

Méthodes de clustering des bassins versants français et impact sur la prévision saisonnière de ressource en eau par modèles de deep learning

Contexte

L'anticipation et l'adaptation aux sécheresses sont devenues des enjeux majeurs dès le début du XXIème siècle, faisant de la prévision saisonnière de ressources en eau un sujet d'intérêt, touchant aussi bien les secteurs de l'agriculture que de l'industrie. Alors que les modèles conceptuels hydrologiques constituent la référence historique (Tilmant, 2023), les avancées récentes en matière de deep learning appliqué à l'hydrologie ont démontré la capacité de ces derniers à égaler, voire surpasser, ces premiers pour la simulation et la prévision de débits à court terme via des réseaux de neurones LSTM (Long-short term memory) (Kratzert, 2019).

L'application de cette typologie de modèle à des horizons de prévision plus lointains à la maille nationale est aujourd'hui encore peu exploitée. C'est pourquoi l'Université Gustave Eiffel et l'entreprise Aquasys collaborent dans le cadre du projet A3P (Anticipation, planification et pilotage des prélèvements agricoles) sur l'élaboration d'un modèle de deep learning dédié à la prévision saisonnière de ressources en eau. L'intégration de méthodes de clustering des bassins versants (Sauquet, 2011 et Pechlivanidis, 2020) est envisagée pour améliorer les performances de ce modèle à l'échelle nationale.

Déroulé du stage

Dans le cadre de la thèse de Zoë JACK (2025-2028), le·a stagiaire aura pour objectif d'identifier les différentes techniques de clustering existantes et d'évaluer la pertinence de leur intégration dans un modèle de prévision saisonnière de ressource en eau. Un travail bibliographique sur la base de documents académiques tels que des articles scientifiques et des thèses sera nécessaire. Le a stagiaire intégrera les méthodes sélectionnées dans la chaîne de prévision saisonnière de ressources en eau. Pour ce faire, il ou elle disposera d'une sélection de bassins versants issues de la base de données CAMELS-FR (Delaique, 2020) et d'un modèle de deep learning à adapter au cas d'étude. Les résultats obtenus feront l'objet d'une analyse de performance afin de déterminer si l'intégration d'une méthode de clustering améliore les prévisions saisonnières. Le cas échéant, l'analyse sera poussée afin de sélectionner la ou les méthodes les plus adaptées au contexte.

Lieu du stage

Le stage se déroulera au Laboratoire Eau & Environnement, sur le site de Bouguenais, près de Nantes.

Profil recherché

Etudiant·e en Master 1/2 ou en école d'ingénieur avec des connaissances en hydrologie générale, une base solide en Python et une bonne maîtrise de l'anglais. Des connaissances en machine learning serait un plus.

Durée et gratification

Stage d'une durée de 3 à 4 mois, à compter d'Avril/Mai 2026. Le stage est indemnisé au taux légal (4,35€/heure)

Candidature

Le.a candidat.e doit envoyer son CV avec une lettre de motivation à Zoë JACK (zoe.jack@univ-eiffel.fr) et Eric Gaume (eric.gaume@univ-eiffel.fr).

Références

Delaigue, O., Guimarães, G. M., Brigode, P., Génot, B., Perrin, C., Soubeyroux, J.-M., Janet, B., Addor, N., & Andréassian, V. (2025). CAMELS-FR dataset: a large-sample hydroclimatic dataset for France to explore hydrological diversity and support model benchmarking. *Earth System Science Data*, 17(4), 1461–1479. <https://doi.org/10.5194/essd-17-1461-2025>

Kratzert, F., Klotz, D., Shalev, G., Klambauer, G., Hochreiter, S., & Nearing, G. (2019). Towards learning universal, regional, and local hydrological behaviors via machine learning applied to large-sample datasets. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23(12). <https://doi.org/10.5194/hess-23-5089-2019>

Pechlivanidis, I. G., Crochemore, L., Rosberg, J., & Bosshard, T. (2020). What Are the Key Drivers Controlling the Quality of Seasonal Streamflow Forecasts? *Water Resources Research*, 56(6). <https://doi.org/10.1029/2019WR026987>

Sauquet, E., & Catalogne, C. (2011). Comparison of catchment grouping methods for flow duration curve estimation at ungauged sites in France. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(8), 2421–2435. <https://doi.org/10.5194/hess-15-2421-2011>

Tilmant, F., Bourgin, F., François, D., Le Lay, M., Perrin, C., Rousset, F., Vergnes, J.-P., Willement J.-M., Magand, C., & Morel, M. (2023). PREMHYCE, une plateforme nationale pour la prévision des étiages. *Sciences Eaux & Territoires*, 42, 17–21. <https://doi.org/10.20870/revue-set.2023.42.7297>