

(English below)

Thèse de doctorat spécialité Biodiversité, écologie, environnement

Capteurs d'ADN environnemental : développement et implémentation pour l'évaluation de la biodiversité multi-taxonomique dans les milieux aquatiques renaturés

La restauration des écosystèmes aquatiques est centrale pour la reconquête de la biodiversité. Mais, une fois les travaux de restauration effectués, les ressources financières disponibles pour le suivi de la réinstallation des espèces sont généralement limitées. Les méthodes de suivi classiques sont de plus coûteuses et parfois invasives (pêches induisant la mortalité d'individus, capture d'insectes ...), ce qui n'est pas adapté à des milieux convalescents. Ces méthodes traditionnelles sont par ailleurs limitées si l'on souhaite avoir une vision intégrée de la biodiversité aquatique (du micro au macro-organisme).

Au cours de la dernière décennie l'utilisation de l'ADN environnemental (ADNe) a révolutionné le biomonitoring aquatique ([Pawlowski et al 2018](#)). Ainsi le métabarcoding appliqué à l'ADNe est une méthode alternative pour le suivi de la restauration des milieux : il permet d'identifier rapidement, à partir d'un même extrait d'ADN, un large nombre de groupes taxonomiques constituant les communautés biologiques. L'ADNe est habituellement prélevé en filtrant l'eau échantillonnée *in situ*, avec dans certains cas la filtration contraignante de dizaines de litres d'eau (poissons). Sinon, ce sont des mélanges de spécimens collectés au filet qui sont broyés pour extraire le signal ADN (macro-invertébrés). Une alternative est d'utiliser des matrices comme les capteurs d'ADNe. La preuve du concept a été faite récemment pour des capteurs naturels (biofilms ; e.g. [Rivera et al 2022](#)) et artificiels (capteurs synthétiques ; [Verdier et al 2021](#)). Les intérêts de tels capteurs sont nombreux : faible coût, facilité de prélèvement, utilisation d'une matrice unique pour la détection de divers types d'organismes, temps d'intégration de la biodiversité potentiellement plus long qu'avec un échantillon ponctuel d'eau et effet d'accumulation de l'ADN permettant de détecter des signaux faibles.

Dans ce contexte, cette thèse vise à (i) passer un cap méthodologique pour optimiser l'implémentation de ces capteurs ADNe pour le suivi de la biodiversité aquatique, (ii) mettre en œuvre cette approche pour le suivi de milieux aquatiques renaturés afin de révéler la dynamique de restauration de divers groupes biologiques (micro et macro organismes). Nous nous appuierons (a) sur des sites pilotes en cours de restauration, dont les suivis temporels avec ces méthodes ont démarré et (b) sur un ensemble diversifié de sites restaurés (c) et également sur des expérimentations en mésocosmes. Sur le plan scientifique, les résultats attendus permettront d'aborder la question de la résilience des communautés dans les systèmes restaurés, en considérant la réponse de différents compartiments biologiques allant des micro-organismes, jusqu'au macro-invertébrés, macrophytes et poissonstion. Les effets de la restauration seront donc considérés pour différents niveaux de biodiversité ; ces données permettront également d'alimenter la réflexion sur la résilience fonctionnelle des écosystèmes restaurés. D'un point de vue technique, ces travaux permettront de mieux évaluer le temps d'intégration du signal ADNe (pour une large gamme d'organismes) dans ces matrices captatrices, et donc leur effet accumulateur ainsi que leur capacité à détecter des espèces rares.

Le doctorant qui sera formé, pourra se positionner sur un domaine en plein essor, celui de la diagnose environnementale par l'ADNe et du biomonitoring aquatique.

Les candidats recherchés pourront faire valoir:

- un diplôme de Master en microbiologie, en biologie moléculaire, en écologie aquatique ou équivalent (obtention prévue avant septembre 2022, ou acquis auparavant) ;
- une expérience pratique en biologie moléculaire ;
- une bonne maîtrise de la communication orale et écrite, en français et/ou en anglais ;

Un intérêt pour les questions environnementales, des connaissances pratiques d'outils bioinformatiques, d'approches biostatistiques, et/ou une expérience internationale, représenteront autant d'atouts supplémentaires.

Contexte de travail et informations complémentaires :

L'UMR CARTELE est une unité mixte de recherche (UMR) de l'Institut National de Recherche en Agriculture, Alimentation et Environnement (INRAE) et de l'Université de Savoie Mont Blanc (USMB). Le CARTELE compte environ 40 scientifiques permanents dédiés à l'étude des écosystèmes lacustres en interaction avec leurs bassins versants, répartis sur les deux sites de Thonon (74) et Bourget Technolac (73).

Le lieu de travail se situera sur le site de Thonon les Bains. https://www6.lyon-grenoble.inrae.fr/cartel_fre/

[L'équipe d'accueil possède une expertise forte sur l'ADN environnemental.](#) En dehors de l'UMR Carrel, où le doctorant effectuera l'essentiel de son travail, l'étudiant sera en contact étroit avec l'UR RiverLy, l'UMR Lehna ainsi que le l'UMR LIVE. Il sera par ailleurs introduit dans un réseau collaboratif international dans le domaine de l'ADNe.

Adresse de contact et de candidature : Frédéric RIMET (frederic.rimet@inrae.fr).

Pour candidater, envoyer un seul document PDF comprenant lettre de motivation, CV, copie des relevés de notes et diplômes, et les noms et coordonnées de référents potentiels. Un entretien oral pourra être proposé à une sélection de candidats sur la base de leur candidature écrite. La date-limite de dépôt des candidatures est fixée au 15 mai 2022. La prise de fonction est prévue en octobre 2022 pour une durée de 3 ans. l'Ecole doctorale de rattachement sera l'ED SIE de l'Université Savoie Mont Blanc.

Doctoral thesis, speciality: Biodiversity, Ecology, Environment

Environmental DNA samplers: development and implementation for the assessment of multi-taxonomic biodiversity in restoration of aquatic environments

Restoration of aquatic ecosystems is central to recover biodiversity. However, once the restoration work has been carried out, financial resources available for monitoring the resettlement of species are generally limited. Moreover, traditional monitoring methods are costly and sometimes invasive (fishing leading to the mortality of individuals, insect capture, etc.), which is not adapted to such fragile environments. These traditional methods are also limited if we wish to have an integrated vision of aquatic biodiversity (from micro to macro-organism).

In the last decade the use of environmental DNA (eDNA) has revolutionized aquatic biomonitoring ([Pawlowski et al 2018](#)). Thus, metabarcoding applied to eDNA is an alternative method for monitoring environmental restoration: it allows the rapid identification of a large number of taxonomic groups that make up biological communities from a single DNA extract. eDNA is usually collected by filtering water sampled in situ, in some cases with the constrain of filtering tens of liters of water (fish). Alternatively, mixtures of net collected specimens are ground to extract the DNA signal (macroinvertebrates). An alternative is to use matrices as eDNA samplers. Proof of concept has been recently done for natural (biofilms; e.g. [Rivera et al 2022](#)) and artificial (synthetic sampler; [Verdier et al 2021](#)) samplers. The interests of such samplers are numerous: low cost, ease of sampling, use of a unique matrix for the detection of various types of organisms, potentially longer integration time of biodiversity than with a point sample of water and DNA accumulation effect allowing the detection of weak signals.

In this context, this thesis aims to (i) to achieve a methodological milestone to optimize the implementation of these eDNA samplers for aquatic biodiversity monitoring, (ii) implement this approach for the monitoring of restarurated aquatic environments in order to reveal the restoration dynamics of various biological groups (micro and macro organisms). We will rely on (a) pilot sites undergoing restoration, for which temporal monitoring with these methods started and (b) on a diversified set of restored sites (c) and also on experiments in mesocosms. From a scientific point of view, the expected results will address the issue of community resilience in restored systems, by considering the response of different biological compartments ranging from micro-organisms to macro-invertebrates, macrophytes and fishes. The effects of the restoration will be considered for different levels of biodiversity; these data will also enable to address the functional resilience of restored ecosystems. From a technical point of view, this work will allow to better evaluate the integration time of the eDNA signal (for a large range of organisms) in these matrices, and thus their accumulative effect as well as their capacity to detect rare species.

The PhD student who will be trained will be able to position himself in a fast growing field: environmental diagnostics with eDNA and aquatic biomonitoring.

The candidates will be able to show:

- a Master's degree in microbiology, molecular biology, aquatic ecology or equivalent (expected to be obtained before September 2022, or acquired before);
- a practical experience in molecular biology;
- Good oral and written communication skills, in English and French if possible;

Interest about environmental issues, practical knowledge of bioinformatics tools, biostatistical approaches, and/or international experience will be additional assets.

Work context and additional information:

The UMR CARTELE is a joint research unit (UMR) of the French National Institute for Research in Agriculture, Food and Environment (INRAE) and the University of Savoie Mont Blanc (USMB). CARTELE has about 40 permanent scientists

dedicated to the study of lake ecosystems in interaction with their watersheds, spread over the two sites of Thonon (74) and Bourget Technolac (73).

The work place will be located on the Thonon les Bains site. <https://www6.lyon-grenoble.inrae.fr/carrtel/>

The host team has a strong expertise in environmental DNA. Apart from the UMR Carrtel, where the PhD student will carry out most of his/her work, the student will be in close contact with the UR RiverLy, the UMR Lehna and the UMR LIVE. He will also be introduced in an international collaborative network in the field of eDNA.

Contact and application address: Frédéric RIMET (frederic.rimet@inrae.fr).

To apply, send a single PDF document including a cover letter, CV, copy of transcripts and diplomas, and the names and contact information of potential referees. An oral interview may be offered to a selection of candidates on the basis of their written application. The deadline for applications is May 15, 2022. The position is expected to start in October 2022 for a period of 3 years. The doctoral school will be the ED SIE of the Université Savoie Mont Blanc.