

Proposition de Sujet de thèse

Nom du laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera la thèse :
Laboratoire d'Ecologie fonctionnelle et Environnement (UMR 5245)

Titre du sujet proposé :

Pesticides et organismes aquatiques : une approche intégrative de l'effet des SDHI sur les poissons

Financement :

- acquis (*préciser nom de l'organisme*) mis au concours (contrat doctoral ministériel)
 candidature auprès d'un organisme (*préciser nom de l'organisme*)

Spécialités de l'école doctorale : (*cocher **une seule** spécialité sans la modifier*)

- Astrophysique, Sciences de l'Espace, Planétologie
 Océan, Atmosphère, Climat
 Sciences de la Terre et des Planètes Solides
 Ecologie fonctionnelle
 Surfaces et interfaces continentales, Hydrologie

Nom et statut (PR, DR, MCf, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (**préciser si HDR**) :

Directeur : ELGER Arnaud (MCf HDR)
Co-directrice : JEAN Séverine (MCf).

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

Arnaud ELGER : arnaud.elger@univ-tlse3.fr / 06 86 23 67 08
Séverine JEAN : severine.jean@ensat.fr / 06 20 48 59 41

Résumé du sujet de la thèse (*le descriptif ne doit pas dépasser une page recto/verso*)

Contexte scientifique

Les écosystèmes aquatiques d'eau douce sont considérés comme les plus dégradés par les activités anthropiques (Carpenter et al., 2011; Dudgeon et al., 2006). En effet, au cours des 50 dernières années, la densité des populations de vertébrés aquatiques d'eau douce a chuté de plus de 80% (Harrison et al., 2018; Reid et al., 2019). Plusieurs facteurs de stress interviennent mais il semble que la contamination par des substances chimiques soit l'une des premières causes de ce déclin (Dudgeon et al., 2006; Hamilton et al., 2017; Reid et al., 2019), qui affecte particulièrement les poissons. Or, il existe de multiples interactions entre facteurs de stress qui demeurent mal connues et de fait, difficilement prévisibles. De récents travaux ont mis en évidence que ces facteurs de stress avaient des effets aux différentes échelles d'organisation depuis l'échelle moléculaire jusqu'aux échelles individuelle et populationnelle et qu'ils affectent en particulier les traits physiologiques (métabolisme énergétique) et comportementaux des poissons (Petitjean et al., 2019, 2020, 2021).

ED 173 - SDU2E

Les pesticides, détectés dans plus de 80% des points de suivi des cours d'eau métropolitains, contribuent pour une part importante à cette contamination et ses conséquences délétères sur les écosystèmes et les organismes aquatiques (Boivin and Poulsen, 2017; Bony et al., 2008; Gandar et al., 2017a; Polard et al., 2011). Depuis les années 2000, des fongicides de la famille des inhibiteurs de la succinate déshydrogénase (SDHI), sont utilisés à grande échelle mais hormis le boscalid, les autres SDHI ne sont pas recherchés dans les hydrosystèmes. Le niveau réel de contamination des écosystèmes aquatiques aux SDHI reste méconnu et très probablement sous-estimé. Or, les SDHI bloquent la succinate déshydrogénase (SDH), une enzyme mitochondriale universelle, impliquée dans la respiration cellulaire et l'homéostasie métabolique. Ce mode d'action laisse supposer que ces fongicides pourraient avoir des impacts particulièrement sévères sur de nombreuses espèces non-cibles comme les poissons, mais ces questions sont encore peu explorées. Certaines études sur larves de poissons ont montré des effets neurotoxiques et hépatotoxiques des SDHI altérant respectivement le comportement des individus et la régulation métabolique et énergétique, deux fonctions essentielles dans la réponse au stress (Qian et al 2019). L'utilisation croissante de ces fongicides et leur présence probable dans l'ensemble des écosystèmes aquatiques questionnent. En effet, de nombreuses incertitudes résident quant à la dangerosité de ces substances pour les organismes non-cibles dans le cadre d'usages répétés, d'expositions prolongées à faible dose ou en combinaison avec d'autres facteurs de stress. De plus, peu d'études prennent explicitement en compte la variabilité intraspécifique de réponses aux stress chimiques entre populations, ce qui limite notre capacité à prédire les effets réalistes des pesticides sur la faune sauvage.

Objectifs de la thèse et méthodes

Ce projet de thèse a pour objectif d'étudier les effets des stress simples ou combinés sur l'intégrité et l'état de santé des poissons afin de mieux comprendre et prédire ces effets sur les individus et les populations. Il s'agira de mener une étude intégrative sur les effets des SDHI sur une espèce de poisson d'eau douce, le goujon occitan (*Gobio occitaniae*), dont le genre *Gobio* est très représenté en Europe et qui a fait l'objet de plusieurs travaux au laboratoire sur la réponse au stress. Pour cela, une démarche d'intégration des réponses de l'échelle moléculaire à l'échelle individuelle et populationnelle sera réalisée afin de comprendre les processus physiologiques mis en jeu et de prédire leurs répercussions potentielles à des niveaux d'organisation biologique plus élevés.

Les questions de recherche se structurent autour de la chaîne pression-expositions-impacts, déclinée en 3 parties correspondant à 3 étapes opérationnelles, abordées par une combinaison originale d'approches expérimentales en laboratoire et *in situ*.

1. *Quel est le devenir des SDHI dans les systèmes aquatiques en fonction des usages et activités humaines ? Quels sont les différents types de pollutions environnementales associées à ces contaminants ?*

Pour répondre à cette question, une cartographie des pressions liées à l'usage, au transfert et au devenir des SDHI dans les milieux aquatiques et d'état de santé des populations de poissons sera réalisée à partir d'une étude de terrain.

2. *Quels sont les effets intégratifs des SDHI sur les poissons, aux échelles allant de la molécule à l'individu ?*

Une approche expérimentale en laboratoire sera développée pour comparer les réponses de différentes populations prélevées le long d'un gradient de contamination par les SDHI en milieu naturel et exposées au SDHI boscalid à faible concentration. Des approches de vidéo-tracking seront développées pour mesurer différents biomarqueurs comportementaux clés tels que l'activité, la sociabilité, l'exploration et l'alimentation. De plus, le métabolisme, trait physiologique central dans la réponse aux SDHI sera finement étudié *via* des mesures en chambres métaboliques. Des analyses

ED 173 - SDU2E

histologiques, biochimiques et métabolomiques seront également combinées pour appréhender les effets des SDHI sur la santé aux différentes échelles d'intégration.

3. Quelle est la variabilité de sensibilité aux SDHI dans les populations naturelles ?

La variabilité intraspécifique de réponse aux contaminants étant encore très peu prise en compte dans les études toxicologiques, cette question est centrale pour mieux comprendre les impacts sur les organismes non cibles.

Pour aborder cette question, une approche *in situ* d'encagement sera mise en place, afin de tester les effets des SDHI sur les poissons directement en conditions réalistes de multistress en rivière. De plus, des approches de translocations réciproques entre rivières seront mises en œuvre pour comparer les capacités de réponse plastique des poissons issus de différentes populations aux mêmes pressions environnementales. Ces approches d'encagement *in situ* bénéficieront des outils de smart-caging, développées notamment dans le cadre du projet ECONECT, afin de suivre en direct les traits comportementaux et physiologiques des individus.