

Appel à candidature pour thèse de doctorat (36 mois) : démarrage oct. 2024

Sujet - Réutilisation des eaux non-conventionnelles dans le contexte méditerranéen : mise en œuvre d'une planification stratégique à l'échelle d'un bassin versant côtier français

Université Côte d'Azur/ Lab. : UMR 7329 Géazur

Ecole Doctorale Sciences Fondamentales et Appliquées (ED 364 SFA)

Partenaires : Université Côte d'Azur (UMR 7329 Géazur/IMREDD) – Observatoire de la Côte d'Azur (OCA) - Régie Eau d'Azur (REA)

Encadrement : Université Côte d'Azur (Morgan Abily, Emmanuel Tric), REA (Félix Billaud).

Collaborateurs : Métropole Nice Côte d'Azur et Institut Catalan de Recherche sur l'eau (ICRA)

Modalité d'expression d'intérêt de candidature : envoyer à Morgan.abily@univ-cotedazur.fr, avec sujet du courriel [*Candidature Ph.D REUT*] : CV, lettre de motivation, relevé de note et classement du master obtenu ou en cours d'obtention. Candidatures examinées au fil de l'eau jusqu'au 30.04.2024.

Contexte scientifique

En 2022, une sécheresse sévère sur l'année hydrologique a mis en danger l'exploitation de l'aquifère à nappe libre de la basse vallée du Var. Selon les projections [1] à court et moyen terme, ce type de stress quantitatif sur la ressource devrait s'aggraver : non seulement en raison des impacts du changement climatique sur les événements de sécheresse (fréquence et durée), mais aussi en raison de la croissance démographique et de l'augmentation de l'activité anthropique dans les zones côtières de la région PACA [2]. Favoriser l'infiltration des eaux pluviales et des eaux usées traitées (réutilisation des eaux non-conventionnelle) est une stratégie potentielle d'atténuation du stress sur la ressource qui gagne en importance, notamment en région méditerranéenne (Espagne, Israël, etc.) [3, 4, 5, 6]. Cependant, la réutilisation des eaux non-conventionnelles nécessite un équilibre rigoureux entre un cadre juridique strict [7,8] et une analyse coûts-bénéfices complexe nécessitant une évaluation scientifique approfondie des systèmes (fluviaux, hydrogéologiques, urbains) et de l'état de la ressource. Est également nécessaire, une compréhension approfondie des interactions et évolutions de facteurs tels que le changement climatique, les contextes politiques, réglementaires et socio-économiques [9], driver de ces systèmes. Par conséquent, élaborer et optimiser une stratégie de réutilisation des eaux non-conventionnelles au niveau d'un bassin est un défi. Dans la réalité, les stratégies d'investissement pour la réutilisation des eaux non-conventionnelles manquent souvent d'une vision globale claire en ce qui concerne la prévision des investissements à long terme. Cela entrave un investissement optimal et une exploitation sûre des ressources.

Objectifs

Développer une méthodologie permettant d'élaborer, de mettre en œuvre et d'évaluer des scénarios d'investissements stratégiques de réutilisation des eaux non-conventionnelles à l'échelle d'une nappe alluviale côtière pour l'horizon 2050. L'originalité du travail proviendra de l'utilisation combinée de (i) l'élaboration d'une planification stratégique solide pour établir les scénarios d'infiltration des eaux non-conventionnelles, et (ii) de la mise en œuvre des jeux de scénarios futurs dans des modèles numériques à base physique intégrés dans un outil d'aide à la décision (DSS) existant, pour la basse vallée du Var (France- AquaVar [10, 11]). L'élaboration d'approches d'optimisation et de stratégies de suivi quantitatives et qualitatives devra découler de ce travail et être implémenté dans le DSS du partenaire économique REA (Régie Eaux d'Azur).

Missions confiées et axes d'implémentation pour le cadrage des activités

1- Examiner l'état de l'art dans les pays méditerranéens (en termes de pratiques pour l'évaluation des exigences qualitatives et réglementaires, des stratégies d'infiltration, des aspects quantitatifs et économiques -CAPEX/OPEX- des solutions, des méthodes de surveillance et de modélisation, etc.).

2- Caractériser les potentialités de l'aquifère alluvial de la basse vallée du Var et des systèmes urbains en matière d'infiltration ou de réutilisation des eaux non-conventionnelles. Situer plus largement les comportements en sécheresse du système fleuve/nappe de la basse vallée du Var à travers l'exploitation de données basées sur l'interprétation des scénarios de changement globaux du GIEC pour les horizons 2030 et 2050. Notamment, via (i) l'exploitation de données d'entrée centralisées par la commission Européenne au sein Climat Data store du COPERNICUS Climat Change Service, puis (ii) l'implémentation de scénarios de gestion et d'exploitation de la ressource.

3- Élaborer une méthodologie de planification stratégique pour l'infiltration des eaux pluviales et des eaux usées traitées, en combinant des scénarios basés sur des projections mondiales et locales et sur des stratégies d'investissement et d'exploitation des ressources. Mettre en place des indicateurs adéquats pour l'élaboration de la planification stratégique.

4- Inclure des projections de réutilisation des eaux non-conventionnelles basée sur des scénarios dans un DSS existant basé sur une chaîne de modèles numériques hydrologiques-hydrauliques-hydrogéologiques à base physique afin d'analyser les impacts sur les flux volumétriques et polluants sur la recharge.

Références

- [1] Soubeyroux, J. M. (2023). L'impact du changement climatique sur le cycle de l'eau à partir du nouveau portail DRIAS-Eau. In Annales des Mines-Responsabilité et environnement (No. 4, pp. 13-17). Cairn/Softwin.
- [2] Monier, V., Ben Saad, M., & Sabrinni-Chatelard, F. (2023). Aménités territoriales et dérèglement climatique : quelles conséquences pour les modèles de développement résidentiels des communes littorales de la région Provence-Alpes Côte d'Azur?. *Monde en développement*, 51(3), 59-81.
- [3] Echevarría, C., Pastur, M., Valderrama, C., Cortina, J. L., Vega, A., Mesa, C., & Aceves, M. (2022). Techno-economic assessment of decentralized polishing schemes for municipal water reclamation and reuse in the industrial sector in coastal semi-arid regions: The case of Barcelona (Spain). *Science of The Total Environment*, 815, 152842.
- [4] Ortuño, F., Molinero, J., Garrido, T., & Custodio, E. (2012). Seawater injection barrier recharge with advanced reclaimed water at Llobregat delta aquifer (Spain). *Water science and technology*, 66(10), 2083-2089.
- [5] Friedler, E. (2001). Water reuse—an integral part of water resources management: Israel as a case study. *Water policy*, 3(1), 29-39.
- [6] Portman, M. E., Vdov, O., Schuetze, M., Gilboa, Y., & Friedler, E. (2022). Public perceptions and perspectives on alternative sources of water for reuse generated at the household level. *Water Reuse*, 12(1), 157-174.
- [7] European Parliament—EP, Council of the European Union—CEU (2020 a) Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 on minimum requirements for water reuse
- [8] Berti Suman, A., García-Herrero, L., Lavrić, S., Sole, M. C., Toscano, A., & Vittuari, M. (2023). The advent of EU water reuse regulation in the Mediterranean region: policy and legislative adaptation to address non-conventional water resources utilization in agriculture. *Water International*, 48(7), 839-860.
- [9] Abily, M., Acuña, V., Corominas, L., Rodríguez-Roda, I., & Gernjak, W. (2023). Strategic routes for wastewater treatment plant upgrades to reduce micropollutants in European surface water bodies. *Journal of Cleaner Production*, 415, 137867.
- [10] Ma, Q., Abily, M., Du, M., Gourbesville, P., & Fouché, O. (2020). Integrated Groundwater resources management: Spatially-nested modelling approach for water cycle simulation. *Water Resources Management*, 34, 1319-1333.
- [11] Ma, Q., Gourbesville, P., & Gaetano, M. (2020). Aquavar: decision support system for surface and groundwater management at the catchment scale. In *Advances in Hydroinformatics: SimHydro 2019-Models for Extreme Situations and Crisis Management* (pp. 19-28). Springer Singapore.

Calls for expression of interest for Ph.D. position (36 months/starts in Oct. 2024)

Ph.D. Topic - Reuse of non-conventional water in the Mediterranean context: implementation of a strategic planning at the scale of a French coastal watershed

Université Côte d'Azur / Lab: UMR 7329 Géoazur (France- Nice)

Doctoral School of Fundamental and Applied Sciences (ED 364 SFA)

Partners: University Côte d'Azur (UMR 7329 Géoazur/IMREDD) - Observatory of the Côte d'Azur (OCA) - Régie Eau d'Azur (REA)

Supervision: University Côte d'Azur (Morgan Abily, Emmanuel Tric), REA (Félix Billaud).

Collaborators: Métropole Nice Côte d'Azur and Catalan Institute for Water Research (ICRA)

Application Procedure: send email with the following email subject [Ph.D. Application REUT], to Morgan.abily@univ-cotedazur.fr : CV, motivation letter, transcript and ranking of the obtained or ongoing master's degree. Applications will be reviewed and candidates contacted on a weekly basis until **April 30th, 2024**.

Note: due to the nature of partnerships with French municipality, the candidate shall have a basic level of French language at the beginning of the Ph.D., with a commitment to reach a B1/B2 level after 6 months as plenty documents and reports to be provided by partners (e.g. municipality) are written in French.

Scientific context

In 2022, severe drought throughout the hydrological year endangered the exploitation of the unconfined aquifer in the lower Var Valley [1]. According to short- and medium-term projections, this type of quantitative stress on the resource is expected to worsen: not only due to the impacts of climate change on drought events (frequency and duration), but also because of population growth and increased anthropogenic activity in the coastal areas of the French Mediterranean region [2]. Promoting the infiltration of rainwater and treated wastewater (reuse of non-conventional water) is a potential strategy to mitigate stress on the resource, gaining importance, especially in the Mediterranean region (Spain, Israel, etc.) [3, 4, 5, 6]. However, the reuse of non-conventional water involves a rigorous balance between strict legal frameworks [7,8] and complex cost-benefit analysis, requiring in-depth scientific evaluation of systems (fluvial, hydrogeological, urban) and the state of the resource. Also necessary is a deep understanding of interactions and developments of drivers such as climate change, political, regulatory, and socio-economic contexts [9], which act upon these systems. Therefore, developing and optimizing a strategy for the reuse of non-conventional water at the basin level is a challenge. In reality, investment strategies for the reuse of non-conventional water often lack a clear global vision regarding long-term investment forecasting. This hinders optimal investment and safe resource exploitation.

Objectives

Develop a methodology to evaluate strategic investment scenarios for the reuse of non-conventional water at the scale of a coastal alluvial aquifer for the horizon 2050. The originality of the work will come from the combined use of (i) the development of a solid strategic planning to establish scenarios for the infiltration of non-conventional water, and (ii) the implementation of future scenario in numerical models based on physics integrated into an existing decision support tool (DSS), for the lower Var Valley (France - AquaVar [10, 11] DSS and models currently operating). The development of optimization approaches and quantitative and qualitative monitoring strategies should result from this work and be implemented in the DSS of the economic partner REA (Régie Eaux d'Azur).

Assigned tasks and axis for activities framing

- 1- Review the Reuse state of the art in Mediterranean countries (in terms of practices for assessing qualitative and regulatory requirements, infiltration strategies, quantitative and economic aspects - CAPEX/OPEX - of solutions, monitoring and modeling methods, etc.).
- 2- Characterize the potential of the alluvial aquifer of the lower Var Valley and urban systems regarding infiltration or reuse of non-conventional water. Notably, characterize with the laboratory team the behaviors of the river/aquifer system of the lower Var Valley during drought. Local adaptation and exploitation of global change scenarios from the IPCC for the horizons 2030 and 2050. Particularly, through (i) the use of input data centralized by the European Commission within the Climate Data store of the COPERNICUS Climate Change Service, then (ii) the implementation of resource management and exploitation scenarios.
- 3- Develop a methodology for strategic planning for the infiltration of rainwater and treated wastewater, combining scenarios based on global and local projections and on investment and resource exploitation strategies. Set up appropriate indicators for strategic planning development and monitoring.
- 4- Include projections of non-conventional water reuse based on scenarios in an existing DSS based on a chain of numerical hydrological-hydraulic-hydrogeological models to analyze impacts on volumetric and pollutant fluxes on recharge.

Références

- [1] Soubeyroux, J. M. (2023). L'impact du changement climatique sur le cycle de l'eau à partir du nouveau portail DRIAS-Eau. In *Annales des Mines-Responsabilité et environnement* (No. 4, pp. 13-17). Cairn/Softwin.
- [2] Monier, V., Ben Saad, M., & Sabrinni-Chatelard, F. (2023). Aménités territoriales et dérèglement climatique : quelles conséquences pour les modèles de développement résidentiels des communes littorales de la région Provence-Alpes Côte d'Azur?. *Monde en développement*, 51(3), 59-81.
- [3] Echevarría, C., Pastur, M., Valderrama, C., Cortina, J. L., Vega, A., Mesa, C., & Aceves, M. (2022). Techno-economic assessment of decentralized polishing schemes for municipal water reclamation and reuse in the industrial sector in costal semiarid regions: The case of Barcelona (Spain). *Science of The Total Environment*, 815, 152842.
- [4] Ortuño, F., Molinero, J., Garrido, T., & Custodio, E. (2012). Seawater injection barrier recharge with advanced reclaimed water at Llobregat delta aquifer (Spain). *Water science and technology*, 66(10), 2083-2089.
- [5] Friedler, E. (2001). Water reuse—an integral part of water resources management: Israel as a case study. *Water policy*, 3(1), 29-39.
- [6] Portman, M. E., Vdov, O., Schuetze, M., Gilboa, Y., & Friedler, E. (2022). Public perceptions and perspectives on alternative sources of water for reuse generated at the household level. *Water Reuse*, 12(1), 157-174.
- [7] European Parliament—EP, Council of the European Union—CEU (2020 a) Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 on minimum requirements for water reuse
- [8] Berti Suman, A., García-Herrero, L., Lavrić, S., Sole, M. C., Toscano, A., & Vittuari, M. (2023). The advent of EU water reuse regulation in the Mediterranean region: policy and legislative adaptation to address non-conventional water resources utilization in agriculture. *Water International*, 48(7), 839-860.
- [9] Abily, M., Acuña, V., Corominas, L., Rodríguez-Roda, I., & Gernjak, W. (2023). Strategic routes for wastewater treatment plant upgrades to reduce micropollutants in European surface water bodies. *Journal of Cleaner Production*, 415, 137867.
- [10] Ma, Q., Abily, M., Du, M., Gourbesville, P., & Fouché, O. (2020). Integrated Groundwater resources management: Spatially-nested modelling approach for water cycle simulation. *Water Resources Management*, 34, 1319-1333.
- [11] Ma, Q., Gourbesville, P., & Gaetano, M. (2020). Aquavar: decision support system for surface and groundwater management at the catchment scale. In *Advances in Hydroinformatics: SimHydro 2019-Models for Extreme Situations and Crisis Management* (pp. 19-28). Springer Singapore.