



THEME R1 : QUALITE MICROBIOLOGIQUE DES EAUX PLUVIALES

CONTEXTE :

Ces dernières décennies la qualité des eaux de surface s'est généralement améliorée en Europe, due à l'application de la réglementation, à l'amélioration des stations d'épuration (STEP) et des réseaux d'assainissement. De ce fait de nombreuses villes promeuvent l'ouverture de baignade permanentes dans leurs eaux de surface, et l'organisation de compétitions de nage en eau libre. Ceci concerne de nombreuses capitales comme Paris, Berlin, et Londres. En région parisienne il émerge une forte demande sociale et politique d'organiser des activités récréatives et sportives dans les plan d'eau et les rivières urbaines.

A l'heure actuelles les eaux de surface de la Seine et la Marne reçoivent un grand nombre de rejets d'origine très diverses (rejets de stations d'épuration, rejets de déversoirs d'orage, déjections d'oiseaux) qui contribuent à une pollution microbiologique sérieuse, rendant ces rivières urbaines impropres à la baignade (Ashbolt et al., 2010). De ce fait il existe un risque que les baigneurs s'exposent à des infections entériques, respiratoires et dermiques. Ainsi aux Pays-Bas entre 1991 et 2007, 742 épidémies de gastroentérites liées à la nage en eaux de surface ont eu lieu (Schets et al. 2011). La qualité microbiologique des eaux de surface est d'autant plus dégradée en temps de pluie, et il est attendu que les changements futures de pluviométrie augmenteront le risque de contracter une maladie d'origine hydrique (IPCC, 2012 ; Bezirtzoglou et al. 2011 ; Coffey et al. 2014) . Une pluie de retour de 20 ans a augmenté d'un facteur de 5 le risque pour les triathlètes de contracter une gastroentérite lors d'une compétition à Copenhague (Hader-Lauridsen et al., 2013). Selon la directive européenne sur les activités de baignade (EU, 2006), le classement des eaux de baignades est basée sur la mesure de bactéries indicatrices de contamination fécale (BIF) qui présentent une faible relation avec les microorganismes pathogènes (Schets et al., 2011; Fewtrall and Kay, 2015). De ce fait pour une estimation complète des risques il est judicieux d'estimer les concentrations en pathogènes en plus des indicateurs de contamination fécale. De plus les indicateurs réglementaires ne permettent pas de distinguer l'origine des contamination. Des efforts récents pour identifier les sources ont focalisé sur la recherche d'indicateurs plus spécifiques à l'aide de méthodes moléculaires (Simpson et al. 2012). Cependant ces approches sont basées sur des bases de données qui ont besoin d'être implémentées pour les sources d'origine urbaines en collectant un ensemble de sources de contaminations représentatives et en les caractérisant d'un point de vue microbiologique. En effet la variabilité spatiale et temporelle de la qualité microbiologique des eaux urbaines et des rejets reste peu qualifiée du fait de la difficulté à prendre en compte la nature variée des sources de pollution et de la variabilité des conditions hydrologiques et climatologiques. Ce manque de connaissance de la distribution et la concentration des divers pathogènes d'origine hydrique rend difficile la maîtrise des contaminations et la gestion des sites de baignade.

Dans le cadre du programme OPUR, un travail de caractérisation microbiologique des rejets de station d'épuration avait été entamé lors des deux précédentes phases, que ce soit pour les virus entériques, les mycobactéries, *Campylobacter jejuni* ou les salmonelles (Radomski et al. 2011, Lucas et al. 2014). Ces travaux ont été conduits étroitement avec le SIAAP, qui a également un programme de suivi des concentrations en BIF dans les rejets de ses usines de traitement depuis des années. De plus Eau de Paris effectue depuis des années des suivis de qualité microbiologique en Seine, qui portent sur les BIF, les virus entériques, *Cryptosporidium* et *Giardia* et qui s'est fait parfois dans le cadre du programme PIREN-Seine (e.g. Moulin et al. 2010, Mons et al. 2009, Prevost et al. 2015). Ces études incluent l'estimation de l'impact des rejets de STEP et/ou de déversoirs d'orage sur la qualité microbiologique des eaux de la Seine. Au printemps 2018, les

concentrations en BIF ont également été estimées dans des rejets de temps sec du canal de l'Ourcq par les services des Canaux de la Ville de Paris, mais seulement sur une campagne dans le cadre d'un stage de Master 2. Concernant les rejets de temps de pluie, une caractérisation de l'impact de rejets du déversoir d'orage de Clichy-Labriche avait été réalisé dans le cadre du programme PIREN-Seine, mais ne portait essentiellement que sur les BIF (Passerat et al. 2011). Enfin la qualité microbiologique des rejets de temps de pluie de l'ouvrage cadre du lac de Créteil et leur impact sur la qualité des eaux du lac ont été étudiés dans le cadre du projet PULSE financé par l'ANR, la Ville de Créteil et le Conseil Départemental du Val de Marne, toutefois seuls les BIF et les mycobactéries avaient été mesurés (Roguet et al. 2017). Les données sur la qualité microbiologique des rejets de temps de pluie et temps sec en région parisienne sont donc pour l'instant éparpillées en particulier pour les concentrations en pathogènes dans les rejets urbains de temps de pluie.

## OBJECTIFS

---

Le but du thème 1 est de caractériser la contribution des différents types de sources diffuses et ponctuelles de pathogènes d'origine hydrique et de bactéries résistantes aux antibiotiques, afin de mieux évaluer et prédire les risques. Ceci nécessite non seulement d'acquérir de la connaissance sur les niveaux et la nature de la contamination dans différents types de rejets, mais aussi de développer des outils de suivi et de prédiction par modélisation statistique et déterministe. Pour ce faire différents sites de prélèvement sur des petits bassins d'apport de rejets en Marne, en Seine, ou sur le canal de l'Ourcq seront échantillonnés. Le Bassin de la Villette sera utilisé comme site modèle pour développer à l'aide d'un modèle hydrodynamique une approche de prédiction et de hiérarchisation des flux apportés par les sources de contamination. Deux actions seront menées (i) Sources et flux et (ii) Bassin de la Villette. Le projet est porté par le LEESU et associe 2 autres laboratoires (METIS et Biologie Recherche d'Eau de Paris). Il s'appuiera sur une collaboration scientifique et technique étroite avec différents gestionnaires du Conseil Départemental (CD) 93, du CD 94, de la Ville de Paris, et du SIAAP. Des études récentes ont suggéré que les virus entériques (surtout les *Adenovirus*, *Rotavirus* et *Noroviruses*), *Campylobacter* spp., *Cryptosporidium* et *Giardia* sont les agents étiologiques d'intérêt majeur pour le nageur (Haile et al., 1999; Mons et al. 2009; Prevost et al. 2015; Eregno et al., 2016). De plus plusieurs cas d'infection par des leptospires lors de compétitions de triathlon ont pu être constatées en Europe. Enfin l'émergence ces dernières années de bactéries multirésistantes aux antibiotiques (notamment via dans les rejets hospitaliers) représente un enjeu majeur pour l'Organisation Mondiale de la Santé et l'ANSES. Le projet portera donc sur cet ensemble de pathogènes, les *Escherichia coli* résistantes aux antibiotiques, les indicateurs de contamination fécale réglementaires et ceux plus spécifiques de certaines sources humaines et animales.

## ANIMATEURS

---

Françoise Lucas, LEESU, Université Paris-Est Créteil (UPEC)  
[lucas@u-pec.fr](mailto:lucas@u-pec.fr)

Brigitte Vinçon-Leite, LEESU, Ecole des Ponts (ENPC)  
[b.vincon-leite@enpc.fr](mailto:b.vincon-leite@enpc.fr)

## REFERENCES

---

Ashbolt NJ, Mary Schoen ME, Soller JA, Roser DJ (2010). Predicting pathogen risks to aid beach management: The real value of quantitative microbial risk assessment (QMRA). *Water Res.* 44 : 4692 -4703

- Bezirtzoglou C, Dekas K, Charvalos E (2011). Climate changes, environment and infection: Facts, scenarios and growing awareness from the public health community within Europe. *Anaerobe*, 17; 337–340.
- Coffey R, Bemham B, Krometis LA, et al. (2014). Assessing the effects of climate change on waterborne microorganisms: Implications for EU and US water policy. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 20; 724–742.
- Eregno FE, Tryland I, Tjomslund T, et al.(2016). Quantitative microbial risk assessment combined with hydrodynamic modelling to estimate the public health risk associated with bathing after rainfall events. *Sci.Total Environ.* 548–549: 270–279
- European Union, 2006. Directive 2006/7/EC of The European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. *Off. J. Eur. Union L L64*, pp.37-51.
- Fewtrell L, Kay D (2015). Recreational Water and Infection: A Review of Recent Findings. *Curr Envir Health Rpt* 2:85–94
- Haile RW, Witte JS, Gold M, Cressey R, et al., (1999). The health effects of swimming in ocean water contaminated by storm drain runoff. *Epidemiology* 10, 355–363.
- Harder-Lauridsen NM, Gaardbo Kuhn K, et al. (2013). Gastrointestinal Illness among Triathletes Swimming in Non-Polluted versus Polluted Seawater Affected by Heavy Rainfall, Denmark, 2010-2011. *PlosOne* 8(11-e78371):1-8
- IPCC (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. CB Field. Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press: p 582.
- Lucas FS, Therial C, Gonçalves A, Servais P, Rocher V, Mouchel J-M (2014) Variation of raw wastewater microbiological quality in dry and wet weather conditions. *Environ. Sci. Pollut. R.* 21: 5318–5328.
- Mons C, Dumètre A, Gosselin S, Galliot C, Moulin L (2009). Monitoring of Cryptosporidium and Giardia river contamination in Paris area. *Water Res.* 43: 211–217
- Moulin L, Richard F, Stefania S, Goulet M, Gosselin S, Gonçalves A, Rocher V, Paffoni C, Dumètre A (2010). Contribution of treated wastewater to the microbiological quality of Seine River in Paris. *Water Res.* 44: 5222–5231
- Passerat J, Ouattara NK, Mouchel J-M, Vincent Rocher, Servais P (2011) Impact of an intense combined sewer overflow event on the microbiological water quality of the Seine River. *Water Research* 45:893–903.
- Prevost B., Lucas F.S., Goncalves A., Richard F., Moulin L. Wurtzer S. (2015). Large scale survey of enteric viruses in river and waste water underlines the health status of the local population. *Environment international* 79: 42-50. 2
- Radomski N, Betelli L, Moilleron R, Haenn S, Moulin L, Cambau E, Rocher V, Goncalves A, Lucas FS (2011). Mycobacterium behavior in wastewater treatment plant, a bacterial model distinct from Escherichia coli and Enterococci. *Environ Sci Technol.* 45 : 5380-6
- Roguet A, Therial C, Catherine A, Bressy A, Varrault G, Bouhdamane L, Tran V, Lemaire BJ, Vincon-Leite B, Saad M, Moulin L, Lucas FS (2017). Importance of Local and Regional Scales in Shaping Mycobacterial Abundance in Freshwater Lakes. *Microb Ecol* 4:834-846
- Schetz FM, Schijven JF, de Roda Husman AM (2011). Exposure assessment for swimmers in bathing waters and swimming pools. *Water Research* 45:2392-2400
- Simpson JM, Santo Domingo JW, Reasoner DJ (2002). Microbial Source Tracking: State of the Science *Environ. Sci. Technol.*, 36: 5279–5288