

**Titre : Quels processus évolutifs permettent la persistance des plantes aquatiques dans des environnements changeants ?**

**Directeur : Jean-Nicolas Beisel**, Professeur à l'École nationale du génie de l'eau et de l'environnement, Laboratoire Image Ville Environnement, UMR 7362 Unistra CNRS

**Encadrement : Laurent Hardion**, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de la vie, Laboratoire Image Ville Environnement, UMR 7362 Unistra CNRS ; **Isabelle Combroux**, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de la vie, Laboratoire Image Ville Environnement, UMR 7362 Unistra CNRS (HDR en cours)

**Co-financement éventuel :** aucun co-financement de rémunération actuellement prévu

**Description :**

Parmi les changements globaux les plus alarmants pour la biodiversité et les services écosystémiques figure l'eutrophication des milieux aquatiques, *i.e.* leur enrichissement excessif en nutriments (Sinha *et al.* 2017). Ce dysfonctionnement des hydrosystèmes impacte les cycles de l'eau et de la matière, dégradant la qualité de l'eau et des ressources alimentaires et menaçant la biodiversité inféodée à ces milieux. Face à ce constat, de nombreux pays mettent en place des démarches de protection de la ressource en eau, mais aussi des espèces et des écosystèmes qui régissent cette ressource, à l'image de l'Union Européenne et sa Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Dans ces hydrosystèmes, les plantes aquatiques jouent plusieurs rôles essentiellement à leur bon fonctionnement : (i) à la base du réseau trophique, elles sont un maillon essentiel des cycles de la matière comme puits de nutriments ; (ii) elles représentent aussi un panel d'habitats variés pour les communautés animales ; (iii) ces propriétés et leur forme de vie fixée en font une force tampon cruciale limitant l'impact des perturbations sur ces hydrosystèmes. Ce rôle tampon prend néanmoins fin face à des apports anthropiques massifs et continus en carbone, azote et phosphore.

Récemment, la sensibilité des plantes aquatiques à l'eutrophication a été remise en cause par des études désignant les facteurs physico-chimiques (*i.e.* courant, dimensions du cours d'eau, alcalinité) comme variables causales majeures des variations floristiques (Steffen *et al.* 2014). Ces études démontrent aussi les limites des approches à l'échelle 'communauté' (*i.e.* assemblage d'espèces) dans la compréhension de processus espèce-dépendant (Demars *et al.* 2012). Ce manque de connaissances sur les préférendums de chaque espèce limite aussi la précision des diagnostics de bio-indication sur la qualité des milieux (DCE). De plus, encore peu d'approches évolutives ont appréhendé la question des préférendums des plantes aquatiques en dépassant leur perception de plante clonale et en invoquant des processus génomiques clés (Leitch *et al.* 2014). Si les conditions environnementales constituent un crible sélectionnant les espèces y étant adaptées, les différentes lignées au sein d'une espèce répondent aussi aux modifications des milieux en s'adaptant continuellement à des facteurs limitants changeants (Woodward & Perkins 2015). Ces variations infraspécifiques peuvent conduire à un éventail d'écotypes adaptés à des écarts plus ou moins grands le long de gradients environnementaux, complexifiant la perception uniforme de la niche écologique d'une espèce (Nies et Reusch 2005 ; Triest *et al.* 2010).

Pour approfondir ces perspectives nouvelles, le présent sujet vise à une meilleure compréhension des processus évolutifs permettant aux plantes aquatiques de persister dans des environnements changeants. Pour cela, l'étude comparative de la différenciation génétique et adaptative d'une espèce polluosensible et d'une espèce plus ubiquiste sera réalisée à travers un large échantillonnage européen et des expérimentations *in* et *ex situ*. Le choix de *Potamogeton coloratus* hornem. (Potamogetonaceae), espèce protégée la plus polluosensible, permettra aussi un ancrage régional pour la conservation de l'espèce et des milieux phréatiques en Alsace. (i) Dans un premier temps, une étude phylogéographique comparative Ouest-Européenne permettra d'identifier leurs différentes lignées génétiques des deux espèces, et de reconstruire leur histoire évolutive en répondant aux questions de leur persistance et de leur dispersion durant les oscillations climatiques du Quaternaire et plus récemment durant

l'Holocène. (ii) Puis, une expérimentation en conditions contrôlées évaluera les réponses physiologiques de différents génotypes aux variations de facteurs environnementaux tels que la concentration en nutriments, la lumière et la température, afin de tester la présence d'écotypes au sein de chaque espèce, en tentant de remonter jusqu'aux adaptations physiologiques de ces écotypes. (iii) Enfin, un volet de terrain en Alsace permettra d'évaluer la persistance de ces espèces dans le temps à travers l'étude de la banque de graines. Fort des connaissances acquises dans les parties précédentes, la restauration génétique de station à *P. coloratus* pour aussi être réaliser en testant plusieurs modalités de génétiques voire écotypiques de réintroduction.

#### Références :

- Demars, B. O., Potts, J. M., Tremolieres, M., Thiebaut, G., Gougelin, N., & Nordmann, V. (2012). River macrophyte indices: not the Holy Grail. *Freshwater biology*, 57, 1745-1759.
- Leitch, A. R., Leitch, I. J., Trimmer, M., Guignard, M. S., & Woodward, G. (2014). Impact of genomic diversity in river ecosystems. *Trends in plant science*, 19, 361-366.
- Nies, G., & Reusch, T. B. H. (2005). Evolutionary divergence and possible incipient speciation in post-glacial populations of a cosmopolitan aquatic plant. *Journal of Evolutionary Biology*, 18, 19-26.
- Sinha, E., Michalak, A. M., & Balaji, V. (2017). Eutrophication will increase during the 21st century as a result of precipitation changes. *Science*, 357, 405-408.
- Steffen, K., Leuschner, C., Müller, U., Wiegleb, G., & Becker, T. (2014). Relationships between macrophyte vegetation and physical and chemical conditions in northwest German running waters. *Aquatic Botany*, 113, 46-55.
- Triest, L., Le Thi, D., Sierens, T., & Van Geert, A. (2010). Genetic differentiation of submerged plant populations and taxa between habitats. *Hydrobiologia*, 656, 15-27.
- Woodward, G., & Perkins, D.M. (2015). Biodiversity, ecosystem functioning, and services in fresh waters: ecological and evolutionary implications of climate change. In: Belgrano, A., Woodward, G., & Jacob, U. (Eds). *Aquatic functional biodiversity*, 127-155.

#### Environnement :

Ce projet s'intègre à l'axe pluridisciplinaire de recherche sur les hydrosystèmes à l'Université de Strasbourg, en y apportant une approche évolutive ouvrant le champ des possibles à une meilleure compréhension des processus écologiques et adaptatifs dans un environnement changeant. Différentes compétences en Sciences de l'Environnement réunies à l'Université de Strasbourg, du moléculaire à l'écologie de terrain, rendent ce sujet résolument intégratif : génétique des populations (L. Hardion, LIVE), communautés végétales (I. Combroux, LIVE), animales (J.N. Beisel, LIVE) et microorganismes (E. Muller, GMGM), biogéochimie de l'eau (M. Trémolières, LIVE), géomorphologie (L. Schmitt, LIVE) et hydrologie (C. De Jong, LIVE). En aval, cette recherche fondamentale servira directement aux acteurs de la conservation de l'environnement, comme le témoigne nos collaborations prévues avec le Conservatoire Botanique d'Alsace et le Conservatoire des Sites Alsaciens.

Ce projet naît d'une étude pilote menée en 2017-18 (Financement : soutien à la recherche du conseil scientifique de l'ENGEES, 13 k€) sur l'étude comparée de la niche écologique et de la diversité génétique du potamot coloré sur la partie Est de la France (Alsace, Rhône, PACA). En confirmant l'intérêt scientifique de ce sujet de recherche, cette étude préliminaire nous a permis d'affiner nos questionnements et nos choix méthodologiques. Cette première étape exploratoire constituera donc un terreau fertile et un gain de temps non-négligeable pour le démarrage d'une thèse apportant de l'ampleur à ce sujet d'étude naissant.

Pour mener ce projet, le doctorant aura besoin d'un budget de fonctionnement estimé à minima à 25 k€. Les encadrants seront donc pleinement engagés dans la recherche de financement, notamment à travers des candidatures multiples aux appels à projet dans les sciences de l'environnement et de la conservation. Nous demanderons à nouveau le soutien du conseil scientifique de l'ENGEES pour poursuivre les travaux de recherche qu'ils ont permis d'amorcer. Nous solliciterons aussi le soutien financier du département du Bas-Rhin, de la Région Grand-Est, de la DREAL Grand-Est, de l'Agence de l'Eau, et de l'Agence Française pour la Biodiversité. Le doctorant

## Proposition de sujet de thèse au concours des contrats doctoraux de l'ED413

sera encadré par des enseignants-chercheurs spécialisés dans les thématiques et méthodologies appliquées. Il bénéficiera aussi de l'appui d'un ingénieur d'étude (E. Chanez, LIVE) et de plusieurs stagiaires universitaires.