

## OFFRE DE THESE

Quantification des scénarios pour atténuer le réchauffement des cours d'eau et favoriser leur résilience au changement climatique

*Cette thèse s'inscrit dans le projet national transdisciplinaire ThermieFrance (PEPR OneWater – France 2030, ANR-24-PEXO-0002), coordonné par [INRAE](#), qui vise à mieux comprendre les effets du changement climatique sur la température des rivières françaises, un paramètre clé pour la biodiversité, la qualité de l'eau et de nombreux usages. Le projet s'intéresse en particulier aux méthodes permettant d'atténuer le réchauffement des eaux et ainsi augmenter la résilience des systèmes fluviaux face aux événements croisés des étiages sévères et des canicules, dont la fréquence et l'intensité augmentent.*

### CONTEXTE

■ Les effets du réchauffement climatique sont aujourd'hui visibles et mesurables dans les rivières françaises, dont les températures augmentent de manière continue. Cette élévation, amplifiée par les pressions humaines (centrales nucléaires, barrages, seuils et dérivations, prélèvements, déboisements...), bouleverse les équilibres écologiques : réduction des habitats aquatiques viables, stress thermique pour les poissons, perte de biodiversité, altération de la qualité de l'eau. Elle affecte aussi des usages cruciaux, comme la production d'électricité ou l'accès à des ressources en eau de qualité. Dans ce contexte, il est important de comprendre où, quand et dans quelles conditions ces changements vont-ils s'intensifier, et comment y faire face. C'est à cette problématique que s'attaque le projet national ThermieFrance, en mobilisant un large consortium interdisciplinaire (hydrologie, écologie, géomorphologie, sciences sociales, climatologie). Son ambition est de fournir les données et les outils pour orienter les stratégies d'adaptation écologique et territoriale.

■ Le troisième axe du projet ThermieFrance, dans lequel la thèse s'insère, vise à tester différents scénarios pour atténuer les amplitudes de température des cours d'eau et augmenter la résilience thermique à toutes les échelles. A l'aide d'un travail de post-doctorat, cet axe implique les parties prenantes dans la production de connaissances, la perception des problèmes et l'évaluation des solutions potentielles, en abordant les refuges thermiques en tant que formes et motivations environnementales perçues et interprétées différemment par de multiples groupes sociaux. Les avantages de différentes mesures d'adaptation sur la base d'analyses spatiales, de modèles et d'interactions avec les acteurs socio-économiques et les associations (notamment des Fédérations de Pêche) seront quantifiées.

### PROBLEMATIQUE DE LA THESE

■ Le rôle bénéfique de la ripisylve pour atténuer les effets du changement climatique sur la température des cours d'eau a été démontré par expérimentations in situ ou par modélisation (Seyedhashemi et al, 2022), au moins pour les cours d'eau de faible largeur. Cependant, il existe encore des questions pour en mesurer plus précisément les effets dans différentes configurations géomorphologiques, de végétation (disposition, densité, hauteur), et de type de régime thermique des rivières. La modélisation permet ainsi de traiter plusieurs cas, afin de bien comprendre le rôle d'atténuation de la ripisylve. De plus, des scénarios théoriques peuvent être étudiés pour aider la gestion et la restauration des milieux aquatiques. Le rôle des retenues connectées aux cours d'eau dans l'altération des régimes thermiques en période estivale a été moins abordé par la littérature scientifique, même si des suivis in situ ont montré un effet local de réchauffement à l'amont (Marteau et al, 2021) et aval des retenues de faible profondeur (Chandesris et al, 2019). La modélisation permettra d'analyser l'évolution longitudinale des profils de température dans des contextes aménagés, non-aménagés, avec ou sans ripisylve. Le rôle des retenues d'eau au fil de l'eau est plus complexe et dépend

de la profondeur et de l'éventuelle stratification thermique des masses d'eau (Seyedhashemi et al, 2021). De fait, l'effet cumulé des hétérogénéités locales (apports de nappe, seuils, végétation ...) reste une question ouverte pour la recherche, notamment à l'échelle des bassins hydrographiques et une approche intégrative est ainsi nécessaire.

## OBJECTIFS

---

La thèse s'articulera autour de trois axes complémentaires :

- 1) Evaluer l'influence des caractéristiques de certains aménagements (géométrie des seuils, retenues, connexion, zones d'influences) et des conditions hydroclimatiques (débits, températures atmosphériques) sur l'évolution des régimes thermiques à l'aval.
- 2) Quantifier l'atténuation du réchauffement des cours d'eau en fonction des différents scénarios de plantation de ripisylve en bord de rivière.
- 3) Evaluer l'impact cumulé des scénarios de reboisement et de modifications morphologiques à l'échelle de bassins versants, en s'appuyant sur les connaissances acquises dans les deux premiers axes.

## METHODOLOGIE

---

■ Le travail s'appuiera sur un modèle de température de l'eau à base physique (T-NET) (Beaufort et al, 2016) couplé à un modèle hydrologique distribué (J2000) dans le bassin de la Saône et de l'Ain. Le modèle T-NET comporte un module d'ombrage dynamique qui permettra de mettre en œuvre différents scénarios en fonction de la localisation et la hauteur de la ripisylve, l'orientation du tronçon par rapport au soleil (Loicq et al, 2018). Comme le modèle ne comporte pas de module permettant de simuler l'effet des retenues créées par des seuils ou barrages, la thèse permettra d'intégrer cet aspect dans le modèle T-NET ou un autre modèle. Des données d'observations de températures de l'eau en amont et aval des ouvrages sont disponibles pour une vingtaine de sites pour les rivières de la Bresse ou dans les Monts du Lyonnais, ainsi que des imageries infrarouge thermiques pour une dizaine de rivières sur des linéaires d'une trentaine de km. Par ailleurs 300 stations de température sont disponibles pour ces bassins d'application, via les différents acteurs de terrain.

■ La première étape consistera à aborder l'effet de la végétation et des retenues de manière indépendante à partir des observations. Le ou la doctorante considèrera des études de cas dans différents contextes, afin d'arriver à produire des typologies d'effet. Dans un second temps, le modèle sera utilisé pour produire les simulations de référence (végétation actuelle, sans retenues) de température et de débit (2010-2025). Des scénarios de végétalisation seront produits et intégrés dans la modélisation, afin de déterminer le gain dans le régime thermique sur le continuum pour différentes périodes et seuils d'intérêt écologique. Après développement et intégration de l'effet des seuils et retenues, l'impact cumulé sera quantifié.

## VOTRE ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

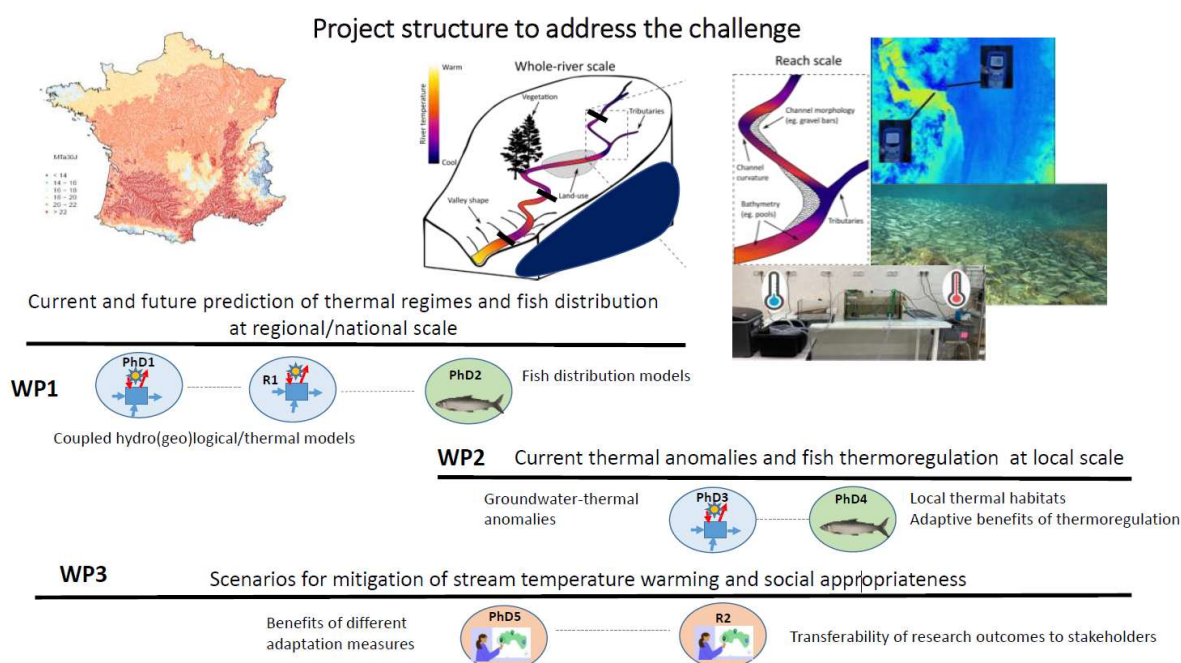
---

■ Le ou la doctorante sera accueilli-e à l'unité RiverLy (Fonctionnement pluridisciplinaire des hydrosystèmes) de INRAE, et réalisera des formations sur l'interprétation et l'exploitation des images aéroportées infrarouge thermiques à EVS (Environnement Vie et Sociétés). Elle ou il sera co-encadré-e par :

- Florentina Moatar ([INRAE Lyon, RiverLy](#)), spécialiste des interactions entre hydrologie, qualité de l'eau, climat et pressions anthropiques. Elle développe des modélisations à base physique et statistique des régimes thermiques des cours d'eau. Elle est la coordinatrice du projet ThermieFrance du PEPR OneWater – France 2030, ANR-24-PEXO-0002.
- Hervé Piegay (CNRS Lyon, EVS), géomorphologue, spécialiste des dynamiques paysagères des corridors fluviaux et notamment des paysages thermiques, s'appuyant sur des approches

géomatiques large échelle et de la télédétection. Il est l'un des co-coordonateurs de l'EUR H2O'Lyon et est expérimenté dans l'accompagnement de doctorants dans une recherche en contexte transdisciplinaire.

■ La thèse profitera du large consortium académique et opérationnel (INRAE, CNRS, BRGM, Météo-France, EDF, Mine Paris PSL, etc.) réuni au sein de ce projet ThermieFrance. Elle bénéficiera d'un accès privilégié aux bases de données du projet, à des temps d'échange entre doctorants et à des formations interdisciplinaires. Une des forces de cette proposition de thèse (thèse #5, figure ci-dessous) réside dans l'étroite collaboration avec le travail de post-doctorat SHS (post-doc #2), autour des enjeux, solutions et perceptions des solutions d'atténuation du réchauffement par les acteurs de l'eau. Cette thèse bénéficiera aussi des autres volets du projet, que ce soit en termes d'analyses du rôle des eaux souterraines dans les habitats physiques et écologiques (thèses #3, #4), la production de scénarios climatiques et comparaison des simulations avec d'autres modèles (thèses #1, post-doctorat #1).



## PROFIL RECHERCHE

Nous recherchons un-e candidat-e curieux-se, rigoureux-se, doté-e d'un bon esprit d'analyse, et intéressé-e par les questions de modélisation environnementale dans un contexte de changement global.

Compétences attendues :

- Formation de niveau Master 2 ou diplôme d'ingénieur en hydrologie, sciences de l'eau, géosciences, géographie physique ou disciplines proches ;
- Intérêt pour la modélisation avec, préférentiellement, la maîtrise d'au moins un langage de programmation scientifique (R, Python, Fortran ou C++)

## VOTRE QUALITE DE VIE À INRAE

En rejoignant notre équipe, vous pourrez bénéficier de :

- un contexte transdisciplinaire de travail au sein d'un consortium de recherche qui mène des travaux reconnus à l'international dans le domaine de l'eau et des hydrosystèmes continentaux anthropisés
- un environnement d'excellence scientifique dans le cadre de H2O (<https://h2olyon.universite-lyon.fr/>), dont INRAE et EVS sont partenaires
- une localisation à RiverLy INRAE, Villeurbanne (Campus Doua), sur un site accueillant environ 150 personnes, disposant d'une restauration collective subventionnée pour le déjeuner

- l'engagement d'INRAE en matière de [responsabilité sociale et environnementale](#) (RSE)
- 25 jours de congés + 15 RTT par an
- une possibilité de télétravail allant jusqu'à deux jours par semaine
- un accès à des [activités sportives et culturelles](#) (terrains de sport, piscine et parcs à proximité)
- une prise en charge à hauteur de 75 % du titre de transport, avec un aisé par les transports en commun
- un forfait Mobilité durable si vous utilisez un vélo personnel ou que vous pratiquez le covoiturage
- un dispositif de développement des compétences : [formation](#), conseil en orientation professionnelle
- [un accompagnement social](#) : conseil et écoute, aides et prêts sociaux
- [un ensemble de prestations vacances et loisirs](#) : chèque-vacances, hébergements à tarif préférentiel
- [un soutien à la parentalité](#) : CESU garde d'enfants, prestations pour les loisirs

## ↳ Modalités d'accueil

- Unité : UR RiverLy
- Code postal + ville : 69100 Villeurbanne
- Type de contrat : Contrat doctoral
- Université d'inscription :
- Ecole doctorale de rattachement :
- Durée du contrat : 36 mois
- Date d'entrée en fonction : 1<sup>er</sup> septembre 2026
- Rémunération : 2300 € bruts mensuels

## ↳ Modalités pour postuler

- Les dossiers de candidature doivent comprendre :
  - Un CV détaillé
  - Une lettre de motivation
- Merci d'envoyer votre dossier par e-mail à :
  - [florentina.moatar@inrae.fr](mailto:florentina.moatar@inrae.fr)
  - [Herve.piegay@ens-lyon.fr](mailto:Herve.piegay@ens-lyon.fr)

Date limite pour postuler : 30 juin 2026

Beaufort et al, 2016, T-NET, a dynamic model for simulating daily stream temperature at the regional scale based on a network <https://dx.doi.org/10.1002/hyp.10787>

Chandesris A, Van Looy K, Diamond JS, Souchon Y. 2019. Small dams alter thermal regimes of downstream water. *Hydrology and Earth System Sciences* 23 : 4509–4525. DOI : 10.5194/hess-23-4509-2019

Loicq *et al*, 2018, Improving representation of riparian vegetation shading in a regional stream temperature model using LiDAR data. *Science of the Total Environment*, <https://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.129>

Marteau B, Piégay H, Chandresris A, Michel K, Vaudor L. 2022b. Riparian shading mitigates warming but cannot revert thermal alteration caused by impoundments in lowland rivers. *Earth Surface Processes and Landforms* 47 : 2209–2229

Syedhashemi Hanieh, Jean-Philippe Vidal, Jacob Diamond, Dominique Thiéry, Céline Monteil, Frédéric Hendrickx, Anthony Maire, Florentina Moatar (2022). Regional, multi-decadal analysis on the Loire River basin reveals that stream temperature increases faster than air temperature. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26 (9), 2583-2603, <https://dx.doi.org/10.5194/hess-26-2583-2022>

Syedhashemi H., Moatar F., Vidal J.-P., Diamond J., Beaufort A., Chandresris A., Valette L. (2021). Thermal signatures identify the influence of dams and ponds on stream temperature at the regional scale. *Science of the Total Environment*, 766, 1-13, <https://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142667>