

Contexte et objectifs :

Dans un contexte agricole, les substances chimiques dont les pesticides sont utilisés de manière massive (346 000 tonnes de pesticides vendus en 2020 ; Atlas des pesticides, 2023). Ainsi, ces substances sont transférées in fine vers les masses d'eaux. Ces transferts dépendent de nombreux paramètres dont l'hydrologie des bassins versants. Dans un contexte d'agrosystèmes artificiellement drainés, le transfert de ces contaminants de la parcelle vers les cours d'eau est accéléré par la présence des réseaux de drainage. Ainsi, ces contaminations altèrent la qualité des eaux douces et menacent la biodiversité associée (Schäfer et al., 2012). Pour prévenir des altérations écologiques liées aux pesticides, un diagnostic précoce de l'état de santé des populations sauvages est primordial.

De nombreuses études réalisées en laboratoire ont évalué l'impact de différents pesticides sur diverses espèces de macroinvertébrés et notamment chez les gammaridés (Cold & E.Forbes, 2004; Dedourge-Geffard et al., 2009; Gismondi & Thomé, 2014). Cependant, il existe un manque de connaissances entre exposition et impact en conditions réelles sur la biodiversité (Pesce et al., 2023). Les gammaridés, espèces ingénieurs des écosystèmes sont des indicateurs de la santé des milieux aquatiques en raison de leur ubiquité dans les cours d'eau et leur polyvoltinisme. Ces caractéristiques permettent d'évaluer les changements du comportement chez les gammarus en présence d'une pression abiotique. Des outils basés sur des réponses sub-létales ont été développés chez ces espèces afin d'évaluer les pressions diffuses in situ. Au niveau cellulaire, les biomarqueurs biochimiques impliqués dans des fonctions vitales (la digestion, la mue) ou caractéristiques d'un stress cellulaire ou neurologique, ont été proposés comme des indicateurs précoces de la toxicité pour divers contaminants dont les pesticides. Cependant, il existe des différences de sensibilité entre les deux espèces de gammarus majoritaires du bassin de la Seine : *Gammarus pulex* et *Gammarus fossarum*. *G. pulex* possède une forte plasticité aux stress environnementaux (Lebrun et al., 2020 ; Shahid et al., 2018) contrairement à *G. fossarum* qui est plus sensible face aux fortes températures et aux pollutions organiques (Alonso et al., 2010 ; Peeters & Gardeniers, 1998).

Le bassin expérimental d'Orgeval (77, Seine et Marne), site utilisé dans le cadre de nos expérimentations est instrumenté depuis 1962 pour le suivi continu des débits de surface et de la qualité de l'eau. Il fait l'objet de recherches scientifiques afin d'évaluer l'état écologique des cours d'eau au niveau temporel et spatial. Pour cela, des campagnes de biosurveillance active via le déploiement de gammarus encagés ont été effectuées durant l'année 2023 permettant de démontrer un impact multi-niveaux (de la cellule à la population) en lien avec les fluctuations saisonnières de pesticides sur les populations de gammarus.

Ce stage de M2 vise donc à approfondir l'impact de ces pressions à l'échelle cellulaire via l'analyse d'activités enzymatiques. Ce stage s'inscrit dans un projet global mettant en place une instrumentation de l'observatoire permettant un suivi multi-paramètres (chimique, physico-chimique, écologique et écotoxicologique) des cours d'eaux. In fine, ces expérimentations permettront de déterminer la variabilité inter-spécifique à l'échelle cellulaire dans un contexte d'expérimentation in situ.

Méthodologie :

- Déploiements de gammarus issus de deux populations contrôles (*G. pulex* et *G. fossarum*) sur les stations de mesure durant 3 semaines, incluant des périodes d'exposition critiques en lien avec des événements de drainage intensif, pour l'analyse de biomarqueurs biochimiques (digestion, mue, stress cellulaire...)
- Mesures de paramètres majeurs in situ (pH, conductivité, O₂, T°C, nitrates...) et prélèvements d'eaux à chaque visite de sites pour analyse interne de la qualité de l'eau (ions, COD, C, N...)
- Caractérisation des variations spatiales et temporelles de l'exposome, en se focalisant sur les pesticides avec l'analyse d'environ 500 pesticides fréquents sur des eaux composites (prélèvements au pas de temps fixe pendant la période de biosurveillance)

Résultats attendus/perspectives :

Ce stage nous renseignera sur des différences de sensibilité entre 2 espèces ingénieurs du bassin de la Seine afin d'évaluer leur pertinence comme bioindicateurs des milieux aquatiques impactés par l'agriculture. Le couplage de suivis hydrologique, écotoxicologique et chimique permettra d'établir des liens entre impacts cellulaires, saisonnalité des transferts de pesticides (dépendants des pratiques agricoles avec des concentrations majoritaires d'herbicide en automne et de fongicide au printemps) et hydrologie de ce bassin versant drainé.

Moyens mis à disposition :

- Expertise scientifique en écodynamique des contaminants et écotoxicologie des laboratoires (INRAE, Antony)
- Bases de données (campagnes réalisées en 2023, chroniques débits/pluvio...), accès bibliographiques, archives
- Logiciels d'exploitation statistique (R, XlStat)
- Labo écotox : pour les mesures des réponses biochimiques
- Equipement du site d'Orgeval et accompagnement sur le terrain pour les déploiements

Travail demandé :

- Bibliographie sur le sujet
- Pêche et engagemment de gammars pour la réalisation de transplantations
- Mesures de biomarqueurs biochimiques
- Analyses statistiques des chroniques acquises et interprétations des résultats
- Rédaction du rapport

Profil recherché : Etudiant Master 2 en sciences de l'environnement, chimie de l'environnement, et écotoxicologie. Le travail demandé pour ce stage combine des travaux de terrain et de laboratoire sur des organismes vivants avec des analyses chimiques. Le candidat recherché doit être à l'aise au laboratoire (expérience antérieure souhaitée), volontaire pour travailler sur le terrain (temps variable), apte au travail en équipe et autonome.

Lieu du stage : INRAE Antony (92) : UR HYCAR–Equipe Artemhys

Durée du stage : 6 mois ; début janvier/février

Contact : leo.persat@inrae.fr; jeremie.lebrun@inrae.fr; hocine.henine@inrae.fr