

PROPOSITION DE STAGE POUR LE 1^{er} SEMESTRE 2027 : "Développement d'un outil numérique pour la surveillance de la contamination chimique des milieux aquatiques"

Laboratoire d'accueil : INRAE, UR RiverLy, Laboratoire d'écotoxicologie, Lyon-Villeurbanne.
<https://ecotox.riverly.inrae.fr>

Encadrement : Vivien Lecomte (Ingénieur d'étude, INRAE), Olivier Geffard (Directeur de recherche, INRAE) et Christelle Lopes (Maître de Conférences, Université Lyon 1)

Mots clés : développement informatique, base de données, arbre de décisions, milieux aquatiques, contamination chimique, biosurveillance

Contexte :

L'équipe d'écotoxicologie d'INRAE Lyon a développé une méthode de biosurveillance de la contamination chimique des rivières, basée sur l'utilisation du crustacé *Gammarus fossarum* (gammare). La méthode, normalisée en France (AFNOR NF T90-721, 2023) et au niveau international (ISO TS 21738, 2026), consiste à prélever des gammarès dans une population issue d'un milieu non contaminé, à sélectionner des mâles de taille homogène, puis à les encager sur site pendant 21 jours avant leur rapatriement en laboratoire pour l'analyse des substances bioaccumulées (Figure 1).

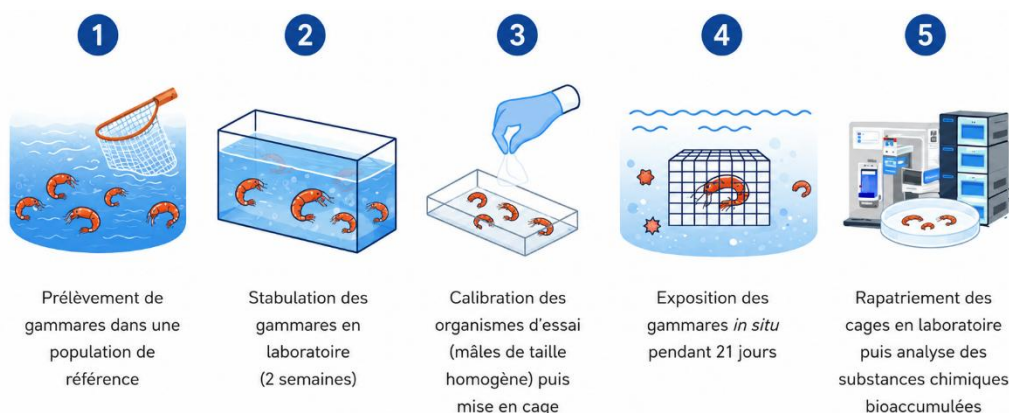


Figure 1 : Méthode d'encagement *in situ* de gammarès pour la mesure de la bioaccumulation de substances chimiques -
Crédit : d'après Biomae

Depuis 2018, l'encagement de gammarès est déployé par les agences de l'eau dans le cadre d'un programme de surveillance comprenant deux à trois campagnes par an sur plus de 850 stations. Les données issues de ce dispositif permettent de caractériser la contamination biodisponible pour plusieurs centaines de substances chimiques, d'identifier ou de confirmer des « hot spots » de contamination et de suivre leur évolution dans le temps.

Dans le cadre d'une étude menée par INRAE avec le soutien de l'Office français de la biodiversité (OFB), une méthodologie a été développée pour déterminer quelles substances chimiques doivent être recherchées en priorité dans les gammarès. Cette méthodologie repose sur différents jeux de données et sur un arbre de décision. Appliquée en 2023, elle a permis de classer 1 750 substances candidates et d'établir une liste de 327 substances d'intérêt, dont 160 nouvelles substances par rapport à la surveillance actuelle. Dès 2026, les travaux des pôles R&D des laboratoires prestataires ont permis d'intégrer ces nouvelles substances dans les analyses réalisées sur les gammarès, ouvrant la voie à une

surveillance intégrant des familles de substances auparavant non suivies, telles que les résidus de médicaments et les produits de soin personnel.

Cette méthodologie devra être réappliquée régulièrement afin d'actualiser la liste des substances d'intérêt et ainsi d'optimiser la surveillance des agences de l'eau au regard des évolutions des connaissances scientifiques et de la contamination chimique des milieux. Elle repose toutefois actuellement sur la saisie manuelle et le traitement des données dans des fichiers Excel, une procédure peu intuitive et source d'erreurs.

Objectif du projet et du stage :

>> L'objectif de ce projet, soutenu par l'OFB, est de transposer cette méthodologie dans un outil numérique, permettant aux utilisateurs de mettre à jour les différents jeux de données, d'appliquer la procédure de classement des substances et d'obtenir une liste actualisée des substances d'intérêt.

Le stage aura pour objectif de développer, tester et améliorer une première version opérationnelle de cette application numérique. Celle-ci devra être intuitive (interface permettant de réaliser les différentes étapes de la procédure de manière simple et guidée), robuste (limitation des risques d'erreur), flexible (possibilité pour l'utilisateur de faire varier certains critères de classement) et facile à partager.

Ce stage offre ainsi l'opportunité de développer un outil numérique destiné à être utilisé dans le cadre d'un dispositif national de surveillance de la qualité des cours d'eau, en interaction avec des chercheurs et des gestionnaires.

Tâches de l'étudiant(e) :

1. Développer une version « bêta » de l'application numérique. Cet outil pourrait notamment être développé avec Shiny (<https://shiny.posit.co/>), un package du logiciel R (open source) permettant de construire des applications web interactives ;
2. Produire un guide d'utilisation de l'outil numérique ;
3. Organiser une phase de test de l'outil auprès de différents gestionnaires et utilisateurs finaux (agences de l'eau et OFB notamment) ;
4. Finaliser le développement de l'outil en intégrant les retours des utilisateurs.

Profil requis :

- Étudiant(e) en école d'ingénieurs (4^{ème} ou 5^{ème} année) ou en Master 1 ou 2, avec une formation en informatique, sciences des données ou domaine connexe ;
- Bonnes connaissances en programmation ; des compétences en R seraient notamment appréciées ;
- Intérêt pour le développement d'applications numériques simples et intuitives ;
- Connaissances en traitement et structuration des données ;
- Rigueur et goût pour le travail en équipe ;
- Aucune connaissance préalable en biologie, écologie ou écotoxicologie n'est requise. Une curiosité scientifique et un intérêt pour les enjeux environnementaux sont toutefois appréciés.

>> Infos et candidature (CV, lettre de motivation) : vivien.lecomte@inrae.fr et christelle.lopes@univ-lyon1.fr

Références :

Geffard et al (2021). La biosurveillance active pour le suivi de l'état chimique des cours d'eau continentaux. SET 37(3):82–87. <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2021.4.15>

V. Lecomte, M. Coquery, C. Miège, O. Geffard. La biosurveillance active à l'aide de l'amphipode *Gammarus fossarum* : optimiser et élargir la liste des substances d'intérêt à rechercher. INRAE Lyon-Grenoble-Auvergne-Rhône-Alpes; Office français de la biodiversité (OFB). 2023. [hal-04567636v2](https://hal.inrae.fr/hal-04567636v2)