

Titre de la thèse – PhD Title:

Une approche multicritère pour favoriser la circularité de l'eau au sein des territoires.

A multi-criteria approach to support water circularity at regional level.

IMT Atlantique : Campus Brest Nantes Rennes

Laboratory :

École doctorale : SPIN 3MG

Sujet interdisciplinaire : Oui Non

Partnership : Cotutelle with :

CIFRE with :

Financement - Funding:

Démarrage envisagé de la thèse – Expected start:



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom

Environnement académique - Context :

IMT Atlantique, grande école d'ingénieurs généralistes, a pour ambition de conjuguer le numérique, l'énergie et l'environnement pour transformer la société et l'industrie par la formation, la recherche et l'innovation. L'établissement qui est présent sur trois campus (Brest, Nantes et Rennes) appartient à l'Institut Mines-Télécom et dépend du ministère l'Économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique.

Reconnue internationalement pour la qualité de sa recherche, les scientifiques d'IMT Atlantique accompagnent environ 300 doctorants. La thèse proposée s'inscrit dans les activités de recherche du laboratoire GEPEA et du département Systèmes Energétiques et Environnement (DSEE). Les activités scientifiques de ce département portent sur les écotecnologies pour l'énergie et l'environnement.

IMT Atlantique, internationally recognised for the quality of its research, is a leading general engineering school under the aegis of the Ministry of Industry and Digital Technology, ranked in the three main international rankings (THE, SHANGHAI, QS).

Located on three campuses, Brest, Nantes and Rennes, IMT Atlantique aims to combine digital technology and energy to transform society and industry through training, research and innovation. It aims to be the leading French higher education and research institution in this field on an international scale. With 290 researchers and permanent lecturers, 1000 publications and 18 M€ of contracts, it supervises 2300 students each year and its training courses are based on cutting-edge research carried out within 6 joint research units: GEPEA, IRISA, LATIM, LABSTICC, LS2N and SUBATECH.

The proposed thesis is part of the research activities of the GEPEA laboratory and the department Energy systems and Environmental Engineering (DSEE). The scientific activities of this department are related to environmental technologies.

Context :

Le système de gestion de l'eau urbaine actuel repose principalement sur des réseaux connectés à des stations d'épuration centralisées. Ce modèle a amélioré les conditions sanitaires et limité les rejets de polluants au cours du siècle dernier. Toutefois, il répond difficilement aux défis actuels liés à l'urbanisation et au changement climatique, comme l'intensification des sécheresses et la raréfaction des ressources en eau. La transition vers une gestion plus efficace et circulaire devient nécessaire. Or, la mise en place de systèmes de circularité est freinée par l'absence de cadre global et d'outils adaptés aux contextes locaux. Les indicateurs existants, fondés sur les 5R (Réduire, Réutiliser, Recycler, Récupérer, Restaurer), se basent surtout sur les volumes d'eau comme critère d'évaluation et de décision, et négligent la qualité, les besoins de traitement, la variabilité de la demande et les préférences des acteurs, limitant ainsi leur application concrète.

Urban water networks are systems used to transport wastewater and potable water to and from centralized treatment plants. This model has improved sanitation and reduced pollution but falls short of addressing current challenges like rapid urbanization and climate change, including increased flooding and water scarcity. UNEP projects a potential 40% gap between demand and supply by 2030. Shifting from the model of abstracting, using, and disposing to more efficient, circular water use is essential. Implementing water circularity systems is hindered by the lack of a comprehensive framework and tools tailored to local contexts and technologies. Existing indicators based on the 5Rs (reduce, reuse, recycle, reclaim, restore) mainly focus on water volume, often neglecting water quality, resilience, and treatment needs, limiting practical application. Broader benefits, as ecosystem services inherent to the deployed technology, should be considered in a holistic approach. While optimization methods have been applied at various scales, they often overlook system dynamics, demand variability, and stakeholder preferences. In addition, variation in water demands and quality needs and preferences for different stakeholders is rarely addressed in the literature. Excluding these topics associated with the implementation of new systems may generate environmental or social conflicts.

Objectifs de la thèse- Expected contributions of the Thesis

L'objectif de ce projet est de développer et de valider un modèle pour aider les décideurs à choisir et à mettre en oeuvre des solutions de circularité de l'eau en fonction du contexte local, en tenant compte des préférences des parties prenantes, des technologies disponibles et des services écosystémiques qui en découlent. Il s'agit d'aller au-delà de l'évaluation du niveau de circularité de l'eau que chaque scénario atteindrait, en déterminant quelles technologies mettre en oeuvre pour garantir une utilisation sûre et résiliente, tout en maximisant les co-bénéfices et en minimisant les coûts. L'approche multi-objectifs proposée, fondée sur des algorithmes d'optimisation et d'apprentissage automatique, sert à définir des configurations optimales y compris les installations de traitement, de distribution et de gestion de l'eau. Elle considère les contraintes urbaines, agricoles et industrielles liées à la circularité de l'eau, ainsi que la dynamique de la demande, la qualité et les préférences des acteurs sociaux, gouvernementaux et industriels dans des environnements de prise de décision multicritères. Cette approche permettra d'identifier les conflits et les synergies d'un point de vue de la performance économique, des économies d'eau et de la fourniture de services écosystémiques. La métropole de Nantes servira d'étude de cas pour tester et valider le modèle dans différents scénarios.

The aim of this project is to develop and validate a model to help decision makers select and implement water circularity based on the local context, including preferences of stakeholders, available technologies, and their wider ecosystem services. It would go beyond the state of the art of evaluating how much water circularity each scenario could achieve by determining which technologies to implement to guarantee safe and resilient water usage while maximizing the delivery of wider co-benefits and minimizing costs. The proposed multi-objective approach, based on optimization and machine learning algorithms, is used for defining optimal configurations, including water treatment, distribution, and management facilities. It considers urban, agricultural, and industrial constraints associated with water circularity as well as dynamics in demands, quality, and preferences of social, government, and industrial actors in multi-criteria decision-making environments. This approach allows identifying conflicts and synergies around economic performance, water and energy savings, and delivering ecosystem services.

Profil du candidat – Required skills:

Les candidats titulaires d'un master dans des domaines tels que le génie chimique, le génie biochimique, le génie environnemental et le génie des systèmes de procédés sont invités à postuler. Le candidat idéal pour ce poste doit posséder les compétences et qualités suivantes:

- Connaissance des systèmes hydrologiques et du traitement de l'eau,
- Expérience en optimisation et modélisation de procédés et de systems,
- Intérêt pour des thèmes tels que la gestion et le traitement intégrés de l'eau, les stratégies d'optimisation multi-objectifs, la théorie des jeux et l'apprentissage automatique,
- Maîtrise de l'anglais.

Requis souhaitables :

- Expérience dans le domaine des systèmes de traitement de l'eau,
- Expérience en science des données et en apprentissage automatique.

Candidates with backgrounds and master's degrees in fields such as chemical engineering, biochemical engineering, environmental engineering, and process systems engineering are welcome to apply. The ideal candidate for this position should possess the following skills and qualities:

- Knowledge of hydrological systems and water treatment.
- Experience in process and system optimization and modelling.
- Interest in topics such as integrated water management and treatment, multi-objective optimization strategies, game theory, and machine learning.
- Proficiency in English.

Desirable:

- Experience in water treatment systems.
- Experience in data science and machine learning.

Candidature – Application:

Veillez envoyer votre CV en anglais, accompagné d'une liste complète de vos publications, projets et interventions lors de conférences, ainsi que de vos relevés de notes de licence et de master, et d'une lettre de motivation dans laquelle vous exprimerez votre intérêt pour le projet.

Les candidats les plus qualifiés seront convoqués à des entretiens à partir de fin avril/début mai.

Dossier de candidature à adresser à luis-fabian.fuentes-cortes@imt-atlantique.fr et karine.borne@imt-atlantique.fr

Please send your CV in English, including a complete list of publications, projects, and conference presentations, as well as Bachelor and Master degree transcripts and a cover letter expressing your interest in the project.

The most qualified candidates will be invited for interviews beginning end of April/beginning of May.

Applications should be sent to luis-fabian.fuentes-cortes@imt-atlantique.fr and karine.borne@imt-atlantique.fr

Renseignements complémentaires - Additional Informations :

- Date de fin de candidature - Application deadline : April 26, 2026

- Date de démarrage de la thèse- Start date : September-October 2026
- Durée du contrat- Contract duration : 36 months
- Localisation - Location : Nantes, France
- Contact(s)

Luis Fabián FUENTES CORTES

luis-fabian.fuentes-cortes@imt-atlantique.fr

Karine BORNE

karine.borne@imt-atlantique.fr

More informations:

About IMT Atlantique,

- Technological University: <https://www.imt-atlantique.fr/en/about/elite-technological-university>
- Research Issues: <https://www.imt-atlantique.fr/en/research-innovation>
- International rankings: <https://www.imt-atlantique.fr/en/about/ranking>
- 3 campuses with facilities: <https://www.imt-atlantique.fr/en/campus/sites>
- Latest highlights: <https://www.imt-atlantique.fr/en/news>

PhD Key Figures: 300 Doctoral Students included 56% internationals and 25% women,
international mobility for each Doctoral Student
a wide network of graduates - 70 Phd graduates each ear