



Offre de thèse

Régulation et dynamique de la signature chimique chez les insectes sociaux

Laboratoire d'accueil :

Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), UMR CNRS 7261 - Université de Tours, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France.

Intégration dans l'équipe ESORE (« Evolution sociale et réponses à l'environnement »).

Contact (responsable) : Eric Darrouzet

Email : eric.darrouzet@univ-tours.fr

Financement : Université de Tours, début de la thèse le 01/10/2020.

Candidature et calendrier : Les candidatures se feront en trois temps.

- Envoyez votre dossier au responsable par email avant le 10 juin 2020 : CV détaillé, lettre de motivation, relevés de notes du parcours universitaire (dont M2 si possible), coordonnées des responsables des stages précédents (M2 et M1).

- Pour les dossiers jugés recevables, une entrevue sera organisée. La sélection des candidats pour l'étape suivante sera faite sur la base de cette entrevue.

- Audition à l'Ecole Doctorale de Tours (concours) : date à préciser.

Mots-clés :

Hormone juvénile, hydrocarbures cuticulaires, socialité, termite, frelon asiatique

Résumé :

La cuticule des insectes est couverte d'un ensemble de composés lipidiques, notamment des hydrocarbures (CHCs). Ces molécules sont à la base des phénomènes de reconnaissance inter- et intra-spécifiques, et de fait, permettent d'assurer la cohésion sociale au sein des colonies d'insectes sociaux. Il existe un lien fort entre des comportements sociaux chez ces insectes et leurs profils cuticulaires en CHCs. Par exemple, la signature chimique est à la base de la perception de l'identité coloniale au sein d'une même espèce, de l'identité de caste et de sexe au sein d'une même colonie, voire même des tâches spécifiques réalisées par les individus.

Cette signature chimique peut varier selon des facteurs endogènes, comme le taux de certaines hormones, l'âge ou la fonction des insectes, mais aussi selon des facteurs exogènes, comme le climat, la saison, l'alimentation ou le temps. *De facto*, cette signature peut être modulée en fonction de ces divers paramètres et est donc sous le contrôle de facteurs de régulation.

Le but de la thèse sera d'analyser d'une part cette dynamique de la signature chimique chez des insectes sociaux et d'étudier d'autre part son contrôle endocriné par une hormone clé de la physiologie des insectes qu'est l'hormone juvénile.

Thématique, contexte, et méthodes :

Les hydrocarbures cuticulaires (CHCs) tapissent la surface des insectes. Outre leur fonction de barrière chimique contre la dessiccation (Gibbs and Rajpurohit, 2010), ces molécules sont à la base des phénomènes de reconnaissance inter- et intra-spécifiques (Blomquist & Bagnères, 2010). De fait, elles représentent un réel système de communication chimique qui participe grandement à la cohésion sociale au sein des colonies d'insectes sociaux (termites, abeilles, fourmis, guêpes...).

De nombreux travaux scientifiques ont montré le lien fort qui existe entre des comportements sociaux chez ces insectes et leur signature chimique (profils cuticulaire en CHCs) (Blomquist & Howard, 2005). Les CHCs sont impliqués par exemple dans les phénomènes de perception de l'identité coloniale au sein d'une même espèce, mais aussi de l'identité de caste et de sexe au sein d'une même colonie (Blomquist & Bagnères, 2010), voire même des tâches réalisées par les individus (Rahman et al, 2016). Cette signature chimique composée par les CHCs peut varier selon des facteurs endogènes, comme le taux de certaines hormones (Darrouzet et al, 2014 ; Leniaud et al, 2011 ; Lengyel *et al.* 2007; Schal *et al.* 2003), l'âge ou la fonction des insectes (Rahman et al, 2016), mais aussi des facteurs exogènes, comme le climat et la saison (Bagnères *et al.* 1990), l'alimentation (Liang and Silverman 2000) ou le temps (Bagnères et al., 2011).

Deux questions principales seront étudiées dans le cadre du sujet de thèse proposé : l'aspect modulaire et le contrôle endocrine de la signature chimique chez des insectes sociaux.

- **Régulation hormonale de la signature chimique.** Plusieurs travaux ont montré que l'hormone juvénile (JH) intervenait lors de la différenciation des castes chez des termites (Darrouzet et al, 2014 ; Leniaud et al, 2011). Un analogue chimique de JH induit chez les ouvriers (*Reticulitermes flavipes*) un changement de caste avec des modifications de la signature chimique. Les ouvriers termites sont un modèle de choix en raison de leur caractère larvaire et leur possibilité à changer de caste (soldat ou reproducteur). Par des approches moléculaires, nous analyserons le mode d'action de la JH sur la voie de biosynthèse des CHCs chez ces termites (action génomique, activation/inhibition d'enzymes). Pour cela, nous utiliserons un analogue chimique de JH sur des ouvriers termites ; une approche transcriptomique sera menée afin de déterminer si les gènes codant pour des enzymes spécifiques de la voie de biosynthèse des CHCs (élongases, désaturases) sont exprimés différemment suite à l'induction hormonale.

Cette étude sera menée en parallèle sur un second modèle d'insecte social (le frelon *Vespa velutina*) afin de déterminer (1) si cette régulation endocrine de la signature chimique est généralisable à diverses espèces d'insectes sociaux, et (2) si celle-ci intervient également chez des insectes au stade adulte. Cette étude apportera une meilleure connaissance des mécanismes de régulation endocrine sur la signature chimique des insectes sociaux.

- **Dynamique de la signature chimique des individus.** Les colonies de frelons sont des colonies annuelles regroupant relativement peu d'individus (quelques centaines à milliers d'insectes) (Darrouzet, 2019). Les ouvrières, à la différence des ouvriers termites, sont des adultes qui vivent environ 1 mois. En raison de leur taille, il est aisé d'analyser les signatures chimiques au niveau individuel. Elles représentent ainsi un excellent modèle d'étude pour analyser la dynamique de cette signature, en lien par exemple avec leur âge, leur activité (construction du nid, prédation, etc.) et de la période de l'année (« âge » de la colonie). Par des techniques classiques de GC-FID et GC-MS, nous étudierons le profil chimique en CHCs des ouvrières frelon selon ces divers paramètres (âge, fonction). Cette étude permettra de mieux comprendre l'activité différentielle des ouvrières, de leurs interactions sociales et des phénomènes de reconnaissance entre chacune. Ensuite, par modification de leur taux de JH (injection de JH ou d'un analogue chimique), nous pourrions induire des modifications de leur signature chimique et analyser les conséquences comportementales chez ces dernières, mais aussi de leurs congénères au sein des colonies.

Cette étude, combinant des approches en écologie chimique et écologie comportementale, permettra de mieux comprendre la dynamique de cette signature chimique, des relations signature chimique - tâches des ouvrières, en fonction de paramètres liés à la biologie des Vespides.

Références bibliographiques :

- Bagnères, A.-G., Clément, J.-L., Blum, M., Severson, R., Joulie, C., Lange, C., 1990. Cuticular hydrocarbons and defensive compounds of *Reticulitermes flavipes* (Kollar) and *R. santonensis* (Feytaud): polymorphism and chemotaxonomy. *J. Chem. Ecol.* 16, 3213–3244.
- Bagnères, A.-G., Darrouzet, E., Landré, X., Christidès, J.P., 2011. Endogenous synchronization of the chemical signature of *Reticulitermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) worker termites. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 47, 202–208.

- Howard, R. W., & Blomquist, G. J. (2005). Ecological, behavioral, and biochemical aspects of insect hydrocarbons. *Annu. Rev. Entomol.*, 50, 371-393.
- Blomquist, G. J., & Bagnères, A. G. (Eds.). (2010). *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology*. Cambridge University Press.
- Darrouzet, E., Labédan, M., Landré, X., Perdereau, E., Christides, J. P., & Bagnères, A. G. (2014). Endocrine control of cuticular hydrocarbon profiles during worker-to-soldier differentiation in the termite *Reticulitermes flavipes*. *Journal of insect physiology*, 61, 25-33.
- Darrouzet (2019) Le frelon asiatique, un redoutable prédateur. SNA Editions.
- Gibbs, A. G., & Rajpurohit, S. (2010). Cuticular lipids and water balance. *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology*, 100-120.
- Lengyel, F., Westerlund, S. A., & Kaib, M. (2007). Juvenile hormone III influences task-specific cuticular hydrocarbon profile changes in the ant *Myrmicaria eumenoides*. *Journal of chemical ecology*, 33(1), 167-181.
- Leniaud, L., Darrouzet, E., Dedeine, F., Ahn, K., Huang, Z., & Bagnères, A. G. (2011). Ontogenic potentialities of the worker caste in two sympatric subterranean termites in France. *Evolution & development*, 13(2), 138-148.
- Liang, D., Silverman, J., 2000. "You are what you eat": diet modifies cuticular hydrocarbons and nestmate recognition in the Argentine ant, *Linepithema humile*. *Naturwissenschaften* 87, 412–416.
- Rahman, S., Hajong, S. R., Gévar, J., Lenoir, A., & Darrouzet, E. (2016). Cuticular hydrocarbon compounds in worker castes and their role in nestmate recognition in *Apis cerana indica*. *Journal of chemical ecology*, 42(5), 444-451.
- Schal, C., Fan, Y., Blomquist, G.J., 2003. Regulation of pheromone biosynthesis, transport, and emission in cockroaches. In: Blomquist, G.J., Vogt, R.G. (Eds.), *Insect Pheromone Biosynthesis and Molecular Biology: The Biosynthesis and Detection of Pheromones and Plant Volatiles*. Elsevier Academic Press, Amsterdam, pp. 283–322.

Organisation de la thèse :

La thèse se déroulera à l'IRBI (Tours). L'institut dispose de nombreux équipements de biologie moléculaire, de chromatographies, d'analyses comportementales, etc. Au sein de l'équipe d'accueil, l'étudiant(e) bénéficiera de son réseau de collaborateurs nationaux et internationaux, des compétences de ses membres et de ses moyens.

Profil de l'étudiant(e) et compétences recherchées :

Niveau master (ou équivalent) en biologie avec des compétences en écologie chimique et/ou biologie moléculaire et biochimie. Le sujet de thèse étant pluridisciplinaire, des compétences ou une affinité dans les champs de compétences indiqués sera un plus. Le(la) candidat(e) devra être motivé(e) pour se former dans les domaines de compétences complémentaires à sa formation initiale.

Il(elle) présente un fort intérêt pour les modèles insectes, le travail à la paillasse, des aptitudes pour l'analyse des données et la rédaction scientifique. Il(elle) doit faire preuve de curiosité, de rigueur et d'autonomie, d'une bonne capacité à collaborer et à communiquer au sein d'une équipe de recherche pluridisciplinaire.