plus de la cinquantaine d'échantillons prévus initialement sur 1 an dans le cadre de cette action, des échantillons supplémentaires ont été récupérés et analysés pour suivre la qualité des eaux en période de confinement et déconfinement (une cinquantaine issue de l'usine Seine centre et une cinquantaine

¹ <https://egout.cnrs.fr/>

issue de l'usine Seine amont). Les différentes fréquences de prélèvement définies initialement ont été suivies :

- 1 échantillon tous les 2 mois sur l'usine de Seine amont
- 1 échantillon toutes les 2 semaines de septembre à mai à Seine centre
- 1 échantillon/jour pendant une semaine à Seine centre
- 1 échantillon toutes les 2 heures pendant une journée en temps sec, à Seine Centre

A ces échantillons se sont ajoutés des échantillons hebdomadaires en période « COVID-19 » (avril 2020 à avril 2021). La période étudiée est présentée Figure 2.

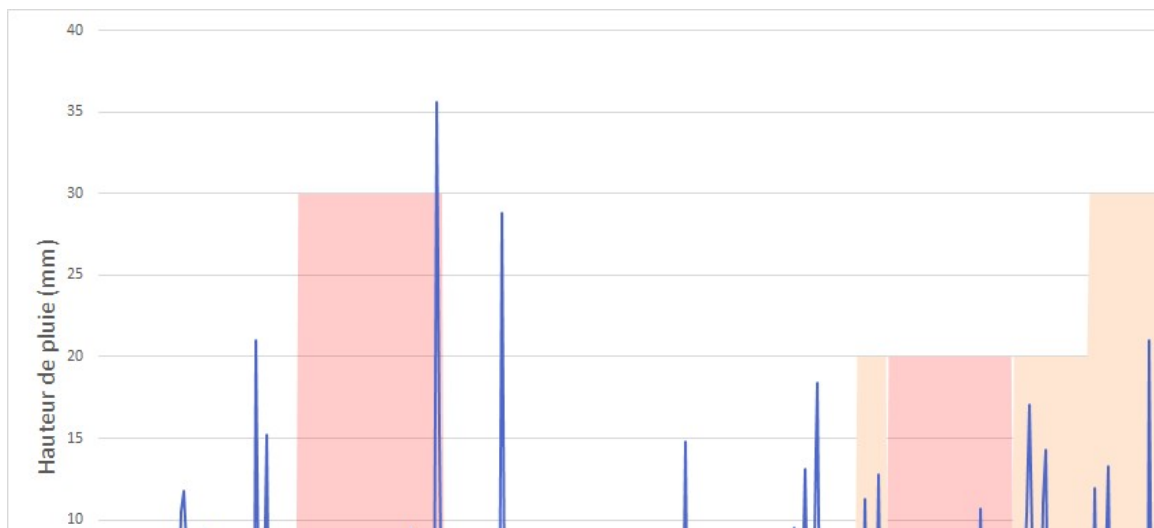


Figure 2. Période de suivi des eaux résiduaires dans le cadre de la crise sanitaire intégrant différents dispositifs de restriction : confinement total, partiel, couvre-feu (auteur Nina Huynh)

Pour celui concernant l'action **Suivi hebdomadaire**, le SIAAP a mis à notre disposition un volume d'approximativement 1 L (prélèvement effectué par un passeur automatique asservi au temps) d'eaux usées de la STEP Seine centre à une fréquence bi-hebdomadaire (Figure 3).

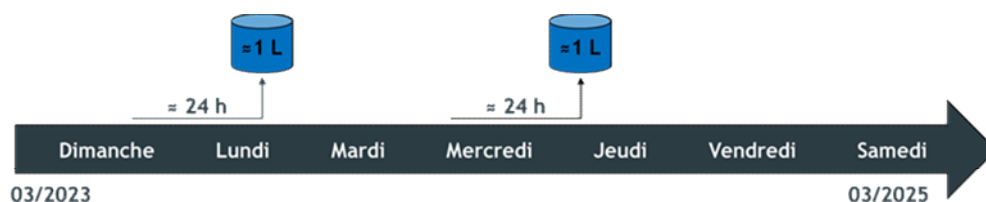


Figure 3. Fréquence d'échantillonnage (auteur Gauthier Bernier-Turpin).

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Création de l'Observatoire de la ville

Des réunions régulières spécifiques sur le contour d'un observatoire ont été organisées avec la Direction Innovation du SIAAP pour réfléchir à sa mise en œuvre opérationnelle. Elles ont porté sur l'échantillonnage (volumes, flaconnages ?), les matrices à suivre (eaux, boues, MES, etc. ?), sur la constitution d'une échantillothèque... L'Observatoire de la ville est né de ces différents et les campagnes ont débuté en 2021. OPUR a pleinement joué son rôle de catalyseur dans la genèse de cet observatoire, dit Observatoire de la ville, opéré par le SIAAP². En effet, suite aux différentes présentations sur l'importance de la création d'un observatoire à l'échelle de l'agglomération parisienne, la Direction Innovation du SIAAP, a décidé de doter le SIAAP d'un Observatoire de la ville, ayant pour objectifs de :

² <https://inneauvation.fr/decouvrir-inneauvation/observatoires-environnementaux/observatoire-ville-1>

- Suivre sur le long terme les dynamiques des polluants connues et/ou potentielles vis-à-vis de la réglementation ;
- Contribuer aux études visant à une meilleure compréhension des activités anthropiques ;
- Structurer et centraliser les données et les échantillons de deux matrices (eaux usées et boues) matrices SIAAP et garantir leur stockage pour une durée de 10 ans ;
- Constituer une veille technique et scientifique en mettant à disposition les informations générées pour le SIAAP et ses partenaires.

L'observatoire est décrit en détail dans [Lopez Viveros et al. \(2023\)](#). En résumé, l'observatoire s'appuie sur deux sites : l'usine de prétraitement de Clichy pour les eaux usées brutes, en amont des canaux de répartition des effluents envoyés vers les STEP Seine centre, Seine Grésillons et Seine aval, et la STEP Seine aval pour les boues (les « cakes » en sortie de la filière de traitement des boues). La fréquence d'échantillonnage est mensuelle pour les deux matrices. L'observatoire est entré dans sa première phase qui couvre la période 2021-2023. Il a commencé à collecter et stocker des échantillons issus du réseau d'assainissement fin 2021. Deux bases de données, issues de suivis sur le long terme réalisés par le SIAAP, ont été déposées sur la plateforme *Zenodo* :

- L'une est constituée de la chronique de suivi de la qualité physico-chimique des eaux résiduaires urbaines, sur une période de 15 à 20 ans, pour un déversoir d'orage et une entrée STEP, intégrant de 46 à 62 paramètres suivis ([Lopez Viveros et al., 2022a](#)) ;
- L'autre porte sur le suivi des teneurs en micropolluants dans les boues de fin de filière de la STEP Seine aval, portant sur 40 ans, et incluant le suivi de 42 paramètres ([Lopez Viveros et al., 2022b](#)).

Depuis le début de la surveillance, une trentaine d'échantillons d'eaux usées ont été prélevés. Sur la soixantaine de contaminants suivis : 11 n'ont jamais été observés (dont le sucralose, l'heptachlore ou l'estron, par exemple), 10 ont un taux de détection compris entre 0 et 20 % (parmi eux l'isoproturon, le 4n-nonyphénol, les octylphénols), 15 un taux de détection compris entre 20 et 80 % (diuron, Hg, BDE209, Benzo[a]Pyrène, 17b-oestradiol...) et 27 présentaient un taux de détection supérieur à 80 % (parmi lesquels la cyperméthrine, le Zn, le Cu, le Pb, le DEHP, le furosémide ou le diclofénac). Pour les cibles virales suivies, sept ont été détectées au moins une fois alors que tous les pathogènes ont été observés à des niveaux compris entre 10^4 et 10^{10} UFC/100 ml.

Les prochaines étapes sont l'intégration des résultats dans la base de données de l'Observatoire et la production de deux *data papers* en *open access* à l'horizon 2023-2024 ainsi qu'un premier article de synthèse et de retour d'expérience sur la démarche. Cet article permettra d'avoir un état de référence pour le futur. Cette action se poursuivra dans le cadre de la phase 6 d'OPUR.

Etude des paramètres globaux des STEP de l'agglomération parisienne

Aucune tendance ne s'est vraiment dégagée lors de l'étude de ces six STEP. Le suivi des paramètres physicochimiques n'a pas permis de mettre en évidence pour l'ensemble des STEP l'influence du premier confinement. Quelques tendances sont à noter : un lien entre SARS-CoV-2 et certains paramètres physicochimiques : DBO, DCO, débit, MES et le Phosphore total, la dynamique de la population Parisienne en accord avec les observations de l'INSEE. En effet, 20 % de la population parisienne a quitté la capitale au moment du premier confinement. Ces chiffres ont pu être déterminés grâce à l'opérateur mobile Orange : « [...] *Lors du confinement, en plus du départ des visiteurs étrangers et des DOM, Paris a vu sa population présente diminuer de 450 000 personnes (soit – 20 %). La moitié de cette baisse de population est le fait de non-résidents de la capitale qui ont pu retourner chez eux, l'autre moitié provenant de Parisiens quittant leur ville. Plus modérée dans la petite couronne, la baisse de population présente atteint quand même 4 % dans les Hauts-de-Seine.* » Au final, les paramètres physico-chimiques reflètent un impact de la pandémie, cependant nous ne pouvons pas les considérer comme de bons indicateurs de la crise sanitaire.

Au regard de ces premiers résultats, cette approche a été complétée par une étude spécifique de la variabilité spatio-temporelle des paramètres physicochimiques des eaux usées sur les six STEP entre

2011 et 2021 (Saad & Chebbo, 2022). Le nombre d'observations journalières était compris entre 2557 et 4018 suivant la STEP considérée. Il a été ainsi possible de caractériser les eaux usées urbaines générées par l'agglomération parisienne en comparant les flux générés par temps sec et par temps de pluie, puis ceux générés les jours de semaine à ceux des week-ends et des jours fériés, de confirmer l'existence de variabilité d'une année sur l'autre pour chaque station, et enfin d'étudier si les caractéristiques des eaux usées ont changé pendant la crise sanitaire.

De cette approche, plusieurs enseignements ont été tirés :

- Le traitement statistique de l'ensemble des données de la base fournit des ordres de grandeur pour les différents paramètres physicochimiques (Tableau 1) ;

Tableau 1. Concentrations et flux moyens journaliers pour les différents paramètres physicochimiques

Paramètres	Concentration moyenne (mg/l)	Flux moyens journaliers (g/PE)
MES	210 - 330	67 - 86
DBO	176 - 298	55 - 67
DCO	431 - 694	139 - 156
NTK	42 - 68	15,0
NGL	44 - 69	15,0 - 15,5
NH ₄ ⁺	36 - 63	13 - 14
NO ₂ ⁻	0,31 - 1,69	0,11 - 0,61
NO ₃ ⁻	0,83 - 3,53	0,30 - 1,28
P _{tot}	4,7 - 7,6	1,6 - 1,8
PO ₄ ³⁻	1,8 - 3,9	2,4 - 2,8
NH ₄ ⁺ /TKN	0,83 - 0,93	
DCO/DBO	2,35 - 2,55	

- Les débits journaliers moyens par EH sont relativement constants dans le temps et d'une STEP à l'autre (220 - 360 l/j/EH) ;
- Les effluents entrant dans les 6 stations sont biodégradables, le rapport DCO/DBO est compris entre 2,35 et 2,55 ;
- Les habitants des zones de collecte quittent l'agglomération parisienne pendant les vacances, et le nombre de touristes ne compense pas cette baisse de population ;
- A l'exception des NO₂⁻ et NO₃⁻ :
 - Les concentrations des différents paramètres diminuent par temps de pluie par dilution des effluents de temps sec ;
 - Les concentrations des polluants et les flux par EH présentent des valeurs proches pendant les jours de semaine et les jours non travaillés ;
 - Les concentrations des polluants ont diminué dans toutes les stations, à l'exception des de MES à Seine aval, pendant le confinement ;
 - Pendant le confinement, les flux par EH ont diminué à Seine Morée, Seine centre et Seine aval mais ont augmenté à Marne aval, confirmant les tendances observées durant les résultats de l'analyse des données à l'échelle de chaque STEP ;

Il serait intéressant (i) d'étendre la démarche de [Pons et al. \(2020\)](#) à l'ensemble des STEP étudiées pour déterminer si cette méthode est site-dépendant comme cela avait été observé entre les deux stations étudiées ([Pons et al., 2020](#)) et (ii) de se concentrer plus spécifiquement sur l'année 2020 en particulier comme pour Seine Centre. Les informations tirées de [Saad et Chebbo \(2022\)](#) devrait conduire à la rédaction d'un article de synthèse.

Suivi des eaux résiduaires durant et après la crise sanitaire de la COVID-19

L'étude de la variation des empreintes HRMS de micropolluants organiques à différentes échelles de temps (mensuelles, hebdomadaires, journalière) s'est avérée plus complexe qu'imaginée en raison de la quantité de données générées et est toujours en cours d'exploitation. Le suivi par *suspect screening* de certains micropolluants a permis de mettre en évidence des différences significatives entre les niveaux observés pendant le confinement et après (déconfinement) pour plusieurs molécules : benzotriazole (additif anticorrosif utilisé dans les liquides de refroidissement industriels), la caféine, le Kétoprofène (un anti-inflammatoire non stéroïdien utilisé pour lutter

contre l'inflammation et la douleur, entres autres), la méthylone (un psychotrope) et le furosémide (un diurétique). Cependant les interprétations qui découlent de ce suivi nécessitent d'être consolidées par une confrontation à d'autres données de types métadonnées. Dans le cadre de la phase 6, nous continuerons l'exploitation des données.

Suivi hebdomadaire des eaux résiduaires

Les actions réalisées dans le cadre de cette action ont permis la mise en place d'un protocole permettant l'analyse par spectrométrie de masse couplée à la chromatographie liquide, d'une liste de composés ciblés faisant office de marqueurs, Le protocole développé est adapté pour répondre aux besoins de la spectrométrie de masse haute résolution (HRMS), développée par Huynh (2022), permettant ainsi d'ajouter une dimension supplémentaire au site d'observation à travers un suivi non-ciblé. Le suivi des eaux usées de Seine centre a débuté en mars 2023 et il se poursuivra jusqu'en mars 2025. Cette action se poursuivra dans le cadre de la phase 6 d'OPUR.

REFERENCES

- Clercin N., Omrani M., Moilleron R., Gromaire M.-C., Chebbo G. (2022) Diagnostic amont : état de l'art sur les sources, concentrations et flux de micropolluants, OPUR 5, Bloc « Diffusion des connaissances », 67 p.
- Choi P. M., Tschärke B. J., Donner E., O'Brien J. W., Grant S. C., Kaserzon S. L., Mackie R., O'Malley E., Crosbie N. D., Thomas K. V. & Mueller J. F. (2018). Wastewater-based epidemiology biomarkers: past, present and future. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 105, 453-469. <https://doi-org.ezproxy.u-pec.fr/10.1016/j.trac.2018.06.004>
- Lopez Viveros M., Azimi S., Vulliet E., Le Roux J., Moilleron R., Rocher V. (2022a). Long-term observation of the wastewater from the Parisian conurbation [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6725353>
- Lopez Viveros M., Azimi S., Vulliet E., Le Roux J., Moilleron R., Rocher V. (2022b). Long-term observation of the end-of- treatment sludge quality from a Parisian WWTP treating wastewater from 6.5 M inhabitants [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6724911>
- Lopez Viveros M., Azimi S., Vulliet E., Le Roux J., Moilleron R., Rocher V. (2023) Observer la ville par le prisme des eaux usées. Présentation de l'Observatoire mis en œuvre par le SIAAP en Ile de France. *Techniques Sciences et Méthodes*, 4, 13-19.
- Moilleron R., Perez J., Garnaud S. (2005). Grain size distribution of metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in silt trap sediments from the combined sewer network of Paris (France). *Water Science and Technology* 52, 111–118. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0067>
- Perez J. (2004) Gestion environnementale des boues de chambres à sable du réseau d'assainissement de la Ville de Paris : cas des éléments métalliques, *Rapport DEA Sciences et Techniques de l'Environnement*, 55 p. + annexes
- Pons M. N., Louis P., Vignati D. (2020). Effect of lockdown on wastewater characteristics: a comparison of two large urban areas. *Water Science and Technology*, 82(12), 2813-2822. <https://doi.org/10.2166/wst.2020.520>

VALORISATION

Doctorant.e.s

HUYNH Nina (2022) Caractérisation des eaux résiduaires urbaines par spectrométrie de masse haute résolution : influence de la stratégie analytique, limitations et perspectives. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est Créteil. 359 p. Co-encadrement Julien Le Roux & Régis Moilleron

BERNIER-TURPIN Gauthier (2022-...) Suivi des contaminants organiques présents dans les eaux usées brutes de l'agglomération parisienne par analyse ciblée et non-ciblée : de la mesure des concentrations aux usages par des populations contrastées, Thèse de doctorat de l'Université Paris-Est Créteil. Co-encadrement Thomas Thiébault & Régis Moilleron

Articles dans des journaux à comité de lecture

MOILLERON R., BERGE A., DESHAYES S., ROCHER V., EUDES V., BRESSY A. (2019). Importance des émissions d'origine domestique dans les réseaux d'assainissement urbains : cas des alkylphénols, phtalates et parabènes dans l'agglomération parisienne. *Techniques Sciences Méthodes*. Vol. 5, 75–88. DOI : 10.1051/tsm/201905075.

LOPEZ VIVEROS M., AZIMI S., VULLIET E., LE ROUX J., MOILLERON R., ROCHER V. (2023) Observer la ville par le prisme des eaux usées. Présentation de l'Observatoire mis en œuvre par le SIAAP en Ile de France. *Techniques Sciences et Méthodes*, 4, 13-19.

Communications en colloques

MOILLERON R., BERGE A., ROCHER V., EUDES V., BRESSY A. (2019). Importance des rejets domestiques dans le diagnostic des réseaux d'assainissement : cas de l'agglomération parisienne. *Colloque Fonctionnement des systèmes d'assainissement : l'arrêté du 21 juillet 2015, esprit et pratiques*, séminaire conjoint ASTEE - SHF, 5-6 février 2019, Colombes, France – communication orale

LOPEZ VIVEROS M., ROCHER V., AZIMI S., MOILLERON R., LE ROUX J., VULLIET E. (2022) Suivi de l'évolution des infrastructures urbaines et des pratiques de consommation et de l'état de santé de la population : observation de la qualité des eaux usées franciliennes., *25e Journées Information Eaux*, Octobre 2022, Poitiers, France (Orale).

BERNIER-TURPIN G., THIEBAULT T., ALLIOT F., AZIMI S., ROCHER V., CAUPOS E., LE ROUX J., MOILLERON R. (2023) Monitoring of organic contaminants in raw wastewater by targeted and non-targeted screening: an effective tool for assessing urban metabolism. *Goldschmidt*, July 2023, Lyon, France (Affiche).

Base de données

LOPEZ VIVEROS M., AZIMI S., VULLIET E., LE-ROUX J., MOILLERON R., & ROCHER V. (2022a). Long-term observation of the wastewater from the Parisian conurbation [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6725353>

LOPEZ VIVEROS M., AZIMI S., VULLIET E., LE-ROUX J., MOILLERON R., & ROCHER V. (2022b). Long-term observation of the end-of- treatment sludge quality from a Parisian WWTP treating wastewater from 6.5 M inhabitants [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6724911>

Rapports

ANANGA Marie-Amelie & PLACID JOGARAJ Santina (2021) Étude de l'influence de la crise sanitaire sur la qualité de l'eau en entrée de station de traitement des eaux usées. Cas de la station Seine Amont, Rapport de stage Licence Chimie Sciences de la vie parcours Chimie biologie

BENATMANE Amal & HAMACHI Fadila (2021) Étude de l'influence de la crise sanitaire sur la qualité de l'eau en entrée de station de traitement des eaux usées. Cas de la station Seine Morée, Rapport de stage Licence Chimie

CLERCIN Nicolas, OMRANI Mehrazin, MOILLERON Régis, GROMAIRE Marie-Christine & CHEBBO Ghassan (2022) Diagnostic amont : état de l'art sur les sources, concentrations et flux de micropolluants, OPUR 5, Bloc « Diffusion des connaissances », 67 p.

DAGHRIR Salman & ATTMANI Ahlam (2021) Étude de l'influence de la crise sanitaire sur la qualité de l'eau en entrée de station de traitement des eaux usées. Cas de la station Seine Grésillons, Rapport de stage Licence Chimie Sciences de la vie parcours Chimie biologie

JUDE RAJAN FRANCIS Flavie & KANDIAH Vaithika (2021) Étude de l'influence de la crise sanitaire sur la qualité de l'eau en entrée de station de traitement des eaux usées. Cas de la station Marne Aval, Rapport de stage Licence Chimie Sciences de la vie parcours Chimie biologie

LUPO Zoé & ROUX-NECTOUX Millian (2021) Étude de l'influence de la crise sanitaire sur la qualité de l'eau en entrée de station de traitement des eaux usées. Cas de la station Seine Centre, Rapport de stage Licence Chimie Sciences de la vie parcours Chimie biologie

MBAKI Ambre & BERTE Gaele (2021) Étude de l'influence de la crise sanitaire sur la qualité de l'eau en entrée de station de traitement des eaux usées. Cas de la station Seine Aval, Rapport de stage Licence Chimie Sciences de la vie parcours Chimie biologie

SAAD Rim & CHEBBO Samih (2022) Characterization of water flows and pollutants in the urban wastewater of Paris, M2 Université Libanaise

CONTACTS

Régis Moilleron : moilleron@u-pec.fr

Jérémy Jacob : Jeremy.jacob@lsce.ipsl.fr

PARTICIPANTS

Chercheurs impliqués : Jérémy Jacob, Régis Moilleron, Thomas Thiébault, Julien Le Roux, Adèle Bressy

Personnels techniques : Émilie Caupos, Chandirane Partibane et Lila Boudahmane

Doctorants : Nina Huynh, Gauthier Bernier-Turpin

Projets associés : ANR WaterOmics

SIAAP et Ville de Paris

12 stagiaires de Licence Chimie Sciences de la vie parcours Chimie biologie et Licence Chimie de l'Université Paris-Est Créteil (Créteil)

2 stagiaires de M2 de l'Université Libanaise (Beyrouth, Liban)