

| | |
|--------------------------------------|---|
| Héloïse Verdier (2019 – 2022) | |
| Titre de la thèse : | L'ADN environnemental pour la bioindication du futur ; aspects fondamentaux, méthodologiques et applicabilité en rivière intermittente. |
| Encadrement : | Tristan Lefébure (MC, Université Claude Bernard Lyon1, LEHNA) Thibault Datry (DR, INRAE, UR Riverly, Ecoflows) |
| Ecole Doctorale: | Evolution, Ecosystèmes, Microbiologie, Modélisation (E2M2) |

Dans un contexte de dégradation généralisée des écosystèmes d'eau douce et d'érosion de la biodiversité, une surveillance accrue de l'état écologique de ces milieux est indispensable (Dudgeon et al., 2006 ; McFadden et al., 2023). L'évaluation de l'état écologique des eaux douces est généralement réalisée par le biais d'inventaires des communautés biologiques qui y résident, indicatrices de la qualité de l'écosystème (e.g. ichtyofaune, macro-invertébrés benthiques, diatomées, macrophytes, Oertel & Salanki., 2003). Parmi ceux-ci, les macroinvertébrés aquatiques (un groupe peu structuré composé principalement de grands arthropodes aquatiques, de bivalves et d'annélides) sont largement utilisés en raison de leur sensibilité à divers facteurs de stress environnementaux tels que les conditions sédimentaires et les niveaux de nutriments, ce qui en fait des indicateurs fiables de la qualité des écosystèmes (Birk et al., 2012 ; J. N. Macher et al., 2016, Haase et al. 2023). Les méthodes traditionnelles de bioindication utilisant des macroinvertébrés impliquent la collecte, le tri et l'identification morphologique des organismes, suivis du calcul d'indices de qualité par rapport à un écosystème de référence. Les calculs d'indices sont basés sur l'abondance et l'occurrence des espèces, ainsi que des données sur leurs traits biologiques (par exemple, polluosensibilité, polyvoltinisme ; Bonada et al., 2006 ; Pereira et al., 2013). En plus d'être invasives, ces méthodes s'avèrent inopérantes voire impossibles à mettre en œuvre dans certains milieux complexes, en raison de leur dynamisme, de leur inaccessibilité et du manque de connaissances des espèces qui les peuplent (i.e. rivières intermittentes, eaux souterraines). L'émergence des approches moléculaires pour l'étude de la biodiversité offre des perspectives nouvelles pour intégrer ces écosystèmes complexes dans la bioindication. Plus particulièrement, l'échantillonnage de l'ADN relargué par les organismes vivants dans leur milieu, appelé ADN environnemental (ADNe, Taberlet et al., 2018), permet de détecter la présence d'espèces à partir d'échantillons prélevés dans l'environnement (e.g. eau, sédiments). L'ADNe offre la possibilité d'inventorier la biodiversité de manière non-invasive, et ce même dans les milieux les plus dynamiques et difficiles d'accès. Néanmoins, le manque de connaissances fondamentales sur la dynamique de l'ADNe et les verrous méthodologiques limitent son application pour la bioindication.

Les enjeux de cette thèse étaient i) de mieux comprendre les caractéristiques et la dynamique des ADNe relargués par les organismes vivants, ii) de développer un outil d'échantillonnage standardisé et applicable à une large variété d'habitats et iii) d'explorer le potentiel d'approches basées sur l'ADNe pour la bioindication d'un milieu complexe et dynamique, en comparaison avec les inventaires conventionnels.

Dans l'ensemble, ce travail de thèse a démontré le potentiel de l'échantillonnage de l'ADNe pour la bioindication, notamment pour détecter une perturbation anthropique dans une rivière subissant déjà un stress hydrologique là où les méthodes de bioindication standardisées (e.g. I2M2) échouent. Néanmoins, les recherches et développements concernant l'ADNe de macro-invertébrés a pris un certain retard par rapport aux autres groupes (e.g. poissons, Keck et al., 2022), et des efforts restent encore à fournir pour aller vers l'intégration de l'ADNe à la bioindication. Plus particulièrement, cette thèse montre l'importance et la nécessité de mieux comprendre la dynamique de l'ADNe, en tissant des liens avec d'autres domaines de recherche tels que la physique et la chimie pour mieux comprendre les mécanismes de dispersion et de dégradation de l'ADNe.

Références

- Birk, S., Bonne, W., Borja, A., Brucet, S., Courrat, A., Poikane, S., ... & Hering, D. (2012). Three hundred ways to assess Europe's surface waters: an almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecological indicators*, 18, 31-41.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual review of entomology*, 51(1), 495-523.
- Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z. I., Knowler, D. J., Lévêque, C., ... & Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, 81(2), 163-182.
- Haase, P., Bowler, D. E., Baker, N. J., Bonada, N., Domisch, S., Garcia Marquez, J. R., ... & Welti, E. A. (2023). The recovery of European freshwater biodiversity has come to a halt. *Nature*, 620(7974), 582-588.
- Macher, J. N., Salis, R. K., Blakemore, K. S., Tollrian, R., Matthaei, C. D., & Leese, F. (2016). Multiple-stressor effects on stream invertebrates: DNA barcoding reveals contrasting responses of cryptic mayfly species. *Ecological Indicators*, 61, 159-169.
- McFadden, I. R., Sendek, A., Brosse, M., Bach, P. M., Baity-Jesi, M., Bolliger, J., ... & Narwani, A. (2023). Linking human impacts to community processes in terrestrial and freshwater ecosystems. *Ecology letters*, 26(2), 203-218.
- Oertel, N., & Salánki, J. (2003). Biomonitoring and bioindicators in aquatic ecosystems. In *Modern trends in applied aquatic ecology* (pp. 219-246). Boston, MA: Springer US.
- Pereira, H. M., Ferrier, S., Walters, M., Geller, G. N., Jongman, R. H. G., Scholes, R. J., Bruford, M. W., Brummitt, N., Butchart, S. H. M., Cardoso, A. C., Coops, N. C., Dulloo, E., Faith, D. P., Freyhof, J., Gregory, R. D., Heip, C., Höft, R., Hurr, G., Jetz, W., ... Wegmann, M. (2013). Essential Biodiversity Variables. *Science*, 339(6117), 277-278. <https://doi.org/10.1126/science.1229931>
- Taberlet, P., Bonin, A., Zinger, L., & Coissac, E. (2018). *Environmental DNA: For Biodiversity Research and Monitoring*. Oxford University Press.