

OPPORTUNITE DE THESE 2026

Etude du comportement et de la dispersion d'espèces d'écrevisses invasives en fonction des caractéristiques d'écoulements

Contexte

Les écrevisses figurent parmi les groupes d'espèces invasives les plus problématiques dans les écosystèmes aquatiques continentaux. En Europe et en France, l'introduction d'espèces nord-américaines telles que *Faxonius limosus*, *Pacifastacus leniusculus* et *Procambarus clarkii* a entraîné de profondes modifications des communautés aquatiques, affectant la disponibilité des ressources, la structure des habitats et le fonctionnement des cours d'eau, tout en favorisant la propagation d'agents pathogènes. Depuis ces introductions historiques, de nouvelles espèces ont fait leur apparition notamment en France, parmi lesquelles *Faxonius virilis* ou *Faxonius rusticus* jugées particulièrement préoccupante en raison de leur fort potentiel invasif.



Figure 1 : Exemple d'essais avec des animaux aquatique dans des conditions contrôlées d'écoulement dans des canaux de la plateforme hydrodynamique environnementale (pHE) de l'Institut Pprime, Université de Poitiers
Essais avec des écrevisses invasives dans des conditions d'écoulement permanent instationnaire

Le succès invasif de ces espèces repose en grande partie sur leur capacité à coloniser rapidement de nouveaux milieux, Hudina et al. 2009, Galib et al. 2022, Baudry et al. 2021. Cette dispersion dépend à la fois de traits biologiques propres aux espèces et des contraintes hydrodynamiques imposées par l'écoulement. Plusieurs travaux ont montré que le courant joue un rôle dans la distribution spatiale des écrevisses, mais les mécanismes reliant les caractéristiques de l'écoulement au comportement dispersif restent encore partiellement compris. Les travaux expérimentaux en laboratoire de Maude et Williams (1983) constituent une base de référence pour l'étude du comportement des écrevisses en présence de courant. En comparant huit espèces dans des conditions contrôlées, ils ont mis en évidence des différences marquées en termes de tolérance au courant et de capacité de maintien ou de déplacement. Au-delà de ces observations, ils ont émis l'hypothèse que ces différences interspécifiques étaient dues à des mécanismes

hydrodynamiques locaux, liés notamment à la morphologie des écrevisses et à leur posture face à l'écoulement. Ils ont notamment suggéré que la forme, l'orientation et la position des pinces, ainsi que le rôle de la queue, modifiaient l'écoulement autour de l'animal, la traînée exercée et les forces hydrodynamiques subies. Toutefois, ces hypothèses n'ont pas été directement vérifiées par des mesures fines de l'écoulement autour des individus, ni dans des contextes de substrats variés. Des études de terrain ont par ailleurs montré que le courant pouvait influencer la distribution des écrevisses. Parvulescu et Zaharia (2013) ont ainsi mis en évidence des limitations de distribution liées aux conditions hydrauliques pour certaines espèces, tandis que Wellnitz et al. (2019) ont montré que l'intensité du courant pouvait moduler les effets des écrevisses sur les communautés benthiques. Ces approches intéressantes ne permettent toutefois pas d'identifier précisément les seuils hydrauliques ou les structures d'écoulement qui déterminent la dispersion. Les suivis individuels en milieu naturel, reposant sur la radiotéléométrie ou sur des dispositifs de type PIT-tag (RFID), ont notamment été utilisés pour étudier les différences de déplacements des écrevisses entre les périodes diurnes et nocturnes. Ces approches permettent de caractériser la variabilité temporelle des trajectoires individuelles, en distinguant les phases d'activité et de repos, et de documenter les déplacements longitudinaux des écrevisses (Daněk et al., 2019). Ainsi, malgré des avancées significatives, un verrou scientifique majeur persiste dans la compréhension des interactions entre hydrodynamique, substrat du fond, morphologie et dispersion. L'absence de mesures locales à l'échelle de l'individu limite la possibilité de tester les hypothèses formulées et rend nécessaires des validations croisées entre laboratoire et terrain.

Problématique de la thèse et objectifs scientifiques

Cette thèse s'inscrit dans le contexte d'un besoin de compréhension mécaniste des processus contrôlant la dispersion des écrevisses invasives en cours d'eau. La question centrale est de déterminer comment les régimes d'écoulement, et en particulier la vitesse, la turbulence, le substrat du fond et la structure locale de l'écoulement autour des individus, influencent la dispersion des écrevisses, et dans quelle mesure les différences observées entre espèces peuvent s'expliquer par des interactions entre morphologie, posture et hydrodynamique locale.

Il s'agira tout d'abord de caractériser expérimentalement le comportement dispersif de plusieurs espèces d'écrevisses invasives en fonction de la vitesse du courant, de la turbulence et du substrat du fond, dans un canal hydrodynamique contrôlé. Le second objectif sera d'identifier des seuils hydrauliques critiques limitant ou favorisant la dispersion active et de comparer ces seuils entre les différentes espèces. La thèse analysera également la structure tridimensionnelle de l'écoulement autour des écrevisses afin de relier les champs de vitesse et de turbulence aux stratégies comportementales observées et de tester les hypothèses formulées dans la littérature concernant le rôle de la morphologie, de la posture et du contact avec le substrat. Enfin, les résultats expérimentaux seront confrontés à des données de terrain issues de suivis individuels par PIT-tag sur un site témoin, puis synthétisés sous forme de relations habitat-hydraulique intégrables dans des outils de modélisation, comme le logiciel HABBY développé par l'INRAE et l'OFB.

Méthodologie

Les travaux expérimentaux seront menés dans un canal hydrodynamique à débit contrôlé, permettant de faire varier de manière systématique les caractéristiques de l'écoulement et du substrat du fond. Les déplacements et la dispersion des écrevisses seront quantifiés à partir de suivis individuels à l'aide de logiciel basé sur l'IA et analysés en utilisant le logiciel EthoVision. L'écoulement sera caractérisé à haute résolution spatiale et temporelle, notamment à l'échelle de l'individu, afin d'identifier les structures hydrodynamiques locales pouvant influencer les propriétés de dispersion.

Parallèlement, des mesures de terrain seront effectuées sur la rivière La Rhune (Vienne, 86) à l'aide de dispositifs de type PIT-tag afin de documenter les déplacements des écrevisses dans leur milieu naturel et d'établir un lien entre ces déplacements et les conditions hydrauliques locales ainsi que les caractéristiques du substrat. Des aménagements locaux visant à modifier le site viendront compléter ces observations, permettant ainsi de comparer les résultats avant et après intervention, et de confronter les résultats obtenus en laboratoire à ceux observés sur le terrain.

Enfin, les résultats seront intégrés dans une démarche de valorisation appliquée, visant à paramétrer des relations de préférences hydrauliques spécifiques aux écrevisses et à les intégrer dans un logiciel type HABBY, afin de produire des cartographies spatialisées de zones favorables ou défavorables à la dispersion et d'évaluer l'effet potentiel d'aménagements hydrauliques.

References :

- Baudry T., Mauvisseau Q., Gout JP., Arqué A., Delaunay C., Smith-Ravin J., Sweet M., Grandjean F. (2021). Mapping a super-invader in a biodiversity hotspot, an eDNA-based success story. *Ecological Indicators* 126. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107637>
- Daněk, T., Musil, J., Vlašánek, P., Svobodová, J., Barteková, T., Štrunc, D., ... & Andersen, O. (2019). Movement patterns of juvenile and adult noble crayfish (*Astacus astacus*) in a small stream, determined by radiotelemetry. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 55, p. 19). EDP Sciences. <https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/abs/2009/03/kmae09030/kmae09030.html>
- Galib, S. M., Sun, J., Twiss, S. D., & Lucas, M. C. (2022). Personality, density and habitat drive the dispersal of invasive crayfish. *Scientific Reports*, 12, Article 1114. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-04228-1>
- Hudina, S., Faller, M., Lucić, A., Klobučar, G., & Maguire, I. (2009). Distribution and dispersal of two invasive crayfish species in the Drava River basin, Croatia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394-395, Article 09.
- Maude, S. H., & Williams, D. D. (1983). Behavior of crayfish in water currents: hydrodynamics of eight species with reference to their distribution patterns in southern Ontario. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40(1), 68-77
- Parvulescu, L., & Zaharia, C. (2013). Current limitations of the stone crayfish distribution in Romania: Implications for its conservation status. *Limnologica*, 43(3), 143-150.)
- Wellnitz, T., Frase, D., Gapinski, M., & Haggerty, H. E. (2019). Does stream current modify crayfish impacts on a benthic community?. *Journal of Freshwater Ecology*, 34(1), 633-647.

Profil recherché/Domaines de compétence :

Formation en Mécaniques des Fluides, Environnement, Biologie, Sciences pour l'Ingénieur de niveau bac+5. Des capacités pour la rédaction en anglais seront appréciées

Durée : 36 mois (du 01/10/2026 au 01/10/2029)

Lieu : Université de Poitiers

Institut Pprime UPR 3346 - Département Fluides, Thermique et Combustion

Equipe HydÉE – Hydrodynamique des Ecoulements Environnementaux

11 Boulevard Marie et Pierre Curie, TSA 51124 86073 Poitiers Cédex 9, France

Financement : Financement public type bourse (salaire : ≈ 2300€ brut/mois)

Encadrants :

Damien CALLUAUD

damien.calluud@univ-poitiers.fr

Guillaume GOMIT

guillaume.gomit@univ-poitiers.fr

Frédéric GRANDJEAN

frederic.grandjean@univ-poitiers.fr

Envoyez votre lettre de motivation et votre CV

INSTITUT Pprime . CNRS . UNIVERSITÉ DE POITIERS . ENSMA . UPR 3346 .

Adresse postale : SITE DU SP2MI - 11, Boulevard Marie et Pierre Curie Site du futuroscope - TSA 41123- 86073 POITIERS CEDEX 9 - www.pprime.fr

OPPORTUNITY FOR A PHD THESIS IN 2026

Study of the behaviour and dispersal of invasive crayfish species according to flow characteristics

Context

Crayfish are among the most problematic invasive species in continental aquatic ecosystems. In Europe and France, the introduction of North American species such as *Faxonius limosus*, *Pacifastacus leniusculus* and *Procambarus clarkii* has led to profound changes in aquatic communities, affecting resource availability, habitat structure and river functioning, while promoting the spread of pathogens. Since these historical introductions, new species have appeared, particularly in France, including *Faxonius virilis* and *Faxonius rusticus*, which are considered particularly worrying due to their high invasive potential.

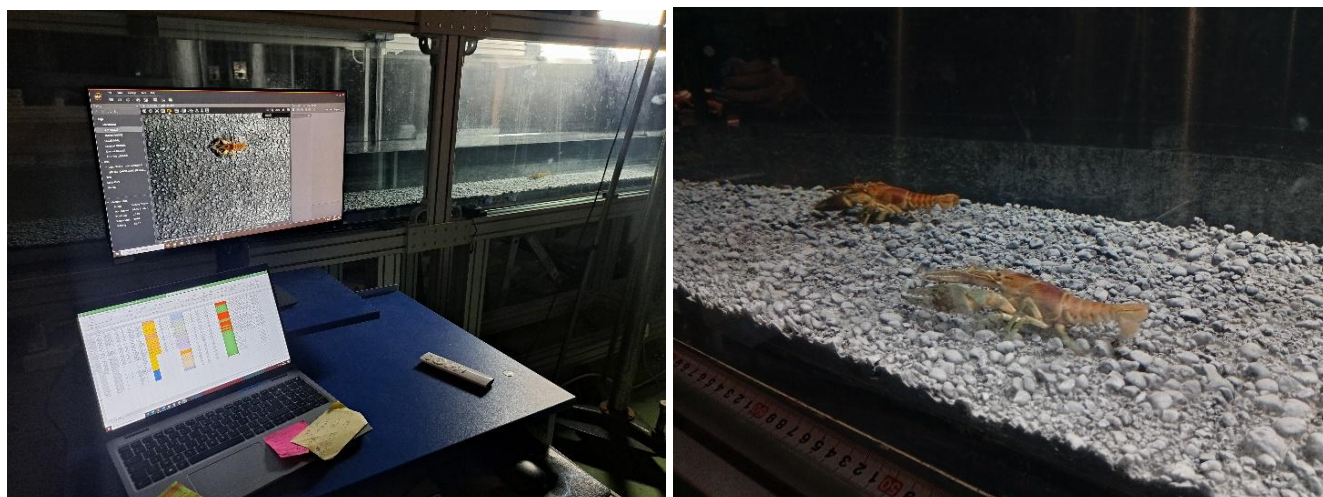


Figure 1: Example of tests with aquatic animals under controlled flow conditions in channels at the environmental hydrodynamic platform (pHE) of the Pprime Institute, University of Poitiers

Tests with invasive crayfish under permanent unsteady flow conditions

The invasive success of these species relies largely on their ability to rapidly colonise new environments. This dispersal depends both on the species' specific biological traits and on the hydrodynamic constraints imposed by the flow. Several studies have shown that current plays a role in the spatial distribution of crayfish, but the mechanisms linking flow characteristics to dispersal behaviour are still only partially understood. The laboratory experiments conducted by Maude and Williams (1983) provide a reference point for studying the behaviour of crayfish in the presence of current. By comparing eight species under controlled conditions, they highlighted marked differences in terms of current tolerance and the ability to remain stationary or move. Beyond these observations, they hypothesised that these interspecific differences were due to local hydrodynamic mechanisms, linked in particular to the morphology of crayfish and their posture in relation to the flow. In particular, they suggested that the shape, orientation and position of the claws, as well as the role of the tail, modified the flow around the animal, the drag exerted and the hydrodynamic

forces experienced. However, these hypotheses have not been directly verified by detailed measurements of the flow around individuals, nor in contexts with varied substrates. Field studies have also shown that current can influence the distribution of crayfish. Parvulescu and Zaharia (2013) highlighted distribution limitations linked to hydraulic conditions for certain species, while Wellnitz et al. (2019) showed that current intensity can modulate the effects of crayfish on benthic communities. However, these interesting approaches do not allow for the precise identification of the hydraulic thresholds or flow structures that determine dispersion. Individual tracking in the natural environment, using radiotelemetry or PIT-tag (RFID) devices, has been used to study differences in crayfish movement between day and night. These approaches make it possible to characterise the temporal variability of individual trajectories, distinguishing between periods of activity and rest, and to document the longitudinal movements of crayfish (Daněk et al., 2019). Thus, despite significant advances, a major scientific obstacle remains in understanding the interactions between hydrodynamics, bottom substrate, morphology and dispersal. The absence of local measures at the individual level limits the possibility of testing the hypotheses formulated and necessitates cross-validation between the laboratory and the field.

Thesis topic and scientific objectives

This thesis addresses the need for a mechanistic understanding of the processes controlling the dispersal of invasive crayfish in watercourses. The central question is to determine how flow regimes, and in particular velocity, turbulence, bottom substrate and the local flow structure around individuals, influence the dispersal of crayfish, and to what extent the differences observed between species can be explained by interactions between morphology, posture and local hydrodynamics.

The first step will be to experimentally characterise the dispersive behaviour of several invasive crayfish species as a function of flow velocity, turbulence and bottom substrate in a controlled hydrodynamic channel. The second objective will be to identify critical hydraulic thresholds that limit or promote active dispersal and to compare these thresholds between different species. The thesis will also analyse the three-dimensional structure of the flow around crayfish in order to link velocity and turbulence fields to the behavioural strategies observed and to test the hypotheses formulated in the literature concerning the role of morphology, posture and contact with the substrate.

Finally, the experimental results will be compared with field data from individual PIT tag tracking at a control site, then synthesised in the form of habitat-hydraulic relationships that can be integrated into modelling tools, such as the HABBY software developed by INRAE and OFB.

Methodology

The experimental work will be conducted in a hydrodynamic channel with controlled flow, allowing the characteristics of the flow and the bottom substrate to be systematically varied. The movements and dispersion of crayfish will be quantified from individual tracking using AI-based software. The flow will be characterized at high spatial and temporal resolution, particularly at the individual level, in order to identify local hydrodynamic structures that may influence dispersion properties.

At the same time, field measurements will be carried out on the La Rhune River (Vienne, 86) using PIT-tag devices to document the movements of crayfish in their natural environment and establish a link between these movements and local hydraulic conditions and substrate characteristics. Local modifications to the site will complement these observations, allowing for a comparison of results before and after intervention, and a comparison of laboratory results with those observed in the field.

Finally, the results will be incorporated into an applied assessment process, aimed at setting specific hydraulic preference parameters for crayfish and integrating them into HABBY-type software, in order to produce spatial maps of areas favorable or unfavorable to dispersal and to assess the potential effect of hydraulic developments

References :

- Baudry T., Mauvisseau Q., Gout JP., Arqué A., Delaunay C., Smith-Ravin J., Sweet M., Grandjean F. (2021). Mapping a super-invader in a biodiversity hotspot, an eDNA-based success story. *Ecological Indicators* 126. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107637>
- Daněk, T., Musil, J., Vlašánek, P., Svobodová, J., Barteková, T., Štrunc, D., ... & Andersen, O. (2019). Movement patterns of juvenile and adult noble crayfish (*Astacus astacus*) in a small stream, determined by radiotelemetry. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 55, p. 19). EDP Sciences. <https://www.kmae-journal.org/articles/kmae/abs/2009/03/kmae09030/kmae09030.html>
- Galib, S. M., Sun, J., Twiss, S. D., & Lucas, M. C. (2022). Personality, density and habitat drive the dispersal of invasive crayfish. *Scientific Reports*, 12, Article 1114. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-04228-1>
- Hudina, S., Faller, M., Lucić, A., Klobučar, G., & Maguire, I. (2009). Distribution and dispersal of two invasive crayfish species in the Drava River basin, Croatia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394-395, Article 09.
- Maude, S. H., & Williams, D. D. (1983). Behavior of crayfish in water currents: hydrodynamics of eight species with reference to their distribution patterns in southern Ontario. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40(1), 68-77
- Parvulescu, L., & Zaharia, C. (2013). Current limitations of the stone crayfish distribution in Romania: Implications for its conservation status. *Limnologica*, 43(3), 143-150.
- Wellnitz, T., Frase, D., Gapinski, M., & Haggerty, H. E. (2019). Does stream current modify crayfish impacts on a benthic community?. *Journal of Freshwater Ecology*, 34(1), 633-647.

Required profile/areas of competence:

Master's degree in Fluid Mechanics, Environment, Biology, Engineering Sciences. Writing skills in English would be appreciated

Duration : 36 months (from October 1, 2026, to October 1, 2029)

Location : Université de Poitiers

Institut Pprime, UPR 3346 - Département Fluides, Thermique et Combustion
Team HydÉE – Hydrodynamique des Ecoulements Environnementaux
11 Boulevard Marie et Pierre Curie, TSA 51124 86073 Poitiers Cédex 9, France

Financial : Public funding (salary : ≈ 2300€ gross/month)

Supervisors :

Damien CALLUAUD
damien.calluud@univ-poitiers.fr

Guillaume GOMIT
guillaume.gomit@univ-poitiers.fr

Frédéric GRANDJEAN
frederic.grandjean@univ-poitiers.fr

Send CV and motivation letter