

Stage « Reconstruction de chroniques de débits et températures de l'eau transitant au droit de stations d'échantillonnage biologique »

EDF R&D - Laboratoire National d'Hydraulique & Environnement (LNHE) - Chatou (78)

Contexte

La plupart des aménagements hydroélectriques exploités par EDF sont alimentés par une prise d'eau située en amont d'un barrage plus ou moins haut. **Dans le tronçon de la rivière naturelle situé entre le barrage et l'usine (ou tronçon court-circuité - TCC) ne transite qu'une fraction du débit : le débit réservé (voir Figure 1).** La totalité du débit est restituée en aval de l'usine, au fil de l'eau pour la plupart des usines et en fonction de la demande, par éclusées, pour d'autres.

EDF a mis en place depuis de nombreuses années des suivis piscicoles long terme en TCC, notamment en zone salmonicole où sont implantées la majorité des prises d'eau hydroélectriques. Ces suivis ciblent essentiellement la truite, espèce emblématique de ces tronçons de rivière. Un travail est en cours actuellement pour **analyser spécifiquement les chroniques au cours desquelles une augmentation du débit réservé a eu lieu**. L'objectif est d'identifier les gains liés à l'augmentation du débit sur la population de truite en place.

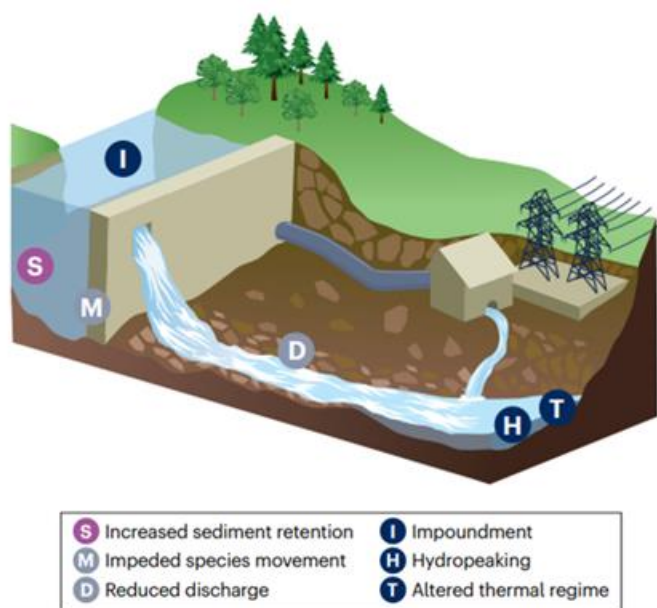


Figure 1. Tronçon court-circuité – TCC (He et al., 2024)

En complément des suivis piscicoles, un effort est mené pour acquérir des **chroniques de débits et températures de l'eau au droit des stations de pêche, car ces facteurs sont connus pour expliquer la variabilité et l'état des populations en place** (Gouraud et al. 2008, Tissot et al. 2016, Bret et al. 2017). Des enregistreurs de hauteurs d'eau et températures ont été installés sur les secteurs pêchés et des efforts ont été menés pour construire des courbes de tarage associées. Pour autant, ces suivis sont confrontés à des difficultés de maintenance (panne, perte, dégât...), qui engendrent des périodes parfois longues et fréquentes sans données, en particulier pour le débit.

Objectifs du stage

Le stage visera à reconstruire les chroniques journalières de débit transitant et de température de l'eau au droit de stations de pêche électrique. Le travail concerne 18 stations en TCC, sur des périodes comprises entre 10 et 26 ans. Les stations sont situées en zone de montagne, essentiellement dans les Pyrénées.

Les chroniques de débit à reconstituer pourront reposer pour certaines d'entre elles sur des enregistrements de hauteurs d'eau et des courbes de tarage associées, sur une partie de la période de suivi. Des données d'exploitation des usines associées aux TCC pourront être utilisées en complément, tout comme des données de débit disponibles sur Hydroportail¹ ou Naiades² à proximité des stations de pêche. Les autres données climatiques qui peuvent être utilisées pour la reconstitution des débits (ex. : la température de l'air, les précipitations et l'évapotranspiration) sont disponibles auprès de Météo France³.

Les chroniques de températures de l'eau à reconstituer pourront reposer également sur des enregistrements disponibles partiellement au cours du suivi, ainsi que sur des données de températures de l'air à proximité, disponibles auprès de Météo France. En cas de besoin, les données de température de l'eau peuvent aussi être utilisées. Le réseau RHT (Hervé *et al.* 2012) peut être utilisé pour obtenir les données sur les caractéristiques des tronçons/bassins (ex. : altitude, pente, etc.). Un travail similaire de reconstitution de débits et températures de l'eau à proximité de stations de pêche en zone de montagne a été réalisé dans le cadre d'une thèse (Bret *et al.* 2016). La méthodologie déployée pourra être en partie reprise dans le cadre du travail de stage. De plus, le stagiaire pourra utiliser les articles proposés dans les références ou d'autres ressources pertinentes afin de trouver une méthode appropriée pour la reconstitution des débits et des températures.

Modalités du stage

Il s'agit d'un stage de Master 2 indemnisé, qui commencera au premier semestre 2025 pour une durée de 6 mois. Le stage aura lieu au LNHE, département de la division Recherche et Développement d'EDF situé à Chatou (Yvelines).

Profil recherché

Master II, école d'ingénieur ou équivalent. Des compétences en **mathématiques appliquées, statistiques (connaissance des analyses des séries temporelles), gestion de bases de données et traitement de donnée (ex. : R, Python ou MATLAB)** sont requises. Une bonne maîtrise de l'anglais est également appréciée.

Le stagiaire devra être autonome, avoir un esprit critique et une aptitude à travailler de façon interdisciplinaire, faire preuve d'initiative et être force de proposition. De bonnes qualités rédactionnelles seront également attendues.

Candidature

Envoyer CV et lettre de motivation à Hanieh Seyedhashemi (hanieh.seyedhashemi@edf.fr) et Laurence Tissot (laurence.tissot@edf.fr).

¹ <https://www.hydro.eaufrance.fr/>

² <https://naiades.eaufrance.fr/>

³ <https://portail-api.meteofrance.fr/web/fr/liste-api/categorie/Climatologie>

Références

- Ahmadi-Nedushan, B., St-Hilaire, A., Ouarda, T. B., Bilodeau, L., Robichaud, E., Thiémonge, N., & Bobée, B. (2007). Predicting river water temperatures using stochastic models: case study of the Moisie River (Québec, Canada). *Hydrological Processes: An International Journal*, 21(1), 21-34.
- Bret, V., B. Bergerot, H. Capra, V. Gouraud and N. Lamouroux (2016). "Influence of discharge, hydraulics, water temperature and dispersal on density synchrony in brown trout populations (*Salmo trutta*)."
Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **73**(3): 319-329.
- Bret, V., H. Capra, V. Gouraud, N. Lamouroux, J. Piffady, L. Tissot and E. Rivot (2017). "Understanding inter-reach variation in brown trout (*Salmo trutta*) mortality rates using a hierarchical Bayesian state-space model." *Canadian journal of fisheries and Aquatic Sciences* **74**: 1612-1627.
- Gouraud, V., H. Capra, C. Sabaton, L. Tissot, P. Lim, F. Vandewalle, G. Fahrner and Y. Souchon (2008). "Long-term simulations of the dynamics of trout populations on river reaches bypassed by hydroelectric installations - Analysis of the impact of different hydrological scenarios." *River Research and Applications* **24**(9): 1185-1205.
- Graf, R., & Aghelpour, P. (2021). Daily river water temperature prediction: A comparison between neural network and stochastic techniques. *Atmosphere*, 12(9), 1154.
- Hervé Pella, Jérôme Lejot, Nicolas Lamouroux and Ton Snelder, "Le réseau hydrographique théorique (RHT) français et ses attributs environnementaux ", *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol. 18 - n° 3 | 2012, 317-336.
- He, Fengzhi, Christiane Zarfl, Klement Tockner, Julian D. Olden, Zilca Campos, Fábio Muniz, Jens-Christian Svenning, and Sonja C. Jähnig. (2024). Hydropower impacts on riverine biodiversity. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1-18..
- Petty, T. R., & Dhingra, P. (2018). Streamflow hydrology estimate using machine learning (SHEM). *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 54(1), 55-68.
- Sohrabi, M. M., Benjankar, R., Tonina, D., Wenger, S. J., & Isaak, D. J. (2017). Estimation of daily stream water temperatures with a Bayesian regression approach. *Hydrological Processes*, 31(9), 1719-1733.
- Song, J. H., Her, Y., & Kang, M. S. (2022). Estimating Reservoir Inflow and Outflow From Water Level Observations Using Expert Knowledge: Dealing With an Ill-Posed Water Balance Equation in Reservoir Management. *Water Resources Research*, 58(4), e2020WR028183.
- Tissot, L., V. Bret, H. Capra, P. Baran and V. Gouraud (2016). "Main potential drivers of trout population dynamics in bypassed stream sections." *Ecology of Freshwater Fish* **26**(3): 336-346.
- Zhang, D., Lin, J., Peng, Q., Wang, D., Yang, T., Sorooshian, S., ... & Zhuang, J. (2018). Modeling and simulating of reservoir operation using the artificial neural network, support vector regression, deep learning algorithm. *Journal of Hydrology*, 565, 720-736.