

## **Stage : Modélisation des dynamiques des réservoirs multi-ressources pour l'agriculture irriguée**

### **Contexte :**

En France, au cours des 30 dernières années, les tensions autour du partage de la ressource en eau se sont accentuées (Brun, 2003 ; Loubier, 2011). Au sein des bassins qui connaissent un déficit en eau, différentes stratégies agronomiques et techniques ont été mises en œuvre par les exploitants agricoles afin de limiter la demande en eau. Cependant, d'ici quelques dizaines d'années, certains scénarios climatiques prévoient une diminution de 30% des précipitations moyennes annuelles, en particulier au printemps et en été sur le bassin méditerranéen (Cramer et al. 2018). Afin d'assurer la pérennité de la production viticole en conditions méditerranéennes, d'autres leviers sont actuellement étudiés, et l'exploitation de ressources en eau dites « alternatives », comme les Eaux Usées Traitées (EUT), se révèle une option intéressante à développer. Or, l'utilisation de cette ressource, bien qu'elle soit source de nutriments pour les cultures (Becerra et al. 2015), et qu'elle limite les rejets directs dans les milieux récepteurs, pose de nombreuses questions en raison du risque lié à la qualité microbiologique des eaux utilisées pour l'irrigation et la présence éventuelle de micropolluants (Ait-Mouheb et al. 2018). Par ailleurs, au-delà de la qualité de la ressource en eau en sortie des stations d'épuration, l'évolution de la qualité de l'eau dans les réservoirs remplis avec des EUT reste une interrogation dans les conditions climatiques du bassin méditerranéen. Ces réservoirs se caractérisent par des conditions hypertrophiques, un régime non-permanent dû à la variabilité de l'apport en eau, et par des eaux d'assez faible profondeur induisant de fortes similarités avec les systèmes limnologiques (Friedler et al. 2003). Afin d'augmenter la ressource fournie par les stations d'épuration et leur qualité, il est également envisagé de créer des réservoirs multi-ressource (mélanges d'eaux de sources différentes, notamment eaux usées traitées, eaux pluviales, avec des eaux issues du Réseau Hydraulique Régional qui constituent des eaux d'irrigation dites « conventionnelles »). Ces réservoirs sont appelés des réservoirs multi-ressource.

### **Objectifs et organisation du stage:**

Ce stage vise à améliorer la prédiction et le pilotage de la qualité de l'eau dans les réservoirs remplis (totalement ou partiellement) avec des eaux usées traitées pour en évaluer le potentiel dans

le cadre de l'irrigation à des fins agricoles. Le stage vise notamment à développer une modélisation visant à prédire la qualité de l'eau dans un réservoir en fonction des conditions climatiques, du fonctionnement hydraulique et de la qualité des sources d'eau.

Le/la stagiaire aura pour objectif de réaliser un état des lieux de la littérature existante sur la modélisation des dynamiques quantitatives et qualitatives dans les réservoirs d'eaux usées traitées, et d'implémenter un modèle sur la plateforme de modélisation de son choix, en fonction de données acquises antérieurement.

**Les activités prévues pour ce stage sont les suivantes :**

- Recherche bibliographique sur les modèles existants pour la modélisation des réservoirs remplis avec des eaux usées traitées, sur les paramètres utilisés et sur les performances de ces modèles
- Recherche documentaire sur les projets de réservoirs multi-ressource à l'échelle européenne et sur les « composés indicateurs » utilisés pour caractériser la micropollution de stations d'épuration à l'échelle de l'Europe
- Implémentation d'un premier outil de simulation de type « preuve de concept »
- Exploration numérique du modèle et éventuellement introduction d'une calibration sur des données existantes
- Rédaction d'un rapport de synthèse sur les résultats obtenus

**Période et durée :**

6 mois à compter de mars 2023 (date flexible à discuter avec les encadrants) à l'UMR GEAU Montpellier.

**Encadrement :** Nassim AIT-MOUHEB (INRAE, UMR GEAU) et Gabrielle RUDI (AgroParisTech, UMR GEAU)

**Niveau requis et compétences :**

Le/la candidat(e) sera en 3ème année d'ingénieurs ou en master 2 en mécanique des fluides, hydraulique, ou chimie (de l'eau). Des compétences en modélisation mécaniste (modèles physiques) sont requises.

**Lieu de travail, rémunération et avantages :**

La gratification brute est de 590 euros par mois environ, avec prise en charge de 50% de l'abonnement de transport en commun sur la période, et accès au restaurant d'entreprise à tarifs réduits.

**Contacts :**

Pour postuler, merci d'envoyer CV et lettre de motivation à Nassim AIT MOUHEB (nassim.ait-mouheb@inrae.fr) et Gabrielle RUDI (gabrielle.rudi@agroparistech.fr). N'hésitez pas à prendre contact pour de plus amples renseignements sur le stage.

## Références :

- Ait-Mouheb, N., Bahri, A., Thayer, B. B., Benyahia, B., Bourrié, G., Cherki, B., Condom, N., Declercq, R., Gunes, A., Héran, M., Kitir, N., Molle, B., Patureau, D., Pollice, A., Rapaport, A., Renault, P., Riahi, K., Romagny, B., Sari, T., ... Harmand, J. (2018). The reuse of reclaimed water for irrigation around the Mediterranean Rim : A step towards a more virtuous cycle? *Regional Environmental Change*, 18(3), 693–705. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1292-z>
- Becerra-Castro, C., Lopes, A. R., Vaz-Moreira, I., Silva, E. F., Manaia, C. M., & Nunes, O. C. (2015). Wastewater reuse in irrigation : A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. *Environment International*, 75, 117-135. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.11.001>
- Brun, A. (2003). Aménagement et gestion des eaux en France : L'échec de la politique de l'eau face aux intérêts du monde agricole. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 4 Numéro 3, Article Volume 4 Numéro 3. <https://doi.org/10.4000/vertigo.3779>
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J.-P., Iglesias, A., Lange, M. A., Lionello, P., Llasat, M. C., Paz, S., Peñuelas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis, M. N., & Xoplaki, E. (2018). Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*, 8(11), 972-980. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0299-2>
- Friedler, E., Juanico, M., & Shelef, G. (2003). Simulation model of wastewater stabilization reservoirs. *Ecological Engineering*, 20(2), 121-145. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(03\)00009-0](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(03)00009-0)
- Loubier, S., Poussin, J.-C., Gleyses, G., Mat, O. L., & Garin, P. (2011). Faut-il subventionner la création de réserves d'eau pour l'irrigation ? *Cahiers Agricultures*, 20(1-2), 157-164 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2011.0484>