



L'interdisciplinarité au cœur du projet StakeMap pour transformer la gestion des eaux usées

Le projet StakeMap vise à établir une cartographie détaillée des acteurs impliqués dans la gestion des eaux usées et de leurs impacts environnementaux, afin de fournir des outils favorisant une prise de décision plus informée, collaborative et partagée, en particulier sur les enjeux liés aux micropolluants.

La station d'épuration, nouveau terrain d'innovation

Le projet StakeMap trouve ses origines dans la rencontre entre Émilie Muller, microbiologiste, et Aude Zingraff-Hamed, géographe, réunies par l'envie de faire dialoguer sciences du vivant et sciences humaines et sociales. Dans le contexte du lancement en janvier 2025 d'un Institut Interdisciplinaire sur la durabilité de l'eau et des villes (ITI Switch) de l'université de Strasbourg, cette dynamique a permis d'identifier un manque parmi les thématiques abordées par les Living Labs alsaciens – ces plateformes collaboratives dédiées à la recherche et à l'enseignement. Si le cycle de l'eau est déjà étudié à la source, dans les nappes phréatiques et en milieu urbain, la station d'épuration restait un maillon manquant alors qu'essentiel pour limiter l'impact des usages de l'eau sur l'environnement.

Pour combler ce vide, elles ont alors initié la création d'un Living Lab dédié spécifiquement aux eaux usées et à leur traitement en station d'épuration. Ce dispositif repose sur l'engagement conjoint de la société civile, du secteur privé, du secteur public et du monde académique, garantissant une réelle équité de participation et la mobilisation d'une intelligence collective pour traiter des enjeux complexes liés à ce terrain spécifique.

Conçu comme phase de lancement du Living Lab et financé par l'ENGEE (École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg), le projet StakeMap a, entre autres, pour mission de collecter les premières données scientifiques et de dresser une cartographie précise de l'écosystème d'acteurs impliqués dans la gestion de l'eau au sein des stations d'épuration.

Bien plus qu'une simple cartographie

Le nom StakeMap est issu de l'expression « Stakeholder Mapping », qui désigne la cartographie des parties prenantes. Cette démarche vise à répertorier l'ensemble des parties prenantes impliquées, directement ou indirectement, dans la production d'eaux usées, la gestion des stations d'épuration et le rejet des eaux traitées ou dans la mise en place et le contrôle du respect des règles afférentes au traitement des eaux usées. Mais loin de s'arrêter à une simple identification d'acteurs, elle a aussi pour objectif d'analyser leurs relations pour mieux identifier les collaborations existantes, révéler les synergies potentielles, mettre en lumière les points de tension potentiels et les compromis existants. Elle permet également de repérer les acteurs clés, ceux dont les décisions et les

actions influencent concrètement la mise en œuvre de solutions sur le terrain.

Une dimension essentielle de cette méthodologie repose sur l'intégration systématique des acteurs non-humains, en particulier le milieu récepteur comme la rivière ou le cours d'eau où sont déversés les eaux traitées. StakeMap considère en effet ce milieu et leurs habitants non pas comme un simple réceptacle passif, mais comme un acteur à part entière, à la fois impacté (positivement comme négativement) par les rejets et capable d'influencer l'ensemble du système grâce à sa capacité d'auto-épuration, sa résilience ou sensibilité ou encore les contraintes réglementaires qu'il génère. L'analyse de son état et de sa qualité devient alors une composante centrale du projet de cartographie.

Une troisième dimension pour compléter cette compréhension globale réside dans les polluants eux-mêmes, en retraçant leurs sources, leur réactivité, leur persistance aux traitements et leur quantité à chaque étape du cycle ouvert. Cette approche permet de relier directement les dynamiques d'acteurs, l'état du milieu récepteur et les flux de polluants, afin d'éclairer de manière fine les enjeux liés à la gestion des rejets en station d'épuration.

La cartographie des acteurs a été réalisée en collaboration entre le LIVE et l'université de Dortmund. Les entretiens semi-directifs et le sondage en ligne auprès de la population sont analysés à l'aide de méthodes statistiques complexes issues des sciences de l'écologie et appliquées à l'écosystème complexe des stations d'épuration dans le contexte de la gouvernance multi-espèce (humains inclus).

Trois stations modèles

StakeMap se concentre particulièrement sur la problématique des micropolluants, ces molécules chimiques présentes dans l'environnement à des concentrations très faibles (de l'ordre du micro- à nano-gramme par litre) mais susceptibles d'entraîner des effets biologiques ou toxicologiques significatifs. Cette catégorie inclut notamment les résidus de médicaments, de produits d'hygiène et de soin ou issus de l'alimentation.

L'enjeu est double : il s'agit d'identifier les micropolluants entrant dans la station d'épuration et ceux qui en ressortent, tout en évaluant l'état du milieu récepteur afin de mieux comprendre et appréhender l'impact réel de ces substances sur l'environnement.

Pour mener ces études, StakeMap travaille sur trois stations de traitement des eaux usées, situées dans la région de Strasbourg, sélectionnées pour la diversité de leurs caractéristiques :

- **La station de Strasbourg-La Wantzenau** est l'une des plus grandes stations de France, dont les rejets se déversent dans le Rhin, un fleuve à très fort débit assurant une dilution importante.

- **La station de Griesheim-sur-Souffel**, de taille plus modeste, rejette ses eaux



Equipe du projet StakeMap - © StakeMap Consortium, 2025

dans la Souffel. Ce cours d'eau constitue un cas d'étude pertinent car il traverse un territoire agricole et présente un état écologique dégradé, marqué par la présence de résidus de produits phytosanitaires.

- **La station de Achenheim** traite les eaux usées de plusieurs communes alentour et gère à la fois des effluents domestiques, industriels et viticoles, qui traités, sont rejetés dans le canal de la Bruche.

Suivi chimique et microbiologique

L'analyse chimique des micropolluants dans les trois zones étudiées est menée en collaboration avec un laboratoire spécialisé en hydrogéochimie (équipe BISE de l'ITES). La technique employée repose sur une extraction en phase solide suivie de la chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS), une approche de référence pour la détection de traces de contaminants dans l'eau. Les spectres de masse obtenus sont comparés à une base de données interne, enrichie régulièrement dans le cadre de projets de recherche, et recensant plus de 200 substances pertinentes pour le contexte local.

Pour ce qui concerne le volet microbiologique, plusieurs autres dispositifs de pointe sont mobilisés dans le laboratoire associé (GMGM). Le séquençage du gène codant l'ARNr 16S par exemple permet de cartographier précisément la diversité microbienne présente dans les échantillons. La PCR digitale (dPCR), quant à elle, offre un dosage extrêmement sensible du nombre de copies de gènes spécifiques, notamment ceux impliqués dans la résistance aux antibiotiques, enjeu majeur reconnu au niveau international. Les méthodes culturales sont utilisées en complément pour évaluer la résistance réelle des micro-organismes mis en culture sur des milieux contenant divers antibiotiques.

Les premières campagnes du programme StakeMap ont permis de constituer un jeu de données solide, avec deux séries d'échantillonnage sur cinq points de prélèvement de l'amont à l'aval de chaque station modèle, chaque point faisant l'objet d'une analyse exhaustive de plus de 200 micropolluants et des microorganismes résistants aux antibiotiques.

Perception du risque et prise de décision

Au-delà de la cartographie, StakeMap a pour ambition d'éclairer la prise de décision dans un contexte réglementaire en constante évolution.

Le projet s'appuie pour cela sur une double approche. D'une part, l'évaluation de la pollution réelle, qui vise à quantifier l'impact effectif des rejets des stations d'épuration sur le milieu récepteur, et d'autre part, l'analyse de la pollution perçue, réalisée à travers une enquête auprès des différents acteurs concernés (élus, industriels, associations, grand public) pour comprendre comment chacun appréhende ce risque.

L'hypothèse centrale est que la perception de la dangerosité – qu'elle corresponde ou non aux données scientifiques – influence fortement les décisions politiques et l'acceptabilité sociale des projets. Comprendre les écarts entre perception et réalité devient ainsi essentiel pour mobiliser les leviers d'action les plus pertinents et préserver la population civile de risques éventuels.

Préparer les solutions de demain

Conçu comme un projet tremplin, StakeMap pose des bases solides tant sur la connaissance des micropolluants que sur la compréhension des dynamiques microbiennes et des interactions précises entre les acteurs concernés. Il vise ensuite à transformer ces connaissances en actions concrètes, en développant et en déployant des solutions destinées à réduire les micropolluants, en anticipation des futures réglementations européennes.

Ce travail de cartographie apparaît ainsi non comme une finalité, mais comme un outil essentiel pour appréhender la complexité du système et mieux préparer les interventions de demain.

Pour en savoir plus :

ENGEE

<https://engees.unistra.fr/>

Emilie MULLER

emilie.muller@unistra.fr

Aude ZINGRAFF-HAMED

Aude.zingraff-hamed@tu-dortmund.de