

# **Interactions entre régimes climatiques et hydromorphologie : mieux prévoir les effets des changements globaux sur les communautés de macroinvertébrés.**

## **Résumé :**

L'échelle des communautés écologiques est porteuse de signaux intégrateurs fins des pressions naturelles et anthropiques du milieu. Comprendre comment elles se structurent et évoluent est devenu un challenge important dans le cadre de la restauration d'un bon fonctionnement écologique des cours d'eau. La problématique du changement global ajoute un niveau supplémentaire d'incertitude dans la gestion des écosystèmes aquatiques. Il est donc nécessaire de commencer dès à présent à analyser ses conséquences possibles sur le fonctionnement écologique des cours d'eau.

L'objectif de la thèse sera donc de développer de nouvelles méthodes permettant

- De développer des métriques décrivant la résilience des communautés.
- d'évaluer le rôle de l'hydromorphologie dans les réponses des communautés d'invertébrés aux signaux climatiques.
- d'estimer l'évolution future des altérations de l'hydromorphologie

## **1. Contexte et enjeux**

L'un des challenges les plus importants en écologie est de comprendre les conséquences des changements de climat, et nous sommes de façon surprenante peu armés pour cela (Walther, 2010).

La raison en est que le climat agit à plusieurs échelles spatio-temporelles et en interaction avec de nombreux autres facteurs de stress (O'Gorman et al., 2012). L'écologie a eu au contraire tendance à se cantonner à des échelles réduites, souvent pour des questions de moyens et de logistique, d'où la nécessité d'opérer un changement d'échelle spatiale et de comprendre les incertitudes associées (Wu, et al. 2006). Par ailleurs, seulement très peu de suivis à long terme supérieurs à la durée d'activité d'un chercheur sont disponibles, alors que les phénomènes probables d'évolution des changements et des ruptures de fonctionnement s'observeront à des échelles de temps longues. D'où un titre en forme d'incantation et de besoin de recherche des mêmes auteurs O'Gorman, et al. (2012): « The need for multi-scale and multi-level approaches for dealing with multi-species systems ».

Comprendre comment les communautés écologiques se structurent et évoluent est un challenge important dans le cadre de la gestion des espaces naturels. Notamment, dans le cadre des écosystèmes aquatiques, elles semblent pouvoir être la base de diagnostics plus fins que les indicateurs d'état développés jusqu'à présent en réponse à des grands gradients environnementaux.

Dans le cadre des changements globaux, le fonctionnement écologique des cours d'eau risque d'être fortement perturbé. Pour envisager une gestion adaptée, voire adaptative (Wilby, Orr, Watts et al., 2010), il apparaît primordial d'anticiper dès à présent les conséquences futures du changement global. En effet, dans un contexte budgétaire de plus en plus restreint et où des mesures de maintien ou de restauration du bon état écologique souvent coûteuses doivent être mises en place, il est capital d'envisager si celles-ci permettront d'atteindre les objectifs, dans un environnement climatique et humain futur qui reste incertain.

Développer de nouvelles approches pour mieux décrire les réponses des communautés et leur vulnérabilité aux impacts anthropiques sera l'objectif premier de cette thèse.

## **2. Descriptif des travaux et valorisation attendue**

Le sujet de thèse proposé aura pour objectif de développer une meilleure compréhension et description des évolutions des communautés d'invertébrés, interprétées dans le contexte théorique de la résilience, en réponse aux contraintes thermiques, hydrologiques et hydromorphologiques des cours d'eau de France métropolitaine.

Le travail se décomposera en 3 phases :

- **Analyse de la résilience des communautés d'invertébrés**

Les communautés d'invertébrés sont localement adaptées aux régimes thermiques et hydrologiques moyens et sont façonnées par la variabilité naturelle de ces régimes. A l'opposé, les événements intenses plus rares peuvent avoir des effets perturbateurs forts sur elles. Leur capacité à récupérer suite à ces événements rares est prise en compte par les propriétés de résilience. Il s'agira donc tout d'abord de définir comment juger de la résilience des communautés d'invertébrés, en rapport avec les événements climatiques observés. La résilience pourra être appréhendée au travers de métriques de diversité taxonomique ou fonctionnelle, mais le développement et l'analyse devra surtout tenir compte de la dimension temporelle de l'organisation des structures biologiques (identifications d'évolutions tendanciennes, de ruptures, de stabilités...). Ces développements s'appuieront également sur les derniers travaux menés au sein du LHQ sur l'analyse des chroniques long-terme de peuplements d'invertébrés (Van Looy et al., in prep. ; Flourey et al., soumis à *Ecography*) et au sein d'Irstea (Leigh, et al., 2016).

- **Modulation de la résilience des communautés par l'hydromorphologie**

A l'aide de modèles statistiques hiérarchiques, il s'agira d'étudier si des facteurs hydromorphologiques permettent aux communautés d'être plus résilientes. Il faudra pour cela tester si, dans des univers climatiques comparables, des variations des caractéristiques hydromorphologiques tendent à stabiliser les structures des communautés observées et à accélérer, ralentir, voire empêcher, le retour à une structure proche de celle initiale après une perturbation. Selon la forme observée de réponse des métriques de résilience aux facteurs climatiques (seuils, sigmoïdes,...), les modèles hiérarchiques non-linéaires ayant fait dernièrement l'objet de collaborations entre le LHQ et l'équipe EFNO (Irstea Nogent sur Vernisson) pourront être mobilisés. Pour cela, les jeux de données de la faune macroinvertébrée des suivis à long-terme des réseaux de surveillance nationaux (récemment reconstitués en partie au LHQ) seront mis à profit, ainsi que les données issues de la base nationale hydrologique traitées selon la méthode IHA afin de déterminer quelles stations ont subies des altérations fortes de leur hydrologie.

- **Impacts de scénarios tendanciels des usages du milieu sur les propriétés hydromorphologiques**

Le changement global ne se réduit pas qu'à une modification des signaux physiques climatiques. Il doit également tenir compte des évolutions tendanciennes futures de la population humaine et de ses usages du milieu. Comme mentionné ci-dessus, l'hydromorphologie est notamment très dépendante de l'occupation des sols (Sandin, 2009 ; Johnson et al. 2010) qui, d'après les scénarios de l'IPCC, devraient évoluer en Europe lors des prochaines décennies. Les terres à usage agricole devraient diminuer, au profit des forêts et

des terrains urbanisés. Une modification structurelle du paysage des pressions dans les bassins versants pourrait avoir des répercussions fortes sur les altérations de l'hydromorphologie : nature, continuité et structure des corridors rivulaires, érosion et transport de sédiments dans les nouvelles structures de paysage en réponse à une pression agricole qui pourrait être plus intensive. Compte tenu des relations existant entre l'hydromorphologie et la qualité des milieux aquatiques, il est important de construire des projections possibles du paysage hydromorphologique futur et d'analyser leurs conséquences sur le fonctionnement des cours d'eau.

### **3. Organisation**

Encadrement Irstea : Jérémy Piffady, IPEF, Irstea Lyon et Yves Souchon, DR0, HdR, Irstea Lyon

Equipe : Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative

HDR : Yves Souchon, DR0

Ecole doctorale : ABIES, Agroparistech (<http://www.agroparistech.fr/abies/>) ou E2M2, Université Lyon 1 (<http://e2m2.universite-lyon.fr/>)

La thèse commencera fin 2017 et sera soutenue au 4ème trimestre 2020.

### **4. Profil du candidat**

Le ou la candidat(e) devra être titulaire d'un master 2 recherche dans l'un des domaines suivants :

- Ecologie théorique
- Ecologie des milieux aquatiques
- Biostatistiques
- Modélisation des systèmes complexes

Il ou elle devra posséder des compétences affirmées en biostatistiques et/ou en modélisation statistique appliquée à la biologie.

### **Bibliographie :**

O'Gorman, E.J., Pichler, D.E., Adams, G., et al. (2012). Impacts of Warming on the Structure and Functioning of Aquatic Communities: Individual to Ecosystem-Level Responses. *Advances in Ecological Research*, 47, 81- 176.

Sandin, L. (2009) The relationship between land-use, hydromorphology and river biota at different spatial and temporal scales: a synthesis of seven case studies. *Fundamental and Applied Limnology Archiv für Hydrobiologie*, 174 (1), 1–5

Walther, G.-R. (2010). Community and ecosystem responses to recent climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 2019-2024.

Wilby, R.L., Orr, H., Watts, G., et al. (2010) Evidence needed to manage freshwater ecosystems in a changing climate: Turning adaptation principles into practice. *Science of The Total Environment*, 408, 4150-4164.

Wu, J., Jones, B., Li, H et Loucks, O.L., (2006) *Scaling and Uncertainty Analysis in Ecology. Methods and Applications*. Springer, 354 p.