



**PROPOSITION DE SUJET POUR UN CONTRAT DOCTORAL/
Clôture des candidatures le : 15 mai 2026 à 12 h**

Laboratoire

UMR LR univ.-CNRS 7373 Centre D'Études Biologiques de Chizé

Titre de la thèse

Effets physiologiques des pesticides sur les oiseaux des plaines agricoles : identification de marqueurs diagnostiques des effets toxiques.

Direction de la thèse directeur-trice-s (grade, HDR) et éventuels co-directeur-trice-s

MONCEAU Karine (McF, HDR, La Rochelle université) – 50%

BOLLACHE Loïc (PRU, HDR, université de Bourgogne Europe) – 50%

Adéquation scientifique avec les priorités de l'établissement

La thèse ne sera pas réalisée dans le périmètre de la CdA ou de la Charente maritime, mais la thématique abordée est en adéquation avec ces 2 partenaires territoriaux, à savoir : la santé environnementale, la traçabilité des polluants, la préservation de l'environnement et la recherche. Les travaux de la thèse seront réalisés sur un territoire pilote pour les questions relatives à l'agroécologie, la Zone Atelier Plaine et Val de Sèvre (<https://zaplaineetvaldesevre.com>), seule Zone Atelier de Nouvelle-Aquitaine, membre des réseaux nationaux comme RECOTOX (réseau de sites d'études en toxicologie-écotoxicologie, <https://www.recotox.eu/>) et internationaux comme eLTER (integrated european Long Term Ecosystem critical zone and socio-ecological Research, <https://elter-ri.eu/>) et iLTER (International Long Term Ecosystem critical zone and socio-ecological Research, <https://www.ilter.network/>). De renommée nationale et internationale, la Zone Atelier est un laboratoire grandeur nature pour les questions relatives à l'exposition aux pesticides grâce à la connaissance très fine de l'occupation des sols et du types de pratiques réalisées dans les parcelles sur 450km². Le projet phare de la Zone Atelier, *Santé des Territoires*, vise à comprendre les liens entre la santé de l'environnement, la santé de la faune sauvage et la santé Humaine par une approche multi- et transdisciplinaire de type *Eco Health/One Health*.

Descriptif du sujet (enjeux scientifiques, applicatifs, sociétaux...)

Mots clés : Cytotoxicité ; Diagnostique ; Effet cocktail ; Effets sublétaux ; Pesticides ; Populations naturelles ; Fonctions physiologiques

Contexte de la thèse

L'intensification des pratiques agricoles s'est accompagnée d'une transformation profonde des milieux ruraux, laquelle est corrélée à un déclin marqué des populations d'oiseaux (Chamberlain *et al.*, 2000 ; Chiron *et al.*, 2014). Plusieurs mécanismes sont susceptibles d'expliquer cette régression, parmi lesquels la raréfaction des ressources alimentaires (Brickle *et al.*, 2000), la fragmentation ou la disparition de certains habitats (Wilson *et al.*, 1997).

la mécanisation croissante des activités agricoles (Green, 1995) ainsi que l'utilisation de produits phytosanitaires. Néanmoins, les effets de ces derniers sur l'avifaune ont principalement été abordés sous l'angle du déclin global de la biodiversité (Mitra *et al.*, 2011). Bien que l'innocuité des substances actives soit évaluée avant leur homologation — notamment *via* des tests de toxicité et la détermination de la dose létale 50 — les impacts indirects et différés dans le temps demeurent probablement sous-estimés par les instances de régulation (Mineau et Whiteside, 2013). Cette sous-évaluation s'explique notamment par i) la rareté des études menées en conditions naturelles, ii) le nombre restreint d'espèces testées, souvent limité à quelques modèles aviaires tels que le canard colvert ou la caille japonaise, iii) la prise en compte insuffisante des expositions multiples (effets cocktails) et iv) la méconnaissance des répercussions de ces substances sur la physiologie, le comportement, les traits d'histoire de vie, les interactions interspécifiques et, *in fine*, sur la dynamique des populations (voir Moreau *et al.*, 2022a). À ce jour, un ensemble convergent d'indices suggère que les pesticides pourraient constituer une pression de sélection significative affectant la survie des oiseaux.

L'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés constitue la principale voie d'exposition aux pesticides chez les oiseaux (Lopez-Antia *et al.*, 2016). Après ingestion, les substances actives transittent par le tractus digestif avant d'être absorbées et distribuées via la circulation sanguine vers les **tissus cibles**. Selon les organes ou systèmes atteints, **diverses fonctions physiologiques** peuvent être altérées. Ainsi, plusieurs familles de pesticides, telles que les organophosphorés, les carbamates ou les néonicotinoïdes, ciblent spécifiquement le **système nerveux** (Wood et Goulson, 2017), induisant potentiellement des modifications comportementales par effet en cascade. Certaines molécules peuvent également déclencher des mécanismes de détoxication susceptibles de provoquer des dommages au niveau de l'**ADN** et des tissus, traduits par un **stress oxydatif** généralement neutralisé par un complexe antioxydant (Ghasemi *et al.*, 2015). Par ailleurs, les pesticides peuvent affecter le **système immunitaire**, soit en réponse au stress oxydatif, soit par une **perturbation endocrinienne** impliquant notamment la modulation de la sécrétion de testostérone. Cette hormone, dont l'action immunosuppressive est reconnue, influence également l'agressivité et la fertilité des mâles (Monhanty *et al.*, 2017). Dans ce contexte, **les caroténoïdes** revêtent un intérêt particulier en raison de leur rôle antioxydant, de leur implication dans la fonction immunitaire et dans l'expression des colorations. Ils se situent ainsi au cœur de compromis évolutifs entre le maintien de l'intégrité physiologique — *via* la régulation du stress oxydatif et la défense immunitaire — et l'expression des caractères sexuels secondaires liés à la reproduction et à la sélection sexuelle (Møller *et al.*, 2000). Puisque les caroténoïdes ne peuvent être acquis que par l'alimentation (Goodwin, 1984), les individus capables d'accéder à des ressources riches en ces composés devraient être mieux protégés contre les effets délétères des pesticides. En somme, les pesticides peuvent exercer leurs effets à différents niveaux d'organisation biologique — **du niveau moléculaire (ADN) jusqu'aux grandes fonctions physiologiques** — compromettant ainsi la qualité individuelle et la capacité des oiseaux à se défendre face aux prédateurs et aux parasites présents dans leur environnement. Le problème notable est donc la multiplicité des cibles potentielles des pesticides sur les organismes déjà connue *via* les tests en laboratoire. A cela s'ajoute, les effets des associations entre molécules (effets cocktails) résultant de l'exposition en nature des organismes à de nombreuses molécules (plus de 400 molécules sont autorisées en Europe, <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances>).

Nos travaux actuels portant sur l'impact des pesticides reposent sur un suivi annuel de populations naturelles de passereaux et de busards cendrés (Fuentes *et al.* 2023, 2024ab, 2025ab ; Bariod *et al.* 2025abc, Bailly *et al.* 2025, 2026), intégrant l'étude de leur comportement, de leur physiologie (notamment les systèmes immunitaire et endocrinien) ainsi que de leurs parasites, le long d'un gradient d'agriculture biologique. L'originalité de notre approche réside dans la prise en compte d'une exposition réaliste aux mélanges de substances chimiques, permettant ainsi d'évaluer les effets dits « cocktails » des pesticides. En collaboration avec Maurice Millet, du laboratoire ICPEES de l'Université de Strasbourg, une méthode analytique a été développée afin de doser plus d'une centaine de molécules phytosanitaires (Rodrigues *et al.*, 2003). Cette approche permet de quantifier avec précision l'exposition réelle des individus

à partir de leur sang, offrant ainsi une mesure représentative de l'exposition récente (Espin et al., 2016). Par ailleurs, nos recherches s'appuient sur un site d'étude exceptionnel : la Zone Atelier Plaine & Val de Sèvre (ZA-PVS), où les pratiques agricoles — qu'elles soient conventionnelles ou biologiques — sont documentées de manière fine et continue. Cette connaissance détaillée du contexte agricole nous permet de travailler sur un véritable gradient d'exposition aux pesticides (Bretagnolle et al., 2018), renforçant la pertinence écologique et la portée de nos analyses.

Un panel de marqueurs de toxicité existe (voir tableau 1) mais très peu de travaux les utilisent pour établir un « diagnostique » d'impact des pesticides sur la santé de la faune sauvage (voir Ortiz-Santiestra et al. 2015). Les oiseaux sont de bons candidats en tant que biosentinelle de notre environnement, d'autant plus que leur répartition et leur physiologie sont proches de la nôtre. Après une prospection par une revue de la littérature et une sélection basée sur la faisabilité des tests, les marqueurs seront analysés dans un contexte à la fois de gradient d'agriculture conventionnelle à biologique, en regard des niveaux d'exposition détectée dans le sang des oiseaux et de leur parasitème.

Tableau 1. Marqueurs tissulaires et moléculaires de toxicité environnementale chez les oiseaux. Ce tableau présente des exemples de marqueurs tissulaires et moléculaires utilisés pour évaluer la toxicité environnementale de polluants chez les oiseaux. En rouge, figurent les marqueurs/techniques déjà développés et maîtrisés au sein de notre équipe.

Catégorie	Marqueurs / tests	Références (exemples)
Génotoxicité		
- Micronuclei and nuclear abnormalities sur frottis	Eastmond & Balakrishnan 2010 ;	
- Micronucleus assay sur noyaux érythrocytaires	Poliserpi et al. 2021	
- Comet assay	Tomazelli et al. 2022	
Stress oxydatif tissulaire		
- Superoxyde dismutase (SOD)	Lopez-Antia et al. 2013 ;	
- Glutathion-S-transférase (GST)	Ortiz-Santiestra et al., 2015, 2020 ;	
- Malondialdéhyde (MDA)	Poliserpi et al. 2021	
Système immunitaire		
- Numération leucocytaire	Lopez-Antia et al. 2013	
- H/L ratio	Poliserpi et al. 2021	
- Haptoglobine	Bellot et al. 2024	
- Caroténoides		
Neurotoxicité		
- Activité cholinestérase (AChE)	Poliserpi et al. 2021	
Endocrinien		
- Corticostérone plasmatique	Fuentes et al. 2025	
Hépatotoxicité		
- Glutathion S-transferases (GST),	Ortiz-Santiestra et al., 2015, 2020	
- Alkaline phosphatase (ALT)		
- Aspartate aminotransferase (AST)		
Néphrotoxicité		
- Acide urique sanguine	Ortiz-Santiestra et al., 2015, 2020	
- Crétatimine		
- Urée		
Cardiotoxicité		
- Crétatine phosphokinase (CPK)	Ortiz-Santiestra et al., 2015	

Objectifs et résultats attendus de la thèse

Objectifs : Ce projet vise donc à caractériser les effets des pesticides sur différentes espèces d'oiseaux (passereaux) à des niveaux physiologiques qui restent peu étudiés dans ce contexte afin d'identifier des marqueurs « génériques » en lien avec la santé des oiseaux, estimée par leur état corporelle (condition corporelle) et parasitème (différentes espèces d'endo- et ectoparasites). L'idée sous-jacente étant de pouvoir utiliser des marqueurs également

présents/utilisables chez l'Humain afin de pouvoir réaliser des « diagnostiques » en parallèle avec les oiseaux en tant que biosentinelles.

Parmi ces indices, nous envisageons d'utiliser des marqueurs de génotoxicité tels que les dommages à l'ADN et la présence de micro-noyau (Tomazelli et al. 2022) mais également des marqueurs classiquement employés en toxicologie, notamment chez les humains, comme l'ALT et l'ASP pour la fonction hépatique (tableau 1). Certains sont déjà utilisés en routine dans nos travaux actuels. Le choix des marqueurs dépendra des volumes de sang nécessaire aux analyses et à la facilité d'analyses en routine, notamment.

Méthodes : L'échantillonnage des passereaux sera calquer sur la thèse de Christian Tchana, débutant à l'automne 2025 à la suite de celle d'Audrey Bailly (soutenance prévue en janvier 2026). La méthode est déjà publiée (voir Moreau et al. 2022b, Bailly et al. 2025, 2026 par exemple). Brièvement, 10 espèces de passereaux parmi les plus abondante dans notre zone d'étude (merle noir, bruant zizi, fauvette grisette par exemple), seront capturés pendant la saison de reproduction. Les sites sont sélectionnés de façon à avoir des haies dans des micropaysages contrastés pour le niveau d'agriculture biologique variable dans un rayon de 250m. afin de s'assurer que les oiseaux capturés évoluent majoritairement dans ce type d'agriculture, pour analyser leur état de santé, quantifier leur exposition aux pesticides et leur parasitémie. L'avantage des passereaux en période de reproduction est d'être peu mobiles autour de leur nid garantissant ainsi de refléter le niveau d'exposition de leur environnement (peu exposés quand l'agriculture biologique est dominante à fortement exposés lorsque l'agriculture conventionnelle est dominante).

Pour chaque individu, l'exposition aux pesticides sera mesurée dans le sang et leur état de santé général sera évalué en mesurant différents paramètres morphologiques (longueurs tarse, bec et aile, masse corporelle) et comportementaux (vigueur, agressivité, immobilité tonique) selon des protocoles standardisés (Moreau et al. 2021, 2022b pour des exemples). Les prises de sang permettront également de mesurer les marqueurs que nous aurons préalablement sélectionnés en plus de ceux que nous testons déjà (Tableau 1).

Le nombre de parasites sera estimé pour 4 grands groupes de parasites (parasites sanguins via une prise de sang, tiques, mallophages, voir Bailly et al. 2026).

Les rendus / livrables de la thèse

Comme les précédentes thèses encadrées sur la grande thématique pesticide (Elva Fuentes, Audrey Bailly), ce projet est prometteur en termes de valorisation scientifique (données inédites) ainsi qu'auprès du grand public au niveau local, régional, national mais aussi international compte tenu de l'universalité des problèmes générés par les pesticides. L'équipe Résilience à laquelle les porteurs du projet sont rattachés est également bien implantée localement auprès des associations de protections de l'environnement et réalise régulièrement des actions et animations citoyennes et porte le projet Santé des Territoire sur la Zone Atelier.

Les risques de la thèse

Le projet dans lequel s'inscrit la thèse est pleinement dans le prolongement des travaux menés dans le cadre de plusieurs projets : ANR JCJC PestiStress, projets Région Nouvelle-Aquitaine BioBird et Nov'Land, de projets Ecophyto All-Healthy, NIEPCE et d'un projet EC2CO (PHYTO-REAL). En plus d'un laboratoire à ciel ouvert (la Zone Atelier), nous bénéficions d'un réseau national de collaborations. Par ailleurs, ce projet sera soutenu par une ANR (PHYTO-BIRD) en termes de fonctionnement, de réseau et de soutien scientifique. Des données obtenues précédemment sont d'ores et déjà disponibles pour des analyses. Il n'y a donc aucun risque sur la faisabilité de la thèse.

Références citées (les publications de l'équipes sont en gras)

- Bailly et al. (2025) Environ Res 12389 ; Bailly et al. (2026) Agr Ecosyst Environ 396, 110008 ;
Bariod et al. (2025a) Environ Int 199, 109436 ; **Bariod et al. (2025b) J Hazard Mater 136857 ;**
Bariod et al. (2025c) Environ Res 286, 122938 ; Bellot et al. (2024) Ecotoxicology 33, 119-129 ;
Bretagnolle et al. (2018) Sci Total Environ 627, 822-834; Brickle et al. (2000) J Applied Ecol. 37, 742-755; Caizergues et al. (2024) Peer Comm J 4, e38; Chamberlain et al. (2000) J Applied**

Ecol 37, 71-788 ; Chiron et al. (2014) Agri Ecos Environ 185, 153-160 ; Christin et al. (2003) Environ Toxicol Chem 22, 1127-33 ; Cupp (1991) Vet Clin North Am Small Anim Pract 21, 1-26 ; Daniel et al. (2003) Eur J Clin Microbiol Inf Dis 22, 327-328 ; Dolnik et al. (2010) Ardea 98, 97-103 ; Eastmond & Balakrishnan (2010) Chapter 11 Haye's Handbook of Pesticide Toxicology, 357-380. Espín et al. (2016) Ecotoxicology 25, 777-801 ; Evans et al. (2018) Agri Ecos Env 258, 40-48 ; **Fuentes et al. (2023) Chemosphere 321, 138091** ; **Fuentes et al. (2024a) Sci Total Environ 930, 172778** ; **Fuentes et al. (2024b) Environ Res 120179** ; **Fuentes et al. (2025a) Environ Sci Pollut Res 32, 21816-21827** ; **Fuentes et al. (2025b) J Hazard Mater 496, 139346** ; Ghasemi et al. (2015) J. Syst. Integr. Neurosci. 1, 14-19 ; Goodwin (1984) Annu Rev Nutr 6, 273-297 ; Green (1995) Bird Stu. 42, 66-75 ; Hinkle et Corrigan (1991) Diseases of Poultry, 14th Edition ; Lopez-Antia et al. (2013) Ecotoxicology 22, 125-138 ; Lopez-Antia et al. (2016) J Appl Ecol 53, 1373-1381 ; Mineau et Whiteside (2013) PLoS ONE 8, e57457 ; Mitra et al. (2011) Res J Environment Toxicol 5, 81-96 ; Mohanty et al. (2017) Reprod Toxicol 71, 32-41 ; Møller et al. (2000) Avian Poult Biol Rev 11, 137-159 ; Mooring et al. (2004) Biol J Lin Soc 81, 17-37 ; **Moreau et al. (2021) Environment Poll 278, 116851** ; **Moreau et al. (2022a) Environ Monit Assess 194, 790-820** ; **Moreau et al. (2022b) Agr Ecosyst Environ 336, 108034** ; Ortiz-Santaliestra et al. (2015) Sci Total Environ 538, 692-702 ; Ortiz-Santaliestra et al. (2020) Environ Sci Technol 54, 12402-12411 ; Poliserpi et al. (2021) Chemosphere 284, 131327 ; Poliserpi & Brodeur (2023) Sci Total Environ 905, 167078 ; Poulin et al. (2000) Qua Rev Biol 75, 277-93 ; **Rodrigues et al. (2023) J Chromatogr. A 1687, 463681** ; Rohr et al. (2008) Ecol Appl 18, 1743-53 ; Tomazelli et al. (2022) Environ Sci Pollut Res 29, 14791-14805 ; Tsiodras et al. (2008) J Infect 56, 83-98 ; Valkiunas (2004). CRC press ; Wilson et al. (1997) J Applied Ecol 34, 1462-1478 ; Wood et Goulson (2017) Environ Sci Pollut Res 24, 17285-17325.

Contexte partenarial (*cotutelle internationale, EU-CONEXUS, partenariat avec un autre laboratoire, une entreprise...*)

Le co-encadrement sera réalisé avec Loïc BOLLACHE (PR, université de Bourgogne Europe) rattaché au laboratoire UMR 6249 Chrono-environnement. Le projet implique également :

- Maurice MILLET (PR, université de Strasbourg) rattaché au laboratoire UMR CNRS-UNISTRA 7515 ICPEES
- Clotilde BIARD (M Cf, Sorbonne université) rattachée au laboratoire iEES

Impacts (*scientifiques, technologiques, socio-économiques, environnementaux, sociétaux...*)

Au niveau scientifique

Ce projet de thèse s'inscrit à la limite des connaissances actuelles et permettra donc d'apporter une meilleure compréhension des effets des pesticides sur la biodiversité en milieu naturel et non en laboratoire, permettant ainsi d'appréhender les effets cocktails et leurs contributions au déclin de l'avifaune.

Au niveau socio-économique, sociétal et environnemental

Ce projet s'inscrit dans le projet Santé des Territoires, mené sur la Zone Atelier Plaine et Val de Sèvre. Les aspects scientifiques présentés ci-dessus sont considérés d'importance majeure et devraient nourrir l'approche *One Health*. En effet, ce concept propose d'unifier la santé de l'écosystème, la santé animale et la santé humaine dans une approche systémique et intégrée. Cette thèse devrait donc permettre de contribuer au débat sur l'utilisation des pesticides en grandes cultures, sur la façon dont les tests d'innocuité sont réalisés avant la délivrance des autorisations de mise sur le marché et devrait donc en conséquence fournir des éléments de discussions pour ce débat à la fois scientifique, sociétal et politique, en allant au-delà des aspects purement liés à la faune sauvage mais avec la dimension extrapolable à la santé humaine.

Programme de travail du doctorant (*tâches confiées au doctorant*)

- Bibliographie
- Analyses statistiques
- Suivis de populations naturelles

- Valorisation des données (articles, congrès, vulgarisation scientifique, etc.)
- Formations obligatoires et volontaires (notamment Expérimentation Faune Sauvage, ExpeFS)

L'étudiant.e pourra participer également à différentes actions collectives menées à la fois au sein de l'équipe et du laboratoire. De même, en fonction du souhait de l'étudiant.e, la réalisation d'enseignements au sein du département de Biologie sera aussi possible.

Calendrier de réalisation

La première année de la thèse sera dévolue à l'étude bibliographique des différents marqueurs et à débuter l'analyse des premières données déjà acquises grâce aux suivis à long terme menés sur la Zone Atelier. L'étudiant.e participera à l'acquisition des données sur les différentes espèces d'oiseaux suivis (passereaux) et en parallèle procédera aux analyses physiologiques.

Accompagnement du doctorant / Fonctionnement de la thèse (*accompagnement humain, matériel, financier, en particulier pour la prise en charge du fonctionnement de la thèse et des dépenses associées*)

Cette thèse bénéficiera du soutien financier de l'ANR PHYTO-BIRD (porteur J. Moreau). L'étudiant.e recrutée bénéficiera du soutien logistique de la Zone Atelier.