

## **Interconnexions d'infrastructures fluviales et biodiversité en coévolution (INTERCONNECT)**

### **Coevolution of interconnected river infrastructures and biodiversity**

Andreas Huber<sup>1</sup> ; Manon Pons<sup>1</sup> ; Jean-Nicolas Beisel<sup>2</sup> ;  
Carine Granier<sup>3</sup> ; Sebastian Weber<sup>3</sup>

<sup>1</sup> European Institute For Energy Research (EIFER); Universität Karlsruhe, Emmy Noether Strasse 11, 76131 Karlsruhe, Germany - Allemagne (auteur correspondant: [Andreas.Huber@eifer.uni-karlsruhe.de](mailto:Andreas.Huber@eifer.uni-karlsruhe.de))

<sup>2</sup> Laboratoire Image, Ville, Environnement (LIVE) ; Université de Strasbourg, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7362, 3 Rue de l'Argonne 67000 STRASBOURG - France

<sup>3</sup> Centre d'Ingénierie Hydraulique [Savoie Technolac] (CIH-EDF) ; Electricité de France Recherche et Développement, EDF- Centre d'Ingénierie Hydraulique (CIH), 15 avenue Lac du Bourget Passerelles Savoie Technolac 73373 Bourget-du-Lac - France

## **RÉSUMÉ**

INTERCONNECT est un projet international comparatif et interdisciplinaire, qui vise à analyser l'évolution historique de la biodiversité en lien avec diverses infrastructures (linéaires et non-linéaires) autour du Rhin Supérieur ainsi que du Danube et de l'Inn, son affluent dans la zone frontalière entre l'Autriche et l'Allemagne. Dans un processus de co-création avec la communauté scientifique d'écologues et les parties prenantes locales, les partenaires du projet exploreront les pistes potentielles d'adaptation de ces infrastructures afin de réconcilier ces usages humains et la restauration et protection de la biodiversité des zones alluviales. Le projet implique les partenaires EIFER (European Institute For Energy Research) à Karlsruhe, le LIVE (Laboratoire Image, Ville, Environnement) de l'université de Strasbourg et le CIH (Centre d'Ingénierie Hydraulique) d'EDF au Bourget-du-Lac avec un soutien du programme ITTECOP (Infrastructures de Transports Terrestres, Ecosystèmes et paysages). Les travaux d'INTERCONNECT sont en cours. La contribution principale à la conférence I.S. Rivers 2018 sera une présentation de l'évolution de la biodiversité en trois périodes depuis 1918 et pour trois sites précis, analysée pour trois compartiments (poissons, forêt alluviale et macro-invertébrés) et évaluée à travers des indicateurs structuraux et fonctionnels, dont certains seront cartographiés.

## **ABSTRACT**

INTERCONNECT is an international, comparative, interdisciplinary project that aims to analyse the historical evolution of biodiversity in relation with different infrastructures (linear and non-linear) in the Upper Rhine area and the Upper Danube region with its affluent Inn along the Austrian-German border. In a co-creation process with both, the scientific community of ecologists and local stakeholders, the project will suggest possible adaptations of current infrastructure networks, which are able to reconcile human usages and biodiversity conservation/restoration. The project is a cooperation between EIFER (European Institute for Energy Research) in Karlsruhe, the LIVE institute (Laboratory Image, City and Environment) of the University of Strasbourg and the CIH (Hydro Engineering Center) of EDF at Bourget-du-Lac, co-funded by the ITTECOP program (terrestrial transport infrastructures, ecosystems and landscapes). Interconnect is an ongoing project. The main contribution to the I.S. Rivers 2018 conference will be the presentation of results on biodiversity changes since 1918 at three specific sites of each hydrosystem, assessed for three compartments (fish, micro-invertebrates and alluvial forests) according to structural and functional indicators, with some of them being displayed on maps.

## **MOTS CLES**

Acceptabilité, Biodiversité, Coopération Transfrontalière, Infrastructures, Usages

## 1 INTRODUCTION

INTERCONNECT est un projet international comparatif, inter- et transdisciplinaire, qui vise à analyser l'évolution historique ainsi que les adaptations potentielles de diverses infrastructures (linéaires et non-linéaires) autour du Rhin Supérieur ainsi que du Danube et de son affluent dans la zone frontalière entre l'Autriche et l'Allemagne, l'Inn, avec un regard croisé sur usages humains et enjeux de biodiversité.

Ces fleuves fortement anthropisés sont considérés comme des réseaux d'infrastructures interconnectées, composés d'un cours d'eau aménagé, de canaux artificiels, de centrales hydroélectriques, d'écluses, de routes et lignes ferroviaires traversantes, ainsi que de pistes cyclables le long du fleuve. Ces infrastructures et les usages associés ont soutenu le développement économique régional, mais ont eu également un impact négatif sur la biodiversité aquatique et terrestre, en marquant notamment des ruptures de continuités écologiques.

La conception des infrastructures comme assemblage d'artefacts liés, organisé en réseaux et nœuds, présente trois avantages. 1) Elle permet de mieux appréhender les interdépendances, les points de friction, mais aussi les dynamiques de renforcement mutuel, entre les diverses infrastructures et les usages liés. 2) Elle permet de mieux comprendre l'évolution de la biodiversité, qui est analysée comme le produit cumulatif des réseaux plutôt que d'une seule infrastructure. 3) Elle permet d'identifier des mesures d'adaptation pour concilier restauration de la biodiversité et maintien des fonctionnalités des infrastructures pour les différents usages humains. Le but final du projet consiste à rechercher ces équilibres, résultant de la convergence entre positionnements partagés parmi les écologues et concertation entre parties prenantes locales.

## 2 HYPOTHESES ET DEROULEMENT

Notre hypothèse centrale de travail est qu'il est possible de créer des équilibres entre les usages anthropiques directs et la conservation/restauration de la biodiversité à proximité des grands fleuves en convergeant au mieux possible vers des positionnements partagés entre écologues d'un côté et parties prenantes locales avec leurs intérêts et contraintes divers de l'autre côté. Le Rhin et le Danube avec son affluent l'Inn, frontière naturelle entre nations sur les deux segments analysés, sont des cas d'étude particulièrement riches en raison des perspectives d'usages, des réglementations et des enjeux de biodiversité pouvant fortement diverger entre deux pays attenants, alors que le caractère partagé du fleuve oblige les parties prenantes des deux côtés à s'accorder.

Partant de cette idée, les partenaires du projet dresseront l'évolution historique de la biodiversité terrestre et aquatique au niveau du Rhin Supérieur et du tronçon germano-autrichien du Danube avec son affluent l'Inn et la mettront en perspective avec le développement des réseaux d'infrastructures depuis l'industrialisation. Ce travail est en cours de réalisation et la présentation de ces résultats sera la contribution principale à la conférence I.S. Rivers 2018.

Afin de permettre une analyse profonde et détaillée, pour chacun des fleuves un zoom sera fait sur trois sites spécifiques de petite taille (~ 6 km de longueur et 2 km de largeur). Ces sites se caractérisent par une situation particulièrement intéressante en raison de la présence de plusieurs infrastructures et/ou d'habitats remarquables. Sans vocation de livrer une analyse exhaustive, le but sera de caractériser l'évolution de la biodiversité dans ses grandes lignes et de la mettre en lien (1) avec l'appropriation consécutive des deux fleuves par l'homme à travers la mise en place de réseaux d'infrastructures et (2) avec les conséquences de ces aménagements sur le fonctionnement de l'hydrosystème.

Ce travail sera exécuté pour trois phases historiques, démarquées par des événements majeurs : 1919-1945 ; 1945-1986 et 1986-2017. Sur ces trois périodes, la diversité biologique sera examinée au sein de trois compartiments : (i) les poissons, qui ont un cycle de vie exclusivement aquatiques et dépendant de la continuité longitudinale, (ii) la forêt alluviale, qui dépend des usages et aménagements du lit majeur et de la continuité latérale de l'hydrosystème, (iii) les macroinvertébrés aquatiques, qui dépendent à la fois de la qualité des habitats qui composent la mosaïque fluviale (pour la phase larvaire de la majorité des insectes) et de l'état de la ripisylve (pour la phase adultes des insectes), faisant ainsi un trait d'union entre le milieu aquatique et les écotones attenants (forêt alluviale).

Pour chacun de ces compartiments, il s'agira de construire une base de données historiques à partir de sources bibliographiques. Pour des décades riches en relevés, les données sur ces trois

compartiments seront compilées et analysées en relation avec les réseaux d'infrastructures. Nous disposerons ainsi de données sur la biodiversité d'au moins une décade au sein des trois phases historiques retenues.

L'analyse consistera à traduire les changements de biodiversité à travers des indicateurs structuraux et fonctionnels. Pour les poissons et invertébrés, les indicateurs structuraux incluront par exemple la composition, la richesse, les indices de diversité, le nombre d'espèces exotiques/invasives. La question des proportions absolues et relatives des poissons migrateurs sera examinée avec soin. Les indicateurs fonctionnels décriront la nature des espèces en place leur relation au milieu physique à travers la description des traits bio/écologiques des espèces. Il s'agira par exemple d'examiner les proportions d'espèces qui ont un cycle de vie court, une sensibilité forte aux vitesses de courant, une stratégie pour gagner des zones refuges, un besoin de déplacements transversaux pour boucler leur cycle de vie, des exigences fortes vis-à-vis de la température. Pour la forêt alluviale, nous souhaitons réaliser des cartes de distribution spatiale délimitant la forêt alluviale et aptes à nous permettre de quantifier l'hétérogénéité de composition et de configuration de l'environnement naturel autour du chenal principal. Nous pourrions également envisager des indicateurs complémentaires en fonction de la qualité et de la quantité des données collectées à l'issue de la phase de réalisation de la base de données.

Par la suite, une série d'entretiens avec des parties prenantes locales servira à identifier les pratiques actuelles en termes de gestion et d'usages des infrastructures, les interconnexions entre infrastructures, les synergies et conflits d'usages et les stratégies pour gérer les enjeux de biodiversité.

Ces travaux serviront de base à une troisième phase plus prospective qui a pour objectif d'explorer les pistes d'adaptation de ces réseaux d'infrastructures. Deux processus de concertation seront réalisés afin de réconcilier différents usages anthropiques directs – récréatifs et de loisir, pêche, mobilité, transport, production d'électricité – et restauration de la biodiversité. D'abord, environ dix écologues seront invités à participer à un « delphi de groupe » pour converger vers les meilleures mesures d'adaptation. Ces éléments alimenteront la concertation avec les parties prenantes, organisée en focus groups, afin d'évaluer les mesures proposées au travers du prisme de compréhension des acteurs détenteurs de différentes expertises d'usage et d'identifier les arbitrages possibles entre usages et enjeux de biodiversité.

### **3 CONCLUSION**

Pour conclure le projet, les partenaires analyseront les deux cas dans une perspective comparative pour évaluer les similitudes et particularités, permettant des réflexions sur la transmissibilité des résultats sur d'autres cas comparables. De plus, un guide à destination des acteurs de terrain présentera les résultats majeurs du projet et formulera des recommandations pratiques pour l'adaptation des infrastructures réconciliant au mieux possible usages anthropiques directs et restauration de la biodiversité.

A la conférence I.S. Rivers notre équipe va présenter les résultats de la première phase du travail qui décrit l'évolution historique de la biodiversité terrestre et aquatique au niveau du Rhin Supérieur et du tronçon germano-autrichien du Danube avec son affluent l'Inn. Ces résultats serviront de base pour montrer les différents axes d'interaction entre les milieux, les infrastructures et la société.