Section Sciences et Ingénierie de l'environnement
Design Project 2024 (semestre de printemps)

Proposition n°39

Etude de la relation entre le régime thermique des cours d'eau et leur environnement : application sur le Veyron et la Venoge

Partenaire externe ou laboratoire IIE

Pierre Marle

Pierre.marle@vd.ch 021 316 71 84

Laboratoire de Biologie des Eaux, Division Protection des Eaux de l'Etat de Vaud

28 collaborateurs

Chemin des Boveresse 155, CH-1066 Epalinges

www.vd.ch/eau

Encadrant EPFL

Prof. Tom Battin
EPFL Valais
EPFL ENAC IIE RIVER
Route des Ronquos 86
1951 Sion

Email : tom.battin@epfl.ch
Tél : 021 693 08 37

Descriptif du projet

Plusieurs études ont montré une tendance généralisée à l'augmentation de la température des cours d'eau vaudois (Michel *et al*. 2021). Cette augmentation des températures a des impacts quantitatifs et qualitatifs sur la ressource en eau et entraîne un déplacement de nombreuses espèces aquatiques vers les zones amont des cours d'eau provoquant un stress et des déséquilibres sur les communautés aquatiques (Timoner *et al*. 2021). Quelques exemples choisis dans le canton de Vaud illustrent que ce phénomène de réchauffement des eaux est déjà bien engagé. Depuis le début des années 2000, dans le bassin de la basse-Broye, le seuil biologique de 25°C (considéré comme la température létale de la truite fario) est atteint presque chaque année pendant plusieurs jours (maximum observé ≈ 20 jours/an). A la fin du siècle et en suivant le scénario climatique le plus pessimiste (RCP 8.5), les prédictions montrent que les températures de l'eau de la basse-Broye seront supérieures à ce seuil pendant deux mois par an en moyenne. Pour la période 2030-2040, le réchauffement médian annuel de la température de l'eau sera de 1.1 °C pour les cours d'eau du plateau suisse et de 0.8 °C pour les cours d'eau alpins par rapport à une période de référence antérieure aux années 2000 (Michel *et al*. 2021). Ce dernier résultat montre que la dynamique thermique peut être variable d'un cours d'eau à l'autre. Sur le plateau, les tendances à l'augmentation de la température sont d'ailleurs associées à une diminution des débits. Ainsi même si

l'augmentation générale des températures résulte du changement climatique, les différentes tendances observées peuvent aussi être l'effet de multiples pressions anthropiques (chenalisation des cours d'eau, pompages agricoles, retenues, usage de l'eau pour le refroidissement, rejets urbains pluviaux et de stations d'épurations, absence de ripisylves résultant de constructions routières ou urbaines) et de certains paramètres naturels du bassin versant (Sauvin & Steiger 2023). Parmi ces principaux paramètres, citons les conditions atmosphériques (radiation solaire, température de l'air, précipitations, etc.), les échanges au niveau du lit du cours d'eau (apports souterrains, mouvements de conduction entre l'eau et les sédiments), les paramètres liés à la dynamique du débit (volume d'eau, pente, turbulence, etc.), l'origine de l'eau (glaciaire, pluviale etc.) et l'hydromorphologie (végétation riveraine et ombrage, substrat, géologie, ...) (Caissie, 2006).

Le plan de protection de la Venoge est un instrument de coordination approuvé par le conseil d'état en 1997. Il vise à maintenir un développement harmonieux de la rivière et de sa région d'influence de façon à assurer la sécurité et améliorer le cadre de vie de la population. De par ce plan de protection mais aussi différents projets de restauration effectués et en cours, le Canton de Vaud montre un intérêt prépondérant dans la préservation de la qualité écologique de la Venoge et de ses affluents. Cette étude s'intègrera pleinement dans cette volonté et aura pour objectif (i) d'évaluer les effets biologiques de l'évolution thermique du Veyron et de la Venoge et (ii) de différencier les effets hydro-climatiques (débits et changement climatique) des effets liés au bassin versant (occupation des sols, aménagements aux abords des cours d'eau) dans la dégradation des régimes thermiques de ces deux cours d'eau.

Objectif et buts

Objectif général : Etudier la relation entre différentes variables explicatives liées à l'environnement « cours d'eau » et des variables caractéristiques de leur régime thermique. Ainsi, sur la base de neuf stations de mesures réparties sur le Veyron et la Venoge et avec la prise en compte d'une large échelle temporelle (plus de 10 années de suivis), l'étude visera :

- À valider les données thermiques mises à disposition et à les utiliser pour évaluer le régime thermique actuel des deux cours d'eau à partir du SMG température de la confédération.
- À identifier les trajectoires d'évolutions thermiques de chacun des deux cours d'eau considérés.
- À caractériser l'occurrence de certains seuils de température en lien avec les exigences thermiques d'organismes aquatiques.
- À identifier les tronçons de cours d'eau les plus sensibles au changement climatique mais aussi les plus résilients du fait par ex. de l'ombrage et/ou des apports liés à la nappe et à des affluents.

Descriptif des tâches

- Etablir une évaluation thermique (module Température du SMG de la confédération) afin d'identifier les stations soumises à une dégradation de leurs régimes thermiques.
- Comparer les résultats de l'évaluation issue du SMG avec le dépassement de certains seuils de températures en lien avec la physiologie des organismes aquatiques.
- Expliquer les écarts et changements thermiques avec des variables liées à l'environnement « cours d'eau » à partir de relations statistiques ou d'analyses

multivariées. L'utilisation d'outils analytiques tel que R Studio ou Matlab permettant de réaliser ce type d'analyse est vivement conseillée.
- Extrapoler les résultats des évaluations à l'échelle du bassin versant de la Venoge et du Veyron. L'utilisation de logiciels SIG (ArcGis ou ArcGis pro) et/ou d'outils analytiques tels que R Studio ou Matlab est requise pour cette tâche.

Divers

A l'issue de ce travail, deux livrables seront exigés :
- Un rapport d'étude décrivant les méthodes employées et dressant un bilan des résultats. Une analyse critique (limite de l'étude, marges d'erreurs des analyses, éléments non pris en compte dans l'analyse etc.) est également attendue.
- Un ou plusieurs shapefiles permettant d'afficher sur un logiciel SIG les tronçons de cours d'eau particulièrement concernés par une dégradation de leur régime thermique.

Références

Caissie D. (2006). The thermal regime of rivers : a review. *Freshwater Biology*, 51: 1389-1406.

Michel, A., Epting, J., Schaefli, B., Lehning, M., & Huwald, H. (2021). Changement climatique et température des rivières. Étude des changements survenus durant les 50 dernières années et attendus pour le futur. *Aqua & Gas*, 101(7/8), 70-77.

Sauvin, N., & Steiger, N. (2023). Evolution des températures des cours d'eau vaudois dans un contexte de changement climatique : Évaluation et impacts attendus sur la faune aquatique. Rapport de stage Design Project EPFL. 29 p.

Timoner, P., Fasel, M., Ashraf Vaghefi, S.S., Marle, P., Castella, E., Moser, F. and Lehmann, A. (2021). Impacts of climate change on aquatic insects in temperate alpine regions: Complementary modeling approaches applied to Swiss rivers. *Global Change Biology*, 27: 3565-3581. https://doi.org/10.1111/gcb.15637