

## Résumé

Ce travail a permis de mettre en lumière les défis liés à la gestion de la qualité microbiologique des eaux de surface, en particulier dans des environnements fortement urbanisés. Les efforts se sont concentrés sur la mise en place d'approches innovantes, combinant des outils technologiques avancés, des modèles prédictifs robustes, et le développement de guides pratiques méthodologiques, pour répondre aux exigences croissantes de surveillance et de gestion de la qualité des eaux de surface. Nous avons développé une méthodologie intégrant des outils d'apprentissage automatique et des dispositifs de mesure en quasi temps réel pour la surveillance et la prédiction de la qualité de l'eau. Cette approche souligne le potentiel des réseaux de capteurs continus combinant des capteurs à bas coût et des capteurs de haute précision pour améliorer les prises de décision. Les tests et validations sur le terrain ont démontré la faisabilité et l'efficacité de ces dispositifs pour une gestion durable et précise. De plus, l'évaluation de l'incertitude, de l'échantillonnage à la mesure s'est révélée cruciale pour garantir la robustesse des données collectées. L'intégration de l'incertitude sur la mesure d'*E. coli* dans le processus de classement des échantillons à l'aide de la logique floue s'est également révélée être une approche intéressante pour améliorer la prise de décision pour l'ouverture ou la fermeture des sites de baignade. En complément une meilleure compréhension de la dynamique temporelle des pollutions microbiologiques est essentielle pour renforcer la surveillance et pour étudier la résistance ainsi que la résilience des sites de baignade face aux événements polluants liés au temps de pluie ou aux accidents sur le réseau d'assainissement. Ces approches ont pour objectif de diminuer le risque sanitaire lié à la baignade dans des eaux soumises à une forte pression anthropique.

**Mots-clés :** baignades, rivière urbaine, qualité microbiologique, contamination, *E. coli*, prédiction, incertitude, dynamique

## Abstract

This work has highlighted the challenges associated with managing the microbiological quality of surface waters, particularly in highly urbanized environments. Efforts have focused on implementing innovative approaches that combine advanced technological tools, robust predictive models, and the development of practical methodological guidelines to meet the growing demands for surface water quality monitoring and management. We developed a methodology integrating machine learning tools and near real-time measurement devices for water quality monitoring and prediction. This approach underscores the potential of continuous sensor networks combining low-cost sensors with high-precision ones to enhance decision-making processes. Field tests and validations demonstrated the feasibility and effectiveness of these devices for sustainable and accurate management. Furthermore, evaluating the uncertainty from sampling to measurement proved crucial in ensuring the robustness of collected data. The integration of *E. coli* uncertainty into the sample classification process using fuzzy logic also emerged as a promising approach to improve decision-making regarding the opening or closing of bathing sites. Additionally, a better understanding of the temporal dynamics of microbiological pollution is essential for strengthening monitoring efforts and studying the resistance and resilience of bathing sites to pollution events caused by rainfall or accidents in the sanitation network. These approaches aim to reduce the health risks associated with swimming in waters subjected to high anthropogenic pressure.

**Keywords :** bathing, urban river, microbiological quality, contamination, *E. coli*, prediction, uncertainty, dynamics