

Offre de thèse :

Influence de l'alimentation sur la résistance aux stress biotiques et abiotiques chez l'abeille domestique.

Candidatures (CV + lettre de motivation) à envoyer dès maintenant à :

yves.leconte@avignon.inra.fr et axel.decourtye@acta.asso.fr

Pour un **début de thèse en septembre/octobre 2010**

Sous réserve de l'acceptation d'une Convention Industrielle de Formation par la Recherche entre le laboratoire d'accueil, UMR 406 Abeilles & Environnement (INRA / UAPV) et l'entreprise employeuse, Association de Coordination Technique Agricole (ACTA)

Ecole Doctorale : *Sciences et Agrosociétés* - Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

Directeur de thèse : Y. Le Conte (INRA Avignon)

Equipe d'encadrement (UMT PrADE) : C. Alaux (INRA Avignon), A. Decourtye (ACTA), L.P. Belzunces/J.L. Brunet (INRA Avignon).

Résumé :

Alors que les mortalités et les affaiblissements de colonies d'abeilles domestiques sont de plus en plus préoccupants au niveau mondial, l'hypothèse d'un facteur unique responsable de ces mortalités n'est pas retenue par la communauté scientifique. Par exemple, des colonies touchées ou non par le dépérissement peuvent présenter une exposition aux pesticides et une infestation aux maladies similaires (Engelsdorf et al., 2009). Le rôle des interactions entre différents stress est à présent largement suspecté. Dans ce cadre, le rôle que peut jouer l'alimentation sur l'impact de stress biotiques (bioagresseurs) ou abiotiques (pesticides) sur la santé des abeilles doit être caractérisé afin de mieux comprendre le phénomène de dépérissement. Des travaux préliminaires au niveau de l'individu ont montré d'une part l'importance de la qualité de l'alimentation (Alaux et al., 2010a) et d'autre part le rôle de l'interaction entre un pathogène et un pesticide (Alaux et al., 2010b, Dussaubat et al., 2010) sur la santé des abeilles. L'objectif de ce programme est d'apprécier l'importance de la qualité et de la diversité de l'alimentation pollinique (unique source de protéines) des abeilles sur la résistance à un parasite, *Nosema*, et à un insecticide utilisé en agriculture, le thiaméthoxam.

Profil recherché : Le travail de recherche fera appel à de solides connaissances en termes de biologie animale. Le candidat devra également avoir de bonnes notions de biochimie et de biologie moléculaire. Des connaissances en écotoxicologie ou en nutrition seront les bienvenues.

Contraintes : permis B requis, périodes d'expérimentations nécessitant des horaires flexibles, pas d'allergie connue aux piqûres d'abeilles.

Références utiles :

Alaux C., Ducloz F., Crauser D., Le Conte, Y. 2010a. Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology Letters*, doi:10.1098/rsbl.2009.0986

Alaux C., Brunet J. L., Dussaubat C., Mondet F., Tchamitchan S., Cousin M., Brillard J., Baldy A., Belzunces L. P., Le Conte Y. 2010b. Interactions between *Nosema* microspores and a neonicotinoid weaken honeybees (*Apis mellifera*). *Environ Microbiol.* 12:774–782.

Dussaubat C., Maisonnasse A., Alaux C., Tchamitchan S., Brunet J.L., Plettner E., Belzunces L.P., Le Conte Y. (2010). *Nosema* spp. Infection Alters Pheromone Production in Honey Bees (*Apis mellifera*). *J Chem Ecol.* DOI 10.1007/s10886-010-9786-2.

Engelsdorf D., Evans J.D., Saegerman C., Mullin C., Haubruge E., Nguyen B.K., Frazier M., Frazier J., Cox-Foster D., Chen Y., Underwood R., Tarry D.R., Pettis J.S. 2009. Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study. *PLoS ONE*, 4(8):e6481.

Description détaillée du projet de thèse

Contexte

L'action pollinisatrice des abeilles (Apiformes) est un élément indispensable au bon fonctionnement des écosystèmes, qu'il s'agisse d'écosystèmes naturels ou d'agrosystèmes (Greenleaf et Kremen, 2006 ; Hoehn et al., 2008). La qualité des communautés d'abeilles apparaît donc aujourd'hui comme une ressource majeure d'une agriculture performante et durable. Dans les zones où la diversité des espèces d'abeilles sauvages est réduite, l'abeille domestique, maintenue grâce à l'activité apicole, peut alors devenir l'agent majeur de la pollinisation (Kevan et Phillips, 2001 ; Aizen et Harder, 2009). L'abeille *Apis mellifera* est le pollinisateur dont l'importance économique est la plus grande pour les cultures au niveau mondial. Elle est aussi essentielle dans le maintien de la biodiversité en pollinisant de nombreuses espèces végétales dont la fécondation requiert un pollinisateur obligatoire (Klein et al., 2007).

Les populations d'abeilles domestiques sont en baisse permanente depuis vingt ans mais ce phénomène s'amplifie depuis plusieurs années et des mortalités inexplicables provoquent de lourdes pertes dans les ruchers dues en partie à des mortalités hivernales et aussi à un nouveau syndrome d'effondrement des colonies. L'hypothèse d'un facteur unique responsable de ces mortalités n'a pas pu être démontrée par la communauté scientifique. Au contraire, le rôle que peut jouer l'interaction de plusieurs stress, biotiques et/ou abiotiques sur la santé des abeilles est privilégié dans la compréhension de ce phénomène. Parmi ceux-ci, les nombreux agents pathogènes ainsi que la toxicité des pesticides auxquels sont exposées les abeilles constituent des stress importants dont les actions conjuguées sont étudiées actuellement. Nous avons récemment montré les effets délétères de l'interaction entre *Nosema*, un parasite de l'abeille, et l'imidaclopride, un pesticide néonicotinoïde utilisé en agriculture (Alaux et al., 2010b).

Une hypothèse complémentaire repose sur l'impact de la quantité et de la qualité de la nourriture disponible pour les abeilles, et en particulier le pollen dont la disponibilité souffre souvent d'irrégularité dans le temps et dans l'espace (Decourtye et al., 2010). L'apiculture se situe dans des agrosystèmes qui vis-à-vis des abeilles ont un statut nutritionnel très varié : de plaines céréalières où le colza apporte du pollen avec une valeur nutritive élevée, mais où le pollen de maïs et de tournesol à une faible valeur nutritive ; de la lavandiculture non productrice de pollen ; en passant par l'arboriculture où par exemple le pollen de pommier est réputé très riche. Notre hypothèse est que la nature très diverse de cette alimentation pollinique influence les traits de vie des individus et leur capacité à amortir l'impact d'autres facteurs que sont les bioagresseurs et les pesticides. Cette hypothèse est confortée par des travaux préliminaires de l'UMR 406 qui ont montré l'importance de la qualité de l'alimentation des abeilles sur la santé des abeilles (Alaux et al., 2010a). Dans ces travaux, une alimentation à base de pollen polyfloral a été meilleure pour la santé des abeilles, comparée à un pollen monofloral. Ce travail a été limité au niveau individuel, en conditions de laboratoire, et sur des pollens issus de plantes sauvages (saule, chêne, érable, pissenlit...). Nous proposons ici une suite logique de ces premiers travaux en recherchant les relations entre l'état de santé des abeilles et leur capacité à résister à des stress, dans des situations expérimentales approchant celles rencontrées par les abeilles dans les agrosystèmes.

Objectifs

L'objectif de ce programme est d'apprécier l'importance de la qualité et de la diversité de l'alimentation pollinique des abeilles sur la résistance à un parasite, *Nosema*, et un insecticide utilisé en agriculture, le thiaméthoxam. Nous mettrons l'accent sur des fonctions biologiques essentielles à l'intégrité des individus (ouvrière et reine), et par conséquent aux colonies, que sont la longévité, les capacités de détoxification et l'immunité.

Approche expérimentale

Plusieurs niveaux d'organisation biologique seront considérés, de l'individu étudié en conditions de laboratoire, à la colonie suivie en conditions semi-contrôlées. Dans ces deux grands types de situations expérimentales, les abeilles seront soit nourries avec du pollen monofloral, soit avec du pollen polyfloral. Pour s'approcher des conditions réelles, nous étudierons en priorité des situations alimentaires retrouvées dans certains agrosystèmes et utilisés classiquement par les apiculteurs : colza, maïs, tournesol, pommier. Puisque les stocks polliniques réalisés durant l'été conditionnent l'état physiologique et la longévité des abeilles d'hiver, et donc la survie de la colonie, nous distinguerons l'analyse des abeilles dites "d'été" et des abeilles dites "d'hiver".

Nous analyserons les interactions entre la nature de l'alimentation pollinique et la tolérance d'une part à un stress biotiques (infestation par *Nosema*), et de l'autre à un stress abiotique (exposition au thiaméthoxam). Le parasite choisi est *Nosema* car il a une très forte prévalence dans le cheptel apicole. Par ailleurs, l'étude de l'impact du thiaméthoxam sous différents régimes alimentaires a une pertinence agronomique puisque cet insecticide néonicotinoïde, est la substance active des spécialités Cruiser® et Actara® qui sont homologués dans plus de 120 pays sur le maïs, le coton, les céréales, le colza, la betterave à sucre, le tournesol et certains légumes.

Dans un premier temps, l'influence de différents régimes alimentaires sera mesurée sur le taux de survie et la longévité d'ouvrières maintenues en cohorte et soumises en laboratoire soit à *Nosema* soit à l'insecticide. Puis nous analyseront 3 principaux mécanismes physiologiques choisis pour leur rôle dans la survie et l'état de santé de l'ouvrière, toujours selon la nature de l'alimentation pollinique, combinée ou non avec le stress chimique ou parasitaire :

- Enzymes de détoxication des éléments xénobiotiques témoignant de la capacité de résistance aux pesticides,
- Immunité individuelle et sociale (dosages de phénol oxydase et glucose oxydase, quantité d'hémocytes) témoignant de la résistance aux pathogènes,
- Marqueurs de l'état physiologique des abeilles d'hiver : quantité de corps gras qui ont un rôle dans le stockage des réserves énergétiques et dans la détoxication de composés exogènes ; quantité de vitellogénine qui est produite au niveau des corps gras et qui est impliqué dans les processus antioxydants, reliés à la longévité.

Le lien entre l'immunité et l'alimentation pollinique sera étudié chez l'ouvrière par une approche biochimique (Alaux et al., 2010). Ce même volet biochimique permettra de quantifier les enzymes de détoxication des pesticides, dont l'expression peut varier selon l'alimentation pollinique (Wahl et Ulm, 1983), et sera mise en relation avec la toxicité du thiaméthoxam. Parallèlement, une étude du transcriptome avec puces à ADN (Navajas et al., 2008) permettrait de caractériser l'expression de gènes sous les différentes contraintes (nutrition, maladie et pesticide), et d'avoir une approche intégrative en analysant les effets du niveau génomique à celui enzymatique.

Dans un deuxième temps, l'étude du développement des individus intégrés dans une colonie maintenue en conditions semi-contrôlées sera centrée sur les organes dont la structure et le fonctionnement sont largement dépendant de l'alimentation pollinique, à savoir les glandes hypopharyngiennes chez les ouvrières nourrices (Pernal et Currie, 2000) et les ovaires chez les reines. Ces analyses anatomiques et fonctionnelles (capacité à élever des reines chez ouvrières, activité de ponte chez les reines) seront appliquées dans différentes situations nutritionnelles.