

Offre de thèse de doctorat

Produire, traiter, réutiliser : analyse territoriale spatialisée des conditions de développement de la réutilisation des eaux usées traitées dans les trajectoires d'adaptation à la sécheresse des Alpes-Maritimes

Dans quelle mesure l'analyse spatialisée des productions d'eaux usées traitées, de leurs usages potentiels et souhaités permet-elle d'identifier les territoires des Alpes-Maritimes qui présentent des cohérences spatiales et temporelles entre l'offre et la demande de la REUT directe et indirecte, notamment en situation de tension ou de restriction sur la ressource en eau ?

Cette cohérence constitue-t-elle l'unique facteur limitant du recours aux eaux usées traitées, ou faut-il rechercher les verrous et les leviers dans le cadre réglementaire, les contraintes sanitaires, ou l'intermédiation entre les acteurs et les modèles socio-économiques ?

1. Contexte et enjeux

Face à l'accroissement des tensions quantitatives sur la ressource en eau, accentuées par les effets du changement climatique et la survenue de plus en plus rapprochée dans le temps d'épisodes de canicule et de sécheresse, la réutilisation des eaux usées traitées (REUT) constitue une des pistes mobilisables pour réduire la pression exercée sur les ressources conventionnelles.

Le développement de l'accès à la REUT s'inscrit dans des contextes territoriaux très différenciés en fonction des pays. Les contextes sont également diversifiés d'un territoire à l'autre au sein d'un même pays à travers les volumes d'eaux usées traitées disponibles, leur localisation, leur saisonnalité, leurs caractéristiques sanitaires, ainsi que les besoins et usages susceptibles d'être alimentés.

Le littoral est d'ailleurs un territoire généralement propice au développement du recours à la REUT. Il concentre en effet d'importants volumes d'eaux usées traitées, aujourd'hui majoritairement rejetées en mer. Ces volumes peuvent en outre augmenter en période estivale compte tenu de la fréquentation touristique. Ils se révèlent ainsi potentiellement utiles au moment même où les besoins en eau sont élevés et où les tensions sur la ressource sont les plus fortes.

Les Alpes-Maritimes présentent à cet égard une configuration singulière au regard des cadres nationaux de la REUT, largement construits autour de l'irrigation agricole : l'agriculture y représente

Ce travail a été soutenu financièrement
par la Chaire partenariale « L'Eau dans les Territoires des Alpes-Maritimes »

aujourd'hui une faible part des prélèvements départementaux, tandis que les usages urbains (espaces verts, nettoyage de voirie, équipements de loisirs), touristiques (sports de montagne et nautisme), industriels et dans un futur proche, numériques (refroidissement de centres de données) concentrent l'essentiel des besoins susceptibles d'être satisfaits par une ressource alternative. Cette **inversion de la hiérarchie des usages** impose de ne pas transposer mécaniquement les schémas développés ailleurs en France et de construire une lecture territoriale propre au département marailpin.

La REUT, qu'elle soit directe ou indirecte, ne peut ainsi être appréhendée uniquement comme une question technique liée aux performances des systèmes de traitement. Elle constitue un enjeu d'aménagement du territoire, de planification spatiale et de gouvernance de la ressource en eau. La pertinence d'un projet de REUT dépend de la capacité à faire correspondre, dans l'espace et dans le temps, une production d'eau usée traitée avec un ou plusieurs usages susceptibles de la valoriser. Cette cohérence doit par ailleurs être analysée au regard du cadre réglementaire et sanitaire applicable, qui varie selon la nature de l'eau produite, les traitements mis en œuvre et les usages envisagés, et également l'acceptabilité sociale qui est elle-même fonction des usages et des conditions dans lesquelles ils sont réalisés.

Dans ce contexte, la thèse proposée vise à développer, dans le cadre de la Chaire partenariale « L'Eau dans les territoires des Alpes-Maritimes », **une approche territoriale et spatiale de la REUT directe et indirecte croisant des dimensions géographiques, hydrologiques, réglementaires, sanitaires et sociales**. Le doctorant ou la doctorante intégrera pleinement la Chaire et travaillera au sein du groupe de travail dédié à la REUT (Groupe de Travail n°5) avec les acteurs du territoire, en articulation avec les Actions déjà engagées par ce groupe (cartographie des usages, analyse réglementaire, approche sanitaire, acceptabilité).

2. Problématique et objectifs scientifiques

La question centrale de la thèse est celle formulée en tête de ce document. Elle se décline en une hypothèse principale et trois axes de recherche.

Hypothèse principale. La littérature et les politiques publiques tendent à expliquer le faible développement de la REUT en France par les nombreuses barrières normatives. La thèse fera l'hypothèse que, dans un territoire littoral montagneux et urbain comme les Alpes-Maritimes, le facteur limitant réside au moins autant dans l'absence de cohérence spatio-temporelle organisée entre gisements et usages que dans le cadre réglementaire et sanitaire lui-même. Cette hypothèse est réfutable : elle sera confrontée aux configurations territoriales contrastées observées dans le département et aux retours d'expérience des autres territoires français ayant engagé des projets de REUT.

Ce travail a été soutenu financièrement
par la Chaire partenariale « L'Eau dans les Territoires des Alpes-Maritimes »

Axe 1 — Caractériser les productions. Il s'agira dans un premier temps de caractériser les productions d'eaux usées traitées à l'échelle territoriale : localisation des stations d'épuration, volumes produits, variations saisonnières, caractéristiques des eaux usées traitées, continuité ou intermittence de la production et perspectives d'évolution. Cette analyse, dont des éléments ont par exemple été présentés spatialement dans le projet REUT'OSUD, permettra, avec les gestionnaires de l'eau et de l'assainissement des territoires, d'identifier les « gisements » d'eaux usées traitées disponibles et de qualifier leur potentiel de réutilisation.

Axe 2 — Recenser et spatialiser les usages. Dans un second temps, la recherche recensera et spatialisera les usages souhaités par les acteurs, en plus de ceux considérés comme potentiels. Ce recensement s'appuiera sur une enquête auprès des collectivités, gestionnaires, acteurs économiques et usagers, et accordera une attention particulière aux usages non agricoles qui caractérisent le territoire (urbains, touristiques, industriels, numériques), sans négliger les usages agricoles là où ils existent (maraîchage, horticulture, arboriculture, viticulture) et intégrant les exigences des labels d'agriculture ou autres. Une attention particulière sera portée à la compatibilité de la qualité de l'eau avec les usages et le fonctionnement potentiel de la REUT directe et indirecte ainsi que les risques sanitaires.

Axe 3 — Analyser le cadre juridique et réglementaire. Un troisième axe portera sur l'analyse du cadre juridique et réglementaire applicable aux différents couples « production–usage », notamment au regard de la qualité sanitaire de l'eau. Il s'agira d'identifier, pour chaque usage, les réglementations, prescriptions, conditions techniques et éventuelles **restrictions quantitatives et qualitatives** qui encadrent la REUT en France et dans le droit de l'Union européenne et éventuellement en dehors de l'Union Européenne en fonction des usages. Cette analyse devra prendre en compte l'articulation entre les plans et directives nationales et leur application au niveau local, notamment pour les dispositifs qui s'appliquent en période de sécheresse (soutien des étiages) et de restriction des usages. Le cadre réglementaire étant en évolution rapide, la grille d'analyse sera conçue comme un outil versionné et actualisable, et non comme un état des lieux figé.

Mise en perspective. L'analyse départementale sera mise en perspective avec les retours d'expérience des projets de REUT engagés ailleurs en France (irrigation collective, arrosage d'espaces verts, expérimentations urbaines, etc.) et avec la littérature internationale, afin de distinguer, dans les freins et leviers observés, ce qui relève du cadre juridique et sanitaire de ce qui relève de l'organisation territoriale et des modèles socio-économiques.

Diagnostic territorial. La thèse croisera ces différentes dimensions afin de construire un diagnostic territorial de la cohérence spatiale et temporelle entre l'offre et la demande en eaux usées traitées. L'objectif sera notamment d'identifier les territoires où existent des convergences entre les volumes

Ce travail a été soutenu financièrement
par la Chaire partenariale « L'Eau dans les Territoires des Alpes-Maritimes »

potentiellement disponibles et les besoins exprimés, et d'identifier les freins réglementaires, organisationnels ou territoriaux à lever.

Périodes de restriction d'eau. Une attention particulière sera portée aux restrictions et à leurs application spatiale à court, moyen et long terme et ce notamment pour la préparation des ateliers du living lab. Ces restrictions ont effectivement vocation évoluer avec le changement climatique et la REUT pourrait alors constituer une ressource alternative permettant de maintenir certains usages, sous réserve de leur compatibilité avec les exigences sanitaires, environnementales, réglementaires et sociales. **La thèse cherchera ainsi à déterminer dans quelles mesures la REUT directe et indirecte, en étant intégrée aux champs d'application des arrêtés sécheresse, peut contribuer ou non à la résilience des territoires face aux épisodes de sécheresse.**

Living lab territorial. Parallèlement, le doctorant ou la doctorante contribuera, dans le cadre du Groupe de Travail n°5 (GT5) de la Chaire, à la mise en place d'un living lab territorial destiné à élaborer, avec les acteurs, des trajectoires d'adaptation à la sécheresse et à y situer la place éventuelle de la REUT. Le living lab constitue pour la thèse un terrain d'observation et de co-construction. L'animation et la logistique du living lab relèvent du GT5 et de ses Actions, et non de la seule responsabilité du doctorant, afin de préserver le temps de recherche.

3. Méthodologie et résultats attendus

La démarche reposera sur une approche interdisciplinaire associant **analyse sanitaire, analyse spatiale et analyse juridique**. Elle mobilisera notamment les outils des systèmes d'information géographique (SIG) afin de croiser les données relatives aux stations d'épuration (SISPEA, portail ERU, Sandre), aux volumes prélevés (BNPE), aux besoins en eau, aux usages potentiels, aux réseaux, aux arrêtés de restriction et aux contraintes techniques et financières, sanitaires et socio-économiques.

Un travail d'inventaire et d'analyse des textes réglementaires et sanitaires éclairé par les retours d'expérience du recours aux eaux usées traitées en France et à l'international, permettra parallèlement de construire une **grille de lecture des conditions de réutilisation selon les usages et les impacts connus à ce jour**. Le croisement des données spatiales et réglementaires conduira à l'élaboration d'une typologie des situations territoriales et, à terme, d'un outil de diagnostic permettant d'évaluer le potentiel actualisé de REUT directe et indirecte d'un territoire.

La recherche s'appuiera sur plusieurs territoires littoraux et de montagne des Alpes-Maritimes présentant des configurations contrastées en termes de ressources en eau, de productions d'eaux usées traitées, de besoins et de pressions quantitatives et qualitatives. Cette étude de cas permettra de construire le diagnostic sur les réalités locales, en intégrant les acteurs concernés dans le cadre de

Ce travail a été soutenu financièrement
par la Chaire partenariale « L'Eau dans les Territoires des Alpes-Maritimes »

la Chaire et duGT5 : collectivités, services de l'État, gestionnaires de l'eau et de l'assainissement, acteurs agricoles et industriels, aménageurs et autres usagers.

Les résultats attendus sont à la fois **scientifiques et opérationnels**. La thèse devra contribuer à une meilleure compréhension des conditions territoriales de développement de la REUT et proposer une méthode reproductible de diagnostic de l'adéquation entre productions, qualités et usages. Elle aboutira à la production d'outils cartographiques permettant d'évaluer la cohérence entre les secteurs de production et d'usage, les principaux facteurs de blocage (technique, coût, réglementaire, sanitaire, organisationnel, incohérence temporelle) et les opportunités de substitution ou de sécurisation des usages par la REUT directe et indirecte en période de tension hydrique.

Ainsi, le doctorant ou la doctorante cherchera à :

- **Caractériser et spatialiser** les productions d'eaux usées traitées et leurs disponibilités (volumes, localisation, saisonnalité, caractéristiques).
- **Enquêter, identifier et cartographier** les usages et besoins potentiels et souhaités en eau et les qualités sanitaires requises : espaces verts, nettoyage urbain, usages industriels et numériques, équipements, agriculture, etc.
- **Analyser le cadre réglementaire et sanitaire** applicable aux différents usages et identifier les contraintes, conditions et évolutions réglementaires susceptibles d'influencer leur développement.
- **Croiser les dimensions spatiales, temporelles et réglementaires** afin d'évaluer la cohérence entre productions, qualités et usages.
- **Identifier les freins et les leviers** au développement de la REUT directe et indirecte, notamment en période de sécheresse et de restriction d'eau, et en tester l'explication au regard de l'hypothèse principale.
- **Élaborer un diagnostic territorial** permettant d'identifier les secteurs et situations présentant un potentiel de développement de la REUT directe et indirecte.
- **Contribuer, avec la Chaire, au living lab à l'échelle des Alpes-Maritimes** comme terrain de co-construction de trajectoires d'adaptation à la sécheresse.
- **Valoriser les résultats** sous forme de publications scientifiques, de cartographies et de recommandations opérationnelles.

La thèse s'inscrivant dans le groupe de travail n°5 de la Chaire portant sur la réutilisation des eaux usées traitées, le doctorant ou la doctorante participera aux interactions avec les acteurs des territoires des

Ce travail a été soutenu financièrement
par la Chaire partenariale « L'Eau dans les Territoires des Alpes-Maritimes »

Alpes-Maritimes. La contribution à l'animation du GT5 sera plafonnée (de l'ordre d'un cinquième du temps de travail) et fera l'objet d'un suivi lors des comités de suivi individuel de thèse.

4. Calendrier prévisionnel

- **Année 1 (2027)** : état de l'art, cadrage théorique et juridique, constitution de la base SIG des gisements (axe 1), première version de la grille réglementaire (axe 3), lancement de l'enquête usages, participation aux premiers ateliers du living lab.
- **Année 2 (2028)** : spatialisation des usages souhaités (axe 2), analyse des retours d'expérience nationaux, croisement offre-demande et typologie des situations territoriales, première publication acceptée.
- **Année 3 (2029)** : diagnostic territorial et outil de diagnostic, test de l'hypothèse, recommandations opérationnelles, rédaction du manuscrit et soutenance.

5. Profil recherché

Le doctorant ou la doctorante devra disposer d'un diplôme de master en **géographie physique, en hydrologie ou d'ingénieur de l'eau et de l'environnement**. La thèse nécessite une appétence forte pour les problématiques de gestion quantitative et de qualité de la ressource en eau. Une **formation ou une première expérience en droit**, notamment en droit de l'environnement, droit de l'urbanisme et/ou droit de l'eau, ou des connaissances sur les qualités sanitaires de l'eau, serait particulièrement appréciée afin de pouvoir analyser et s'approprier les textes réglementaires et sanitaires encadrant les différents usages des eaux usées traitées.

La thèse s'inscrira ainsi à l'interface entre **géographie, hydrologie, et droit**, avec pour ambition de fournir un cadre d'analyse permettant de mieux identifier les conditions territoriales de développement de la REUT directe et indirecte et sa contribution potentielle à l'adaptation des territoires aux tensions croissantes sur la ressource en eau.

Une capacité à travailler dans un environnement interdisciplinaire, à dialoguer avec des acteurs institutionnels et opérationnels et à articuler une analyse territoriale et analyse réglementaire constituera également un atout majeur.

Des compétences en **SIG et en analyse de données spatiales** sont requises.

La maîtrise du français est indispensable.

La rigueur et le respect des délais pour organiser le travail sont également des qualités attendues.

Ce travail a été soutenu financièrement
par la Chaire partenariale « L'Eau dans les Territoires des Alpes-Maritimes »

Conditions du doctorat

Début : Janvier 2027

Financement : 3 ans, Chaire partenariale « L'Eau dans les territoires des Alpes-Maritimes »

Salaire : Aligné sur les allocations doctorales en vigueur à Université Côte d'Azur

École doctorale : SHAL, Université Côte d'Azur

Lieu : Université Côte d'Azur, IMREDD, Nice — missions de terrain dans les Alpes-Maritimes

Direction : Isabelle La Jeunesse, Laboratoire CNRS ESPACE (UMR 7300)

Encadrement : Pascal Staccini - Laboratoire RETINES, Olivier Damour - Régie Eau d'Azur, Aurélien Béhague - SICASIL.

Envoi des candidatures

Adresser candidature (**curriculum vitae**, **lettre de motivation** et, si possible, un exemple de travail cartographique ou de mémoire) **avant le 26 octobre 2026**.

Pour l'envoi des candidatures et/ou plus d'information sur ce poste : Isabelle.La-Jeunesse@univ-cotedazur.fr et Oceane.marecaille@univ-cotedazur.fr

Ce travail a été soutenu financièrement
par la Chaire partenariale « L'Eau dans les Territoires des Alpes-Maritimes »