



École Pratique
des Hautes Études

PSL
RESEARCH UNIVERSITY PARIS



MUSÉUM
NATIONAL
D'HISTOIRE
NATURELLE



UPMC
SORBONNE UNIVERSITÉS

ïEES Paris

Union Internationale pour
l'Étude des Insectes Sociaux

IIEIS

Section Française

29^{ème} congrès

Paris 23-25 août 2017



Amphithéâtre de la Grande Galerie de l'Évolution
Muséum National d'Histoire Naturelle
Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (ISYEB)

Programme

Mercredi 23 août

10h00 – 10h30 : Accueil et installation des posters

10h30 – 10h45 : Discours d'ouverture

10h45 – 11h45 : Conférence plénière : Yannick Wurm (Queen Mary University, Londres)

Evolution of social chromosomes in ants

11h45 – 12h05 : **Pauline Lenancker** : *Solenopsis geminata* queens cannibalize their sterile sons to avoid inbreeding costs

12h05 – 12h25 : **Tiphaine Boursier** : Différenciation génétique des populations et spéciation chez le complexe d'espèces des fourmis à thélytoquie facultative du groupe *Cataglyphis cursor*

12h25 – 12h45 : **Line Berrod** : Cas de polydomie chez *Ectatomma ruidum* (Roger)

12h45 – 14h00 : repas

14h00 – 14h20: **Lou Brossette** : Social interactions and foundation success in an invasive and a native termite species

14h20 – 14h40 : **Violette Chiara** : Aggregation and dispersal in spiderlings of the solitary spider *Agelena labyrinthica*

14h40 – 15h00 : **Romain Honorio** : Rôle des hétérogénéités initiales d'un potentiel signal de fertilité dans l'établissement des hiérarchies de reproduction chez les ouvrières de la fourmi *Neoponera apicalis*

15h00 – 15h20 : **Christophe Lucas** : Social control on reproductive differentiation of termites (*Reticulitermes flavipes*)

15h20 – 16h00 : pause café & posters

16h00 – 16h20 : **David Sillam-Dussès** : Chemically mediated co-habitation of two Neotropical termite species in a single nest

16h20 – 16h40 : **Axel Touchard** : Poneritoxins: a novel family of neurotoxin from ant venom

16h40 – 17h00 : **Fanny Mondet** : Chemical ecology of *Varroa* sensitive hygiene (VSH) behaviour in the honey bee

17h00 – 18h00 : AG section IUSSI

Jeudi 24 août

10h20 – 11h20 : **Prix jeune chercheur : Romain Libbrecht (Johannes Gutenberg University, Mainz).**

La division du travail reproductif chez les insectes sociaux

11h20 – 11h40 : **Adam Khalife** : Chewing through living wood: unusually powerful opener mandible muscles in *Melissotarsus emeryi* ants

11h40 – 12h00 : **Christian Peeters** : Numerous evolutionary novelties make *Melissotarsus* ants extraordinary wood-tunnelling machines

12h45 – 12h20 : **Vanessa Martinez** : Vibration detection by *Euroleon nostras* pit digging antlions in the laboratory and in nature

12h20 – 14h00 : **repas**

14h00 – 14h20: **Joël Meunier** : When mothers do not care to share: parent-offspring competition and the evolution of family life in a subsocial earwig

14h20 – 14h40 : **Vincent Fourcassié** : Rôle des contacts sur les pistes dans le recrutement vers le substrat végétal chez la fourmi coupeuse de feuilles *Atta laevigata*

14h40 – 15h00 : **Marine Lehue** : Influence du nombre d'entrées de la fourmilière sur l'exploration et le recrutement alimentaire chez la fourmi *Myrmica rubra*

15h00 – 15h20 : **Hanna Cholé** : Social learning in Honeybee

15h20 – 15h40 : **Mathieu Lihoreau** : Collective cognition in drosophila

15h40 – 16h10 : **pause café & posters**

16h10 – 16h30 : **Patricia Meunier** : Quantitative cognition in ants

16h30 – 16h50 : **Baptiste Piqueret** : Associative and appetitive learning within a specie of ant (*Formica fusca*): memory and extinction

16h50 – 17h10 : **Mélanie Fichaux** : How does local habitat heterogeneity act on taxonomic and functional diversity of Neotropical ant assemblages?

- 17h10 – 17h30 : **Cleo Bertelsmeier** : Recent human history governs global ant invasion dynamics
- 17h30 – 17h50 : **Xim Cerdá** : Biotic resistance in Doñana National Park: *Cataglyphis tartessica* faces the invasive Argentine ants

20h00 : **banquet**

Vendredi 25 août

10h20 – 11h20 : **Conférence plénière : Doyle McKey (CEFE, Montpellier)**

Au gré des périple : voyage à travers l'écologie, avec fourmis et termites comme guides accompagnateurs

11h20 – 11h40 : **Léa Rami** : Hydrocarbures cuticulaires, résistance à la dessiccation et reconnaissance coloniale chez *Aphaenogaster iberica*

11h40 – 12h00 : **Cristela Sánchez-Oms** : La plasticité phénotypique : mécanisme clé pour répondre au stress thermique chez les fourmis

12h00 – 12h20 : **Jules Dezeure** : Contribution des facteurs individuels et sociaux aux différences morphologiques entre ouvrières de fourmis de *Temnothorax nylanderi* de deux populations (forêt et ville)

12h40 – 14h00 : **repas**

14h00 – 14h20: **Alain Lenoir** : Un nouveau cas de parasitisme temporaire : *Formica frontalis* parasite d'*Iberoformica subrufa*. Étude des profils chimiques dans les colonies mixtes

14h20 – 14h40 : **Cristina Lorenzi** : Social parasites do not target host nests randomly: the role of host cuticular hydrocarbons in host-nest choice

14h40 – 15h00 : **Tamara Gómez-Moracho** : Effects of *Nosema* in bumblebee nutrition

15h00 – 15h20 : **Célia Bordier** : Diminution des performances de butinage des abeilles exposées à un stress immunitaire

15h20 – 15h40 : **Claire Detrain** : Influence du facteur démographique sur la gestion des risques sanitaires chez la fourmi *Myrmica rubra*

15h40 – 16h00 : **Bertrand Collignon** : La fourmilière : un swarm de bio-senseurs

16h20 : **clôture**

Comité d'organisation et comité scientifique

Claudie Doums – ISYEB, DE EPHE

Mathieu Molet – IEES Paris, MCF UPMC

Thibaud Monnin – IEES Paris, DR CNRS

Christian Peeters – IEES Paris, DR CNRS

Pascaline Shifflet-Belle – ISYEB, ITA EPHE

Arnaud Suwalski – ISYEB, ITA EPHE

Présentations orales

Mercredi 23 août

Conférence plénière

Evolution of social chromosomes in ants

Yannick WURM

Queen Mary University London, Royaume Uni

Tremendous variation exists in social behavior between and within species, yet the underlying causes are rarely known. In the fire ant *Solenopsis invicta*, whether a colony accepts only one or up to dozens of queens is under the control of two variants of a large region (>19Mb, >400 genes) carried by a pair of “social chromosomes”. Similar social polymorphisms independently evolved in other ant species including the alpine ant *Formica selysi*. Intriguingly, the genetic architecture underlying the social polymorphism in *F. selysi* is similar to that of *S. invicta*: a pair of differentiated social chromosomes. However, despite convergence at level of phenotype and genetic architecture, the social chromosomes show no detectable similarity in gene content between species. Here, I present comparative genomic and population genomic work that characterises the evolutionary histories of social chromosomes. Further, I discuss their evolution in the broader context of the types of genetic architectures that can underly novel phenotypes.

***Solenopsis geminata* queens cannibalize their sterile sons to avoid inbreeding costs**

Pauline LENANCKER^{1,2}, Ben HOFFMANN², Wee Tek TAY³ & Lori LACH¹

¹ College of Science and Engineering, James Cook University, Cairns, Australia

² CSIRO Tropical Ecosystems Research Centre, Darwin, Australia

³ CSIRO Black Mountain, Canberra, Australia

Despite invasive ants being one of the major threats to global conservation, most factors contributing to their success remain elusive. In particular, how invasive ant populations overcome challenges linked to small genetic diversity is often unclear. The invasive tropical fire ant, *Solenopsis geminata*, is established in almost all tropical regions of the world and its low genetic diversity in invasive populations leads some queens to produce sterile diploid males. Queens of *S. geminata* found colonies claustrally and rear their first brood from the reserves stored in their body. Therefore, in invasive populations, the genetic load associated with rearing sterile diploid males, which do not contribute to colony labor, is likely to be highly detrimental for incipient colonies' growth and survival, as is the case with *S. invicta*. Colony founding strategies such as pleometrosis (queens starting their nest together) could potentially alleviate the diploid male production load because queens that do not produce diploid males could supply enough workers to sustain the colony. We performed a laboratory experiment to determine the proportion of diploid male producing (DMP) queens and whether pleometrosis can compensate for the genetic load associated with sterile diploid male production during colony founding. We collected *S. geminata* queens after their nuptial flight and randomly assigned them to artificial nests consisting of 1, 2, 3, or 5 queens with 95±9 replicates per treatment. During the experiment, we monitored for the presence of distinctly large larvae (diploid male larvae are typically larger than worker larvae). After 23 days, we terminated the colonies by freezing, measured the production of brood and workers, and tested the ploidy of large larvae using three microsatellite markers. The queens exhibited similar behavior towards all large larvae, and seven out of the ten larvae we tested were heterozygous and hence diploid (the remaining three were presumably diploid homozygous). Therefore, we considered all large larvae to be diploid males. We observed diploid male larvae in 37 colonies out of 380 (proportion of DMP queens 4.9%-10.0%) and there was no difference in the production of other brood and workers (GLMM: Quasipoisson ANOVA, $\chi^2=1.78$, $P>0.05$) between DMP colonies and non-diploid male producing colonies. Our experiment showed that the greater the number of founding queens the more brood and workers present at the end of the claustral period (GLMM: Quasipoisson ANOVA, $\chi^2=312.51$, $P>0.01$). We observed queens cannibalizing diploid male larvae in half of our DMP colonies irrespective of queen number. It appears diploid male production is not as much a burden for *S. geminata* as reported for *S. invicta*, yet pleometrosis provided an advantage to our colonies compared to haplometrosis. We hypothesize that queen cannibalistic behavior benefits DMP queens because it allows them to terminate rearing presumably costly males and to reclaim nutrients that they can redirect towards worker brood. This cannibalistic behavior could potentially explain how invasive ants establish new colonies successfully despite high inbreeding that causes sterile diploid male production.

Différenciation génétique des populations et spéciation chez le complexe d'espèces des fourmis à thélytoquie facultative du groupe *Cataglyphis cursor*

Tiphaine BOURSIER, Pierre-André EYER, Stefano MONA, Aurélie KHIMOUN, Pascaline CHIFFLET-BELLE, Claudie DOUMS

ISYEB, UMR 7205 CNRS MNHN UPMC EPHE, Paris, France

Les facteurs limitant les flux de gènes qu'ils soient extrinsèques (i.e. barrières géographiques) ou intrinsèques à l'espèce (i.e. stratégie de reproduction et capacité de dispersion) augmentent la différenciation génétique entre les populations, favorisant ainsi les potentialités adaptatives des populations et les processus de spéciation. Dans ce contexte, des espèces cryptiques peuvent être fréquemment détectées dans les taxons présentant une faible capacité de dispersion. Cette faible capacité de dispersion est présente chez la fourmi thermophile *Cataglyphis cursor*. Tout d'abord, les nouvelles colonies sont fondées par fondation dépendante avec une jeune reine et un groupe d'ouvrières s'établissant à distance de marche de la colonie mère. Par ailleurs, les reines utilisent conditionnellement la reproduction sexuée et asexuée pour produire respectivement les ouvrières et les jeunes reines, limitant ainsi les flux de gènes par les mâles. Ces caractéristiques pourraient accentuer le rôle des barrières géographiques dans la différenciation génétique et favoriser la spéciation allopatrique. Deux taxons très proches morphologiquement ont récemment été décrits de part et d'autre du Rhône sur la zone de distribution de *C. cursor* qui s'étend de Barcelone à Monaco le long de la côte méditerranéenne. Ce travail a pour but (i) d'évaluer quantitativement si le critère de différenciation morphologique (le niveau de pilosité sur l'abdomen) permet réellement la distinction des deux taxons et (ii) d'analyser la différenciation génétique de 16 populations situées principalement de part et d'autre du Rhône à partir de 17 marqueurs microsatellites et d'un fragment de l'ADN mitochondrial. Nos résultats montrent que le critère de pilosité permet de différencier les populations de part et d'autre du Rhône même s'il ne permet pas une identification parfaite sur la base d'une seule ouvrière. Comme attendu, une forte différenciation génétique a été détectée entre les populations. Aux abords du Rhône, nos résultats confirment la séparation de deux lignées génétiquement isolées de chaque côté du fleuve, et mettent également en évidence la présence d'une troisième lignée séparée par la Durance. Nous discuterons des conséquences des stratégies de reproduction et de dispersion sur la forte structuration génétique de cette espèce, et plus généralement de leurs impacts sur la délimitation d'espèce.

Cas de polydomie chez *Ectatomma ruidum* (Roger)

Line BERROD¹, Carlos SANTAMARIA², Gabriela PEREZ-LACHAUD³, Inge ARMBRECHT², Chloé LEROY¹, Jean-Paul LACHAUD^{3,4}, Chantal POTEAUX¹

¹ Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, Université de Paris 13, France

² Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia

³ Departamento de Conservación de la Biodiversidad, ECOSur, Chetumal, Mexico

⁴ Centre de Recherches sur la Cognition Animale (CRCA), Université de Toulouse, France

La polydomie consiste pour une colonie de fourmis à habiter simultanément plusieurs nids séparés spatialement mais connectés socialement. Cette organisation particulière peut entraîner une diminution de la reconnaissance entre les membres de la colonie du fait des échanges plus limités entre nids distants. La présente étude porte sur l'analyse de la structure d'une population d'*E. ruidum* en Colombie, dont des observations de terrain ont soulevé des singularités compatibles avec une structure polydomique (nombreuses interactions entre nids proches avec transport d'individus et couvain, absence de reine dans la majorité des nids). Nous avons testé cette hypothèse en couplant les observations de terrain avec (i) l'étude de la distribution des nids, (ii) de la structure sociale à partir des données de récolte et du suivi au laboratoire des nids récoltés, (iii) d'une analyse comportementale basée sur des tests de reconnaissance entre individus issus de nids choisis selon différents critères (présence ou non d'interactions, nids proches ou éloignés) et (iv) des analyses chimiques des profils cuticulaires des individus des différents nids. Nos résultats semblent confirmer une stratégie de nidification polydomique dans cette population, liée à des contraintes environnementales (nature du sol). La conséquence principale de cette organisation est de distribuer les larves de gynes dans des nids satellites. Cependant, les analyses comportementales et chimiques ne permettent pas de délimiter facilement les contours d'une colonie, surtout en présence de cleptobiose intra-spécifique (i.e. vol de nourriture).

Social interactions and foundation success in an invasive and a native termite species

Lou BROSSETTE, Anne- Geneviève BAGNÈRES, Christophe LUCAS

Research Institute on Insect Science, University of Tours, France

In social insects, the foundation phase of a new colony is a crucial step which is fundamental for species dispersion. If genetical and chemical processes involved are well studied, influence of social behaviors on colonial foundation success in termites remains unknown. A non-destructive apparatus was optimized permitting to observe behaviors and caste development in incipient colonies during the first months after a foundation event. It allowed to explore the influence of social interactions on foundation success of two types of reproductives (alate and brachypterous) of two European termite species: the invasive *Reticulitermes flavipes* and the French indigenous *R. grassei*. Firstly, analyses of altruistic and communicative behaviors between primary king, primary queen and their juveniles during the first six months of foundation were investigated. This showed an interesting biparental care system and reported different communication strategies between species. Secondly, the establishment success' of primary reproductives of the two species was characterized during the same period of time revealing a better ability to carry an independent colony foundation for the invasive *R. flavipes*. Finally, we studied the foundation phase of incipient colonies formed by budding composed with brachypterous reproductives and workers. The presence of the reproductives had a significant effect on the survivorship and on the vibrational communication rates between workers along with a species effect. The function of vibrational communication during colonial foundation will be discussed.

Aggregation and dispersal in spiderlings of the solitary spider *Agelena labyrinthica*

Violette CHIARA, Raphaël JEANSON

Centre de Recherches sur la Cognition Animale, Centre de Biologie Intégrative, Université de Toulouse, CNRS, UPS, France.

Many animal taxa show a transient gregarious phase during early ontogeny that precedes dispersal and the initiation of a solitary life. Understanding the mechanisms underlying the onset of dispersal is of importance to identify the processes that may have driven the transition to permanent sociality. Spiders constitute relevant models to address this issue because all solitary species undergo a transient gregarious phase prior dispersal and because about 30 social species have been described among the 46000 species described so far. In this study, we investigated how age and feeding regime influence the nature of social interactions in spiderlings of the solitary species *Agelena labyrinthica*. We first introduced groups of 4 spiderlings in a circular arena (8 cm diameter) to monitor their spatial distribution every day during three consecutive weeks. After an initial phase of aggregation, we observed that dispersal began at 6 days and we found no influence of the presence or absence of food on the dynamic of dispersal. In parallel, we introduced groups of five spiderlings in smaller arena (4 cm diameter) that were provided or not with prey. Every day, we introduced two of these spiderlings in a circular arena (4 cm diameter) to characterize their level of interattraction by estimating their probability of leaving an aggregate. We found that the level of mutual attraction remained constant over 20 successive days and that feeding regime did not influence it. Finally, we examined how social isolation influenced the nature of social interactions. We found that spiderlings maintained alone for five or more consecutive days showed increased rate of cannibalism in comparison to spiderlings maintained in groups. In light of these results, we propose that the maintenance of mutual attraction requires continuous contacts between spiderlings and that the onset of dispersal is triggered by a progressive decline in the frequency of social interactions, which ultimately leads to a loss of tolerance and to the appearance of cannibalism.

Rôle des hétérogénéités initiales d'un potentiel signal de fertilité dans l'établissement des hiérarchies de reproduction chez les ouvrières de la fourmi *Neoponera apicalis*

Romain HONORIO¹, Nicolas CHÂLINE², Stéphane CHAMERON¹

¹ Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, Université Paris 13, France

² Laboratório de Etologia, Ecologia e Evolução de Insetos Sociais, Departamento de Psicologia Experimental, Instituto de Psicologia, Université de São Paulo, Brésil

Les hiérarchies de dominance permettent de réguler les conflits pour l'accès aux ressources inhérents aux groupes sociaux. Chez l'espèce *Neoponera apicalis*, une hiérarchie linéaire entre ouvrières s'établit rapidement lorsque la reine vient à disparaître, de manière à réguler le conflit ouvert pour la production de mâles. Une étude récente a mis en évidence que des différences idiosyncrasiques liées à la fertilité existent déjà en présence de la reine, amenant l'hypothèse que ces différences pourraient favoriser l'accession de certains individus au sommet de la hiérarchie. Dans cette étude, nous avons cherché à caractériser l'influence sur l'établissement de hiérarchies de reproduction de l'hétérogénéité initiale du développement ovarien et de ses corrélats (chimiques et comportementaux) au sein du collectif ouvrier. L'observation de la dynamique des comportements agonistiques a confirmé la rapidité de la mise en place des hiérarchies, dans une période de 48h approximativement après la perte de la reine. L'analyse des liens entre profils cuticulaires et développement ovarien a permis la mise en évidence d'un putatif signal de fertilité. La quantité relative de tricosane (C23) sur la cuticule avant et après l'établissement de la hiérarchie s'avère en effet non seulement corrélée au développement ovarien, mais aussi à l'intensité d'expression des comportements agonistiques lors de l'établissement de la hiérarchie. Notre étude appuie ainsi l'hypothèse que des différences d'activités ovariennes entre ouvrières, en présence de la reine, se traduisent par une signalisation chimique qui intervient dans la régulation des comportements de dominance/soumission exprimés lors de la mise en place de la hiérarchie. Les ouvrières les plus fertiles pourraient ainsi accéder plus facilement et plus rapidement aux hauts rangs de la hiérarchie et monopoliser en conséquence la reproduction, maximisant de cette façon le succès reproducteur global de l'ensemble des individus tout en minimisant les coûts associés à la phase d'expression paroxystique des comportements agonistiques.

Social control on reproductive differentiation of termites (*Reticulitermes flavipes*)

Marina CHOPPIN & Christophe LUCAS

Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, CNRS, Université de Tours, France

Sexual reproduction allows to maximize individual direct fitness. In insect societies, the caste system involved labor division where only few individuals get access to the reproductive status. Nevertheless, in subterranean termites like *Reticulitermes flavipes*, any individual is able to develop into a reproductive under specific conditions. This huge phenotypic plasticity due to the hemimetabolous development of termites may give birth to social conflicts. Thus, control mechanisms are required in order to closely regulate access to the reproductive status and to socially stabilize colonies. Two types of regulation of reproductive differentiation exist in social insects: behavioral controls through agonist interactions between individuals and chemical controls through pheromones. Both signals involved an influence of the presence of the reproductives either directly or indirectly with mediated signals by workers or chemical clues on their eggs. In order to identify the nature of this regulation signal, we setup artificial colonies with a core of 50 workers and 10 brachypterous nymphs. In each colony, a couple of mature brachypterous reproductives and 10 eggs were dispatched in a 2x2 full factorial design. On the several biological traits measured to survey colony development, our results allow us to highlight social interactions involved in reproductive differentiation through a behavioral item called LOM (Longitudinal Oscillatory Movement) which is exhibited by both workers and nymphs. Contrary to previous behavior (head butting), discovered in the termite *Cryptotermes secundus* (Korb *et al.*, 2009), the LOM significantly increased in presence of reproductives. Moreover, eggs presence has an additive effect on this behavior along with the presence of reproductives. Thus, this behavioral item may act as an indirect signal transmitted by workers and nymphs announcing the presence of active reproductives to the other members of the colony. These results bring evolutionary perspectives on regulation of reproductive differentiation and social conflicts in insects with opportunities to discover the mechanisms involved in such controls.

Korb J, Weil T, Hoffmann K, Foster KR, & Rehli M (2009). A gene necessary for reproductive suppression in termites. *Science*, 324(5928), 758.

Chemically mediated co-habitation of two Neotropical termite species in a single nest

David SILLAM-DUSSEÈS^{1,2}, Anna JIROŠOVÁ^{3,4}, Pavlína KYJAKOVÁ⁴, Blanka KALINOVÁ⁴, Klára DOLEJŠOVÁ^{4,5}, Andrej JANČAŘÍK⁴, Pavel MAJER⁴, Paulo Fellipe CRISTALDO⁶, Robert HANUS⁴

¹ University Paris 13 - Sorbonne Paris Cité, LEEC, Villetaneuse, France

² Institute of Research for Development - Sorbonne Universités, iEES-Paris, Bondy, France

³ Faculty of Forestry and Wood Science, Czech University of Life Sciences, Prague, Czech Republic

⁴ Institute of Organic Chemistry and Biochemistry, v.v.i, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, Czech Republic

⁵ Faculty of Science, Charles University in Prague, Prague, Czech Republic

⁶ Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, Brazil

Termite nests often are referred to as the most elaborate constructions of animals. However, some termite species do not build a nest at all and instead found colonies inside the nests of other termites. Since these so-called inquilines do not need to be in direct contact with the host population, the two colonies usually live in separate parts of the nest. Adaptations of both the inquiline and its host are likely to occur to maintain the spatial exclusion and reduce the costs of potential conflicts. Among them, mutual avoidance, based on chemical cues, is expected. We investigated chemical aspects of cohabitation between *Constrictotermes cavifrons* (Nasutitermitinae) and its obligatory inquiline *Inquilinitermes inquilinus* (Termitinae). Inquiline soldiers produce in their frontal glands a blend of wax esters, consisting of the C12 alcohols (3Z)-dodecenol, (3Z,6Z)-dodecadienol, and dodecanol, esterified with different fatty acids. The C12 alcohols appear to be cleaved gradually from the wax esters, and they occur in the frontal gland, in soldier headspace, and in the walls of the inquiline part of the nest. Electrophysiological experiments revealed that (3Z)-dodecenol and (3Z,6Z)-dodecadienol are perceived by workers of both species. Bioassays indicated that inquiline soldier heads, as well as the two synthetic compounds, are attractive to conspecific workers and elicit an arresting behavior, while host soldiers and workers avoid these chemicals at biologically relevant amounts. These observations support the hypothesis that chemically mediated spatial separation of the host and the inquiline is an element of a conflict-avoidance strategy in these species.

Keywords : Termitidae, *Constrictotermes cavifrons*, *Inquilinitermes inquilinus*, Inquilinism, Soldiers, Frontal gland

Poneritoxins: a novel family of neurotoxin from ant venom

Axel TOUCHARD¹, Andreas BRUST², Fernanda CALDAS CARDOSO², Yanni K.-Y CHIN², Volker HERZIG², Ai-Hua JIN², Alain DEJEAN¹, Paul ALEWOOD², Glenn F KING², Jérôme ORIVEL¹, Pierre ESCOUBAS³

¹ CNRS, UMR Ecologie des forêts de Guyane, Kourou, France

² Institute for Molecular Bioscience, The University of Queensland, St Lucia, Australia

³ VenomeTech, Valbonne, France

Ants have evolved complex venoms to rapidly immobilize their prey and to defend themselves from predators and pathogens. Most ant venoms consist predominantly of small linear peptides, although some contain disulfide-linked peptides as minor components. However, in striking contrast to other ant species, some *Anochetus* venoms are composed primarily of disulfide-rich peptides. In this study, we investigated the venom of the ant *Anochetus emarginatus* with the aim of exploring these novel disulfide-rich peptides. The venom peptidome was initially investigated using a combination of reversed-phase HPLC and mass spectrometry, then the amino acid sequences of the major peptides were determined using a combination of Edman degradation and *de novo* MS/MS sequencing. We focused on one of these peptides, U₁-PONTX-Ae1a (Ae1a), because of its novel sequence, which we predicted would form a novel 3D fold. Ae1a was chemically synthesized using Fmoc chemistry and its 3D structure was elucidated using NMR spectroscopy. The peptide was then tested for insecticidal activity and its effect on a range of human ion channels. Seven peptides named Poneritoxins (PONTXs) were isolated and sequenced. The three-dimensional structure of synthetic Ae1a revealed a novel, compact scaffold in which a C-terminal β -hairpin is connected to the N-terminal region *via* two disulfide bonds. Synthetic Ae1a reversibly paralyzed blowflies and inhibited human L-type voltage-gated calcium channels (Ca_v1). Poneritoxins from *Anochetus emarginatus* venom are a novel class of toxins that are structurally unique among animal venoms. With an evolutionary perspective, the unusual venom composition of *Anochetus emarginatus* is intriguing, suggestive of rapid diversification of their venom. This study demonstrates that *Anochetus* ant venoms are a rich source of novel ion channel modulating peptides, some of which might be useful leads for the development of pesticides.

Chemical ecology of *Varroa* sensitive hygiene (VSH) behaviour in the honey bee

Fanny MONDET^{1,2}, Cédric ALAUX¹, Solène BLANCHARD¹, Seo Hyun KIM², Dominique BESLAY¹, Alison MERCER² and Yves LE CONTE²

¹ INRA, UR 406 Abeilles et Environnement, 84914 Avignon, France

² Department of Zoology, University of Otago, Dunedin 9054, New Zealand

Kin recognition and assessment of nestmate health-status are central to the collective defences that social insects have evolved to counter pathogenic threats. One of the most important social immunity defences in the honey bee, *Apis mellifera*, is hygienic behaviour, which involves the detection and subsequent removal of abnormal or diseased brood. When bees specifically detect brood infested by the parasite *Varroa destructor*, the behaviour is known as Varroa Sensitive Hygiene (VSH). Evidence suggests that hygienic behaviour and VSH in particular involve chemical communication, but how adult bees choose which brood to target and remove is still partially unknown. Using chemical ecology techniques, we searched for signals that may be at the basis of VSH behaviour initiation. A transcriptomic assay was also used to compare gene expression in the antennae of bees that perform or not VSH behaviour. We identified several semiochemical compounds that are either specific to varroa-infested or to VSH-targeted brood. Through behavioural assays, we then showed that these chemicals can be associated to form active extracts capable of triggering VSH behaviour. These findings improve our understanding of the mechanisms of VSH behaviour and highlight the importance of chemical communication as well as the role of the peripheral nervous system in the ability of honey bee colonies to fight infestations by varroa. Current efforts focus on the applied potential of these findings to develop methods to phenotype colonies for the VSH trait, with the perspective of promoting the selection of varroa resistant honey bee populations.

Jeudi 24 août

Prix jeune chercheur

La division du travail reproductif chez les insectes sociaux

Romain LIBBRECHT

Institute of Organismic and Molecular Evolution, Johannes Gutenberg University, Mainz, Allemagne

Dans les sociétés d'insectes, une ou plusieurs reines monopolisent la reproduction tandis que les ouvrières stériles remplissent les autres tâches nécessaires au bon fonctionnement de la colonie. Alors que cette division du travail reproductif est centrale au succès écologique des insectes sociaux, une part importante des mécanismes sous-jacents reste méconnue. Ainsi, les facteurs qui affectent la détermination de la caste sont nombreux et différent entre espèces, et de multiples hypothèses mécanistiques ont été proposées pour expliquer l'évolution de la division du travail reproductif. Dans cette présentation, je vais dans un premier temps aborder les facteurs régulant cette division du travail, notamment à travers mes recherches sur les effets maternels et génétiques sur la détermination de la caste chez les fourmis. Je défendrai ensuite l'utilisation de la fourmi clonale *Ooceraea biroi* comme organisme modèle pour l'étude de l'évolution de la division du travail reproductif. Je communiquerai notamment des résultats récents sur les changements d'expression de gènes et les mécanismes épigénétiques régulant l'activité reproductive chez cette espèce. Enfin, je conclurai en identifiant les problèmes récurrents dans les récentes études transcriptomiques et épigénétiques de la division du travail reproductif chez les insectes sociaux.

Chewing through living wood: unusually powerful opener mandible muscles in *Melissotarsus emeryi* ants

Adam KHALIFE¹, Roberto A. KELLER², Johan BILLEN³, Francisco HITTA GARCIA⁴, Evan P. ECONOMO⁴, Christian PEETERS¹

¹ Institut d'Écologie et des Sciences de l'Environnement de Paris, France

² Museu Nacional de História Natural e da Ciência, Lisbon, Portugal

³ Laboratory of Entomology, K.U. Leuven, Belgium

⁴ Biodiversity and Biocomplexity Unit, Okinawa Institute of Science and Technology, Japan

Melissotarsus is an Afrotropical myrmicine ant that can chew galleries under the bark of living trees, where vast numbers of diaspidids are kept for nourishment. Chewing through healthy wood requires tremendous power, intuitively unexpected in *Melissotarsus* given the minute size of individuals (1.5 mm long). The geometry and biomechanics of mandibular muscles has been studied in various ants that catch prey using quick movement, but adaptations for mandible power remain undescribed. Using histology and X-ray microcomputed tomography (μ CT), we investigated the musculoskeletal adaptations for chewing wood in *M. emeryi* workers. The head is much enlarged both dorsally and ventrally, a characteristic of this genus. Huge mandible closer muscles occupy most of the dorsal head cavity, but the mandible opener muscles (ventral) are also exceptionally large. This differs from the strong asymmetry generally seen in ants and other Hymenoptera, where opening the mandibles requires little force. We suggest that strong opener muscles are required to move away crushed plant tissues during tunnelling, thus allowing a steady forward motion. Both closer and opener muscles connect to the mandibular bases via sclerotized cuticular blades ("apodemes") with complex shapes. Such heavy apodemes are adaptations to merge the often-conflicting forces of muscles that are attached at different angles on the cranium. While presence of closer apodemes is the norm in ants, opener apodemes are unknown because small opener muscles can be inserted directly on the outer bases of the mandibles. We performed the first 3D reconstruction of structures inside an ant head, including the brain and the suboesophageal ganglion, mouthparts that are remarkably reduced and moved by five separate muscles, the sucking apparatus (cibarium) along the digestive tube, and several exocrine glands including silk glands that are unique to adults of this genus. All these structures are tightly packed inside the head, allowing very little leeway for the operation of mandibular muscles. A striking enlargement of opener muscles needs to be examined in the few other ant genera that are able to chew galleries in healthy wood.

Numerous evolutionary novelties make *Melissotarsus* ants extraordinary wood-tunnelling machines

Christian PEETERS¹, Adam KHALIFE¹, Roberto A. KELLER²

¹ Institut d'Écologie et des Sciences de l'Environnement de Paris, France

² Museu Nacional de História Natural e da Ciência, Lisbon, Portugal

Mutualisms with sap-sucking insects contribute to the pre-eminent ecological importance of ants. Diaspididae are the largest family of scale insects yet are known to be associated with only the ant genus *Melissotarsus*, likely because diaspidids do not excrete honeydew. *Melissotarsus* is widely distributed in Africa and Madagascar, and evolved a number of remarkable adaptations for their novel mutualism. (1) Ants do not forage outside the trees and obtain all nourishment from the diaspidids living in the galleries chewed by ants under the bark (Peeters et al. 2017). (2) Biomechanical adaptations for tunnelling through living wood include bullet-shaped heads; huge closer muscles; substantial opener muscles consistent with ventral enlargement of the head; mandibles with laterally extended “opener lobe” to maximize force from opener muscles; mid and hind legs with enlarged coxae (for extra muscles) and stout peg-like setae on the basitarsi for maximum traction while tunnelling (the middle legs are directed upwards). In addition, the prothoracic muscles anchoring the head are enlarged and extend more posteriorly than in other species. (3) Chemical adaptations include silk glands in adult heads to repair breaches in the tunnels as trees grow in diameter; probasitarsal substances with a suspected epoxy-like function to solidify the silk walls. (4) Enormous labial glands distributed throughout the thoracic cavity, likely to secrete wood-degrading enzymes that increase chewing efficiency and allow feeding on plant cells. (5) Simplified traits include reduced eyes, reduced petiole muscles and loss of sting. Because *Melissotarsus* workers never leave plant cavities, age polyethism is affected: older workers do not take risks as foragers, which may lead to exceptional longevities. We compare the anomalous morphology of *Melissotarsus* with that of its closest relative, the Asian genus *Rhopalomastix*. *Melissotarsus* represents the pinnacle of morphological specialization for a particular and unique lifestyle.

Peeters C., Foldi I, Matile-Ferrero D & Fisher BL (2017) A mutualism without honeydew: what benefits for *Melissotarsus emeryi* ants and armoured scale insects (Diaspididae)? PeerJ (in press)

Vibration detection by *Euroleon nostras* pit digging antlions in the laboratory and in nature

Vanessa MARTINEZ¹, Elise NOWBAHARI¹, David SILLAM-DUSSES^{1,2}, Vincent LORENT³

¹ Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, France

² Institut de Recherche pour le Développement, Sorbonne Universités, Institut d'Ecologie et des Sciences Environnementales de Paris, Bondy, France

³ Laboratoire de Physique des Lasers, Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, CNRS, France

Antlions from the species *Euroleon nostras*, like many antlions, are, in their larva stage, sedentary predators digging pits in sands or dry soils and waiting for their preys. It is documented that the larva is extremely sensitive to ground vibrations produced by the crawling of light-weighted insects - mainly ants - at distances as far as 20 cm from the center of the pit. The larva is covered with stiff bristle-like hairs called mechanoreceptors on the sides of its thorax giving a stereophonic reception of the vibrations. The objective of this study is to quantify the performances of the vibrations detection. The experimental approach consists in correlating behavior observations - like sand tossing, appearance of the larva mandibles in the open air and mandibles opening - with synthetic vibrations propagating through the soil media and inducing such behaviors. Fifty *Euroleon nostras* larva collected in the Fontainebleau forest are studied in the laboratory while one site in the Chantilly forest with a total of 150 individuals is investigated *in situ*. The equipment is based on an Arduino microprocessor board driving several piezo-electric transducers with tunable amplitude, frequency and shape of periodic signals. The same Arduino board receives vibration signals through amplified electret microphones sunked in the sand. An antlion pit is filmed at a close distance simultaneously with a monitoring of the piezo transducers voltages. Preliminary results exhibit positive correlations of mandibles opening and sand tossing as a reaction to some pattern of vibrations. After better characterisation of this correlation, the study will continue with the identification of the main patterns of ant crawling. The differences of reactions, in the field and in the laboratory will then be explored.

When mothers do not care to share: parent-offspring competition and the evolution of family life in a subsocial earwig

Jos KRAMER^{1,2}, Maximilian KÖRNER¹, Janina MC DIEHL¹, Christine SCHEINER¹, Aytül YÜKSEL-DADAK¹, Teresa CHRISTL¹, Philip KOHLMEIER¹, Joël MEUNIER^{1,3}

¹ Zoological Institute, Evolutionary Biology, University of Mainz, Germany

² Department of Plant and Microbial Biology, University of Zürich, Switzerland

³ Institut de Recherche sur la Biologie de l’Insecte, Université de Tours, France

Kin competition often reduces – and sometimes entirely negates – the benefits of cooperation among relatives, and hence is often regarded as a central process in social evolution. Surprisingly, however, our understanding of the role of kin competition in the evolution of family life remains fragmentary, despite the close scrutiny it received in studies on sibling rivalry. This is because much less attention has been given to local competition between parents and their offspring, and its potential impact on the early evolution of parental care and family life. Here, we examined mother-offspring competition over food access in the European earwig *Forficula auricularia*, an insect with facultative family life. Specifically, we (i) raised earwig offspring under food limitation either together with or without their mother, and then (ii) tested whether and how the – potentially competitive – weight gains of mothers and offspring during family life affected the offsprings’ survival rate and morphology, or the future reproductive investment of their mother. In line with a mother-offspring competition over food access, we showed that high maternal weight gains during family life reduced the survival prospects of maternally tended offspring, while they increased maternal investment into second clutch production (but not the body size of the surviving offspring). Conversely, high offspring weight gains generally increased the offsprings’ survival, particularly when they were together with their mother. Intriguingly, mothers that had exhibited a low initial weight showed especially high weight gains. Overall, our results demonstrate that maternal presence under food restriction triggered a local competition between mothers and their offspring. This competition limited offspring survival, but allowed mothers to increase their investment into future reproduction and/or to maintain their current body condition. On a general level, our findings reveal that local competition between parents and their offspring can counteract the benefits of (facultative) parental care, and may thus impede the evolution of family life in resource-poor environments.

Rôle des contacts sur les pistes dans le recrutement vers le substrat végétal chez la fourmi coupeuse de feuilles *Atta laevigata*

Vincent FOURCASSIE¹, Océane GIRARDIE¹, Simon PUPPO¹, Sofia BOUCHEBTI¹

¹ Centre de Recherches sur la Cognition Animale, Université Paul Sabatier, Toulouse, France.

Lorsque la densité des fourmis sur les pistes de fourrage est importante le nombre de collisions entre fourmis se déplaçant en sens opposé devient très important, ce qui entraîne des manœuvres d'évitement et donc des ralentissements qui ont pour conséquence de diminuer la quantité de nourriture arrivant au nid par unité de temps. Chez les fourmis coupeuses de feuilles certaines expériences suggèrent que les contacts entre fourmis sortant du nid et fourmis chargées rentrant au nid pourraient avoir un rôle dans la communication entre individus. Ces contacts pourraient stimuler les fourmis qui sortent du nid à récolter du substrat végétal lorsqu'elles arrivent en fin de piste, ce qui aurait pour effet d'augmenter la proportion de fourmis chargées rentrant au nid et donc de compenser l'effet des ralentissements liés aux contacts. Nous avons testé cette hypothèse en augmentant artificiellement le taux de contact entre les fourmis sortant du nid et les fragments de feuilles portés par les fourmis rentrant au nid. Pour ce faire nous avons suspendu des fragments de feuilles par des fils métalliques à quelques millimètres au-dessus de la piste et nous leur avons imprimé un mouvement en reliant les fils à un rail entraîné par un moteur. Les fragments se déplaçaient dans le même sens que les fourmis chargées rentrant au nid et à une vitesse à peu près identique. Afin de moduler le taux de contacts ces fragments pouvaient être placés soit tous les 5cm, soit tous les 15cm. L'expérience se déroulait en deux phases : une phase contrôle, pendant laquelle les fourmis se déplaçaient sur la piste sans qu'aucune manipulation ne soit réalisée, et une phase test pendant laquelle le taux de contact était augmenté. Les résultats montrent que le nombre de fourmis sortant du nid diminue significativement entre la phase contrôle et la phase test lorsque le taux de contact avec les fragments de feuille augmente dans des proportions importantes (fragments tous les 5cm). L'augmentation du taux de contact semble par contre avoir peu d'effet sur la proportion de fourmis rentrant au nid chargées. Une autre série d'expériences réalisées en suspendant au-dessus de la piste, non pas des fragments de feuilles, mais des morceaux de papier suggère que la diminution observée dans le nombre de fourmis sortant du nid lorsque les contacts avec les fragments de feuilles sont augmentés n'est pas liée à un effet d'encombrement ou à une gêne physique des fourmis mais bien à la perception du substrat végétal par les fourmis. Une interprétation possible de ce résultat est que le taux de contact des fourmis sortantes avec les fragments de feuilles régulerait leur taux de demi-tour sur la piste ou leur taux de sortie une fois rentrées au nid.

Influence du nombre d'entrées de la fourmilière sur l'exploration et le recrutement alimentaire chez la fourmi *Myrmica rubra*

Marine LEHUE, Claire DETRAIN

Service d'Écologie Sociale, Université libre de Bruxelles, Belgique

Le succès écologique des fourmis repose sur des stratégies d'exploration de l'environnement efficaces ainsi qu'un contrôle méticuleux des individus entrant dans le nid. Ainsi, le nombre d'entrées de la fourmilière pourrait influencer à la fois le transfert d'information entre les exploratrices ayant découvert une ressource alimentaire et les recrutées, mais aussi la vulnérabilité de la colonie à l'entrée de potentiels intrus. La colonie doit en permanence faire un compromis entre une bonne connexion avec son environnement à travers de nombreuses entrées et un contrôle diligent des individus à travers un minimum d'entrées. Ici, nous avons étudié l'impact d'ouvertures supplémentaires sur l'organisation interne du nid ainsi que sur l'exploitation des ressources alimentaires chez la fourmi *Myrmica rubra*. Dans le cadre d'une exploration de l'environnement, nous avons mesuré l'orientation des fourmis à l'intérieur du nid ainsi que le flux de fourmis passant par les entrées du nid après avoir successivement ouvert deux puis quatre entrées supplémentaires. Nous avons observé une réorientation des ouvrières à l'intérieur du nid face aux entrées. De plus nous avons remarqué une augmentation des flux d'ouvrières. Ces flux se répartissent équitablement entre les portes, sans que les fourmis ne favorisent ni l'entrée initiale ni une autre entrée. Dans le cadre d'une exploitation de ressource alimentaire, nous avons observé des colonies de fourmis exploitant une ou deux sources de nourriture dans des nids comportant une ou deux entrées. Lorsqu'une seule source alimentaire est présentée, le nombre d'entrées du nid n'influence pas le flux sortant de fourmis, ni la consommation de sucre. Par contre, lorsque l'on présente deux ressources alimentaires de qualité différente, le nombre d'entrées influence fortement le comportement des fourmis. Nous avons ainsi observé que lorsque le nid comporte deux entrées, le flux de fourmis sortant double, alors que la discrimination de la colonie pour sélectionner la ressource la plus riche diminue par rapport à un nid présentant une seule entrée. Ainsi le nombre d'entrées du nid permet un accroissement des flux des fourmis exploratrices. Ces entrées additionnelles diminuent cependant l'aptitude des individus à discriminer deux ressources de qualité différentes en divisant spatialement le flux de fourmis recruteuses et donc en altérant les processus d'amplification qui ont lieu lors des prises de décision collectives. Notre étude confirme que la structure de l'interface entre le nid et l'environnement est un facteur déterminant pour l'émergence de stratégies collectives chez les insectes sociaux.

Social learning in Honeybee

Hanna CHOLE¹, Gerard ARNOLD¹, Julie CARCAUD², Jean-Christophe SANDOZ¹

¹Evolution Génome Comportement Ecologie (EGCE), Université paris Sud (XI), 91190 Gif-sur-Yvette, France

²Institut de Biologie de l'Ecole Normale Supérieure (IBENS), 46, rue d'Ulm, 75005 Paris, France

Honeybees' foraging behavior critically depends on individual learning by foragers of floral cues, among which odors play a prominent role. Foragers thus learn to associate floral odors with sugar reinforcement from flower nectar. In the Lab, this process is studied using the Pavlovian conditioning of the proboscis extension response (PER), in which an odor (CS) is associated with sucrose solution (US). This learning has been studied for 50 years and its neural bases are nowadays partially unraveled. Interestingly, olfactory learning about floral resources is not limited to the foraging situation, and honeybee workers can learn chemosensory information directly from successful foragers within the hive. Previous work attributed this learning to a simple classical association between the floral scent adsorbed on the returning foragers' body and a sugar reward given by this forager via trophallaxis. However, nectar transfer is not performed during all dual interactions with returning foragers, suggesting that other mechanisms may be involved in this transmission. Here, we determined whether social cues may be involved in this transmission, i.e. can interaction with another forager represent an appetitive reinforcement for bees? Our recent data supports this hypothesis. We found that simple antennal contact with a fed nestmate, in absence of any sugar stimulation, can induce PER in harnessed worker bees. In addition, bees can learn to associate an odor CS with this antennal contact with a nestmate. After such association, the odor alone triggers the PER. This suggests that simple social contact can act as an appetitive US in honeybees. We currently study the mechanisms implied in this new conditioning focusing on the physical nature of this social US. Our current data suggest the implication of antennal movements produced by the US nestmate.

Collective cognition in drosophila

Mathieu LIHOREAU¹, Jerome BUHL², Stephen SIMPSON³

¹ Centre de Recherches sur la Cognition Animale (UMR CNRS 5169), Université de Toulouse, France

² School of Agriculture, Food and Wine, University of Adelaide, Australia

³ Charles Perkins Centre, The University of Sydney, Australia

Social information is often considered a key benefit of social life. By acquiring, sharing and processing information collectively, grouped individuals often make decisions that are faster and more efficient than isolated conspecifics. Collective cognition (or swarm intelligence) is a well-described phenomenon in the highly integrated colonies of social insects, such as ants and bees, where workers cooperate to collectively select best available foods or nesting sites. To what extent these complex behaviours can be observed in insect species exhibiting simpler forms of social organisation is unclear. Here I will present behavioural experiments and model simulations describing conditions in which efficient collective foraging decisions can emerge in absence of cooperation or active signalling, using the gregarious fruit fly *Drosophila melanogaster* as model system.

Quantitative cognition in ants

Patricia MEUNIER¹, Pietro SIMONELLI², Josep CALL³, Patrizia D'ETTORRE¹

¹ Laboratory of Experimental and Comparative Ethology, University of Paris 13, Sorbonne Paris Cité

² Biology Department, University of Florence, Italie

³ School of Psychology and Neuroscience, University of St Andrews, Scotland UK and Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig, Germany

Numerical abilities of many vertebrate species have been highly investigated. In the last decade, numerical competences have been studied also in insects, such as honeybees. Here, we tested numerosity discrimination and also the possible use of an ordinal numerical information in individual workers of the ant *Camponotus aethiops*. In a first experiment, individual nurse workers were tested in a spontaneous two choice-test between groups of dummy cocoons of different size. Ants were able to discriminate between 1 versus 2 cocoons, 1 versus 3, 1 versus 4, 2 versus 4, 2 versus 6 and 2 versus 8 and spent more time with the large group. Their response where ratio dependent in large numbers. Thus, we demonstrate that ants have a spontaneous ability to discriminate quantities. In a second experiment we use operant conditioning with appetitive reinforcement. Foragers were trained eight times in a long arena with five landmarks, arranged differently on each trial so that the individuals could not learn the distance between them. The ants were always rewarded after the same landmark (e.g. the third one). During the unrewarded test, with a new configuration of landmarks, ants spent more time searching for the reward in the area around the previously rewarded landmark. This shows that ants can use an ordinal numerical information. Overall, our results show that ants use visual, olfactory and possibly tactile cues to manage numerosity in their physical and social environments.

Associative and appetitive learning within a specie of ant (*Formica fusca*): memory and extinction

Baptiste PIQUERET^{1, a}, Jean-Christophe SANDOZ², Patrizia D'ETTORRE^{1, a, *}

¹ Laboratory of Experimental and Comparative Ethology (LEEC), University Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Villetaneuse, France.

² CNRS Evolution, Genomes, Behavior and Ecology, Gif-sur-Yvette, France.

^a BP and PdE contributed equally to the study

* PdE is the director of BP

Even though ants have a huge ecological success (they can be found everywhere except at the poles), little is known about their individual cognitive abilities. Here, we are conducting a systematic study on *Formica fusca*. More precisely, we are testing the learning, the memory over time (between one hour and one week after conditioning) and the memory followed by contraries information (i.e. the extinction) using a free-walk paradigm and an appetitive and olfactive association. We discover that *Formica fusca* has a very strong and quick acquisition, that the memory is still present at least 3 days after the training and that the memory is very stable (i.e. no diminution of the response during the extinction protocol) after a strong training (six training trials). More surprising, even after only one training trial the memory and the resistance to extinction are strong.

How does local habitat heterogeneity act on taxonomic and functional diversity of Neotropical ant assemblages?

Mélanie FICHAUX¹, Benoît BECHADE¹, Julian DONALD², Arthur WEYNA¹, Jacques Hubert Charles DELABIE^{3,4}, Jérôme MURIENNE⁵, Christopher BARALOTO⁶, Jérôme ORIVEL¹

¹ UMR EcoFoG, Campus agronomique, Kourou, France.

² Centre for Applied Sciences, University of the West of England, United Kingdom.

³ Laboratório de Mirmecologia, Itabuna, Bahia, Brazil.

⁴ Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilheus, Bahia, Brazil.

⁵ Laboratoire EDB, Université Paul-Sabatier, Toulouse, France.

⁶ International Center for Tropical Botany, Florida International University, Miami, USA.

An increasing number of ecological studies are integrating the functional aspect of diversity alongside with its mainly studied taxonomic component. A trait-based approach offers a more relevant framework for investigating ecological issues than a classical taxonomic approach since (i) it enables to link taxonomic entities with ecological functions they are playing in their environment and (ii) it overcomes some taxonomic limits. In this study, we aimed at evaluating the influence of habitat heterogeneity on taxonomic and functional diversity of ant communities. We collected leaf-litter ants in three forested habitats (swamp, slope and hilltop forests) in the rainforest of French Guiana. Functional traits were derived from morphological measures and we then used a combination of univariate and multivariate analyses to evaluate trait response of ants to habitat characteristics. Null model analyses were used to investigate the effects of environmental filtering and/or competitive interactions on community assembly at regional and local scales (greater or less than 1 ha), respectively. Swamp forests presented a much lower taxonomic and functional diversity compared to slope and hilltop forests, and they differed from the latter habitats in terms of both species and functional composition. While the results of null models tended towards functional clustering patterns, we found only weak evidence for an effect of habitat filtering and competitive exclusion based on our null models. Finally, the examination of single-trait variation between habitats revealed differences in ecological strategies adopted by ant species in the different environments. Altogether these results highlight contrasted patterns of taxonomic and functional composition between contrasting habitats distributed over a limited spatial scale. These results also underline that microhabitat characteristics such as local topography could play an important role in structuring ant communities. While we did not detect a strong signal of environmental filtering on morphological structure of assemblages, our results suggest that filtering may shape ant community structure at small spatial scales.

Vendredi 25 août

Conférence plénière

Au gré des périples : voyage à travers l'écologie, avec fourmis et termites comme guides accompagnateurs

Doyle MCKEY, Rumsaïs BLATRIX

Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, CNRS, Montpellier, France

Les fourmis et les termites, comme d'autres insectes sociaux, jouent des rôles clés dans les réseaux d'interactions qui déterminent le fonctionnement des écosystèmes. De par ces rôles clés, les fourmis et les termites sont des organismes modèles qui nous ont permis d'explorer des thèmes en écologie aussi divers que la défense des plantes contre les herbivores, l'évolution des mutualismes, l'écologie de la domestication, l'auto-organisation spatiale des écosystèmes et la co-construction de paysages par les processus écologiques et culturels. Cette conférence raconte un voyage à travers l'écologie, parti à l'improviste et suivant des pistes inattendues, avec comme compagnons constants les insectes sociaux. Nous présenterons quelques étapes clés de ce périple : l'évolution des mutualismes de protection entre plantes et fourmis, le rôle des fourmis dans l'écologie du manioc et de ses parents sauvages, et les actions des termites et des fourmis en tant qu'ingénieurs du sol dans les paysages bioculturels des savanes inondables tropicales. La rencontre de l'heureux hasard et l'esprit préparé est le thème majeur de ce carnet de route, ainsi que de notre vision de la science.

Recent human history governs global ant invasion dynamics

Cleo BERTELSMEIER ¹, Sébastien OLLIER ², Andrew LIEBHOLD ³, Laurent KELLER ¹

¹ Département d'Ecologie et Evolution, Université de Lausanne, Suisse

² Département d'Ecologie, Systématique et Evolution, Université Paris Sud, France

³ US Forest Service, Northern Research Station, USA

Ants are a particularly successful group of invasive species due to their small size and complex social structure. Currently, human trade and travel are breaking down biogeographic barriers, resulting in shifts in the geographical distribution of organisms, yet it remains largely unknown whether different alien species generally follow similar spatiotemporal colonization patterns and how such patterns are driven by trends in global trade. Here, we analyse the global distribution of 241 alien ant species and show that these species comprise four distinct groups that inherently differ in their worldwide distribution from that of native species. The global spread of these four distinct species groups has been greatly, but differentially, influenced by major events in recent human history, in particular historical waves of globalization (approximately 1850–1914 and 1960 to present), world wars and global recessions. Species in these four groups also differ in six important morphological and life-history traits and their degree of invasiveness. Combining spatiotemporal distribution data with life-history trait information provides valuable insight into the processes driving biological invasions and facilitates identification of species most likely to become invasive in the future.

Biotic resistance in Doñana National Park: *Cataglyphis tartessica* faces the invasive Argentine ants

Elena ANGULO¹, Paloma ÁLVAREZ-BLANCO¹, Louise VAN OUDENHOVE², Raphaël BOULAY³, Xim CERDÁ¹

¹ Estación Biológica de Doñana CSIC, Séville, Espagne

² Institut Sophia Agrobiotech INRA, Sophia Antipolis, France

³ IRBI, Université F. Rabelais Tours, France

Ant communities of Doñana National Park (SW Spain) are strongly disturbed after the arrival of the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*. The Argentine ant removes the majority of local ant species, through the attack to their nests. Only a native ant species still holds out against the invader: the thermophilous *Cataglyphis tartessica*. We have studied 1) the abundance in the different habitats (pitfall traps); 2) the daily activity rhythms and interspecific interactions (at baits); and 3) the Critical Thermal Limits (with a hot-plate in the laboratory). Their activity patterns do not overlap: the peak of activity of *C. tartessica* is at midday, during the hottest period of the day, while the peak of activity of *L. humile* is late afternoon or at night. But during cloudy days, when they meet on the ground, the Argentine ants attack foragers and nests of *C. tartessica*. *C. tartessica* workers avoid the fight, stop activity, come back to the nest, and immediately close it with sand, thus the nest remains unnoticed for the Argentine ants. From the monitoring abundance data of both species during the last ten years we can conclude that the Argentine ant is not a real threat to the native *C. tartessica* because the invasive species is thermally-limited in Doñana.

Hydrocarbures cuticulaires, résistance à la dessiccation et reconnaissance coloniale chez *Aphaenogaster iberica*

Léa RAMI¹ Raphaël BOULAY², Xim CERDÁ¹.

¹ Station Biologique de Doñana, Séville, Espagne

² IRBI, Tours, France

La fonction première des hydrocarbures cuticulaires des insectes est de limiter les pertes d'eau par transpiration. Dans beaucoup d'espèces, ils servent également dans la communication. Chez les fourmis, notamment, ils sont impliqués dans la reconnaissance coloniale. Cette double fonction peut potentiellement entraîner des conflits et compromis dans la composition du profil d'hydrocarbures. Nous avons étudié les variations du profil d'hydrocarbure d'*Aphaenogaster iberica* le long d'un gradient altitudinal en 100 et 2000m d'altitude et tenté de les relier à la reconnaissance coloniale et à la résistance à la dessiccation. Comme attendu, les colonies ont des profils d'hydrocarbures plus différenciés entre les populations qu'à l'intérieur des populations. De plus la dissimilarité chimique augmente avec la différence d'altitude et avec la distance génétique entre les populations. Ces différences de profils sont corrélées à une augmentation de l'agressivité entre les colonies. Les populations de basse altitude ont des hydrocarbures relativement plus lourds que celles de haute altitude. Cependant, cette différence n'est pas associée à une plus grande résistance à la dessiccation. À l'intérieur des populations, une grande proportion d'hydrocarbures linéaires est toutefois associée à une meilleure résistance à la dessiccation. Globalement, nos résultats ne supportent pas l'hypothèse selon laquelle les différences de profils d'hydrocarbures entre les populations sont dues à des différences de pression de sélection environnementale mais pourraient être expliquées par la dérive seule.

La plasticité phénotypique : mécanisme clé pour répondre au stress thermique chez les fourmis

Cristela SÁNCHEZ-OMS^{1,2}, Séverine DEVERS¹, Xim CERDÁ², Raphaël BOULAY¹

¹ Institut de Recherche sur la Biologie de l’Insecte, Université de Tours, France

² Doñana Biological Station, Séville, Espagne

La plasticité phénotypique, contrairement à la sélection naturelle, permet aux organismes de répondre rapidement face aux changements environnementaux. Cependant cette plasticité n’est pas toujours adaptative. Chez les insectes la vitesse de développement augmente avec la température ce qui tend à produire des individus relativement plus petits. Ce lien peut conduire chez les fourmis à un conflit physiologique puisque une plus grande taille et des pattes plus longues favorisent souvent une meilleure résistance à la température. Nous avons testé l’effet de 4 températures (20, 24, 28 ou 32°C) sur le développement et la résistance à la température des adultes chez *Aphaenogaster senilis*. La vitesse de développement est nulle à 20°C et augmente aux températures plus élevées. Les adultes produits sont également plus petits lorsque la température augmente. Lors des tests de résistance à la température, les fourmis élevées à 28 et 32°C présentent une température létale (LT50) de 2°C supérieure à celle des fourmis élevées à 24°C. Ainsi, les fourmis élevées à hautes températures sont plus thermorésistantes malgré leur plus petite taille. Nos résultats montrent que *A. senilis* par le mécanisme de plasticité phénotypique peut ajuster rapidement sa résistance à la température en réponse aux conditions locales et cela indépendamment des adaptations morphologiques. Ce mécanisme peut être particulièrement important dans le contexte actuel de réchauffement climatique.

Contribution des facteurs individuels et sociaux aux différences morphologiques entre ouvrières de fourmis de *Temnothorax nylanderi* de deux populations (forêt et ville)

Jules DEZEURE ¹, Romain DOUS ¹, Romain PÉRONNET ¹, Claudie DOUMS ², Mathieu MOLET ¹.

¹ Institut d'Écologie et des Sciences de l'Environnement de Paris, France

² Institut de Systématique Évolution Biodiversité, MNHN, EPHE, Paris, France

L'urbanisation est une des causes majeures de modifications environnementales anthropiques, qui se produit rapidement, à grande échelle, et qui va continuer durant les prochaines années. Les populations répondent souvent à ce nouvel habitat par des variations phénotypiques, d'origines plastique ou génétique, adaptatives ou non. L'environnement externe, biotique ou abiotique, peut jouer sur le phénotype, mais dans le cas des individus sociaux, l'environnement social peut moduler l'effet de l'environnement externe voire lui aussi jouer directement sur le phénotype de l'individu. Les fourmis, insectes avec un niveau de socialité complexe et obligatoire, ont de nombreuses populations viables en zones urbaines et en zones naturelles. Elles représentent un taxon idéal pour notre étude. Notre objectif est de déterminer quelles sont les contributions génétique et environnementale aux différences phénotypiques observées sur le terrain entre les ouvrières des deux populations, tout en intégrant la contribution des facteurs sociaux et individuels dans les réponses des individus à l'environnement. Nous avons réalisé pour ce faire un élevage en jardin commun de colonies de *Temnothorax nylanderi* provenant de la forêt de Fontainebleau (zone forestière) et du Jardin des plantes (zone urbaine) avec un croisement des larves entre forêt et ville. Des mesures morphologiques ont été effectuées sur les ouvrières produites en laboratoire et sur celles nées sur le terrain. Nous nous attendons à ce que les différences phénotypiques observées sur le terrain ne se retrouvent pas en jardin commun. Ceci témoignerait d'une origine plastique environnementale de ces variations phénotypiques. Nous prévoyons de plus que la contribution sociale via l'origine des ouvrières d'une part, et via d'autres variables corrélatives comme l'effectif de la colonie d'autre part soit primordiale pour expliquer certains traits morphologiques. Nous nous attendons ainsi à ce que les colonies provenant du Jardin des plantes et à fort effectif soient mieux à même de gérer les conditions stressantes de jardin commun et parviennent à produire des ouvrières de plus grande taille, et ce quelle que soit l'origine des larves adoptées. Enfin, nous prédisons qu'il existe également une contribution des facteurs individuels aux larves sur le phénotype des ouvrières finalement produites. Ceci se traduirait par une capacité des larves du Jardin des plantes à produire des ouvrières de plus grande taille en jardin commun quelle que soit l'origine des adultes les ayant adoptées. Ces résultats pourraient alors révéler la possible adaptation des colonies de la population urbaine aux hautes températures caractéristiques de cet habitat. Les différentes conditions environnementales entre les deux localités ainsi qu'un potentiel isolement génétique de la population urbaine pourraient expliquer la différenciation phénotypique entre ouvrières des deux populations.

Un nouveau cas de parasitisme temporaire : *Formica frontalis* parasite d'*Iberoformica subrufa*. Étude des profils chimiques dans les colonies mixtes.

Francisca RUANO¹, Alain LENOIR², Mariola SILVESTRE^{1,3}, Abraham HEFETZ⁴, Alix KHALIL² and Alberto TINAUT³

¹Departamento de Zoología, Universidad de Granada, Granada (Spain)

²IRBI, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Université de Tours, Tours (France)

³Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid (Spain)

⁴Department of Zoology. George S Wise Faculty of Life Sciences. Tel Aviv University. Ramat Aviv, 69978. Israel

La fondation d'une nouvelle colonie par parasitisme temporaire n'est pas très fréquente chez les fourmis. La reine fondatrice parasite pénètre dans une colonie d'une espèce hôte où elle élimine la reine pour former une colonie mixte transitoire et progressivement la colonie ne contient plus que l'espèce parasite. On présentera les principaux cas connus. On a découvert en Andalousie un nouvel exemple de parasitisme temporaire, *Formica frontalis* qui parasite *Iberoformica subrufa* pour former une colonie mixte transitoire. Ce cas s'inscrit dans le cadre de la règle d'Emery (1909) sens large : le parasitisme se met en place entre deux espèces proches phylogénétiquement. Dans ces colonies mixtes les esclaves changent complètement de profil par rapport aux fourmis des colonies non parasitées. Elles adoptent un profil d'hydrocarbures très proche de leurs hôtes, mais suffisamment différent pour qu'il y ait discrimination. Il s'agit d'un mimétisme chimique partiellement imparfait comme celui que l'on observe chez les fourmis *Polyergus* avec leurs esclaves. *I. subrufa* possède de grandes quantités d'esters et acétates dans sa glande de Dufour mais leur rôle est incompris. Cette espèce présente en Andalousie des profils chimiques qui varient beaucoup selon l'altitude. On peut émettre l'hypothèse que la pression de parasitisme faciliterait une coévolution parasite / hôtes.

Social parasites do not target host nests randomly: the role of host cuticular hydrocarbons in host-nest choice

Marta ELIA^{1,2}, Anne-Geneviève BAGNÈRES², Maria-Cristina LORENZI^{1,3}

¹ Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Turin, Italy

² Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Université de Tours, France

³ Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, Paris 13, France

Social parasites often invade the largest nests in the host population. Largest nests may be easier to spot and/or have attractive traits. We tested the hypothesis that social parasites choose host nests using chemical cues and namely that they preferentially targeted host nests with higher hydrocarbon concentrations and/or with other chemical features. During summer 2014 and 2015, we followed the fate of 200 colonies of the social paper wasp *Polistes biglumis* in the field to identify which of them would be parasitized. Each week, we collected a fragment of the nest paper from each nest. During summer, 22 nests were invaded by the social parasite *Polistes atrimandibularis*. We then compared the hydrocarbons on the fragments of nests that would-be-parasitized with those that would not. We found that social parasites preferentially targeted nests with lower proportions of long-chain hydrocarbons, whereas hydrocarbon concentration did not affect parasite choice significantly. Additionally, the hydrocarbon profiles of would-be-parasitized nests were relatively homogenous, with respect to nests that would not be parasitized. This suggests that social parasites impose selective pressures on different traits of the hydrocarbon profile of host populations.

Effects of *Nosema* in bumblebee nutrition

Tamara GÓMEZ-MORACHO¹, Cindy STREIFF², Cristian PASQUARETTA¹, Philipp HEEB², Mathieu LIHOREAU¹

¹Research Center on Animal Cognition, Center for Integrative Biology, National Center for Scientific Research (CNRS), Toulouse University (UPS), France

²Laboratoire Evolution et Diversité Biologique, Centre National de la Recherche Scientifique, Université Paul Sabatier, Toulouse, France

Many animals alter their diet in response to an infection with a parasite or pathogen. In solitary insects, such as caterpillars, infected individuals often increase their intake of proteins to combat the infection. Whether dietary self-medication also exists in social insects, where foragers collect foods for the rest of the colony is virtually unexplored. Here we investigated how bumblebees challenged with the gut parasite *Nosema ceranae* regulate their protein (P) and carbohydrate (C) intake by making them to choose between two diets with different P:C ratio (choice condition) or restraining to just one diet (non choice condition). Infected bumblebees showed higher protein intake and fed more in general but survived significantly less than non-infected bumblebees. While a higher protein consumption may help boost the host immune system, it might also favour parasite development. We will discuss how these nutritional responses observed at the individual level may scale up at the level of colonies in the context on bee population declines.

Diminution des performances de butinage des abeilles exposées à un stress immunitaire

Célia BORDIER¹, Simon KLEIN^{2,3}, Yves LE CONTE¹, Andrew BARRON², Cédric ALAUX¹

¹ Abeilles et Environnement, INRA, 84914, Avignon, France

²Research Center on Animal Cognition, Center for Integrative Biology, National Center for Scientific Research (CNRS), University Paul Sabatier (UPS), Toulouse, France

³Department of Biological Sciences, Macquarie University, Sydney, NSW, Australia

Le vol chez les insectes est connu pour être un des processus physiologiques les plus coûteux en énergie du règne animal, et donc susceptible d'être affecté par une réduction des réserves énergétique. Nous avons donc émis l'hypothèse selon laquelle les performances de butinage chez l'abeille domestique peuvent être affectées par l'exposition au stress, connu pour induire une augmentation de la demande énergétique. Ces modifications pourraient se refléter soit par une diminution des performances de vol soit par un changement dans les préférences de butinage (ex. nectar riche en glucides vs pollen riche en protéines). Afin de tester ces hypothèses nous avons exposé les abeilles à un stress immunitaire (coûteux d'un point de vue énergétique) et analysé l'activité de butinage tout au long de leur vie, via un dispositif RFID (Radio Frequency Identification), couplé à une webcam pour déterminer la ressource collectée. Les niveaux d'amines biogènes (octopamine, dopamine et sérotonine), impliquées dans la régulation de la division du travail et des performances comportementales chez l'abeille domestique, ont également été quantifiés. Nous avons observé un changement dans les préférences de butinage des abeilles suite à une stimulation immunitaire, avec une diminution de l'implication des abeilles stressées dans la collecte de pollen. En effet, les abeilles stressées ont réalisé 2,5 fois moins de collecte de pollen que les abeilles contrôles sur un nombre de vols similaire, probablement au profit de nectar ou d'eau. Par ailleurs, les individus stressés ont effectué des vols de butinage de pollen 20 % plus long dans la durée que les abeilles contrôles. Le stress a également induit chez les butineuses de pollen une diminution des niveaux d'octopamine, impliquée dans les préférences de butinages et dans la régulation de l'activité de vol. Les niveaux des autres amines biogènes n'ont pas été affectés par le stress. Ces résultats indiquent donc que les abeilles stressées privilégieraient le butinage de nectar, ressource riche et moins coûteuse à butiner, probablement pour compenser le déséquilibre énergétique induit par le stress, et que cet effet serait médié par l'octopamine. A terme, ces modifications des performances de butinage suite à un stress subléthal pourraient avoir pour conséquence d'induire un déséquilibre de la balance nutritionnelle de la colonie.

Influence du facteur démographique sur la gestion des risques sanitaires chez la fourmi *Myrmica rubra*.

Claire DETRAIN & Jean-Baptiste LECLERC

Service d'Ecologie Sociale, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

L'eusocialité chez les insectes a conduit à l'émergence de nouvelles stratégies adaptatives mais aussi à l'apparition de nouvelles contraintes, tel que le risque accru de transmission d'agents pathogènes. Outre l'immunité innée individuelle, les insectes eusociaux ont donc développé un éventail de comportements individuels et sociaux qui limitent l'entrée et la propagation d'agents pathogènes au sein de la colonie. Afin de pouvoir mettre en place des comportements hygiéniques, les individus composant la colonie doivent être en mesure de détecter la présence d'agents pathogènes dans leur environnement, et d'y réagir de façon optimale. Nous nous sommes intéressés ici à la modulation des mécanismes « d'immunité sociale » de colonies de *Myrmica rubra* lorsqu'elles sont soumises à une infection par le champignon *Metarhizium brunneum*. Plus particulièrement, nous avons testé l'influence du facteur démographique sur la dynamique de rejet d'une source pathogène en plaçant des grains de riz infectés au centre de colonies de tailles différentes (50, 150 et 300 fourmis). Les résultats montrent que l'introduction du champignon dans le nid a un effet significatif sur la mortalité des fourmis mais que cet effet délétère s'atténue dans les colonies de grande taille. En outre, le facteur démographique a une influence significative sur les temps de rejet du pathogène. A densité égale, les grandes colonies sont aussi les plus efficaces à rejeter les déchets. De façon inattendue, plusieurs petites colonies de 50 individus ont développé une stratégie sanitaire originale en évacuant provisoirement leur nid avant de l'assainir des grains infectés. Ceci démontre que la démographie d'une colonie est une composante importante dans « l'immunité organisationnelle » d'une colonie face à des agents pathogènes.

Référence: Leclerc J.B. & Detrain C.: Impact of population size on survival and sanitary strategies in fungus-infected ant colonies. Submitted to *Behav. Ecol. Sociobiol.*

La fourmilière : un swarm de bio-senseurs

Bertrand COLLIGNON^{1,2}, Claire DETRAIN² and Francesco MONDADA¹

¹Laboratoire de Systèmes Robotiques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse

²Service d'Ecologie Sociale, Université libre de Bruxelles, Belgique

Chez les fourmis, une fraction de la population patrouille l'environnement à la recherche de sources de nourriture à exploiter. D'un point de vue fonctionnel, cela peut être considéré comme un groupe d'agents distribués qui se répandent dans l'environnement pour analyser simultanément une grande surface. De plus, les fourmis sont en mesure d'évaluer les ressources découvertes et de sélectionner collectivement la meilleure d'entre elles. Ces qualités font des fourmis un capteur mobile distribué plus efficace que n'importe quel système artificiel actuel. Notre but est de démontrer qu'il est possible de tirer avantage de ces capacités des organismes vivants en les intégrant au sein de systèmes artificiels plutôt qu'en tentant de les copier. Pour cela, nous avons conçu un système mixte composé d'une colonie de fourmi *Lasius niger* couplée à des capteurs artificiels dont le but est de détecter la présence de ressources environnementales dans les environs du nid. Pour profiter de cet essaim de bio-senseurs, le défi principal est de détecter le signal spécifiquement exprimé par la colonie une fois qu'une ressource a été découverte. Nous avons développé dans ce but des capteurs miniatures embarqués basés sur des contrôleurs Raspberry Pi couplés à des modules caméra HD pour suivre l'activité des fourmis aux sorties du nid. Grâce à ces senseurs, nous avons monitoré le comportement des fourmis en continu en absence et en présence de nourriture dans l'aire de fourragement. Nous avons évalué différents algorithmes de complexité décroissante (allant d'une identification des fourmis et de leur position jusqu'à la simple mesure de mouvements de pixels près de l'entrée du nid) pour quantifier les flux de fourmis et détecter un pic d'activité associé au recrutement d'ouvrières vers des ressources nouvellement découvertes. Les mesures obtenues par ces différentes méthodes sont comparées avec un monitoring manuel des flux de fourmis. Nos résultats montrent que des mesures élémentaires peuvent être utilisées pour estimer l'activité des fourmis, démontrant la possibilité de développer des senseurs simplifiés qui peuvent être facilement déployés dans différentes situations et adaptés à d'autres systèmes. De plus, en échantillonnant sur des périodes appropriées, nous pouvons discriminer les signaux du recrutement parmi les fluctuations naturelles du flux de fourrageuses et ainsi détecter indirectement la présence de ressources potentielles dans l'environnement. Ce travail ouvre la voie au développement de systèmes artificiels monitorant les comportements des animaux afin d'obtenir des informations qui ne peuvent pas être efficacement recueillies par des agents artificiels. De plus, de tels de bio-loggers miniatures identifiant des comportements ciblés pourraient permettre l'acquisition de grands ensembles de données sans intervention humaine pendant de longues périodes et leur portabilité les rend adaptés aux études de terrain.

Posters

Are ant males able to detect gynes at a distance?

Mélanie BEY, Paul DEVIENNE, Renée FENERON, Fabrice SAVARIT

Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, Université Paris 13, France

Sexual reproduction implies that males and females meet and mate. Attraction and searching of potential sexual partners often involve communication systems, and chemicals play a key role especially in insects, as well-documented in butterflies and honeybees. Despite a huge variation in reproductive strategies in ants, the mechanisms used by sexuals to meet are only few studied experimentally. In the *Ectatomma tuberculatum* ant, the reproductive members of both sexes are winged and likely to fly and disperse far from their native nests. However, our previous genetic analyses have shown a high viscosity between patchy nests due to queen genetic proximity and allelic variations due to males' genotypes. Then, males seem to be the dispersing sex at least in the Mexican population studied. Therefore, males have to locate potential sexual partners and females could insure reproduction by attracting males at a distance. We tested this hypothesis in the lab. First, we analysed the cuticular hydrocarbon profiles of three types of individuals, alate gynes (young females, potentially ready to mate), dealate gynes (also unmated females but older than alate gynes) and workers (non-reproductive females). We found a clear-cut chemical difference between these three types of females, showing that cuticular hydrocarbons could bear information on the status of a potential partner. Second, we studied the males' responses to female odors (either living alate gynes or cuticular extracts of alate gynes) using a Y-maze choice test. The results of these tests are presented here.

De l'introduction d'espèce à l'invasion biologique: contribution de deux changements globaux en interaction au sein d'un complexe d'espèces du genre *Tetramorium* (Hymenoptera : Formicidae)

Marion CORDONNIER¹, Arnaud BELLEC², Gilles ESCARGUEL¹, Bernard KAUFMANN¹

¹ Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés (LEHNA), Université Claude Bernard Lyon 1, France

² Environnements, Villes, Sociétés (EVS), Université Jean Moulin Lyon 3, France

L'urbanisation est un changement global rapide et intense qui affecte profondément la biodiversité, par exemple en favorisant l'importation d'espèces non indigènes et en générant des habitats favorables à leur établissement. Dans le même temps, les changements climatiques à l'échelle mondiale se traduisent par des réponses biologiques de nombreuses espèces qui déplacent leurs aires de distributions. L'effet d'îlot de chaleur urbain des villes peut générer des réponses biologiques semblables au réchauffement climatique en milieu naturel. Ici, nous testons cette prédiction pour la fourmi des trottoirs *Tetramorium* sp. E le long de gradients climatique (latitudinal) et d'urbanisation dans la vallée du Rhône (France). *T. sp. E* a un statut invasif en Amérique du Nord et semble avoir été introduite dans la zone urbaine de Lyon (France). S'appuyant sur une compréhension actualisée de l'état de cette espèce à l'échelle mondiale, nous utilisons ici une approche comparative multidisciplinaire impliquant des outils génétiques (17 marqueurs microsatellites, séquences de COI), cartographiques (variables d'utilisation du sol à plusieurs échelles spatiales) pour traiter le cas de la vallée du Rhône en termes de répartition géographique, de structure et diversité génétique de *T. sp. E*. Nous avons échantillonné 90 colonies du genre *Tetramorium* dans 19 villes et leurs zones rurales (total de 1700 colonies), dont une ouvrière par colonie a été génotypée. Nous montrons que dans la vallée du Rhône, la présence de l'espèce dépend d'une interaction entre température et urbanisation : elle est présente à la fois en zones urbaines et rurales au sud, présente surtout en zone urbaine au milieu de la distribution, et entièrement absente au nord. L'espèce se divise en deux groupes génétiques bien distincts, l'un au sud, l'autre au nord de Vienne. Nous discutons du statut de *T. sp. E* dans la zone d'étude puis nous montrons comment l'interaction entre le changement climatique et l'urbanisation peut favoriser une invasion biologique.

Importance des indices sociaux dans la détection d'un nid étranger chez le bourdon terrestre *Bombus terrestris*

Lucille DUMONTIER¹, Chloé LESERVOISIER¹, Nicolas CHÂLINE², Stéphane CHAMERON¹

¹ Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, Université Paris 13, France

² Laboratório de Etologia, Ecologia e Evolução de Insetos Sociais, Departamento de Psicologia Experimental, Instituto de Psicologia, Université de São Paulo, Brésil

La dérive ouvrière est un phénomène observé chez de nombreux hyménoptères sociaux volants. Par ce comportement, les individus quittent leur colonie d'origine pour s'installer dans une colonie étrangère. Chez *Bombus terrestris*, la dérive ouvrière a été décrite tant en situation naturelle qu'expérimentale. Si sa fonction est encore mal comprise pour les ouvrières dériveuses non fertiles, elle offre aux ouvrières fertiles une stratégie de reproduction alternative à la reproduction au sein de leur colonie. Cette espèce présente en effet en fin de cycle colonial un conflit ouvert pour la production des mâles pendant la phase de compétition. Ce conflit oppose les ouvrières entre elles et avec la reine, et est régulé par une hiérarchie de dominance qui limite l'accès à la reproduction aux ouvrières de hauts rangs. Si l'occurrence de la dérive et ses conséquences ont été bien décrites chez *B. terrestris*, les mécanismes permettant aux dériveuses de détecter un nid étranger sont encore inconnus. De fait, les indices utilisés en nature dans le comportement de retour au nid d'origine sont eux-mêmes mal connus chez le bourdon terrestre. Des travaux antérieurs nous ont permis de montrer une utilisation hiérarchique des indices visuels puis des indices chimiques lors du retour au nid. Nous avons ici étudié l'influence des indices sociaux dans la détection du nid. Les bourdons peuvent en effet utiliser la présence de congénères pour orienter leurs choix dans un autre contexte comportemental (l'approvisionnement alimentaire). Comme nous l'avions prédit, les ouvrières utilisent les indices sociaux lors du retour au nid. Selon nos conditions et l'expérience des ouvrières, la présence de congénères oriente le choix des individus testés lors d'une confrontation entre deux nids potentiels identiques. Cette capacité suggère qu'elles pourraient utiliser les informations sociales pour détecter les nids étrangers qu'elles intègrent lors de la dérive.

Asexual Queen Succession and its life history implications in the termite *Silvestritermes minutus*

Romain FOUGEYROLLAS¹, Jan KŘIVÁNEK^{2,3}, Sophie FRECHAULT¹, Klára DOLEJŠOVA^{2,3}, David SILLAM-DUSSES^{1,4,5}, Yves ROISIN⁶, Robert HANUS², Virginie ROY¹

¹IIES-Paris, Université Paris-Est Créteil, France

²Chemistry of Social Insects, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry, Prague, Czech Republic

³Faculty of Science, Charles University in Prague, Prague, Czech Republic

⁴IRD-Sorbonne Universités, Bondy, France

⁵LEEC, Université Paris 13—Sorbonne Paris Cité, Villetaneuse, France

⁶Evolutionary Biology and Ecology, Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium

Mixed modes of reproduction, combining sexual processes with thelytokous parthenogenesis, occur in all major clades of social insects. Alternation of sexual reproduction with thelytokous parthenogenesis, known as Asexual Queen Succession (AQS), has recently been described in several species of termites. Using this unique strategy, termite queens maintain the desirable genetic diversity in sterile offspring and dispersing reproductives produced from fertilized eggs, while maximizing their genetic input into non-dispersing queens arising through parthenogenesis. Currently known cases suggest multiple independent origins of AQS in three species of lower and two species of higher termites. Here, we identify the neotropical higher termite *Silvestritermes minutus* as a new case of AQS and report on its breeding system, life cycle, genetic structure of colonies and populations and sex allocation. The colonies are established by a pair of outbred primary reproductives. After one year, the founding queen is replaced by a harem of neotenic queens, arising mostly through automictic thelytoky with central fusion. Sterile castes, male dispersers and 93% of the female dispersers are produced sexually. Colony reproduction is usually restricted to a single dispersal of alates with unbiased sex ratio, taking place after three years after the colony establishment. Absence of isolation by distance and low genetic structuration at the population level suggest long dispersal flights. We conclude that *S. minutus* benefits from AQS to maximize the colony growth rate within a very short life cycle rather than to extend the colony lifespan, as proposed in other species. This highlights the versatile adaptive role of AQS in different cases of its polyphyletic origin.

Impact d'un polluant sur le phénotype des ouvrières produites par des colonies de fourmis de populations urbaine et forestière

Anouck FOUR-CHABOUSSANT ¹, Romain PÉRONNET ¹, Claire TIRARD ¹, Claudie DOUMS ², Mathieu MOLET ¹

¹ IEES-Paris, UPMC, Paris, France

² ISYEB, EPHE, MNHN, Paris, France

Dans un contexte d'anthropisation grandissante des milieux, de nombreux polluants sont rejetés dans l'environnement par l'Homme. Leurs conséquences sur la biodiversité restent souvent méconnues. Ils pourraient modifier des interactions tant intraspécifiques qu'interspécifiques et modifier le fonctionnement des sociétés. Celles-ci sont particulièrement poussées chez les espèces sociales. Ainsi, nous nous sommes demandé si l'augmentation de l'effectif d'une société pouvait absorber tout ou partie de l'effet des polluants, et si une adaptation des sociétés à la vie en milieu pollué pouvait être mise en évidence. Pour répondre à ces questions, nous avons collecté des colonies de la fourmi *Temnothorax nylanderi*, dans deux sites d'Ile de France, l'un urbain (pollué) et l'autre forestier (non pollué). Nous avons élevé ces colonies en conditions contrôlées au laboratoire afin d'obtenir une cohorte de jeunes larves. Ces jeunes larves ont reçue deux traitements de nourriture : pure (contrôle) ou additionnée d'un polluant caractéristique des activités humaines, le métal lourd Cadmium (Cd). Nous avons ensuite mesuré la taille des individus émergés, leur immunité, et la mortalité des ouvrières adultes et des larves en développement. Nous nous attendons à ce que 1/ le Cadmium soit associé à une plus forte mortalité, une taille plus petite et variable des individus, et une immunité plus basse, 2/ ces effets soit moindres dans la population urbaine potentiellement adaptée à la pollution et 3/ ces effets diminuent lorsque le nombre d'ouvrière des colonies augmente, témoignant ainsi d'un rôle de la société dans la protection face aux polluants.

Immune-challenged females reduce their investment into egg care but not egg production in the subsocial European earwig *Forficula auricularia*

Audrey FOURNIER, Joël MEUNIER

Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Université de Tours, France.

Parental care is typically associated with benefits to offspring in terms of development and survival. However, providing care is known to be costly for parents. Hence, parents should adjust their investment into offspring production and survival to their own condition. Here, we investigated the effects of an immune challenge on egg production and egg care in the European earwig *Forficula auricularia*. In this subsocial insect, mothers provide extensive forms of care to their eggs and newborn juveniles. We first tested whether immune-challenged females reduce their investment into egg production. To this end, earwig females were either (1) injected with a bacterial endotoxin (lipopolysaccharide, LPS) to trigger an immune response, (2) injected with a buffer solution or (3) non-injected at all. Our results revealed that the number, mean weight, mean volume and shape of the produced eggs were all independent of the three treatments. We then investigated whether the type of injection determines the level of maternal investment into three forms of egg care: egg abandonment, egg defense and egg grooming. Because the eggs themselves may partly determine the level of care they receive, we conducted a 2x2 full factorial experimental design in which mothers previously injected with LPS or with a buffer solution received eggs produced by unrelated females injected either with LPS or with a buffer solution. The results of this second experiment showed that females injected with LPS always reduced their investment into egg care and that this effect was independent of egg treatment. Overall, our results reveal that immune challenges reduce maternal investment into egg care, but not into egg production. These findings overall emphasize that the immune state of a mother can be of major importance during family life.

Alarm pheromone regulates honeybee aggression through dopamine and serotonin brain levels

Morgane NOUVIAN^{1,2}, Souvik MANDAL¹, Charlène JAMME¹, Charles CLAUDIANOS³, Patrizia D'ETTORRE⁴, Judith REINHARD², Andrew BARRON⁵, Martin GIURFA¹.

¹Centre de Recherche sur la Cognition Animale, Université Paul Sabatier, Toulouse, France

²Queensland Brain Institute, University of Queensland, Brisbane, Australia

³School of Psychological Sciences, Monash University, Melbourne, Australia

⁴Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et comparée, Université Paris 13, France

⁵Department of Biological Sciences, Macquarie University, Sydney, Australia

Biogenic amines are important neuromodulators behaviour in both vertebrate and invertebrate species. Among invertebrates, the honeybee *Apis mellifera* provides unique opportunities to study the modulation of behaviour by aminergic pathways given the possibility to couple sophisticated behavioural assays with a series of procedures to retrace this behaviour to the neural level. One of the relevant behaviours of bees that remains unexplored in terms of its underlying mechanisms is aggression, which is crucial for the collective defense of the hive. Aggression and stinging behaviour in bees, which may be extremely costly as bees die after stinging a potential enemy, are set under the control of a social signal, an alarm pheromone whose main component is isoamylacetate (IAA). Here, we study the neural bases of aggression in bees by measuring the effect of IAA exposure and its impact on biogenic-amine levels in the bee brain, as related to aggressive behaviour. Using different approaches (behavioural assays, HPLC analyses, pharmacology), we show that aggressive bees, and bees exposed to the sting alarm pheromone, have higher serotonin and dopamine levels in specific brain regions. To confirm the role of these amines in honeybee aggression, we manipulated pharmacologically the biogenic-amine levels of some bees and measured their aggressive responses in the presence/absence of IAA. IAA, as expected, triggered more aggression in bees. For both dopamine and serotonin, agonistic treatments induced higher aggression, while antagonists decreased the stinging frequency. Our results evidence the key role of serotonin and dopamine in regulating honeybee aggression. We suggest that the alarm pheromone of bees regulates the levels of these two amines in the bee brain, which in turn set the threshold of responsiveness to potential noxious stimuli.

Liste des participants

- Berrod Line, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC), Villetaneuse.
line.berrod@gmail.com
- Bertelsmeier Cleo, Université de Lausanne (UNIL), Lausanne. cleo.bertelsmeier@unil.ch
- Bordier Célia, Abeilles & Environnement (AE), Avignon. celia.bordier@gmail.com
- Boulay Raphaël, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Tours.
cruentatus@gmail.com
- Boursier Tiphaine, Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (ISYEB), Paris.
tiphaine.Boursier@hotmail.fr
- Brossette Lou, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Tours.
brossette.irbi@gmail.com
- Buisson Patrick, Palais de la découverte, Paris. patrick.buisson@universcience.fr
- Cerdá Xim, Estacion Biologica de Donana (EBD), Seville. xim@ebd.csic.es
- Chauzat Marie-Pierre, ANSES, Maison Alfort. marie-pierre.chauzat@anses.fr
- Chiara Violette, Centre de Recherche sur la Cognition Animale (CRCA), Toulouse.
violette.chiara@univ-tlse3.fr
- Cholé Hanna, Laboratoire Evolution Genome Comportement Ecologie (EGCE), Bures-sur-Yvette. hanna.chole@gmail.com
- Collignon Bertrand, Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne (EPFL), Lausanne.
bertrand.collignon@epfl.ch
- Collin Sabine, Palais de la découverte, Paris. sabine.collin@universcience.fr
- Detrain Claire, Université Libre de Bruxelles (ULB), Bruxelles. cdetrain@ulb.ac.be
- dettorre patrizia, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC), Villetaneuse.
patrizia.dettorre@leec.univ-paris13.fr
- Dezeure Jules, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris.
dezeurejules@gmail.com
- Doums Claudie, Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (ISYEB), Paris.
claudie.doums@ephe.sorbonne.fr
- Dous Romain, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris.
dous.romain@gmail.com
- Dumontier Lucille, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC), Villetaneuse. lucille78200@hotmail.fr
- Dussutour Audrey, Centre de Recherche sur la Cognition Animale (CRCA), Toulouse.
dussutou@gmail.com
- Fichaux Mélanie, Laboratoire d'Ecologie des Forêts de Guyane (EcoFoG), Kourou.
Melanie.Fichaux@ecofog.gf
- Fougeyrollas Romain, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris.
romain.fougeyrollas@u-pec.fr
- Fourcassié Vincent, Centre de Recherche sur la Cognition Animale (CRCA), Toulouse.
vincent.fourcassie@univ-tlse3.fr
- Four-Chaboussant Anouck, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris. anouck.four.chaboussant@gmail.com
- Fournier Audrey, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Tours.
audreyfournier2404@gmail.com

Frechault Sophie, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris.
sophiefrechault@sfr.fr

Gómez-Moracho Tamara, Centre de Recherche sur la Cognition Animale (CRCA),
Toulouse. tamara.gomez@univ-tlse3.fr

Honorio Romain, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC),
Villetaneuse. romainhonorio@yahoo.fr

Jeanson Raphaël, Centre de Recherche sur la Cognition Animale (CRCA), Toulouse.
raphael.jeanson@univ-tlse3.fr

Kaufmann Bernard, Laboratoire des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés (LEHNA),
Lyon. bernard.kaufmann@univ-lyon1.fr

Khalife Adam, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris.
adam.khalife@free.fr

Khimoun Aurélie, Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité (ISYEB), Paris.
aurelie.khimoun@gmail.com

Lechêne Albert, Centre de Recherche sur la Cognition Animale (CRCA), Toulouse.
lechene.albert@orange.fr

Lehue Marine, Université Libre de Bruxelles (ULB), Bruxelles. marine.lehue@ulb.ac.be

Lenancker Pauline, James Cook University/CSIRO, Townsville.
pauline.lenancker@my.jcu.edu.au

Lenoir Alain, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Tours.
alain.lenoir@univ-tours.fr

Libbrecht Romain, Institute of Organismic and Molecular Evolution, Mainz.
romain.libbrecht@gmail.com

Lihoreau Mathieu, Centre de Recherche sur la Cognition Animale (CRCA), Toulouse.
mathieu.lihoreau@univ-tlse3.fr

Lorenzi Cristina, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC), Villetaneuse.
cristina.lorenzi@leec.univ-paris13.fr

Lucas Christophe, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Tours.
christophe.lucas@univ-tours.fr

Martinez Vanessa, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC),
Villetaneuse. vanessamartinezmv@gmail.com

McKey Doyle, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), Montpellier.
doyle.mckey@cefe.cnrs.fr

Meunier Joël, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Tours.
joel.meunier@univ-tours.fr

Meunier Patricia, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC),
Villetaneuse. meunierpatricia@neuf.fr

Molet Mathieu, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris.
mathieu.molet@gmail.com

Mondet Fanny, Abeilles & Environnement (AE), Avignon. fanny.mondet@inra.fr

Monnin Thibaud, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris.
thibaud.monnin@upmc.fr

Nouvian Morgane, Centre de Recherche sur la Cognition Animale (CRCA), Toulouse.
morgane.nouvian@uq.net.au

Ollier Sébastien, Laboratoire d'Ecologie, Systématique et Evolution (ESE), Orsay.
sebastien.ollier@u-psud.fr

Peeters Christian, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris.
christian.peeters@upmc.fr

Péronnet Romain, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris.
romain.peronnet@upmc.fr

Piqueret Baptiste, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC),
Villetaneuse. baptiste.piqueret@live.com

Poteaux Chantal, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC), Villetaneuse.
poteaux@leec.univ-paris13.fr

Rami Léa, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Tours.
lea.rami.ael@gmail.com

Roy Virginie, Institut d'Ecologie et des Sciences de l'Environnement (IESS), Paris. roy@u-
pec.fr

Sánchez-Oms Cristela, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Tours.
cristela.s.oms@gmail.com

Savarit Fabrice, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC), Villetaneuse.
fabrice.savarit@leec.univ-paris13.fr

Sillam-Dussès David, Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC),
Villetaneuse. david.sillam-dusses@univ-paris13.fr

Touchard Axel, Laboratoire d'Ecologie des Forêts de Guyane (EcoFoG), Kourou.
t.axel@hotmail.fr

Vanmeyel Sophie, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI), Tours.
sophie.vm@hotmail.fr

Wisniak Pauline, Palais de la découverte, Paris. pauline.wisniak@universcience.fr

Wurm Yannick, Queen Mary University, London. y.wurm@qmul.ac.uk

