



Maxime Gauthier (2017 - 2021)

Titre :

Effets de contaminants agricoles sur les rétinoïdes et le développement de deux arthropodes : l'abeille domestique (*Apis mellifera*) et le gammare (*Gammarus fossarum*)

Encadrants :

Olivier Geffard (Dir., Irstea)
Jeanne Garric (Co-dir., Irstea)
Monique Boily (Dir., UQAM)
Catherine Jumarie (Co-dir., UQAM)

Ecole Doctorale:

Évolution, Écosystèmes, Microbiologie et Modélisation (E2M2)
Partenariat : UQAM (Québec)

HIGHLIGHTS

- Mise en évidence des fluctuations du profil des rétinoïdes (vitamine A et analogues) durant le développement de *A. mellifera* et *G. fossarum* ;
- Évaluation du rôle de l'acide rétinoïque dans le développement (morphogénèse et reproduction) ;
- Médiation des rétinoïdes dans l'apparition d'anomalies développementales à la suite d'expositions à des substances phytosanitaires.

PROJET DOCTORAL :

Ce projet de thèse est réalisé dans le cadre d'une convention de cotutelle entre l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et l'Université Claude Bernard Lyon 1 (UCBL1).

L'utilisation et le rejet de pesticides dans l'environnement par les activités agricoles soulèvent beaucoup d'inquiétudes pour les espèces non cibles. Afin d'assurer une biosurveillance efficace des milieux terrestres et aquatiques, le développement et l'utilisation d'outils diagnostiques (p. ex. biomarqueurs) sont essentiels. Les rétinoïdes (vitamine A et analogues) sont responsables de processus physiologiques cruciaux chez les chordés et arthropodes. En raison de leur fine régulation et leur sensibilité à certains produits phytosanitaires, ils ont été utilisés comme biomarqueurs d'effets chez les poissons, oiseaux, amphibiens et mammifères. Chez l'abeille domestique, une exposition à des pesticides tels que le glyphosate, l'atrazine ou certains néonicotinoïdes altère également les niveaux de rétinoïdes. Peu d'études ont été dédiées aux rôles de ceux-ci chez les arthropodes ce qui en fait une voie de recherche prometteuse. Mon projet doctoral portera sur le rôle des rétinoïdes chez deux arthropodes, un insecte *Apis mellifera* et un crustacé *Gammarus fossarum*. Nous prévoyons 1) établir les profils et l'implication des rétinoïdes à différents moments du développement ou de la gamétogenèse et 2) évaluer l'effet de produits phytosanitaires (méthoprene et glyphosate) sur la dérégulation des rétinoïdes et ses impacts sur le développement des deux modèles dans l'optique de proposer des biomarqueurs d'intérêt.



(Crédit photo J. Angelillo et Irstea)

Axe 1 Analyses chimiques. Identifier et mesurer des rétinoïdes au cours de la morphogenèse des modèles. Dans un premier temps, en s'appuyant sur une méthode que j'ai développée au Québec et qui a déjà fait l'objet de publication chez l'abeille domestique adulte par Jumarie et al. (2017)¹⁸, une méthode plus performante sera adaptée en chromatographie liquide à haute performance à l'Institut des Sciences Analytiques de Lyon (ISA) pour les composés suivants : (rétinaldéhyde tout-trans et 11-cis, rétinol tout-trans, AR tout-trans, 9, et 13-cis ainsi que des formes métabolites AR 13-cis-4-oxo et AR tout-trans-4-oxo). Une fois la méthode développée, les rétinoïdes seront mesurés chez les deux modèles à l'étude à différents moments du développement (embryogenèse, morphogenèse et durant la gamétogenèse).

Axe 2 Physiologie moléculaire. Évaluer les effets d'une exposition à l'AR et du citral (inhibiteur de la synthèse de l'AR) sur le développement et sur les niveaux de rétinoïdes. Les anomalies du développement seront évaluées grâce à des méthodes morphométriques (mesures directes, phénotypages, asymétrie fluctuante, etc.) et biochimiques à la suite d'une exposition à des concentrations croissantes d'AR ou au citral. Ces méthodes développées au sein d'Irstea ont fait l'objet de plusieurs publications sur le gommier dans les dernières années et seront adaptées pour l'abeille.

Axe 3 Écotoxicologie moléculaire. Quantifier les effets d'une exposition à des formulations techniques de méthoprene et du glyphosate. Finalement, les effets entraînés par une exposition au méthoprene ou au glyphosate seront évalués pour les deux modèles en ciblant des périodes cruciales qui auront été choisies en fonction des profils de rétinoïdes. Des organismes seront exposés à ces deux pesticides et les mesures citées ci-haut (mesures des rétinoïdes, morphométriques et biochimiques) seront réalisées dans l'optique de comparer les réponses des deux modèles. Les organismes seront élevés en laboratoire, soit à l'INRA (*A. mellifera*) ou à l'Irstea (*G. fossarum*) et exposés à différents agents morphogènes.

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS:

Gauthier, M., Aras, P., Jumarie, C. & Boily, M. Low dietary levels of Al, Pb and Cd may affect the non-enzymatic antioxidant capacity in caged honey bees (*Apis mellifera*). *Chemosphere* **144**, 848–854 (2016).

Gauthier, M., Aras, P., Paquin, J. & Boily, M. Chronic exposure to imidacloprid or thiamethoxam neonicotinoid causes oxidative damages and alters carotenoid-retinoid levels in caged honey bees (*Apis mellifera*). *Sci. Rep.* **8**, 1–11 (2018).

Au cours de ma formation, j'ai eu l'occasion de communiquer les résultats de mes travaux dans de nombreux congrès et colloque spécialisés au Québec (Colloque du Groupe de recherche en toxicologie de l'environnement de l'UQAM Congrès de l'association Francophone pour le savoir, Chapitre Saint-Laurent (SETAC-SRA), colloque de l'Association pour la recherche au collégial, etc.). Parallèlement, j'ai aussi donné quelques conférences grand public notamment pour le lancement de l'Alliance pour l'interdiction des

pesticides systémiques (AIPS), Miel Montréal et le Cégep de Saint-Laurent. Mes travaux ont aussi été présentés en France dans le cadre du Congrès du Groupe français des pesticides et aux journées de la recherche apicole de l'Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation (ITSAP).