



**Sujet de la thèse :** Effets métaboliques et cardiaques du stress nutritionnel chez l'abeille domestique

**Financement de la bourse de thèse :** Structure Fédérative de Recherche Tersys, concours de l'ED536-Sciences et Agrosociétés (Avignon Université-INRAE PACA).

**Unité :** Unité Abeilles et Environnement (UR406 INRAE) - Laboratoire de Physiologie Expérimentale Cardiovasculaire (UPR4278) - Avignon

**Direction de la thèse :** Claude COLLET (CRHC-INRAE) - Cyril REBOUL (Pr-Avignon Université)

**Autres unités impliquées :** C2VN (JF Landrier, UMR INSERM-INRAE-AMU), IMBE (J Moiroux, S Suchail, UMR CNRS-AMU-AU)

### Résumé :

Le déclin des pollinisateurs représente une menace écologique majeure, avec des conséquences directes sur la pollinisation, la biodiversité et la sécurité alimentaire. Ce déclin est illustré depuis plusieurs années par des niveaux élevés de mortalité dans les ruchers d'abeilles domestiques. Outre la pression toxicologique exercée par les polluants environnementaux, les carences alimentaires induites par la gestion des espaces naturels et agricoles pourraient conduire à un stress nutritionnel chronique nuisant à la santé des insectes pollinisateurs et notamment à celle des abeilles domestiques.

Ce projet vise à étudier, chez les abeilles domestiques, les effets métaboliques de régimes alimentaires appauvris, afin de reproduire des situations rencontrées lors de périodes de pénurie alimentaire ou dues à une gestion inadaptée des paysages. Une attention particulière sera portée aux dysfonctions cardiaques et mitochondriales — deux composantes pouvant impacter négativement la survie de l'insecte et son efficacité de pollinisation. En pratique, s'appuyant sur des modèles bien documentés chez la drosophile et les mammifères, le doctorant évaluera les conséquences d'un régime alimentaire déséquilibré sur la fonction cardiaque et la balance du métabolisme énergétique.

Trois objectifs principaux sont définis :

1/ Évaluer les effets d'un régime appauvri sur la survie, le comportement et les performances physiques (par des méthodes de 'tracking' ayant fait l'objet d'une déclaration d'invention) et le métabolisme global (via la mesure de la production de CO<sub>2</sub>, la prise alimentaire et l'évolution pondérale).

2/ Étudier les conséquences métaboliques plus fines de ce régime appauvri, notamment sur la concentration en différents sucres de l'hémolymphe, l'accumulation de lipides, la fonction cardiaque, la respiration mitochondriale et l'homéostasie calcique intracellulaire.

3/ Tester si l'enrichissement du régime (en vitamines, polyphénols et acides aminés) peut prévenir les effets délétères observés, à l'image des bénéfices démontrés dans des modèles animaux de maladies métaboliques humaines.

Le projet adoptera une approche intégrée, allant de l'analyse de l'organisme entier à l'étude des cellules cardiaques isolées et des mitochondries. Un modèle de diabète induit sera utilisé afin de valider les résultats et d'ancrer le sujet de thèse dans un cadre à la fois mécanistique et pharmaco-pathologique.



### Publications de l'équipe en lien avec le projet :

Charreton M, Mutterer J, Péliissier M, Kadala A, Charnet P, Csernoch L, Szentesi P & **Collet C** (2026). Intracellular calcium handling dysfunction contributes to behavioural deficits leading to mortality of honey bees after acute contact exposure to the insecticide cyantraniliprole. **Scientific Reports**, doi: 10.1038/s41598-026-43110-w.

Kaabeche M, Charreton M, Kadala A, Mutterer J, Charnet P & **Collet C** (2024). Cardiotoxicity of the diamide insecticide chlorantraniliprole in the intact heart and in isolated cardiomyocytes from the honey bee. **Scientific Reports 14**, 14938. doi: 10.1038/s41598-024-65007-2.

Kadala A, Kaabeche M, Charreton M, Mutterer J, Péliissier M, Cens T, Rousset M, Chahine M, Charnet P & **Collet C** (2024). Unravelling impacts of the insecticide deltamethrin on neuronal sodium channels in honey bees: Molecular insights and behavioural outcomes. **Chemosphere 369**, 143852. doi: 10.1016/j.chemosphere.2024.143852.

**Collet C**, Charreton M, Szabo L, Takacs M, Csernoch L & Szentesi P (2021). Elementary calcium release events in the skeletal muscle cells of the honey bee *Apis mellifera*. **Scientific Reports 11**, 16731. doi: 10.1038/s41598-021-96028-w

Dubois M, Boulghobra D, Rochebloine G, Pallot F, Yehya M, Bornard I, Gayrard S, Coste F, Walther G, Meyer G, Gaillard JC, Armengaud J, Alpha-Bazin B, **Reboul C**. Hyperglycemia triggers RyR2-dependent alterations of mitochondrial calcium homeostasis in response to cardiac ischemia-reperfusion: Key role of DRP1 activation. **Redox Biol.** 2024 Apr;70:103044. doi: 10.1016/j.redox.2024.103044. Epub 2024 Jan 19. PMID: 38266577; PMCID: PMC10835010.

Boulghobra D, Dubois M, Alpha-Bazin B, Coste F, Olmos M, Gayrard S, Bornard I, Meyer G, Gaillard JC, Armengaud J, **Reboul C**. Increased protein S-nitrosylation in mitochondria: a key mechanism of exercise-induced cardioprotection. **Basic Res Cardiol.** 2021 Dec 23;116(1):66. doi: 10.1007/s00395-021-00906-3. PMID: 34940922.

**Compétences attendues** : Le candidat devra rapidement acquérir une autonomie dans la conduite d'expérimentations *in vivo*, *ex vivo* et sur des cellules isolées (cardiomyocytes). Il pourra s'appuyer, pour ces expérimentations, sur les compétences présentes dans les deux unités ainsi que sur les pôles techniques (AI en biochimie, IGE en physiologie animale et cellulaire). Le candidat devra être titulaire d'un Master 2 en physiologie ou biologie santé. Il devra posséder une bonne maîtrise de la physiologie cardiovasculaire et de la physiologie cellulaire. Des compétences en microscopie et/ou en biochimie seront appréciées. Une bonne maîtrise du Français et de l'Anglais est impérative.

**Date limite de candidature** : 3 mai 2026.

**Contact** : [claud.collet@inrae.fr](mailto:claud.collet@inrae.fr) ; [cyril.reboul@univ-avignon.fr](mailto:cyril.reboul@univ-avignon.fr)