

Thèse en écotoxicologie aquatique

Sujet : Effet à long-terme de l'exposition aux pesticides sur l'espérance de vie d'un poisson d'eau douce, le chabot commun (*Cottus gobio*)

Unité d'accueil: UMR METIS 7619, Sorbonne Université, 4, place Jussieu 75252 Paris cedex 05

Les bassins versants amont agricoles sont soumis à des pollutions saisonnières par de multiples pesticides. L'évaluation des effets sur les organismes aquatiques est complexe (Relya 2009 ; Beketov et al. 2013), car ils peuvent être différés dans le temps (déclin des taux de survie et de la reproduction sur le long-terme, Goutte et al. 2014, 2015, 2018), exacerbés par des conditions environnementales défavorables (Bustnes et al. 2005, 2015) et variés en fonction de l'exposition passée des populations animales, *via* des mécanismes de résistance aux pesticides (Hua et al. 2015). Le suivi sur le long-terme d'individus marqués est une démarche pertinente qui permet d'évaluer la dynamique temporelle des réponses du vivant à l'exposition aux pesticides (Köhler & Triebkorn 2013).

L'espérance de vie des animaux sauvages peut être estimée par le raccourcissement des télomères (Barrett et al. 2013). Ces séquences d'ADN non-codantes situées à l'extrémité des chromosomes assurent le maintien de l'intégrité du génome. Le raccourcissement des télomères peut être accéléré par certains facteurs environnementaux (Angelier et al. 2018), dont l'exposition à des pesticides organochlorés (Blévin et al. 2016), compromettant à terme la probabilité de survie (Goutte et al. 2015).

La zone atelier de l'Orgeval, du bassin versant très agricole (Seine et Marne) fait l'objet d'un suivi sur le long-terme dans le cadre du PIREN-Seine et de l'observatoire ORACLE, géré par l'INRAE (ex-IRSTEA) depuis 60 ans. Les données hydrologiques et physico-chimiques sont acquises en continu (débit, température, pH, conductivité, nitrates, nitrites, phosphates, carbone organique dissous), ainsi que la contamination par 22 pesticides et produits de dégradation (prélèvement mensuel d'eau asservi au débit). Les fluctuations mensuelles de concentrations en pesticides sont comprises entre 1 et 1000 ng.L⁻¹ (Blanchoud et al. 2018), avec d'importantes variations saisonnières en lien avec le calendrier d'application des agriculteurs. Le S-metolachlore est l'un des produits les plus utilisés pour le désherbage sélectif du maïs en prélevée (avril) et les concentrations dans l'eau sont en nette augmentation, suite à l'interdiction de l'atrazine en 2003, puis de l'alachlor en 2008 (Blanchoud et al. 2018).

Le chabot commun (*Cottus gobio*) est un poisson d'eau douce, dont la population est bien implantée sur le bassin de l'Orgeval (Le Pichon et al. 2012). Poisson territorial et sédentaire, sa très faible mobilité fait de lui un excellent indicateur des conditions locales de pollution environnementale et lui assure un taux de recapture satisfaisant (50-70%, Knaepkens et al. 2005).

L'objectif de la thèse est d'évaluer les effets à long-terme de l'exposition aux pesticides chez une population de chabots. D'une part, nous évaluerons avant, pendant et plusieurs mois après l'application d'herbicides le raccourcissement des télomères comme proxy de l'espérance de vie, ainsi que la probabilité de recapture des chabots marqués individuellement. D'autre part, les chabots seront exposés expérimentalement et sur le terrain au S-metolachlore, par la technique d'implants sous-cutanés (McCallum et al. 2019), afin de tester la relation de causalité entre une exposition prolongée à cet herbicide et les effets à long-terme sur le raccourcissement des télomères, et la probabilité de recapture.

Ce projet de recherche s'inscrit dans un projet plus large soutenu financièrement par le programme interdisciplinaire PIREN-Seine (2019-2022) et par un projet CNRS / EC2CO (2020-2022). Ce projet est basé sur une collaboration entre l'UMR 7619 METIS (Aurélié Goutte, écotoxicologie, Hélène Blanchoud, flux de pesticides dans l'environnement, Fabrice Alliot, analyses chimiques), l'INRAE-Anthony (Gaëlle Tallec, Hydrologie des Bassins Versants), le Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (Frédéric Angelier, écophysiologie, Christophe Barbraud dynamique des populations) et la

fédération de la Seine-et-Marne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (Rémi Villalta, Maxime Lesimple).

Connaissances et compétences requises : Master 2 Recherche ou équivalent (École Ingénieur) en écotoxicologie ou écologie, le(a) candidat(e) a déjà, idéalement, travaillé sur des problématiques liées aux écosystèmes aquatiques continentaux. Des compétences en chimie analytique des micropolluants seraient également appréciées. Le candidat a développé un intérêt particulier pour le travail de terrain, est curieux, rigoureux, force de proposition, et passionné par la recherche.

Candidature : Les candidatures sont à adresser à Aurélie Goutte (aurelie.goutte@ephe.psl.eu) et seront constituées d'un CV, lettre de motivation, copie des notes et classement aux examens de M1 et de M2, lettre de recommandation, et coordonnées de personnes référentes. Date limite : 03/05/2020

Références

- Angelier F, Costantini D, Blévin P, Chastel O. 2018 Do glucocorticoids mediate the link between environmental conditions and telomere dynamics in wild vertebrates? A review. *General and Comparative Endocrinology* 256:99-111.
- Barrett EL, Burke TA, Hammers M, Komdeur J, Richardson D S (2013). Telomere length and dynamics predict mortality in a wild longitudinal study. *Molecular ecology*, 22(1), 249-259.
- Beketov M A, Kefford B J, Schäfer R B, Liess M (2013). Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(27), 11039-11043.
- Blanchoud H., Tallec G., Desportes A., Ansart P. (2018) Suivi à long terme des pesticides pour la compréhension de leurs processus de transfert à l'échelle du bassin versant, PIREN-Seine phase VII - rapport 2018, 9p.
- Blévin P, Angelier F, Tartu S, Ruault S, Bustamante P, Herzke D, Moe B, Bech C, Gabrielsen GW, Bustnes JO, Chastel O. 2016 Exposure to oxychlordan is associated with shorter telomeres in arctic breeding kittiwakes. *Science of the Total Environment* 563-564:125-130.
- Bustnes J O, Miland Ø, Fjeld M, Erikstad K E, Skaare J U (2005). Relationships between ecological variables and four organochlorine pollutants in an arctic glaucous gull (*Larus hyperboreus*) population. *Environmental Pollution*, 136(1), 175-185
- Bustnes J O, Bourgeon S, Leat E H, Magnúsdóttir E, Strøm H, Hanssen S A, Furness R W (2015). Multiple stressors in a top predator seabird: potential ecological consequences of environmental contaminants, population health and breeding conditions. *PloS one*, 10(7), e0131769.
- Goutte A, Meillère A, Barbraud C, Budzinski H, Labadie P, Peluhet L, Weimerskirch H, Delord K, Chastel O (2018) Demographic, endocrine and behavioral responses to mirex in the South polar skua. *The Science of the Total Environment* 631-632, 317-325
- Goutte A, Barbraud C, Herzke D, Bustamante P, Angelier F, Tartu S, Clément-Chastel C, Moe B, Bech C, Gabrielsen GW, Bustnes JO, Chastel O (2015) Survival rate and breeding outputs in a high Arctic seabird exposed to legacy persistent organic pollutants and mercury. *Environmental Pollution* 200, 1-9
- Goutte A, Barbraud C, Meillère A, Carravieri A, Bustamante P, Labadie P, Budzinski H, Delord K, Cherel Y, Weimerskirch H, Chastel O (2014) Demographic consequences of heavy metals and persistent organic pollutants in a vulnerable long-lived bird, the wandering albatross. *Proceedings of the Royal Society B* 281, 20133313
- Hua J, Jones D K, Mattes B M, Cothran R D, Relyea R A, Hoverman J T (2015). Evolved pesticide tolerance in amphibians: predicting mechanisms based on pesticide novelty and mode of action. *Environmental Pollution*, 206, 56-63.
- Knaepkens G, Baekelandt K, Eens M (2005). Assessment of the movement behaviour of the bullhead (*Cottus gobio*), an endangered European freshwater fish. *Animal Biology*, 55(3), 219-226.
- Köhler H R, Triebkorn R (2013). Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond? *Science*, 341(6147), 759-765
- Le Pichon C, Tales É, Belliard J, Gorges G, Zahm A., Clement F (2012). La distribution spatiale des peuplements de poissons dans les petits bassins versants. *Sciences Eaux Territoires*, IRSTEA, 24-33
- McCallum E, Cerveny D, Fick J, Brodin T (2019). Slow-release implants for manipulating contaminant exposures in aquatic wildlife—a new tool for field ecotoxicology. *Environmental science & technology*