

UNION INTERNATIONALE POUR L'ÉTUDE DES INSECTES SOCIAUX

TOULOUSE ENVAHIE PAR LES INSECTES SOCIAUX

COLLOQUE ANNUEL DE LA SECTION
FRANÇAISE DE L'UIEIS
Toulouse, 3-5 septembre 2007

Illustration & design by Nacho Mailer - nacho.mailer@gmail.com



Université
Paul Sabatier
TOULOUSE III



CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



RÉGION
MIDI-PYRÉNÉES

Noldus
Information Technology

Sommaire

Avant-propos	v
Organisation	vii
Programme scientifique	ix
Sessions	1
Stratégies reproductives	1
<i>Luc Passera</i>	<i>1</i>
<i>Michel Chapuisat</i>	<i>10</i>
Communications à thème libre	13
Comportements collectifs	20
<i>Claire Detrain</i>	<i>20</i>
Aspects génétiques et communication chimique	29
<i>Patrizia D'Ettorre</i>	<i>29</i>
Cerveau, cognition, comportement	37
<i>Michael Hrnčir</i>	<i>37</i>
Posters	46
Index des auteurs	83
Index thématique	85
Participants	89

Avant-propos et Remerciements

L'organisation du colloque 2007 de la section française de l'Union Internationale pour l'Etude des Insectes Sociaux est une tâche que nous avons accomplie avec un double plaisir. Plaisir qui vient d'un côté de la possibilité de réunir à Toulouse des collègues venus de différents coins de la France et d'Europe afin de débattre et surtout de s'instruire à partir d'un échange franc et direct sur nos thématiques de recherche qui ont pour modèle commun les insectes sociaux. Mais plaisir qui vient aussi de la satisfaction de pouvoir rendre hommage à Luc Passera dans le cadre de ce colloque, réalisé dans son université qui lui devait certainement reconnaissance pour ses contributions fondamentales sur la biologie des fourmis et la notoriété qui en a découlée pour l'établissement dans lequel il a travaillé pendant de nombreuses années.

Ceux qui connaissent Luc d'une façon ou d'une autre savent jusqu'à quel point, malgré sa trajectoire internationale, il est resté un « homme du Sud de la France ». Il était donc impensable que Toulouse, SA ville, ne lui rendît pas l'hommage qu'il mérite et que celui-ci reste confiné au colloque de 2002 à Versailles où il reçut de nombreux témoignages d'affection de la part de la collectivité internationale lors de son départ à la retraite. Il nous paraissait important de lui rendre hommage à Toulouse, la ville où s'est déroulé l'ensemble de sa carrière. Luc n'aime pas les grandes paroles. Au contraire, il les fuit. Qu'il ait accepté de faire la conférence inaugurale de ce colloque a été, pour tous ceux qui étaient impliqués dans l'organisation de celui-ci, une énorme motivation permettant de surmonter les obstacles et contretemps propres à toute organisation d'un événement de ce type. Dans ce contexte, et afin d'éviter tout ce que Luc Passera déteste, nous nous limiterons à lui dire du fond du cœur « Merci, Luc ». Il saura comprendre.

L'organisation de ce colloque a été rendue possible grâce à la contribution de nombreuses personnes et institutions. Les membres du comité scientifique, tous spécialistes reconnus dans divers domaines de la biologie des insectes sociaux doivent ici être remerciés pour leur soutien et leurs retours avisés sur les aspects scientifiques du colloque. Les membres du comité local quant à eux ont énormément travaillé sur tous les plans possibles, en assurant la diffusion de l'information sur le colloque et sa gestion financière, rentrant ainsi dans des domaines pour lesquels aucun d'entre eux n'était formé. La compétence et l'efficacité dont ils ont fait preuve méritent d'être saluées et reconnues.

Un grand merci doit également être adressé aux institutions et entreprises qui ont contribué financièrement à l'organisation de ce colloque. Le CNRS, l'Université Paul-Sabatier, la Région Midi-Pyrénées et la société Noldus ont fourni un appui crucial, permettant d'assurer les divers aspects d'un colloque qui dépasse les frontières de la France comme le prouve la participation de nombreux collègues venant de pays étrangers. Nous espérons qu'un peu de la chaleur toulousaine rayonnera sur ce colloque 2007 et que chacun des participants trouvera dans cette réunion le forum lui permettant d'avancer dans la connaissance et la compréhension des problématiques qu'il aborde à partir de l'étude des insectes sociaux.

Martin Giurfa
Toulouse, septembre 2007

Comité Scientifique

Serge Aron	Service d'Eco-Ethologie Evolutive, Bruxelles
Annne-Geneviève Bagnères	Institut de Recherche sur la Biologie de l'insecte, Tours
Martin Giurfa	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, Toulouse
Pierre Jaisson	Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, Villetaneuse
Alain Lenoir	Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Tours
Yves Le Conte	Laboratoire Biologie et Protection de l'abeille, Avignon

Comité d'organisation

Abel Bernadou¹, Vincent Fourcassié¹, Martin Giurfa¹, Raphaël Jeanson¹, Christian Jost¹,
Gérard Latil¹, Jérôme Orivel²

¹Centre de Recherches sur la Cognition Animale, Bât 4R3, CNRS UMR 5169, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9, France

²Laboratoire Evolution et Diversité Biologique, Bât 4R3, CNRS UMR 5174, Université Paul Sabatier, 31062 Toulouse cedex 9

Site web du colloque :

<http://cognition.ups-tlse.fr/vas-y.php?id=uieis>

Programme scientifique

Dimanche, 2 septembre 2007

17h-20h : *Accueil des congressistes et pot de bienvenue*

Lundi, 3 septembre 2007

8h00-8h45 : *Accueil des congressistes*

8h45-9h00 : Allocutions d'ouverture du colloque par Mrs Alain Millon, Vice-président du Conseil Scientifique de l'Université Paul Sabatier, et Martin Giurfa, Directeur du Centre de Recherches sur la Cognition Animale.

Session 1 : Stratégies reproductives

Modérateur : Pierre Jaisson

9h00-10h00 : **Conférence plénière de Luc Passera** : *50 ans d'études sur les stratégies reproductrices de quelques fourmis méridionales*

10h00-10h15 : **Serge Aron**, Nathalie Steinhauer & Denis Fournier. *Reproductive conflicts at foundation in the ant Lasius niger*

10h15-10h30 : **Louise van Oudenhove**, Sandrine Charles, Xim Cerdá. *A dynamic model for invasive ants : mode of foundation and environmental heterogeneity effects*

10h30-11h00 : *Pause café*

11h00-11h15 : **Blandine Chéron**, Claudie Doums, Thibaud Monnin. *The mechanism of queen selection during colony reproduction by fission in ants*

11h15-11h30 : **Mathieu Lihoreau**, Colette Rivault. *The intimate life of cockroaches*

11h30-11h45 : **Julien Foucaud**, Denis Fournier, Jérôme Orivel, Jacques H.C. Delabie, Anne Loiseau, Julien Le Breton, Gaël J. Kergoat, Arnaud Estoup. *Systèmes de reproduction et organisation sociale de populations invasives et non-invasives de l'aire d'origine de la fourmi électrique*

11h45-12h00 : **Laurianne Leniaud**, Apolline Pichon, Franck Dedeine, Anne-Geneviève Bagnères. *Le termite Reticulitermes urbis en France : scénario probable d'une introduction*

12h00-12h15 : **Morgan Pearcy**, Diane Allard, Iris Timmermans, Serge Aron. *The evolution of polyandry in the ant Cataglyphis cursor*

12h15-12h30 : **Thibault Lengronne**, Nicolas Châline. *Proximal mechanisms of egg recognition in the bumble bee (Bombus terrestris)*

12h30-12h45 : **Mathieu Molet**, Christian Peeters. *Evolution of wingless reproductives in ants : developmental errors and queen-worker mosaics*

12h45-14h00 : *Repas*

Session 1 : Stratégies reproductives (suite)

14h00-15h00 : **Conférence plénière de Michel Chapuisat** : *Social evolution in ants : from internal conflicts to collective defences*

15h00-15h15 : **Iris Timmermans**, Abraham Hefetz, Denis Fournier, Serge Aron. *Population genetic structure, worker reproduction and thelytokous parthenogenesis in the desert ant Cataglyphis sabulosa*

15h15-15h30 : **Maurice Tindo**, Martin Kenne, Alain Dejean. *Avantage du comportement d'association chez les fondatrices de la guêpe sociale africaine Belonogaster juncea juncea (Hymenoptera ; Vespidae)*

En l'absence de M. Tindo ce créneau a été utilisé par **Freddie-Jeanne Richard**, *Effect of mating number and insemination volume on honey bee queens (Apis mellifera)*.

Session 2 : Thèmes libres

Modérateur : Serge Aron

15h30-15h45 : **Julien Grangier**, Alain Dejean, Pierre-Jean Malé, Jérôme Orivel. *La défense biotique des myrmécophytes est-elle toujours optimale ?*

15h45-16h00 : **Abel Bernadou**, Vincent Fourcassié. *Influence du micro-paysage dans les déplacements individuels chez les fourmis*

16h00-17h00 : *Pause café + POSTERS*

17h00-17h15 : **Delphine Renard**, Doyle McKey, Bertrand Schatz. *Ancient human landscape modifications affect contemporary ecosystem functioning : the ecology of an ant-plant seed dispersal mutualism in pre-Columbian raised-field complexes in seasonally flooded savannas of French Guiana*

17h15-17h30 : **Yves Le Conte**, Maria Navajas, Sandrine Cros-Arteil, Alain Migeon, Didier Crauser, Jean-Marc Bécard, Charlie Whitfield and Gene E. Robinson. *Expression génique des abeilles en réponse à l'infestation de Varroa destructor*

17h30-17h45 : Olivier Celle, **Philippe Blanchard**, Frank Schurr, Violaine Olivier, Nicolas Cougoule, Magali Ribière. *Détection du génome viral de la paralysie chronique de l'abeille chez la fourmi, voie potentielle de dissémination du CBPV*

17h45-18h00 : **Danival José de Souza**, Johan Van Vlaenderen, Alain Lenoir. *La réponse immunitaire affecte le comportement social des ouvrières de la fourmi Camponotus fellah*

18h00-18h15 : **Anne-Laure Devès**, Claudie Doums, Claudy Haussy, Claire Tirard. *Reproduction and immune defenses in workers of the ant Cataglyphis cursor*

Mardi, 4 septembre 2007

Session 3 : Comportements Collectifs

Modérateur : Alain Lenoir

8h30-9h30 : **Conférence plénière de Claire Detrain :** *Social context and collective foraging in ant societies*

9h30-9h45 : **Aurore Avarguès-Weber**, Thibaud Monnin. *Migration in the ant Aphaenogaster senilis : kinetics, performance and learning*

9h45-10h00 : **Xim Cerdá**, Elena Angulo, Raphaël Boulay, Alain Lenoir. *Running with a prey to the nest : what is better, alone or in a team ? A field study of worker recruitment in the ant Aphaenogaster senilis*

10h00-10h15 : **Jean-Paul Lachaud**, David Macquart, Guy Beugnon. *Participation collective à des tâches hautement spécifiques chez la fourmi Gigantiops destructor : persistance d'un trait archaïque ?*

10h15-10h30 : **Stéphane Canonge**, Gregory Sempo, Marie Lepolain, Dominique Fresneau, Jean Louis Deneubourg. *Décisions collectives chez la blatte P. americana : utilisation de la technique RFID*

10h30-11h00 : *Pause café*

11h00-11h15 : **Etienne Toffin**, David Di Paolo, Jonathan Kindekens, Claire Detrain, Jean-Louis Deneubourg. *Shape transition during nest construction in Lasius niger ant : effect of population and density on morphology*

11h15-11h30 : **Andrea Perna**, Christian Jost, Stéphane Douady, Sergi Valverde, Pascale Kuntz, Guy Theraulaz. *Topologie et propriétés fonctionnelles des réseaux de galeries des nids de Cubitermes sp.*

11h30-11h45 : **Bertrand Schatz**, Gabriel Debout, Marianne Elias, Doyle McKey. *La polydomie chez les fourmis*

11h45-12h45 : *POSTERS*

12h45-14h00 : *Repas*

Session 4 : Communication chimique

Modérateur : Anne-Geneviève Bagnères

14h00-15h00 : **Conférence plénière de Patrizia d'Ettorre :** *The recognition code of ants : how much have we understood of it ?*

15h00-15h15 : **Laurent Cournault**, Jean-Christophe de Biseau. *Queen retrieval pheromone in two dolichoderine ants*

15h15-15h30 : **Audrey Coppée**, Michael Terzo, Pierre Rasmont. *Caractérisation de la variabilité intraspécifique des sécrétions des glandes labiales céphaliques de Bombus terrestris (L.) (Hymenoptera, Apidae)*

- 15h30-15h45 :** **Gabriela Pérez-Lachaud**, Jean-Paul Lachaud. *Comportement de transport de parasitoïdes Eucharitidae par leur hôte : mimétisme chimique et effet de la taille de l'objet à transporter*
- 15h45-16h00 :** **Amélie Vantaux**, Olivier Roux, Jérôme Orivel. *Stratégies d'intégration et impact d'un parasite sur les populations d'une fourmi envahissante*
- 16h00-16h30 :** *Pause café*
- 16h30-16h45 :** **Sylvie Marques**, Stéphane Chameron. *Apprentissage d'un visa hétérocolonial hétérospécifique par des ouvrières adultes de Formica rufa et Formica polyctena (Hymenoptera, Formicidae)*
- 16h45-17h00 :** **Denis Fournier**, Serge Aron. *Population genetics and life history traits of the invasive ant Pheidole megacephala*
- 17h00-17h15 :** **Rachid Hamidi**, Yves Quinet, Jean-Christophe de Biseau. *Multicolonialité chez la fourmi hautement polygyne Crematogaster sp. prox. abstinens.*
- 17h30-19h30 :** *Assemblée générale*
- 20h30 :** *Banquet*

Mercredi, 5 septembre 2007

Modérateur : Martin Giurfa

Session 5 : Cerveau, cognition, comportement

- 9h00-10h00 :** **Conférence plénière de Michael Hrnčir**. *Gabby relatives - On the diversity of communication mechanisms in stingless bees*
- 10h00-10h15 :** **Edith Roussel**, Vanina Vergoz, Jean-Christophe Sandoz, Martin Giurfa. *Aversive learning in honeybees revealed by the olfactory conditioning of the sting extension reflex*
- 10h15-10h30 :** **Fernando Mordí Guerrieri**, Stefano Pellecchia, Patrizia D'Ettorre. *A modern classic : Pavlovian olfactory conditioning of the maxilla-labium opening response in Camponotus vagus ants*
- 10h30-11h00 :** *Pause café*
- 11h00-11h15 :** **Jérémy Saulnier**, Jean-Paul Lachaud. *Reconnaissance des intrus et rejets "orientés" chez une fourmi ponéromorphe, Ectatomma ruidum Roger*
- 11h15-11h30 :** **Elodie Urlacher**, Bernard Francés, Jean-Marc Devaud. *Modulation of learning by stress and endogenous opioids in the honeybee*
- 11h30-11h45 :** **Benoît Hourcade**, Emmanuel Perisse, Jean-Marc Devaud et Jean-Christophe Sandoz. *Mémoire à long terme et plasticité neurale : une approche structurale et fonctionnelle dans le lobe antennaire d'Apis mellifera*
- 11h45-12h00 :** **Emmanuel Perisse**, Valérie Raymond-Delpech, Isabelle Neant, Catherine Leclerc, Jean-Christophe Sandoz, Marc Moreau. *Rôle du calcium dans la formation de la mémoire olfactive à long terme chez l'abeille Apis mellifera*
- 12h00-12h15 :** **Marie-Claire Cammaerts**, David Cammaerts. *Seuil lumineux de perception des couleurs par les ouvrières de la fourmi Myrmica sabuleti*
- 12h15-12h30 :** **Antoine Wystrach**, Guy Beugnon. *Indices géométriques et navigation chez la fourmi Gigantiops destructor*
- 12h30-12h45 :** Clôture du colloque et remise des prix
- 12h45-14h00 :** *Buffet*

Stratégies reproductives

Conférence Plénière : 50 ans d'études sur les stratégies reproductrices de quelques fourmis méridionales

Luc Passera

Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169 - Université Paul Sabatier,
F-31062 Toulouse cedex 9, passera@cict.fr

Reproductive conflicts at foundation in the ant *Lasius niger*

Serge Aron, Nathalie Steinhauer, Denis Fournier

Behavioural and Evolutionary Ecology, Université libre de Bruxelles, Avenue F.D. Roosevelt 50,
B-1050 Brussels (saron@ulb.ac.be)

Social Hymenoptera have become general models for investigating the influence of kin selection and ecological factors in the evolution of cooperative behaviour. In many ant species, the founding of a new colony is a critical stage in the life cycle, because of harsh competition with other recently founded nests. Queens of several species may therefore join other females in colony founding. Such foundress associations usually produce a larger first worker brood than solitary queens, which result in increased competitive ability and higher colony survival. However, fights between queens break out after the eclosion of the first workers, leading to the death of all but a single queen. Cofounding queens therefore face a trade-off: on the one hand, they should restrain their investment during the founding stage if it helps to maintain fighting ability; on the other hand, they may benefit from increasing their contribution to brood production if having a larger worker force improves colony survival, but also if having more worker daughters increases chance to take over the colony.

We compared population dynamics and colony survival between single-queen (haplometrosis) and multiple-queen (pleometrosis) foundations of the ant *Lasius niger*. By combining behavioural and genetic (microsatellites) analyses, we also determined the maternity of workers and the influence of physical factors (mass loss, size) at the time of queen execution in pleometrotic foundations. Interestingly, by contrast with the other ant species studied to date, neither differential mass loss nor maternity apportionment influences the outcome of fights in this species.

A dynamic model for invasive ants: mode of foundation and environmental heterogeneity effects

Louise van Oudenhove^{1,2}, Sandrine Charles², Xim Cerdá¹

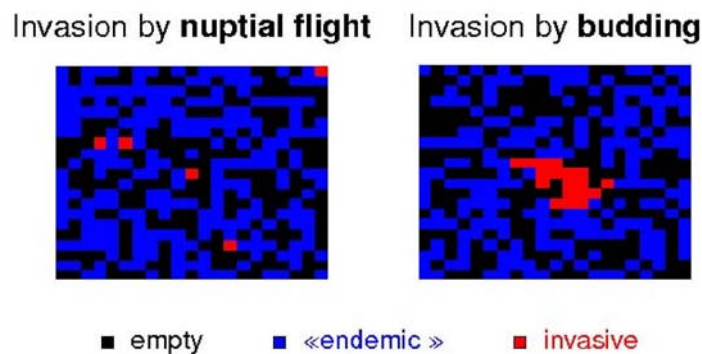
¹Estación Biológica de Doñana, CSIC, Apdo. 1056, 41080 E-Sevilla, Spain (xim@ebd.csic.es)

²Laboratoire de Biométrie et Biologie Évolutive, UMR CNRS 5558, Université Lyon 1, F-69622 Villeurbanne Cedex, France

Invasive ants form a small subset of ant species introduced in a new environment. They all present some common characteristics: workers of these species are small, they form expansive and polygynous (multiple-queens) supercolonies and reproduce by budding. We focused on the foundation mode to determine to what extent dependent foundation by budding is more advantageous than independent foundation by nuptial flight in an invasion context.

We built an explicit spatial model where space is represented by a grid (see the Figure). Each cell can be empty, occupied by the "endemic species" (defined as a local species that reproduces by nuptial flight) or invaded by the invasive species. We compared the dynamics of two communities: one with a nuptial flight dispersing invasive species, and another with a budding dispersing invasive species.

We assumed that invasive species are better competitors than "endemics": an "endemic" propagule (mated female) can only establish itself if the cell is empty. Invasive ants are only restricted by the environment. We modelize a binary environment: cells are favorable or unfavorable, and may change of state with time. An invasive propagule can only establish itself if the cell is favorable, and disappears if it becomes unfavorable. The environment does not influence the well-adapted "endemic" species. Using the analytic solutions of these dynamics systems, we showed that budding provides a better survival of the invasive species and a greater impact of invasives upon dynamics (with a low probability of coexistence). With spatio-temporal simulations, we concluded that budding dispersing invasives thrive better from favorable zones than flight dispersing one, but could be stopped by unfavorable zones.



The mechanism of queen selection during colony reproduction by fission in ants

Blandine Chéron, Claudie Doums, Thibaud Monnin

Laboratoire d'Ecologie CNRS UMR 7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 Quai St-Bernard, F-75005 Paris (blandine.cheron@snv.jussieu.fr)

In insect societies, the mode of colony foundation is a crucial life history trait since the colony is the reproductive unit. In ants, most species reproduce by independent colony foundation (ICF), where queens found their new colonies alone. The alternative mode is dependent colony foundation, i.e. fission, where a colony produces one or a few propagules containing a new queen and a group of workers. Despite representing the only mode of colony foundation in a large number of social insects, fission has received little attention with the exception of honeybees and army ants.

Unlike ant species reproducing by ICF, who produce many new queens at a time, ants reproducing by fission produce only a few queens because each queen has to be accompanied by a group of workers. Yet, queens are produced in excess, and this gives rise to a process of queen selection. How queens are chosen is not known. Selection could result from competition between queens, queen choice by workers, or a combination of both. Queen selection also occurs when the old queen is replaced by a new one.

We investigated queen selection using orphaned colonies of two monogynous Mediterranean ant species: *Aphaenogaster senilis* and *Cataglyphis cursor*. Orphaned colonies raise several new queens from the diploid brood produced before orphanage, and only one of them survives. We measured characteristics of young queens that may correlate with the probability that they will be chosen: weight, size, ovarian development and age. In the polyandrous *C. cursor* we also investigated if workers favoured queens which are more related, i.e. queens from the same patriline. The preliminary results suggest that the mechanisms of queen selection differ between our two study species. In *A. senilis* we observed aggressions between queens as well as from workers towards queens. In contrast, in *C. cursor* we only recorded aggressions of workers towards queens, but we observed a behaviour suggesting that queens may compete chemically to enlist the help of workers.

The intimate life of cockroaches

Mathieu Lihoreau, Colette Rivault

CNRS UMR 6552, Éthologie - Évolution - Écologie, Campus Beaulieu, Bât.25, Avenue Général Leclerc, F-35042 Rennes Cedex, France (mathieu.lihoreau@univ-rennes1.fr)

Mate choice theories predict that animals evolved strategies to bias their mating towards partners providing the best reproductive returns. Females are generally thought to be more selective than males because of their investment in offspring. However recent evidence suggests that male mate choice has been underestimated in a number of species and mutual mate choice may be more common than initially thought. To reveal and to disentangle roles played by each sex in a mating system, we assume that detailed analyses of precopulatory behavioural sequences are necessary.

Here, we report for the first time male and female selectivity in the cockroach *Blattella germanica* (L.). In this group-living species where adults do not disperse, kin recognition is a key factor for choosing genetically dissimilar mates. Binary choice tests showed that females given a simultaneous choice between two identically related males, either two siblings ($r = 0.5$) or two non-siblings ($0 \leq r < 0.5$), mated preferentially with the male that displayed the most vigorous courtship. When given a choice between a sibling and a non-sibling male, females still mated with the one that displayed the most intensive courtship, which was most often the non-sibling male. When males were given a simultaneous choice between two females, they invested more vigorously in courtship towards non-sibling than toward sibling females, independently to any active role of females.

Our results revealed an adaptive mating system with mutual mate choice, where sexes select their mates on different criteria and at different phases in the precopulatory sequence. Males attracted by females come into antennal contact with them, assess their relatedness and invest preferentially in courting non-siblings, whereas females mate with the male that courts the most vigorously. Resulting pairings allow close inbreeding avoidance within aggregates and thereby an important decrease of reproductive success (12%).

Sex and Clonality in the Little Fire Ant

Julien Foucaud¹, Denis Fournier², Jérôme Orivel³, Jacques H. C. Delabie⁴, Anne Loiseau¹, Julien Le Breton³, Gaël J. Kergoat¹, Arnaud Estoup¹

¹INRA, UMR CBGP (INRA / IRD / Cirad / Montpellier SupAgro), Campus international de Baillarguet, CS 30016, F-34988 Montferrier-sur-Lez cedex, France (foucaud@supagro.inra.fr)

²Behavioral and Evolutionary Ecology - CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50 av. F.D. Roosevelt, B-1050 Brussels, Belgium

³Laboratoire Evolution et Diversité Biologique, UMR-CNRS 5174, Université Toulouse III, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex 4, France

⁴Laboratório de Mirmecologia, CEPEC-CEPLAC & UESC, 45650-000 BR-Ilhéus, Bahia, Brazil

Reproduction systems are controlling the creation of new genetic variants as well as how natural selection can operate on these variants. Therefore they had historically been one of the main foci of evolutionary biology studies. The little fire ant, *Wasmannia auropunctata*, has been found to display an extraordinary reproduction system, in which both males and female queens are produced clonally. So far, native sexual populations of *W. auropunctata* have not been identified. Our goals were to identify such sexual populations and investigate the origins of female parthenogenesis and male clonality. Using mtDNA and microsatellite markers in 17 native populations, we found that traditional sexual populations occurred in *W. auropunctata* and are likely the recent source of neighboring clonal populations. Queen parthenogenesis has probably evolved several times through mutational events. Male clonality is tightly linked to queen parthenogenesis and thus appears to be female controlled. Its origin could be accounted for by two mutually exclusive hypotheses: either by the expected co-evolution of the two sexes (i.e. a variant of the maternal genome elimination hypothesis), or by a shared mechanistic origin (i.e. by the production of anucleate ovules by parthenogenetic queens). Our results also show that *W. auropunctata* males and females do not form separate evolutionary units and are unlikely to be engaged in an all-out battle of sexes. This work opens up new perspectives for studies on the adaptive significance and evolutionary stability of mixed sexual and clonal reproduction systems in living organisms.

Le termite *Reticulitermes urbis* en France : scénario probable d'une introduction

Laurianne Leniaud, Apolline Pichon, Franck Dedeine, Anne-Geneviève Bagnères

Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, UMR CNRS6035, Université F. Rabelais, Parc Grandmont, avenue Monge, F-37200 Tours (laurianne.leniaud@univ-tours.fr)

Les insectes sociaux figurent parmi les espèces les plus invasives à travers le monde. Parmi les facteurs pouvant expliquer ce succès, l'organisation sociale et le système de reproduction semblent être déterminants. En effet, des études récentes indiquent qu'après introduction dans un nouvel habitat, des insectes sociaux présentent des variations phénotypiques entre les populations natives et introduites et plus particulièrement des modifications importantes dans leur structure sociale. Dans l'étude présente, nous travaillons sur la dernière espèce décrite de termites souterrains européens : *Reticulitermes urbis*. Des travaux précédents ont montré que cette espèce était certainement une espèce sœur de *R. balkanensis* et probablement originaire de la région des Balkans. Cette espèce se trouve en milieu naturel (forêt de pin) en Grèce et Croatie alors qu'en Italie et dans le sud est de la France, elle se retrouve uniquement en milieu urbain. Dans ce travail, les objectifs sont (i) de clarifier la position systématique de *R. urbis* et (ii) d'étudier la diversité génétique des populations des Balkans et d'Europe de l'ouest à l'aide d'un marqueur mitochondrial (COII) et de microsatellites. Dans le contexte d'espèce invasive, nous investiguons le système de reproduction, la structure génétique et le mode dispersion de *R. urbis*.

Insectes sociaux, , introduction biologique, invasion, diversité génétique, organisation sociale, système de reproduction

The evolution of polyandry in the ant *Cataglyphis cursor*

Morgan Pearcy¹, Diane Allard², Iris Timmermans³, Serge Aron³

¹Département d'Ecologie et Evolution, Université de Lausanne, Le Biophore, CH-1015 Dorigny, Suisse (mpearcy@unil.ch)

²Laboratory for Entomology, Katholieke Universiteit Leuven, Naamsestraat 59, B-3000 Leuven, Belgium

³Département d'Eco-Ethologie Evolutive - CP 160/12, Université Libre de Bruxelles (ULB), Avenue FD Roosevelt 50, B-1050 Brussels, Belgium

Multiple mating (i.e., polyandry) by queens in social Hymenoptera is detrimental to kin selection since it lowers within-colony relatedness and, hence, indirect fitness' benefits. Yet, there are many species where queens mate multiply. Several hypotheses have been put forward to explain the evolution and maintenance of polyandry. Here, we investigated the "sperm limitation" and the "diploid load" hypotheses in the polyandrous ant *Cataglyphis cursor*.

Our results show that queens mate with up to 8 males, with an effective mating frequency of 3.79. Significant paternity skew (unequal contribution of the fathers) was detected in 5 colonies (22%). The amount of sperm stored in the spermatheca was not correlated with the queen mating frequency (fig. 1), and males carry on average enough sperm in their seminal vesicles to fill one queen's spermatheca. Analyses of the nuclear DNA-content of 179 males also revealed that all were haploid.

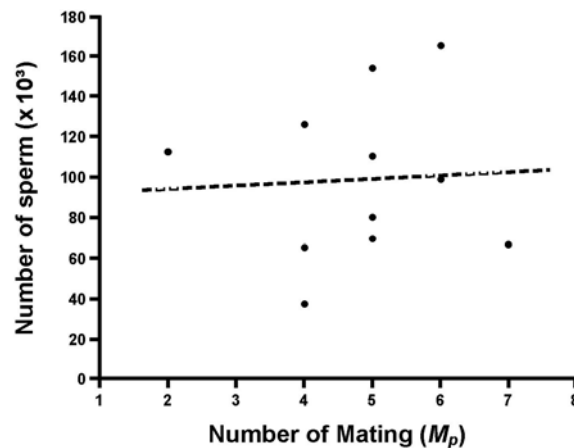


Figure 1: Number of sperm stored per *Cataglyphis cursor* queen as a function of the number of mate. For reference, the least squares regression is indicated ($y = 1650x + 91185$, where y is the number of sperm stored and x is the number of mates, dotted line).

These results suggest that the "sperm limitation" and the "diploid load" hypotheses can hardly account for the queen mating frequency reported in this ant. The absence of paternity skew in most colonies also plaids against the "sperm competition" hypothesis. Moreover, the mating behaviour of new queens suggests that polyandry is not a mere consequence of male sexual coercion. Conversely, the genetic diversity and the lower conflicts appear as relevant explanations to account for the evolution of polyandry in this ant.

Proximal mechanisms of egg recognition in the bumble bee (*Bombus terrestris*)

Thibault Lengronne, Nicolas Châline

Laboratoire d’Ethologie Expérimentale et Comparée, UMR CNRS 7153, Université Paris 13, 99 Avenue JB Clément, F-93430 Villetaneuse ((lengronne@leec.univ-paris13.fr)

In *Bombus terrestris*, during the conflict between the queen and workers for male production, most worker-laid eggs are eaten by the queen. During the competition phase, dominant workers lay eggs and eat both queen and other workers’ eggs to try to monopolise male production. Chemical differences have been shown between queen and worker egg surfaces. Both this selective oophagy and observed chemical differences between eggs points to the involvement of a recognition mechanism. In this study, we test this hypothesis by investigating the role of egg chemistry on egg-eating behaviour as well as other factors influencing discrimination. Our results show that only queens recognize their eggs and discriminate between their own eggs and worker or other queen eggs. However, workers show a tendency to eat queen-laid eggs more. The age of eggs also seems to play a part in the recognition mechanism, probably because of a time associated chemical modification. Learning processes or cognitive differences between castes could explain these results and be involved in the queen monopoly over male production during this conflict.

Evolution of wingless reproductives in ants: developmental errors and queen-worker mosaics

Mathieu Molet, Christian Peeters

Laboratoire d'Ecologie CNRS UMR7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard, F-75005 Paris, France (mathieu.molet@snv.jussieu.fr)

Wingless reproductives are known in 64 genera belonging to all major ant subfamilies. Winged queens also exist in most of these genera (usually in different species), indicating that they have been replaced by wingless reproductives repeatedly and independently. This convergent evolution accounts for the large diversity in the morphological characteristics of wingless reproductives. Except for gamergates, wingless reproductives are morphologically distinct from workers in species where the latter cannot mate. Their thorax is generally highly reduced, even though they retain larger ovaries and a functional spermatheca.

A number of solitary insects exhibit a stable dimorphism with winged and wingless adults, and this is controlled by environmental or genetic factors during larval development. In ants, wingless reproductives can simply express a proportion of genes typical of the worker caste. In *Myrmecina nipponica*, intermorph larvae follow the worker track until the prepupal stage, when they switch to the queen track.

Accidental but viable queen-worker intermediates, known as 'intercastes', have long been known, and these result from mixing the developmental tracks of winged queens and workers. If intercastes are fertile and can reproduce instead of winged queens, colonies that produce them at a higher rate may be selected for, because their per capita cost is lower. This can lead to the regular production of a wingless reproductive caste in species that reproduce by colony fission. A large range of phenotypes can readily be obtained from these developmental errors, especially in species exhibiting a large degree of dimorphism between winged queens and workers. Ergatoid reproductives have presumably evolved from intercastes that are morphologically close to winged queens, and their only function is egg-laying. In contrast, intercastes that are close to workers could give rise to an intermorph caste that also performs non-reproductive tasks. Re-organising gene expression during larval development can thus generate novel reproductive phenotypes.

Conférence Plénière: Social evolution in ants: from internal conflicts to collective defences

Michel Chapuisat

University of Lausanne, Department of Ecology and Evolution, Biophore, CH-1015 Lausanne, Switzerland (michel.chapuisat@unil.ch)

The evolution of social life is associated with major challenges, such as limiting conflicts among individuals and resisting parasites. However, living in groups also permits to evolve collective mechanisms for solving these challenges, from mutual policing to common defences. I will draw on recent research on sex allocation and social immunity to illustrate how social evolution rests on a delicate balance between conflicts and cooperation, and how kin selection and parasites may impose conflicting pressures on insect societies.

After presenting case studies illustrating the conflict between queens and workers over sex allocation, I will show the results of a meta-analysis assessing the magnitude of adaptive sex allocation biasing by workers and degree of support for split sex ratio theory in the social Hymenoptera. We will see that this queen-worker conflict over sex allocation is widespread, which contrasts with the rarity of other types of social conflicts, such as nepotism. In the second part of the talk, I will discuss how social insect colonies defend themselves against parasites. I will present an experimental study on the role of genetic diversity for disease resistance, and various studies testing the hypothesis that wood ants self-medicate with resin.

Population genetic structure, worker reproduction and thelytokous parthenogenesis in the desert ant *Cataglyphis sabulosa*

Iris Timmermans¹, Abraham Hefetz², Denis Fournier¹, Serge Aron¹

¹Behavioral and Evolutionary Ecology, Université Libre de Bruxelles, Belgium
(iris.timmermans@ulb.ac.be)

²Department of Zoology, Tel-Aviv University, Israel

Colony genetic structure has been a major issue in evolutionary ecology since Hamilton (1964a,b) stressed the importance of kin selection for the evolution of altruism. In social Hymenoptera, within-colony relatedness is usually high because of the haplodiploid sex-determining system. However, factors such as the presence of multiple reproductive queens (polygyny), multiple queen matings (polyandry), or worker reproduction result in a decrease of the relatedness among workers and the brood they rear, and subsequently dilute their inclusive fitness benefits from helping.

We have investigated population genetic structure, mating system, worker reproduction and parthenogenesis in the desert ant *Cataglyphis sabulosa*. Analysis of worker genotypes shows that colonies are headed by a single queen, mated with 1 to 5 males. The inbreeding coefficient within colonies and the levels of relatedness between the queens and their mates are positive and differ significantly different from zero, indicating that mating occurs between related individuals. Moreover, the male mates of a queen are on average related and they contribute equally to worker production. Our analyses also indicate that colonies are genetically differentiated and form a population exhibiting no isolation-by-distance pattern, consistent with independent foundation of new colonies (i.e., without the help of workers).

Finally, both ovarian dissections and genetic data on parentage of males show that workers do not reproduce in queenright colonies; however, they lay both haploid (arrhenotokous males) and diploid (thelytokous females) eggs in queenless colonies. By contrast with the sister species *C. cursor*, where new queens are produced by thelytokous parthenogenesis, female sexuals and workers of *C. sabulosa* arise from classical sexual reproduction.

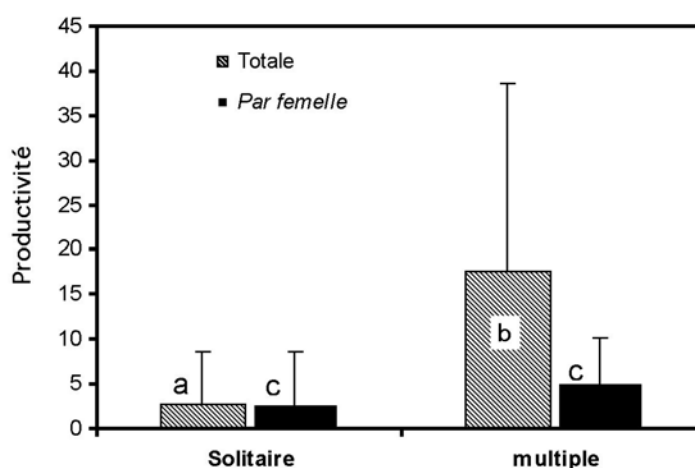
Avantage du comportement d'association chez les fondatrices de la guêpe sociale africaine *Belonogaster juncea juncea* (Hymenoptera ; Vespidae)

Maurice Tindo¹, Martin Kenne¹, Alain Dejean²

¹Faculty of Science, University of Douala, B.P. 24157, Douala, Cameroon

²CNRS-Guyane (UPS 2561), Résidence "Le Relais"-16, avenue André Aron, F-97300 Cayenne, France (m.tindo@cgiar.org)

L'hypothèse écologique pour l'évolution de l'eusocialité prédit que les fondations multiples de colonies de guêpes sociales surviraient et produiraient plus d'individu par femelle que les fondations solitaires. Pour tester ces prédictions chez *B. j. juncea*, nous avons suivie au Cameroun en conditions semi naturelles et de façon hebdomadaire le développement de 49 fondations comprenant 13 et 36 fondations individuelles et multiples respectivement. Les résultats montrent que les fondations multiples survivent mieux que les fondations solitaires.



Contrairement à la productivité par femelle, la productivité totale des colonies estimée par le nombre total des cellules contenant le couvain à la date d'émergence du premier individu adulte est significativement plus élevée dans les colonies à fondation multiples que dans les solitaires ($F_{1,48} = 6.22$, $P < 0.01$). Le nombre d'imago produit par une colonie va d'un à 106 avec une moyenne de $25,1 \pm 34$ (MY $\pm$ DS). Huit colonies ont pu produire des individus sexués et les mâles ont émergés de cinq sur les huit colonies. Le sex ratio est largement biaisé en faveur des femelles. Aucune fondation solitaire n'a produit des individus sexués contre 21,6% fondations multiples. La fondation par association procure donc un avantage de survie et de productivité aux colonies mais pas de rentabilité reproductive pour les femelles prise individuellement. Ce résultat serait une conséquence du statut primitivement eusocial de *B. j. juncea* où les femelles perdent plus de temps et d'énergie à se battre pour la position de dominante. En plus l'effort de certaines fondatrices qui s'associent tardivement aux fondations qui ont réussi a été perdu dans les fondations qui ont échoué. L'hypothèse des facteurs écologiques jouerait en conjonction avec d'autres comme l'hypothèse du lien génétique pour promouvoir l'eusocialité chez *B. j. juncea*.

Communications à thème libre

La défense biotique des myrmécophytes est-elle toujours optimale ?

Julien Grangier¹, Alain Dejean^{1,2}, Pierre-Jean Malé¹, Jérôme Orivel¹

¹Laboratoire Evolution et Diversité Biologique, UMR-CNRS 5174, Université Paul Sabatier, F-31062 Toulouse cedex 9, France

²CNRS-Guyane, UPS 2561, Résidence "Le Relais" - 16 avenue André Aron, F-97300 Cayenne, France

La théorie de la défense optimale prévoit que les plantes allouent des défenses constitutives maximales dans les tissus les plus susceptibles d'être attaqués par des herbivores, et privilégient des défenses inducibles dans les tissus les moins menacés. Pour tester cette hypothèse, les plantes myrmécophytes sont des modèles intéressants car ils présentent un moyen de défense facilement quantifiable : leurs fourmis associées. Dans de nombreux systèmes, le comportement de patrouille des ouvrières (assimilable à une défense constitutive) est orienté préférentiellement vers les jeunes feuilles, qui sont souvent les plus attaquées par les herbivores. Cela laisse penser que généralement, la défense biotique des myrmécophytes est en adéquation avec cette théorie. Cependant, très peu d'études ont spécifiquement cherché à le vérifier de façon plus complète et détaillée.

C'est l'objectif de ce travail concernant *Hirtella physophora*, un myrmécophyte presque exclusivement associé à la fourmi *Allomerus decemarticulatus* en Guyane française. Par le biais d'une expérience d'exclusion, nous avons évalué la vulnérabilité de quatre stades de développement foliaire et le niveau de protection dont ils bénéficient sur des plantes habitées par les fourmis. En parallèle, la distribution spatiale des patrouilles sur le feuillage et leur éventuelle réponse face à des dommages foliaires ont été examinées.

La confrontation des résultats aboutit à un patron spatial de défense constitutive et inducible globalement conforme aux prédictions de la théorie de la défense optimale. Néanmoins, ce n'est pas vrai pour les feuilles juvéniles, les plus résistantes à l'herbivorie en l'absence de fourmis, mais paradoxalement les plus patrouillées. Ce résultat inattendu souligne la complexité des mécanismes régissant les mutualismes de protection, et renforce l'intérêt d'une évaluation plus poussée de la théorie de la défense optimale chez les myrmécophytes.

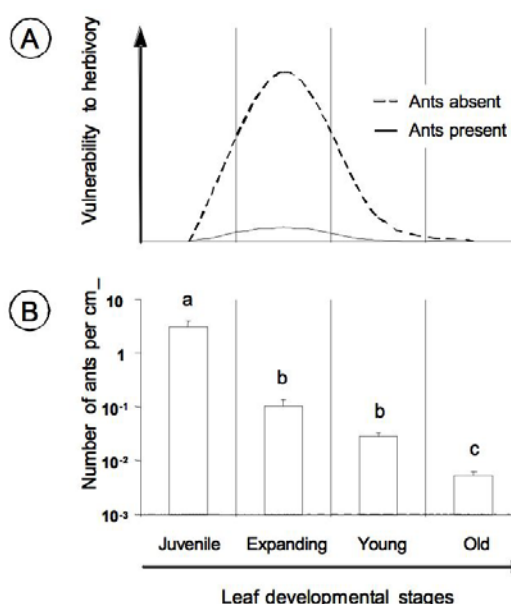


Figure 2: A : Représentation schématique de l'évolution de la vulnérabilité des feuilles au cours de leur développement. B : Densité d'ouvrières sur le limbe en fonction du stade de développement foliaire.

Influence du micro-paysage dans les déplacements individuels chez les fourmis

Abel Bernadou, Vincent Fourcassié

Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cedex 4, France

La majorité des animaux évolue dans des environnements complexes et hétérogènes (présence d'obstacles infranchissables, topographie du milieu ...). L'hypothèse du *size-grain* (Kaspari & Weiser, 1999) postule que la complexité d'un milieu augmente de façon inverse avec l'échelle à laquelle on le considère. Les animaux de petite taille seraient donc confrontés à une complexité plus importante du milieu que ceux de grande taille. Il en découle que la géométrie des déplacements de petits animaux, et donc l'efficacité de leur comportement de recherche de nourriture, devrait être affectée de manière plus importante que celle de gros animaux.

Notre travail a consisté à étudier l'influence du micro-paysage sur les déplacements des fourmis. Dans un premier temps, nous avons testé l'effet de différents substrats sur les caractéristiques des déplacements, avant et après la découverte d'une proie. Des ouvrières de différentes tailles de l'espèce *Formica rufa* ont été testées individuellement dans une arène contenant des proies et sur un des trois types de substrat suivant: bois mélaminé, sable grossier et graviers. Les trajets d'exploration (avant la découverte de la proie) et de retour au nid (après la découverte de la proie) ont été filmés afin d'étudier les temps de découverte des proies ainsi que les caractéristiques des déplacements des fourmis chargées ou non chargées. Dans un deuxième temps, nous avons testé si les fourmis fréquentent de façon équivalente tous les substrats qu'elles rencontrent lorsqu'on leur donne accès à une arène contenant des proies et dont le sol a été recouvert en partie avec du sable fin, en partie avec du sable grossier. Ceci nous a permis d'étudier si le choix d'un substrat de déplacement par les fourmis varie en fonction du fait qu'elles portent ou non une charge.

Références bibliographiques

- Kaspari, M. & Weiser, M. D. 1999. The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants. *Funct Ecol*, 13, 530-538.

Ancient human landscape modifications affect contemporary ecosystem functioning: the ecology of an ant-plant seed dispersal mutualism in pre-Columbian raised-field complexes in seasonally flooded savannas of French Guiana

Delphine Renard, Doyle McKey, Bertrand Schatz

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), UMR 5175, 1919 Route de Mende, 34293 Montpellier Cedex 05, France

Much work in ecology today focuses on how current human activities affect ecosystems through changes affecting land use, nutrient cycles, and climate. However, humans began affecting ecosystems long before the modern age. Through raised-field agriculture, pre-Columbian farmers transformed infertile, seasonally flooded savannas in many parts of the neotropical region into productive agricultural land. These ancient earthmoving activities also permanently altered landscapes.

In coastal French Guiana, complexes of pre-Columbian raised fields have produced landscapes dotted with thousands of mounds in a seasonally flooded matrix. We studied the functioning in such landscapes of the seed dispersal mutualism between the plant *Manihot tristis*, which is diplochorous (ballistic autochory followed by myrmecochory) and the ant *Ectatomma brunneum*. Both the plant and nests of the ant are intolerant of flooding, and in these landscapes both are found only on mounds. Taking advantage of the quasi-experimental setting offered by the regular and periodic nature of ecological heterogeneity in this landscape, we tested the hypothesis of directed seed dispersal by ants to favourable microsites. We placed diaspores in the matrix during the dry season, mimicking ballistic dispersal away from the mounds. Although mounds accounted for only 38 % of the total surface area of the landscape, over 75 % of the diaspores placed in the matrix were carried to mounds; of these, 93 % were transported into ant nests, from which they would eventually be placed in refuse piles, which are highly suitable establishment sites. Several other myrmecochorous plants are also found only on mounds in the study site.

Directed seed dispersal is one of many positive feedback loops we have identified that concentrate resources and consumers on mounds, maintaining these features against homogenizing processes such as erosion.

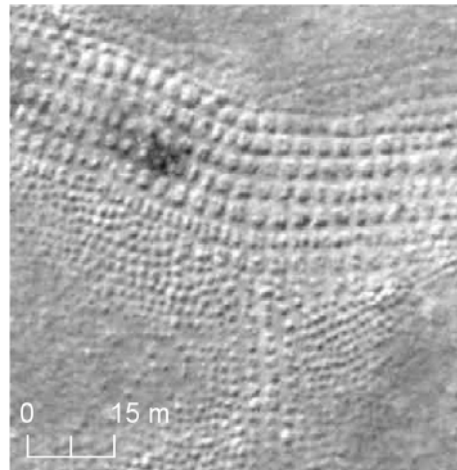


Figure 3: Raised field in French Guiana

Expression génique des abeilles en réponse à l'infestation de *Varroa destructor*

Yves Le Conte¹, Maria Navajas², Sandrine Cros-Arteil², Alain Migeon², Didier Crauser¹, Jean-Marc Bécard¹, Charlie Whitfield¹ and Gene E. Robinson³

¹INRA, UMR 406 Ecologie des invertébrés, Site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9, France

²INRA, CBGP, UMR 1062, Campus Intern. Baillarguet, CS 30016, 34980 Montpellier-sur-Lez, France

³ Institute for Genomic Biology, Department of Entomology, University of Illinois at Urbana-Champaign, 505 S. Goodwin Ave., Urbana, IL 61801, USA

L'effet des pathogènes et des parasites sur l'expression génique des abeilles est un domaine de recherche fondamental qui peut déboucher sur la mise au point de nouveaux outils moléculaires pour le diagnostic des maladies ou la sélection d'abeilles résistantes en apiculture.

Dans ce contexte, nous avons étudié les modifications du niveau des gènes transcrits par *Apis mellifera* en réponse au parasite *Varroa destructor*. C'est une première étape dans l'identification des profils géniques différentiellement exprimés chez les abeilles en association avec le parasite.

Comme la reproduction des varroas peut être modulées par les abeilles immatures, nous nous sommes intéressés à l'expression des gènes de nymphes parasitées comparativement à celle d'abeilles saines. De plus, nous avons comparé des ouvrières pleines soeurs provenant de différentes souches sensibles ou résistantes au varroa.

Nous avons utilisé une puce à cDNA d'abeille contenant un total de 6.778 cDNAs qui représentent environ 5,500 gènes différent, soit 40% de ceux qui ont été annotés initialement en utilisant des comparaisons avec les gènes de *Drosophila* et Gene Ontology. La confirmation d'un set de transcrits fonctionnels obtenus par l'analyse des puces à ADN a été réalisée en qRT-PCR.

Nous avons identifié un set de gènes qui montrent une expression différente en fonction de la présence du parasite, un set de gènes qui s'expriment différemment en fonction du génotype de l'abeille, ainsi qu'un set de gènes qui affectent les deux facteurs. Nous discuterons ces profils d'expression et les gènes qui leurs sont associés.

Ce travail a été financé par les fonds du FEOGA pour l'apiculture.

Détection du génome viral de la paralysie chronique de l'abeille chez la fourmi, voie potentielle de dissémination du CBPV.

Olivier Celle, Philippe Blanchard, Frank Schurr, Violaine Olivier, Nicolas Cougoule, Magali Ribière

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Laboratoire d'étude sur la pathologie des petits ruminants et des abeilles, 105 route des chappes, BP 111, F-06902 Sophia Antipolis

De nombreux virus se multiplient chez l'abeille *Apis mellifera* L. parmi lesquels, le virus de la paralysie chronique (Chronic Bee Paralysis Virus : CBPV). Ce virus est responsable d'une maladie infectieuse, la "maladie noire" ou "paralysie chronique" ciblant préférentiellement les abeilles adultes. Cette pathologie est caractérisée par la présence d'abeilles tremblantes, rampantes, incapables de voler. Certaines de ces abeilles ont un aspect noires luisantes et dépilées souvent filtrées à l'entrée de la ruche.

Lors de nos enquêtes de terrain, la présence de fourmis a été observé aux alentours des ruchers. Des prélèvements de fourmis appartenant aux genres *Camponotus* et *Formica* ont été effectués. La méthode de PCR en temps réel (qPCR) a permis de détecter et quantifier le CBPV dans les abeilles et les fourmis. Le séquençage d'une partie du génome viral a été réalisé sur ces différents prélèvements, permettant de confirmer l'homogénéité de ces séquences. De plus, nous avons utilisé une méthode de RT-PCR spécifique du brin négatif afin d'évaluer la réplication virale du CBPV. Ces résultats tendent à suggérer une nouvelle voie d'infection et de dissémination du virus dans l'environnement des ruchers.

Immune response affects the social behaviour of the workers of *Camponotus fellah* ants

La réponse immunitaire affecte le comportement social des ouvrières de la fourmi *Camponotus fellah*

Danival José de Souza, Johan van Vlaenderen, Alain Lenoir

Institut de Recherche sur la Biologie de l’Insecte, Université François Rabelais, Parc de Grandmont, UMR CNRS 6035, Tours France F-37200

Sociality provides gain to individuals living in groups, but this life style has also costs, like the exposition to a myriad of pathogens that can rapidly spread among colony members. To face these risks, the insects have developed various strategies, including physiological and behavioural mechanisms. We studied the behaviour of *Camponotus fellah* workers after activation of their immune system by injection of peptidoglycans. We followed the dynamic of the immune response with tests of bacterial inhibition, due to antimicrobial peptides released in ant’s hemolymph. The modes of action by which antimicrobial peptides kill bacteria are varied and include disrupting membranes, interfering with metabolism, and targeting cytoplasmic components. We verified that the injection of peptidoglycans provokes an immune response in the ants. The action of antimicrobial peptides can be detected during four days after the injection. We observed that the workers whose immune system was stimulated dedicated more time in trophallaxis with their nestmate than control workers. This behaviour shows the importance of the social interactions for the disease prevention of the colony. The substances exchanged during trophallaxis must play an important role for the cure of infected ants.

Reproduction and immune defenses in workers of the ant *Cataglyphis cursor*

Anne-Laure Devès¹, Claudie Doums², Claudy Haussy¹, Claire Tirard¹

¹Laboratoire de Parasitologie Evolutive, UMR 7103, Université Paris 6, 7 quai Saint-Bernard, F-75242 Paris, France

²Laboratoire Fonctionnement et Evolution des Systèmes Ecologiques, UMR 7625, Université Paris 6, 7 quai Saint-Bernard, F-75242 Paris, France

Life history theory predicts the occurrence of trade-offs between traits that compete for the allocation of resources within a single organism. The classical trade-off, often observed between reproduction and survival is, at a first glance, inverted in social insect. Indeed, in the majority of species, the reproductive caste (the queens) lives considerably longer than the non-reproductive caste (the workers). The aim of our study was to investigate the occurrence of a trade-off within a given caste between reproduction and one important parameter affecting survival: the immune defences. To do so, workers of the ant *Cataglyphis cursor* were used, as they are able to produce diploid daughters through thelytokous parthenogenesis in queenless colonies. The reproductive effort of workers was stimulated by removing their eggs every week during 5 weeks. By comparing groups of workers having or not their eggs removed, we investigated the effect of this manipulation on two immune parameters (encapsulation and phenoloxydase level). Encapsulation was higher in groups having their eggs removed whereas no effect was observed for the level of phenoloxydase. Therefore our results do not reveal any cost of reproduction on immune parameters and they even suggest that reproduction could stimulate the encapsulation response.

Comportements collectifs

Conférence Plénière: Social context and collective foraging in ant societies

Claire Detrain

University of Brussels, Unit of Social Ecology CP231, 50 av F Roosevelt, B-1050 Bruxelles (cde-train@ulb.ac.be)

Social interactions are at the roots of collective foraging strategies in ants. Each colony has to adjust the number of interacting foragers to food features as well as to the social context of food exploitation, of which the colony size, its food demand, or the presence of competitors are major factors. Such a regulation of foraging is achieved through a tuning of the trail pheromone laid by successful scouts that draw a variable number of previously inactive nestmates out of the nest and guide them to the exploited food. To adaptively tune their recruitment signals, ant scouts should achieve the best trade-off between gathering accurate information about foraging conditions to make a well-informed decision and the time taken by this process. In this respect, scouts can incidentally integrate information about the activity level of nestmates and/or competitors at a given location through the perception of social cues, thereby assessing the benefits expected from promoting recruitment and cooperation between nestmates (Detrain & Deneubourg 2006). Furthermore, at hot-spot locations such as at the food source itself, some simple cues allow ants to adjust the number of foragers to food size and/or availability. Social cues can also provide information about the safety and the familiarity of a foraging zone. Through the perception of area marking or more punctually through interaction rates, foragers can assess at any time the risks of competitive encounters as well as the occupancy level by their colony. Over time, this can lead to adaptive demographic changes in colony investment in defensive castes (Passera *et al.* 1996)

The interaction itself is a way for foragers to incidentally exchange a variety of social information that can improve the global efficiency of food retrieval such as about the food nature (prey versus sugar, Lebreton & Fourcassié 2003) or about trail overcrowding (Dussutour *et al.* 2004). Within the nest, the type/duration of interactions between foragers and inner nest workers inform them about the actual colony needs for nutrients or about the need for task switching to optimize colony ergonomic efficiency (Gordon DM & Medhiabadi 1999).

Finally, by assessing social cues, ants can get non-social extra-information. In central-place foragers like ants, interaction rates (or level of area marking) that decrease with food distance from the nest provide a functional cue to orient the collective selection of one food source among several more remote ones (Devigne *et al.* Detrain 2006).

Hence, social cues appear as means to help individual assessments (see also Danchin *et al.* 2004) - each based on limited, local and partial information - to collate individual decision-makings and to form them into an adaptive decision at the colony level. Owing to amplifying processes, even a slight influence of social cues on the behaviour of group-living insects may have evolutionary consequences on one species sociality as well as on the balance between individual versus socially driven decision-making.

Bibliography

Danchin E *et al.* (2004). *Science*, 305: 487-491.

Detrain C & Deneubourg JL (2006). *Physics of life Reviews*, 3 (3), 162-187.

Devigne C & Detrain C (2006). *Insectes Sociaux*, 53, 46-55.

Dussutour A *et al* (2004). *Nature* 428, 70-73.

Gordon DM & Medhiabadi NJ (1999). *Behav Ecol Sociobiol*, 45(5):370-7.

Lebreton J & Fourcassié V (2003). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 55: 252-250.

Passera L *et al.* (1996). *Nature* 379: 630-631.

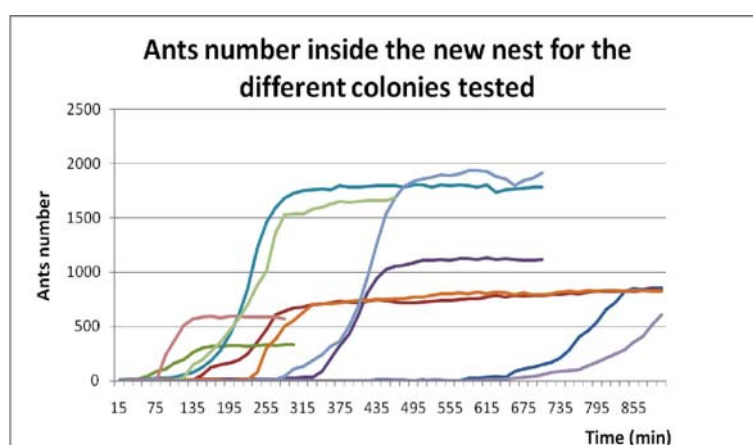
Migration in the ant *Aphaenogaster senilis*: kinetics, performance and learning

Aurore Avarguès-Weber^{1,2}, Thibaud Monnin¹

¹Laboratoire Fonctionnement et Evolution des systèmes écologiques UMR F-7625, Université Pierre et Marie Curie, Paris (aurore.avargues@caramail.com)

²Actuellement: Centre de Recherche sur la Cognition Animale, Université Paul Sabatier, Bât 4R3, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9

Ants frequently relocate the colony by migrating to a new nest. This could stem from nest destruction, a gradual decrease in nest quality following changes in shading, temperature or moisture, or increased predation or competition.



This study aims at improving our knowledge of the migration in ants by using *Aphaenogaster senilis*, a Mediterranean species which frequently relocates its nest. Moreover, *A. senilis* reproduces by colony fission: the colony produces one or more propagules that migrate away from the mother colony. Thus *A. senilis* routinely migrates, and migrating is an important feature of its biology. Additionally, *A. senilis* is more representative of ants than the species studied so far in the context of migration and colony fission, such as *Temnothorax sp* and the highly derived army ants *Eciton sp*.

Migrations were triggered in the laboratory ($n = 10$ colonies), video-recorded and analysed using a home-made computer program to semi-automatically record the time of arrival of each individual at the new nest. We analyze the kinetic parameters of the migration: latency before the beginning of the migration, duration, and speed of the migration.

Migrations are characterized by a well-delimited peak of movements (see sigmoid curves below), which reduces the amount of time individuals spend exposed outside of the nest. The latency is highly variable, from one to 24 hours, and is negatively correlated to the speed of migration. That is, some colonies seem more effective at migrating than others. Moreover, the brood is protected while being moved quickly by all the workers (nurses and foragers). Lastly, the queen tends to move in the middle of the migration, which decreases the risks of being lost or predated.

Migrations were repeated three months later after removing the foragers. This resulted in migrations somewhat less organized but, surprisingly, more efficient according to the kinetic parameters that improved. This suggests that foragers are important in organizing the migration (they go back and forth between the two nests during all its duration) and that the ants learned to migrate faster and/or learned to orientate better in the laboratory or reacted faster to our triggering of migration.

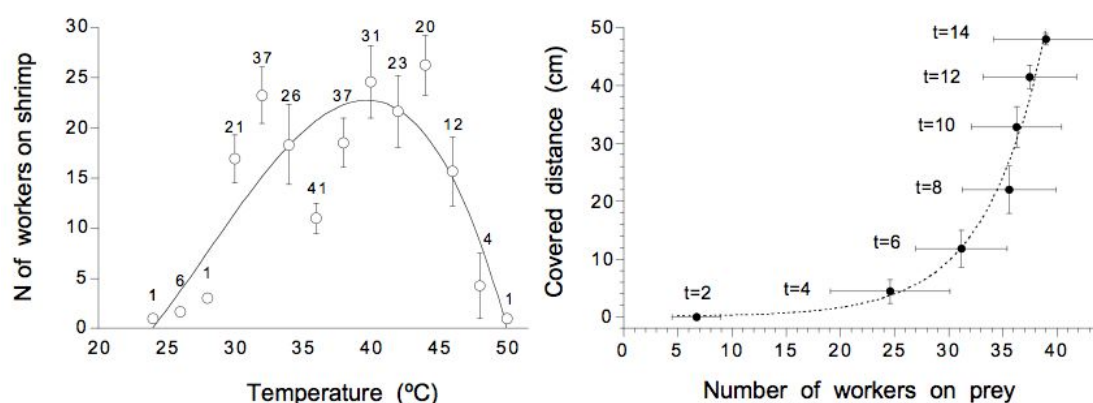
Running with a prey to the nest: what is better, alone or in a team? A field study of worker recruitment in the ant *Aphaenogaster senilis*

Xim Cerdá^{1,2}, Elena Angulo³, Raphaël Boulay¹, Alain Lenoir²

¹Estación Biológica de Doñana, CSIC, Apdo. 1056, E-41080 Sevilla, Spain (xim@ebd.csic.es)

²IRBI, UMR CNRS 6035, Univ. F. Rabelais, Parc de Grandmont, F-37200 Tours, France

³ESE, UMR CNRS 8079, Univ. Paris Sud 11, Bat. 362, F-91405 Orsay cedex, France



In social insects, decision to exploit a food source is taken at two different levels: individual-level (when the worker carry the food to the nest and communicate to nestmates) and colony-level (when social activities as recruitment by chemical trails are employed to collect the food source). Group-recruitment is a social ant foraging strategy where the recruiter lays a very temporal chemical trail while returning from the food source to the nest and it is used to guide a group of few nestmates (recruited workers) to food. In the Mediterranean ant *Aphaenogaster senilis* we studied how the food type may influence the decision-making process of individual workers, changing from individual retrieving to group-recruitment. We offered to field colonies three types of prey: adult or young crickets (cooperatively transportable), shrimps (non-transportable) and different quantities of sesame seeds (individually transportable). Group-recruitment was used by colonies to collect crickets or shrimps, but also for smaller items (seeds) when there were available in large quantity; notwithstanding small piles of seeds rarely released recruitment. Foragers seemed to be able to “measure” the food source characteristics (quality, quantity and transportability) deciding to recruit or not. Social integration of individual information about food emerged as a colony decision to initiate or to continue recruitment, when the patch was rich. Group-recruitment allows a fast colony response during a wide thermal range (up to 45°C ground temperature) and it needs a lower number of workers than mass-recruitment. By combining both advantages of social foraging (group-recruitment) and thermophyly the subordinate species *A. senilis* is able to exploit quickly and accurately food sources.

Participation collective à des tâches hautement spécifiques chez la fourmi *Gigantiops destructor* : persistance d'un trait archaïque ?

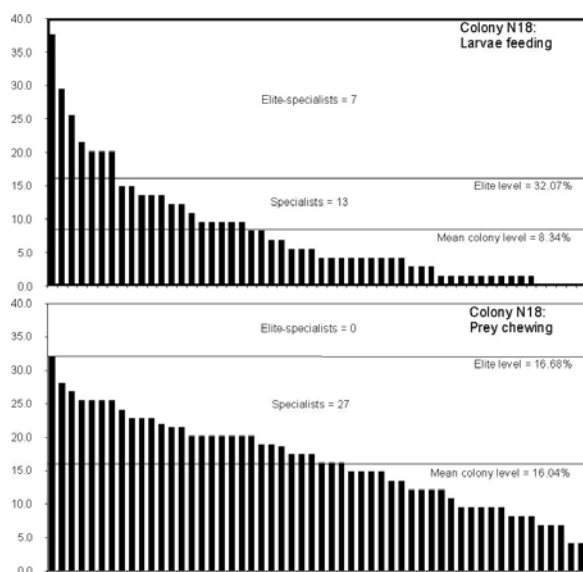
Jean-Paul Lachaud^{1,2}, David Macquart¹, Guy Beugnon¹

¹CRCA, UMR CNRS 5169, Université Paul-Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex 9, France (lachaud@cict.fr)

²ECOSUR, Depto de Entomología Tropical, Unidad Tapachula, Apdo Postal 36, 30700 Tapachula, Chiapas, Mexique

Gigantiops destructor est une espèce totalement atypique au sein de la sous-famille des Formicinae. En dehors du fait de posséder les yeux composés les plus grands de toute la famille des Formicidae et les lobes optiques les plus développés, elle présente divers traits relativement archaïques : structure peu élaborée des nids, taille réduite des colonies, faible polymorphisme de caste entre la reine et les ouvrières, faible degré de coopération entre les individus, apparente absence de réponse aux constituants des glandes mandibulaires et de Dufour. L'étude de trois colonies (dont une avec reine), nous a permis de mettre en évidence un autre aspect particulier du comportement social de cette espèce : la réalisation collective par une grande partie de la colonie de certaines tâches habituellement très spécialisées chez les autres espèces de fourmis.

Ceci concerne notamment l'approvisionnement (fourragement + chasse), l'alimentation des larves et les soins actifs au couvain qui, en moyenne, mobilisent 70%, 81% et 93%, respectivement, des membres de la colonie, des valeurs très supérieures à ce que l'on connaît chez la plupart des espèces de fourmis. L'investissement collectif le plus remarquable concerne toutefois un comportement inédit chez les fourmis, le "malaxage" des proies, auquel participent en moyenne 97% des effectifs des nids. Ce comportement, très comparable au "chewing" réalisé par les guêpes, présente la particularité de faire intervenir les ouvrières en chaîne, depuis l'apport dans le nid par une chasseuse d'une proie plus ou moins malaxée jusqu'au dépôt d'une boulette de bouillie sur les larves par d'autres ouvrières. De nombreuses ouvrières se spécialisent dans cette activité (voir l'exemple de la colonie N18), mais le taux d'élitisme (nombre de spécialistes élités / nombre d'individus participant à la tâche) est très faible ou même nul, contrairement à ce qui se passe pour les autres tâches spécifiques réalisées dans la société.



Décisions collectives chez la blatte *P. americana* : Utilisation de la technique RFID

Stéphane Canonge¹, Gregory Sempo¹, Marie Lepolain¹, Dominique Fresneau², Jean-Louis Deneubourg¹

¹Service Ecologie Sociale, Université Libre de Bruxelles, CP231, bld du triomphe, B-1050 Bruxelles (Belgique) (stephane.canonge@gmail.com)

²LEEC Ethologie Université Paris 13, avenue J.-B. Clément F-93430 Villetaneuse (France)

En milieu naturel, la blatte *Periplaneta americana* est confrontée à des situations de choix de sites de repos commun. Nous étudions comment les décisions individuelles sont modulées par la présence des congénères (influence du contexte social) et conduire à l'organisation spatiale des individus, résultant notamment de prises de décisions collectives. Un ensemble de résultats montre que la production de ces réponses collectives ne résulte pas de la simple addition des réponses individuelles aux hétérogénéités mais repose sur des dynamiques non linéaires où les phénomènes d'amplification jouent un rôle déterminant (feedbacks positifs) (Rivault & Cloarec, 1998 ; Amé *et al*, 2006). Au cours de cette étude, nous avons eu recours à la technique RFID (Radio Frequency Identification). Cette technologie, à l'aide de marqueurs collés sur le prothorax des blattes, permet un suivi automatique et individualisé (chaque blatte est identifiée par un code unique), entraînant un gain de précision et de temps considérable dans la collecte de données.

En testant différentes tailles de groupe, confrontées à 2 sites de repos potentiels, nous avons pu mettre en évidence la capacité des blattes à sélectionner collectivement un seul et unique site de repos et en particulier à les discriminer en fonction de leur luminosité. La technique RFID nous a permis d'une part de préciser les mécanismes comportementaux (en particulier la modulation des temps de séjour) impliqués dans cette décision collective et d'autre part, d'identifier la variabilité interindividuelle des réponses comportementales.

Shape transition during nest construction in *Lasius niger* ant: effect of population and density on morphology.

Etienne Toffin, David Di Paolo, Jonathan Kindekens, Claire Detrain, Jean-Louis Deneubourg, Service d'Écologie Sociale, Université Libre de Bruxelles, Campus de la Plaine, Boulevard du Triomphe, 1050 Bruxelles, Belgique (etoffin@ulb.ac.be)

Nest construction in ants is characterized by the various patterns produced, from subterranean to arboricolous nests, from simple chambers to ramified nests with well differentiated parts. This variability of patterns is seen between but also among species, and could be controlled by several parameters such as abiotic (humidity, building materials, temperature...) and biotic parameters (population size, structure, activity...).

Building phenomenon in *Lasius niger* ant has been studied under controlled conditions (2D digging setups, 300 workers groups, moist sand with 15% water content, 4 days experiments), showing that the morphogenesis of the nest is divided into 3 phases :

- a circular growth period,
- followed by an instability phase where buds appear on the nest walls,
- after which the buds develop during a last phase into lateral branched tunnels that break the symmetry of the nest.

The effect on nest morphology and digging dynamic of the population size has also been explored to test whether or not it affects the building phenomenon. Nest produced by 50 ants show less regular shapes and a more active tunnelling process. The growth phases seem to be more unstable as bursts of activity can be observed even if a plateau area had already been reached.

Population size seems to control the variability in two ways: it can stabilize both activity and inactivity by amplification of digging or aggregation signals. Then, as such reinforcements should be lower with 50 ants, it could explain those results. The digging activity seems to be the main shape regulation parameter: higher digging rates (highest populations) characterize nests with later (in term of excavated area) transitions and stronger tunnelling behaviour.

Topologie et propriétés fonctionnelles des réseaux de galeries des nids de *Cubitermes* sp.

Andrea Perna¹, Christian Jost¹, Stéphane Douady², Sergi Valverde¹, Pascale Kuntz³, Guy Theraulaz¹

¹ Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 4, France (perna@cict.fr)

² Laboratoire Matière et Systèmes Complexes, Université Paris 7, 24 rue Lhomond, F-75005 Paris, France

³ Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes, rue Christian Pauc, La Chantrerie, F-44306 Nantes, France

Les nids des insectes sociaux jouent un rôle majeur dans l'écologie et l'organisation sociale des colonies (Grassé 1984). Pourtant, les propriétés de ces structures demeurent encore relativement peu connues. Cela tient en partie au fait que s'il est relativement simple de mesurer le volume, la surface et le nombre d'éléments d'un nid, il est plus difficile de donner une description topologique de l'organisation interne de ces éléments, car celle-ci est souvent très complexe. C'est pourtant cette organisation qui constitue le support de la fonctionnalité biologique de ces structures.

À l'aide de techniques d'imagerie médicale telle que la Tomographie aux rayons X, il est possible d'obtenir des images à haute résolution des structures internes des nids d'insectes sociaux (Hervier *et al* 2001). Le format digital de ces images a permis l'utilisation de procédures semi-automatiques d'analyse permettant la quantification des formes complexes des chambres et la cartographie du réseau complet des galeries à l'intérieur de six nids de *Cubitermes* sp. Ces réseaux présentent une connectivité très faible, ce qui a des implications fonctionnelles très importantes pour la défense du nid (Iniesto *et al* 2001), l'organisation du trafic et l'orientation des insectes à l'intérieur du nid.

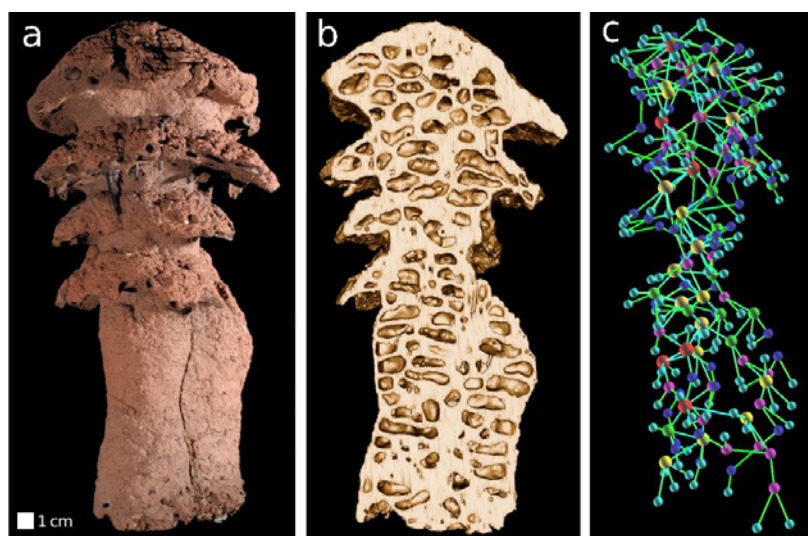


Figure 4: a. Nid de *Cubitermes* spp. b. image tomographique du même nid en rendu surfacique. c. représentation du réseau de chambres et galeries; chaque nœud correspond à une chambre et chaque arête à un couloir. La couleur des nœuds est fonction du nombre de couloirs qui lui sont connectés.

Références bibliographiques

Grassé, PP (1984) Termitologia, tome 2: Fondation des sociétés, construction. Masson, Paris.

Hervier B, Josens G, Deligne J, Terwinghe E, Verbanck J (2001) Etude des structures internes des nids de termites par analyse d'image. Actes Coll Insectes Sociaux 14:45–49.

Iniesto P, Deligne J, Josens G, Verbanck J (2001) Morphologie fonctionnelle des nids de *Noditermes aburiensis* (insecta isoptera). Actes Coll Insectes Sociaux 14:39–43.

La polydomie chez les fourmis

Bertrand Schatz¹, Gabriel Debout², Marianne Elias³, Doyle McKey¹

¹Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), UMR CNRS 5175, 1919 route de Mende, F-34293 Montpellier cedex 5, France (schatz@cefe.cnrs.fr)

¹School of Biological Sciences, University of East Anglia, Norwich NR4 7TJ, UK

¹Dept Biol. & Environ. Sciences, Univ. Helsinki, PO Box 65, FIN-00014, Helsinki, Finland

The correct identification of colony boundaries is an essential prerequisite for empirical studies of ant behaviour and evolution. Ant colonies function at various organizational levels, and these boundaries may be difficult to assess. Moreover, new complexity can be generated through the presence of spatially discrete subgroups within a more or less genetically homogeneous colony, a situation called polydomy. A colony is polydomous only if individuals (workers and brood) of its constituent nests function as a social and cooperative unit and are regularly interchanged among nests. Does this new level of organization affect the way in which natural selection acts on social traits? Here, after examining the history of terms, we review all ant species that have been described as expressing polydomous structures. We show that there is no particular syndrome of traits predictably associated with polydomy. We detail the existing theoretical predictions and empirical results on the ecology of polydomy, and the impact of polydomy on social evolution and investment strategies, while carefully distinguishing monogynous from polygynous species. Finally, we propose a methodology for future studies and offer ideas about what remains to be done.

(See also: Debout G., Schatz B., Elias M. and McKey D. 2007 Polydomy in ants: what we know, what we think we know, and what remains to be done. *Biological Journal of the Linnean Society*, 90, 319-348.)

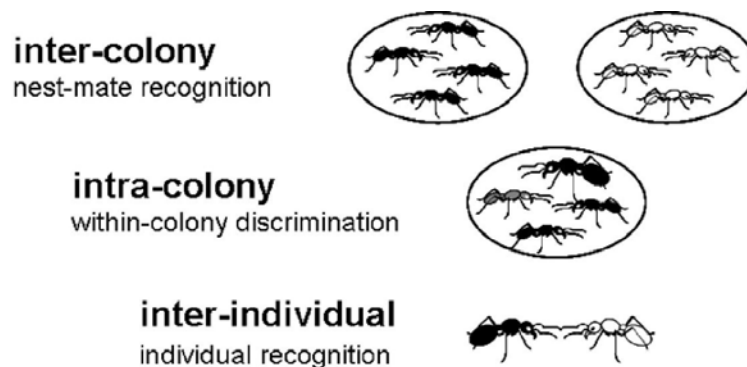
Communication chimique

Conférence Plénière: The recognition code of ants: how much have we understood of it?

Patrizia D'Ettorre

Institute of Biology, Section of Population Biology, University of Copenhagen, Denmark (pdet-torre@bi.ku.dk)

An efficient recognition system is vital for any insect society as it guarantees social cohesion and protection against robbery and parasitism from outside. The existence of different systems for kin- and nestmate recognition and the underlying mechanisms of genetic versus environmental variation in recognition cues have fascinated and puzzled evolutionary biologists for a long time. How much do we know today about recognition systems of ants, the most advanced among eusocial insects?



The nature of socially active chemical compounds and their interactive roles in structuring social behaviour are still poorly understood. Most of the studies available are correlative in nature and assume that quantitative variation in cuticular hydrocarbon profiles between colonies represents the variation in colony odour and that individuals somehow read this “bar-code” to identify and respond differentially to nestmates and non-nestmates. Similarly, we are only just beginning to understand the nature of odour differences that allow discrimination of nestmates according to caste, age, fecundity, and social status.

The recognition code of ants is probably more complex than previously thought and a way to decipher it may be to simultaneously investigate the three different levels of recognition (see figure) by using an interdisciplinary approach: a combination of chemical, genetic, neuro-physiological studies & behavioural experiments. This is what we are currently doing in my lab and I will give an overview of what we have achieved so far.

Queen retrieval pheromone in two dolichoderine ants

Laurent Cournault, Jean-Christophe de Biseau

Service d'Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50 av. F.D. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique (lcournau@ulb.ac.be)

Queen recognition by workers is a key feature in the organisation of insect societies. It is due to the existence of a queen pheromone which has been reported for a number of species. In the invasive ant pest *Linepithema humile* (the Argentine ant), the workers intensely recruit towards a queen discovered outside the nest. The chemical trail allows her to go back to its nest (Aron, 1992).

In the present work, we focus on the royal signal inducing recruitment towards the queen by workers of *L. humile* and another dolichoderinae, *Tapinoma erraticum* (the erratic ant). The chemical nature of the signal is demonstrated by the use of dead mature queens, freshly killed by freezing. The intensity of the recruitment is significantly reduced if the queen corpse is previously washed in an organic solvent (hexane). The queen signal is colony-specific since workers do not recruit toward a non-nestmate queen. Furthermore, in *L. humile*, we show that the signal inducing recruitment depends on the physiological state of the queen. Whereas a chemical trail was rapidly laid towards an egg-laying queen (mated or not), this is never observed when a gyne was placed in similar conditions (regardless of her age).

Cuticular hydrocarbons (CHC) are proposed as candidates for this queen releaser pheromone since CH profiles are clearly correlated with ovarian activity, at least in *L. humile* (deBiseau et al., 2004).

Caractérisation de la variabilité intraspécifique des sécrétions des glandes labiales céphaliques de *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apidae)

Audrey Coppée, Michael Terzo, Pierre Rasmont

Laboratoire de Zoologie- Université de Mons-Hainaut- Avenue du Champ de Mars 6 B-7000 Mons
(audrey.coppee@umh.ac.be)

Les mâles de bourdons utilisent les sécrétions de leurs glandes labiales céphaliques pour attirer les femelles conspécifiques en vue de s'accoupler. La composition de ces sécrétions est spécifique et se caractérise par la présence d'un ou plusieurs composés majeurs et de nombreux composés mineurs, dont certains à l'état de trace. Une variabilité intraspécifique de ces composés existe en fonction de l'âge. Nous cherchons ici à établir la variabilité en fonction de la distance géographique.

Quatre sous-espèces de l'espèce *Bombus terrestris* sont étudiées : *Bombus terrestris terrestris* et *Bombus terrestris lusitanicus* des Pyrénées, *Bombus terrestris sassaricus* de Sardaigne et *Bombus terrestris dalmatinus* des Balkans. Les sécrétions de leurs glandes labiales céphaliques sont analysées à l'aide d'un GC-MS, puis comparées entre elles.

La variation intraspécifique observée est importante, notamment au niveau de la molécule majeure. Les analyses statistiques employées ici (ACP, ADL et méthode de groupement hiérarchique) discriminent quasiment sans erreur les 4 taxons. Seule l'ACP ne distingue pas les 2 formes sympatriques récoltées dans les Pyrénées, ce qui est en accord avec le concept de reconnaissance des espèces de Paterson. Ces deux formes s'hybrident en effet librement, et doivent donc posséder un SMRS (système de reconnaissance spécifique) proche. Ces résultats sont en accord avec l'existence d'une cline génétique du sud de la France jusqu'au Danemark établie par Estoup. La distance entre les groupes formés reflète la distance géographique qui sépare les spécimens étudiés.

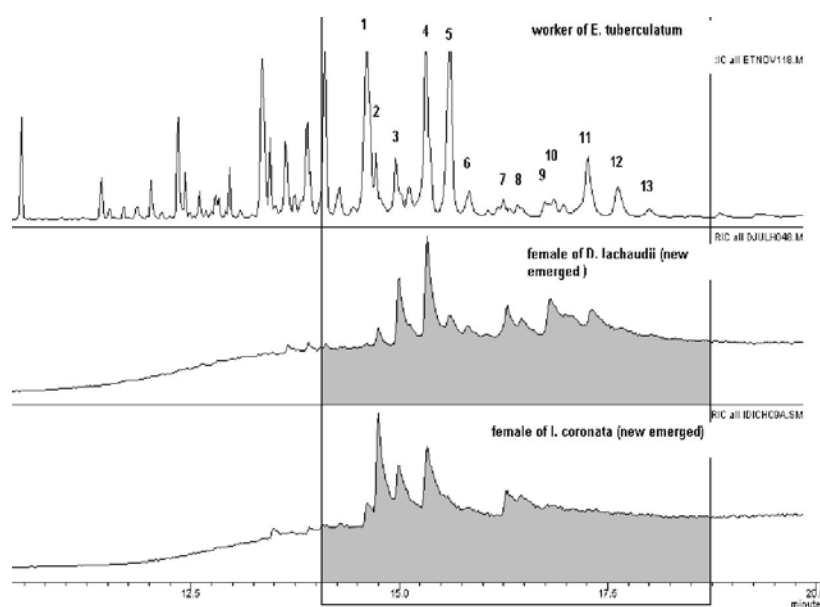
Comportement de transport de parasitoïdes Eucharitidae par leur hôte : mimétisme chimique et effet de la taille de l'objet à transporter

Gabriela Pérez-Lachaud¹, Jean-Paul Lachaud^{1,2}

¹ECOSUR, Depto de Entomología Tropical, Unidad Tapachula, Apdo Postal 36, 30700 Tapachula, Chiapas, Mexique

²CRCA, UMR CNRS 5169, Université Paul-Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex 9, France

Les Eucharitidae sont des guêpes parasitoïdes spécifiques de fourmis présentant un cycle de vie particulier. Les adultes émergent à l'intérieur des nids de l'espèce hôte, mais l'accouplement et la ponte s'effectuent à l'extérieur, sur la végétation alentour. Ce sont les larves de premier stade (*planidia*), très mobiles, qui recherchent activement l'hôte et se font transporter par phorésie par les fourrageuses jusqu'à l'intérieur des nids où elles parasitent les larves, puis les nymphes (nues ou protégées par un cocon). Les stimuli qui interviennent lors de la reconnaissance de l'hôte par les *planidia* et ceux qui permettent aux adultes d'échapper indemnes des nids sont encore mal compris.



Dans le sud du Mexique, les colonies d'*Ectatomma tuberculatum* (Olivier) peuvent être parasitées simultanément par deux espèces d'Eucharitidae : *Dilocantha lachaudii* Heraty et *Isomerula coronata* (Westwood). Les ouvrières montrent un comportement tolérant vis-à-vis des parasitoïdes qui viennent d'émerger, les transportant à l'extérieur jusqu'au tas d'ordures. L'analyse par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse des hydrocarbures cuticulaires (HCs) des trois espèces met en évidence une ressemblance partielle des profils d'HCs entre les parasitoïdes adultes venant d'émerger et les ouvrières hôtes, chacune des deux espèces mimant partiellement le profil d'HCs caractéristique de la colonie hôte mais avec des proportions relatives différentes. Ce mimétisme partiel pourrait expliquer la tolérance des fourmis à l'intérieur des nids mais pas leur comportement nécrophorique. L'analyse du comportement des fourmis confrontées à des parasitoïdes adultes intacts, des leurres avec ou sans odeur, et des insectes de tailles diverses souligne l'importance de la taille et de la qualité des objets dans le choix comportemental des ouvrières : c'est en fonction de sa taille et/ou de son profil chimique que les fourmis reconnaîtraient un intrus comme un item non-alimentaire devant être rejeté de la colonie ou bien comme une proie potentielle.

Stratégies d'intégration et impact d'un parasite sur les populations d'une fourmi envahissante

Amélie Vantaux, Olivier Roux, Jérôme Orivel

Laboratoire Evolution et Diversité Biologique, Bât 4R3, Université Paul Sabatier, F-31062 Toulouse cedex 9 (a.vantaux@yahoo.fr)

L'impact préjudiciable des invasions par des fourmis non natives affecte les écosystèmes à travers le monde. Les fourmis envahissantes prolifèrent, et ce faisant, réduisent la diversité et l'abondance des organismes natifs. Une hypothèse avancée pour expliquer le succès des fourmis non natives est l'absence de parasite dans les zones envahies. Cependant, le point de comparaison que pourrait fournir l'étude des parasites des espèces envahissantes dans leur zone d'origine est un aspect largement négligé. Ainsi, cette étude a pour but d'évaluer l'impact sur les populations de l'espèce envahissante *Wasmannia auropunctata* d'un parasite trouvé dans sa zone d'origine en examinant sa biologie ainsi que ses interactions avec les fourmis. La larve de la coccinelle *Diomus* sp. s'avère être un parasite se nourrissant



du couvain, avec cependant un faible impact sur les colonies de fourmis. Son intégration dans les nids de *W. auropunctata* est permise par un mimétisme des substances cuticulaires des fourmis, qui ne se retrouve pas chez les adultes. De plus des tests d'agressivité corroborent une intégration de la larve non seulement au niveau colonial mais aussi plus globalement au niveau spécifique. La myrmécophilie de *Diomus* sp. lui permet de bénéficier d'une source de nourriture pérenne, contrairement aux coccinelles qui utilisent généralement une ressource éphémère. L'étude d'autres parasites de *W. auropunctata*, ainsi que ceux d'autres espèces envahissantes pourrait apporter des moyens de lutte biologique ainsi que des tests supplémentaires de l'opportunité d'échapper aux ennemis. Cet exemple de myrmécophilie chez les coccinelles souligne l'intérêt d'étudier d'autres cas, qui associé à des études phylogénétiques pourraient aider à comprendre l'évolution de ce trait dans cette Famille.

Apprentissage d'un visa hétérocolonial hétérospécifique par des ouvrières adultes de *Formica rufa* et *Formica polyctena* (Hymenoptera, Formicidae)

Sylvie Marques, Stéphane Chameron

Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC), UMR CNRS 7153, Université Paris-Nord, 99 avenue Clément, F-93430 Villetaneuse, France (edgarette@hotmail.com)

Social insects are characterized by colonial closure that relies on their ability to discriminate between nestmates and non-nestmates. In ants, recognition mechanisms involve the matching of perceived chemical cues to an internal template of colony odour, which has been acquired during early adult life in many species. Following Reeve's theoretical framework of recognition systems (1989), we investigated how the experience of interspecific intercolonial contacts could modulate workers' agonistic behaviours in two ant species of the *Formica rufa*-group (*F. rufa* and *F. polyctena*).

Our experimental paradigm is based on the "dear-enemy phenomenon", predicting a differential treatment of familiar neighbours and strangers. We experimentally settled heterospecific colonies as neighbours in the lab. Our results show that workers adjusted their social behaviour to the stranger's familiarity level.

These findings provide additional evidence for the involvement of learning mechanisms in the "dear-enemy phenomenon" in ants, generalizing previous studies in vertebrates. Such learning abilities increase behavioural plasticity at play in the competition for resources within sympatric species. Our study shows that adult workers of the *Formica rufa*-group can form a heterospecific, colony-specific template, in addition to the homocolonial visa learned during early adult life. Such plasticity makes this group a promising biological model for the investigation of the cognitive basis of recognition mechanisms in social insects.

Population genetics and life history traits of the invasive ant *Pheidole megacephala*

Denis Fournier, Serge Aron

Behavioral and Evolutionary Ecology (C.P. 160/12), Université Libre de Bruxelles, Avenue F.D. Roosevelt, 50, 1050 Brussels, Belgium (denis.fournier@ulb.ac.be)

Introduced species often become ecologically dominant, causing the local extinction of native species and posing a serious threat to ecosystem function and global biodiversity. Social insects, especially ants, are among the most widespread and damaging of alien species. Their introductions are often accompanied by population-level behavioural and genetic changes that may contribute to their success.

The big-headed ant *Pheidole megacephala* is one of the 5 pest ants registered in the list of the “100 of the world’s worst invasive alien species”. Believed to be native to southern Africa, *P. megacephala* is now widespread throughout the temperate and tropical zones of the world. In Australia, the big-headed ant is common along the east and west coasts and in the Darwin region where it can pose a serious threat to local invertebrate communities. Four distant populations were sampled, respectively at Darwin city, Howard Springs National Park, Surfers Paradise and Brisbane. We examined the population and colony genetic structure, the level of intra-specific aggression, and the variations in cuticular hydrocarbons involved in nestmate recognition. Our results are discussed in the light of the data available for other invasive ant species.

Multicoloniality in the highly polygynous ant, *Crematogaster* sp. prox. *abstinens*

Rachid Hamidi¹, Yves Quinet², Jean-Christophe de Biseau¹

¹Service d'Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50 Av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique (Rachid.Hamidi@ulb.ac.be)

²Laboratório de Entomologia, Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Ceará, Avenida Paranjana, 1700, Fortaleza-60740-000 - Ceará, Brasil

The ant *Crematogaster* sp. prox. *abstinens* is a terri-colous species, forming large polydomous colonies, living along the North-East coast of Brazil. The different nests of a colony are interconnected by a trail network. Some nests contain several queens, the queens/workers ratio reaching 1/100 (Quinet et de Biseau, unpub.). According to Keller (1995), high polygyny in ants could be associated with a reduction (or even a loss) in nestmate recognition.

Our bioassays show that nestmate recognition occurs in *C. sp. prox. abstinens*. Strong aggression between workers of different colonies from the same population or from two distant populations was observed in the field. Nevertheless, this aggressiveness was never observed during the classical tests consisting in confronting pairs of workers in Petri dishes.

Bibliography

- Keller L. (1995) Social life : the paradox of multiple-queen colonies, *Trends Ecol. Evol.* 10, 355-360.

Cerveau, cognition, comportement

Conférence Plénière: Gabby relatives – On the diversity of communication mechanisms in stingless bees

Michael Hrncir

Department of Biology, University of São Paulo, FFCLRP, Av. Bandeirantes 3900, 14040-901 Ribeirão Preto - SP, Brazil (michael.hrncir@gmx.at)

For many people, research on bee communication seems somewhat outdated. Already at school, probably all of us have learnt that bees perform dances to indicate to their nestmates the position of a food source. And this is certainly true. But only for the honey bees (*Apini*), which merely constitute a meagre one percent of all eusocial bee species. In the Neotropics, the native bee fauna is dominated by the stingless bees (*Meliponini*). This bee group, which shows a social complexity comparable to that of the honey bees, comprises worldwide more than 400 species. Thus, the *Meliponini* systematically constitute the biggest group of eusocial bees. However, outshone by their famous relatives, the honey bees, the stingless bees have scientifically remained fairly neglected.

Due to the high competition over food sources in the tropics, the stingless bees have evolved a variety of different foraging and recruitment strategies. Communication mechanisms involved show both a great diversity and a broad range of complexity among the different species of *Meliponini*. Whereas in honey bees, the foragers' dances are considered the principal form of recruitment communication, we encounter a variety of both *intranidal* (*nest-based*) and *extranidal* (*field-based*) communication mechanisms in stingless bees.

Intranidal mechanisms. Stingless bees do not dance. A common trait, however, among the meliponine species investigated so far is that foragers generate pulsed thoracic vibrations ('sounds') when returning from a rich food source. Among the different species, these vibrations were found to correlate with different parameters of a food source, e.g. energetic gains and/or costs during the food collection, decreasing profitability and even the distance of a food source. In contrast to the honey bee dances, however, these vibrations presumably have a modulatory function, which is to decrease the 'foraging threshold' of inactive hive bees.

Extranidal mechanisms. Some meliponine species achieve an exceptionally high accuracy in guiding recruits to the exact position of a food source, either by scent-marking the location of the food source itself or by laying a pheromone trail. Apart from these 'genuine' extranidal communication mechanisms, field-based social cues influence the foraging decisions of several stingless bee species. Some species even make use of cues and/or signals provided by another species to detect and exploit profitable food sources ('eavesdropping').

[Supported by FAPESP-grants 06/50809-7 and 06/53839-4]

Aversive Learning in Honeybees Revealed by the Olfactory Conditioning of the Sting Extension Reflex

Edith Roussel, Vanina Vergoz, Jean-Christophe Sandoz, Martin Giurfa

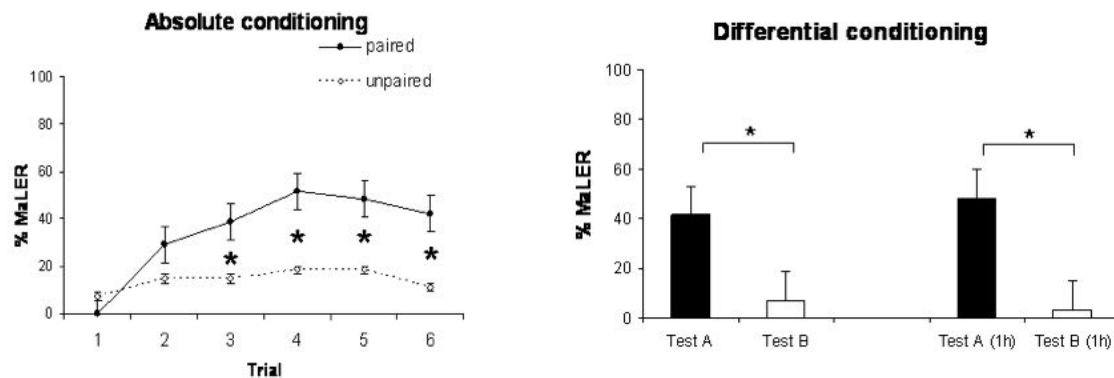
CRCA, UMR CNRS 5169, Bât 4R3, Université Paul-Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex 9, France (eroussel@cict.fr)

Invertebrate models have contributed greatly to our understanding of associative learning as they allow the combination of learning protocols and experimental access to the nervous system. The honeybee *Apis mellifera* has constituted a standard model for the study of appetitive learning and memory for almost a century since it was shown that bees learn to associate different sensory cues with a reward of sugar solution. However no study until now has explored aversive learning in bees in a way that simultaneously allows to access to its neural basis. We used odorants paired with electric shocks to condition the sting extension reflex, which is exhibited by harnessed bees when subjected to a noxious stimulation. We show that this response can be conditioned so that bees learn to extend their sting in response to the odorant previously punished but not respond to an unpunished odorant. Bees also learn to extend the proboscis to one odorant paired with sugar solution and the sting to a different odorant paired with electric shock, thus showing that they can master both appetitive and aversive associations simultaneously. Responding to each odorant with the appropriate response is possible because two different biogenic amines, octopamine and dopamine, subserve appetitive and aversive reinforcement respectively. While octopamine has been previously shown to substitute for appetitive reinforcement, we demonstrate that blocking of dopaminergic, but not octopaminergic, receptors suppresses aversive learning. Therefore, aversive learning in honeybees can now be accessed both at the behavioural and neural levels, thus opening new research avenues for understanding basic mechanisms of learning and memory (Vergoz et al. 2007, PLoS ONE 2(3): e288, doi:10.1371/journal.pone.0000288).

A modern classic: Pavlovian olfactory conditioning of the *maxilla labium* extension response in *Camponotus vagus* ants

Fernando Mordi Guerrieri, Stefano Pellecchia, Patrizia D'Ettorre

CODICES-CSE, Section of Population Biology, Department of Biology, University of Copenhagen, Denmark (FJGuerrieri@bi.ku.dk)



We set up an original classical olfactory conditioning procedure for a new animal model: *Camponotus vagus* ants. When the antennae of a harnessed ant are stimulated with sucrose solution, the ant extends its *maxilla-labium* to absorb the sucrose, i.e. "maxilla-labium extension response" (MaLER). This response could be classically conditioned by forward pairing an odour (conditioned stimulus) to sucrose (unconditioned stimulus). The number of ants responding to the odour significantly increased in the course of 6 conditioning trials. Specificity of the response was tested by presenting the ants with the conditioned odour and a novel odour. The response to the conditioned odour was significantly higher than the response to the novel odour. Discrimination ability between 2 odours was tested by differential conditioning (odour A paired to sucrose reward and odour B paired to quinine, an aversive substance). MaLER significantly increased to odour A. A similar performance was observed 1 h later both for learning and discrimination, yielding that memory was formed. These results clearly present MaLER conditioning as a reliable and statistically robust procedure to understand learning processes in ants under laboratory conditions.

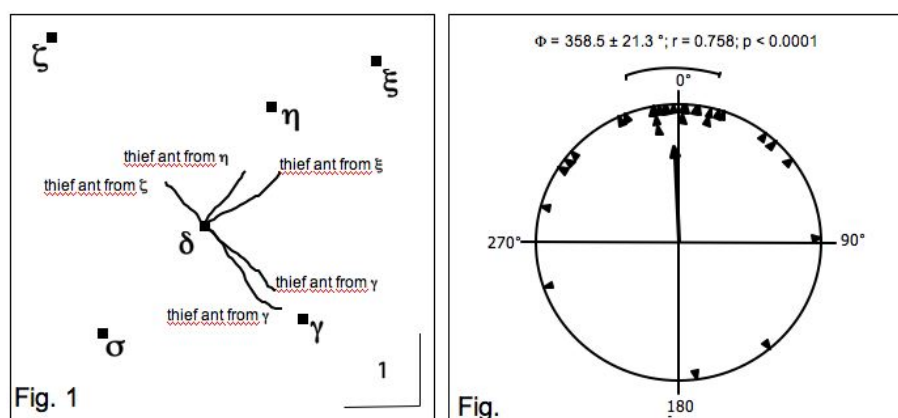
Reconnaissance des intrus et rejets "orientés" chez une fourmi ponéromorphe, *Ectatomma ruidum* Roger

Jérémy Saulnier¹, Jean-Paul Lachaud^{1,2}

¹CRCA, UMR CNRS 5169, Université Paul-Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex 9, France

²ECOSUR, Depto de Entomología Tropical, Unidad Tapachula, Apdo Postal 36, 30700 Tapachula, Chiapas, Mexique.

Chez la fourmi *Ectatomma ruidum*, la forte densité en nids se traduit par une réduction de l'aire de chasse intensivement exploitée par chaque colonie et par un comportement cleptobiotique s'exerçant au détriment des colonies homospécifiques voisines. L'efficacité du camouflage chimique utilisé par les ouvrières voleuses pour s'introduire dans les nids cibles des pillages n'est cependant pas totale et des rejets par les résidentes peuvent se produire.



Sur le terrain, l'observation de fourrageuses de plusieurs colonies voisines marquées individuellement et l'utilisation d'une cartographie précise des nids et des déplacements des fourmis ont permis de mettre en évidence l'existence de rejets "orientés" consistant en l'expulsion des voleuses en direction de leur nid d'origine (Fig. 1). Confirmés au laboratoire à partir des interactions entre cinq colonies ayant accès à une aire de fourragement commune de 2 x 1,5 m située au-dessus des nids, ces rejets se caractérisent par une très grande précision de l'orientation (Fig. 2). Sur 30 rejets contrôlés par une résidente, 19 ont été significativement orientés vers le nid d'origine des intruses (figuré par le vecteur 0) et réalisés sur des distances représentant en moyenne 60 % de la distance séparant le nid des résidentes de celui des voleuses. Dans trois cas, ces rejets ont abouti à une libération de l'intruse à l'entrée même de son nid. Ce phénomène semble impliquer non seulement une reconnaissance de la qualité "d'étranger" des intrus rencontrés à l'entrée ou à l'intérieur du nid mais également une reconnaissance de "l'identité" du nid d'origine de ces individus couplée à une représentation spatiale de la localisation de ces nids dans l'environnement proche. Une telle capacité pourrait s'expliquer par la fidélité connue des fourrageuses à une zone de fourragement individuelle permettant à une fourrageuse donnée de reconnaître les "voisins" situés dans sa zone individuelle de fourragement exploitée régulièrement.

Modulation of learning by stress and endogenous opioids in the honeybee

Elodie Urlacher, Bernard Francés, **Jean-Marc Devaud**

Centre de Recherches sur la Cognition Animale (CRCA) - CNRS UMR 5169 Université Paul Sabatier - 118 Route de Narbonne - 31062 Toulouse, France (devaud@cict.fr)

Stress is known to influence behaviour of many animals, and has been shown in particular to affect learning and memory in Mammals. Although adaptative responses to stress appear to be widespread in the animal kingdom, less is known about their importance and mechanisms in non mammalian species. We are interested in the relationships between stress and mnesic process in a somehow more simple organism, the honeybee (*Apis mellifera*). This species is an extremely valuable model for the study of learning and memory processes, as well as their neural and biochemical bases. Honeybees can be conditioned in a pavlovian protocol to associate an odorant with a sugar reward. The neural bases of this form of associative learning are well known, but its modulation through environmental factors is less well understood. Alarm pheromones, in particular isopentylacetate (IPA), the main component of the sting alarm pheromone, are considered as potential stressors because they are capable of activating an endogenous opioid system. It is therefore possible to combine olfactory conditioning and IPA exposure to understand how stress affects learning and memory in honeybees.

Based on previously published procedures, we exposed bees to IPA during 30 min and then trained them to associate an odour with sugar during 3 trials. Retention tests were performed 1 h later. The performance of these bees was compared to that of control bees exposed to solvent alone. We show that exposure to IPA leads to a dose-dependent decrease of learning performance. However, memory is not impaired. Indeed, odour-specificity of the memory at 1 h tends to be improved after exposure to low IPA doses. This last result is reminiscent of the positive effects of mild stress on learning in rodents. These results suggest a role for the opioid system in stress-induced modulation of mnesic processes. Injections of an opioid antagonist (naloxone) are envisaged to verify this hypothesis.

Mémoire à long terme et plasticité neurale : une approche structurale et fonctionnelle dans le lobe antennaire d'*Apis mellifera*

Benoît Hourcade, Emmanuel Périssé, Jean-Marc Devaud et Jean-Christophe Sandoz
Centre de Recherche sur la Cognition Animale, UMR 5169, Bât IVR3, 118 route de Narbonne
F-31062 Toulouse cedex 09 (hourcade@cict.fr)

Le modèle classique de la consolidation mnésique postule que le stockage à long terme de l'information apprise repose sur des modifications structurales et fonctionnelles des réseaux neuronaux. Le lobe antennaire de l'abeille (*Apis mellifera*) est un modèle particulièrement approprié pour étudier la localisation de la consolidation d'une trace mnésique. En effet, son organisation modulaire en glomérules, unités impliquées dans le codage des stimuli olfactifs, permet de rechercher précisément d'éventuelles modifications du réseau neuronal. Nous avons donc recherché des modifications structurales et fonctionnelles de ces glomérules lorsque l'animal a mis en mémoire une information olfactive, ceci par deux approches complémentaires de microscopie confocale et d'imagerie calcique, respectivement.

Nos résultats montrent, pour la première fois, que la formation d'une mémoire olfactive à long terme s'accompagne de modifications structurales et fonctionnelles dans le lobe antennaire. Les modifications structurales se manifestent par une augmentation significative du volume de certains glomérules alors que les modifications fonctionnelles affectent l'activité d'autres ensembles de glomérules, dans le sens d'augmentations et de diminutions d'activités glomérulaires. De plus, de la même manière qu'une mémoire à long terme est spécifique, nous montrons que ces modifications glomérulaires sont spécifiques de l'odeur apprise, suggérant ainsi qu'une partie au moins de la trace mnésique olfactive s'établit à long terme au niveau des lobes antennaires.

Rôle du calcium dans la formation de la mémoire olfactive à long terme chez l'abeille *Apis mellifera*

Emmanuel Périsse¹, Valérie Raymond-Delpech¹, Isabelle Néant², Catherine Leclerc², Jean-Christophe Sandoz¹, Marc Moreau²

¹Centre de Recherches sur la Cognition Animale, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse (eperisse@cict.fr)

²Centre de biologie de développement, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse

La formation et le stockage à long terme de souvenirs nécessitent une phase de consolidation des informations apprises. La découverte de nouveaux gènes dont la transcription est induite lors de la formation de la mémoire à long terme (MLT) permettrait de mieux comprendre les bases moléculaires des processus de consolidation. Or, il est désormais clairement admis que le calcium a un rôle important dans la transcription de gènes impliqués dans la formation de la MLT (pour revue Berridge, 1998). Nous nous sommes donc intéressés au rôle du calcium dans la formation de la mémoire olfactive à long terme sur un modèle insecte approprié pour les études des bases cellulaires et moléculaires de l'apprentissage et de mémoire, l'abeille domestique *Apis mellifera*. Dans un premier temps, nous avons réalisé des expériences à l'aide d'agents pharmacologiques agissant sur les concentrations de calcium intracellulaire afin de déterminer son influence sur les performances de MLT. Nous avons pu montrer que la chélation intracellulaire de calcium par l'injection intra thoracique de BAPTA-AM (500°M) induit un déficit spécifique de MLT, alors qu'une augmentation intracellulaire de calcium par l'injection intra thoracique de caféine (20mM) entraîne une augmentation des performances de MLT. A l'aide de ces résultats nous allons pouvoir, dans un second temps, déterminer les conditions expérimentales qui vont nous permettre de sélectionner et d'étudier un ou plusieurs gènes qui sont impliqués dans la formation de la MLT et dont l'expression est dépendante du calcium.

Références bibliographiques

Berridge MJ (1998). Neuronal calcium signaling. *Neuron*. ;21(1):13-26.

Seuil lumineux de perception des couleurs par les ouvrières de la fourmi *Myrmica sabuleti*

Marie-Claire Cammaerts , David Cammaerts

Faculté des Sciences, CP 160/11, Université Libre de Bruxelles, 50 A. F. Roosevelt, B-1050 Bruxelles, Belgique (mtricot@ulb.ac.be)

Nos travaux précédents sur la vision des couleurs par les ouvrières de la fourmi *Myrmica sabuleti* suggèrent que ces fourmis présentent des seuils lumineux différents pour la perception de couleurs différentes. En utilisant le conditionnement opérant différentiel, nous avons mesuré les seuils leur permettant de distinguer cinq couleurs (rouge, jaune, vert, bleu, violet) d'un gris neutre et ceux leur permettant de distinguer deux couleurs l'une de l'autre, cela en ayant vécu sous deux intensités lumineuses différentes : 10.000lux et 600 lux. De ces quatre séries de cinq expériences (menée chacune sur six sociétés), il ressort que (voir figure):

- les seuils lumineux requis pour distinguer une couleur d'un gris neutre sont inférieurs à ceux permettant de discriminer deux couleurs,
- les seuils acquis sous 600 lux sont moindres que ceux acquis sous 10.000 lux,
- dans tous les cas (couleurs vs gris et couleurs vs couleurs ; 10.000 lux et 600 lux), les seuils décroissent du rouge au violet, variant donc directement avec la longueur d'onde.

En outre, nous avons retrouvé la sensibilité différente des *M. sabuleti* aux couleurs selon l'intensité lumineuse : sous 10.000 lux, elles sont surtout sensibles au jaune et au bleu, et sous 600 lux, au vert et au violet.

Les seuils de vision des couleurs sont inférieurs à ceux permettant de percevoir un objet. Nous proposons donc le système de vision suivant pour les *M. sabuleti*. Sous très faible luminosité, ces fourmis distingueraient des plages lumineuses de plages grises ; sous une luminosité légèrement supérieure, elles distingueraient les diverses couleurs. Ce faisant, leurs yeux fonctionneraient en superposition. Ils s'adaptent à une augmentation d'intensité lumineuse jusqu'au stade ultime où ils fonctionneraient en apposition (permettant une vue - imparfaite - des formes et contours) et redeviendraient aptes à s'adapter à toute augmentation ultérieure de luminosité. La perception visuelle des fourmis serait ainsi adaptée aux variations journalières (teintes, intensités) de la lumière solaire arrivant sur terre.

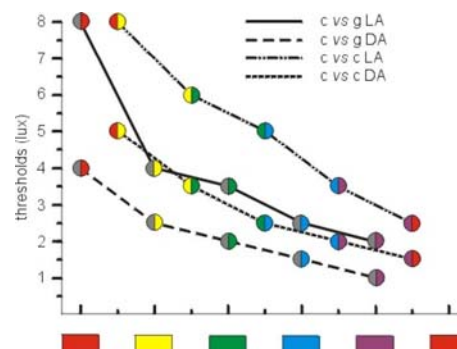


Figure 5: Seuils lumineux (thresholds, en lux) des ouvrières de *Myrmica sabuleti* leur permettant de discriminer entre une couleur et du gris (c vs g) ou entre deux couleurs (c vs c) sous une intensité lumineuse de 10.000 lux (LA) ou de 600 lux (DA)

Indices géométriques et navigation chez la fourmi *Gigantiops destructor*

Antoine Wystrach^{1,2}, Guy Beugnon¹

¹CRCA - CNRS UMR 5169, Université Paul-Sabatier, F-31062 Toulouse cedex 9

(a_wystrach@yahoo.fr)

²LEEC - CNRS UMR 7153, Université Paris XIII, F-93430 Villetaneuse

Cette étude de laboratoire s'intéresse pour la première fois aux capacités d'utilisation des indices fournis par la géométrie de l'espace chez un invertébré. Nous avons recouru au paradigme de Cheng (1986), utilisé chez les vertébrés, en l'adaptant aux fourmis de l'espèce *Gigantiops destructor*. Désorientées au centre d'une arène rectangulaire, les fourmis doivent se diriger vers l'un des quatre coins du dispositif afin de regagner leur nid.

1. En présence des indices directionnels présents dans la pièce d'expérimentation (objets, néons), les fourmis ne montrent aucune difficulté à se diriger et à retrouver la sortie correcte.
2. Quand l'arène est isolée des repères présents dans la pièce, les ouvrières se déplacent selon la diagonale du rectangle (indice géométrique) les conduisant vers la sortie correcte ou dans le coin opposé (erreur de rotation).
3. Lorsque quatre formes visuelles labellisent les coins de l'arène, les fourmis continuent à utiliser l'information géométrique et elles ne se fient aux indices proximaux qu'une fois arrivées à quelques centimètres des coins.

Ces résultats, ainsi que les processus et capacités cognitives qu'ils impliquent, sont discutés dans une perspective comparative avec ceux obtenus chez les vertébrés.

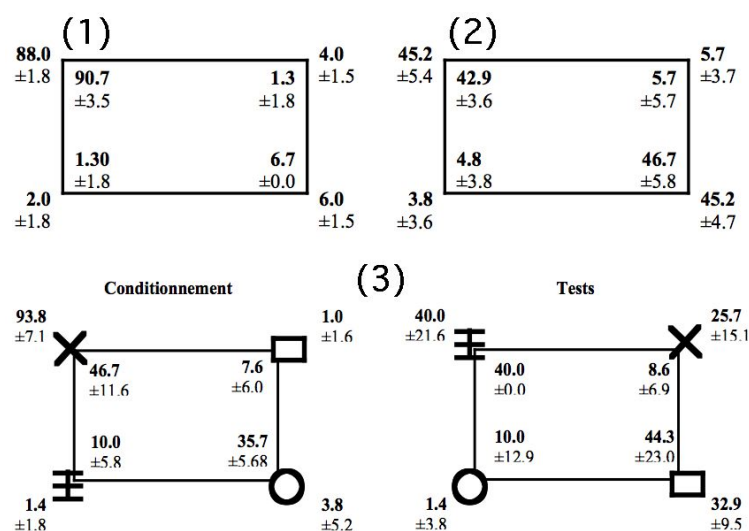


Figure 6: A des fins didactiques, nous avons regroupé les résultats des sorties vers le nid dans le coin en haut à gauche des rectangles, le coin en bas à droite indique l'erreur de rotation (indice géométrique), et les deux autres coins correspondent aux erreurs de localisation. Les nombres à l'intérieur des rectangles indiquent le pourcentage moyen pour chacune des quatre directions prises depuis le centre de l'arène, ceux à l'extérieur indiquent le pourcentage moyen pour chacun des quatre coins choisis.

Posters

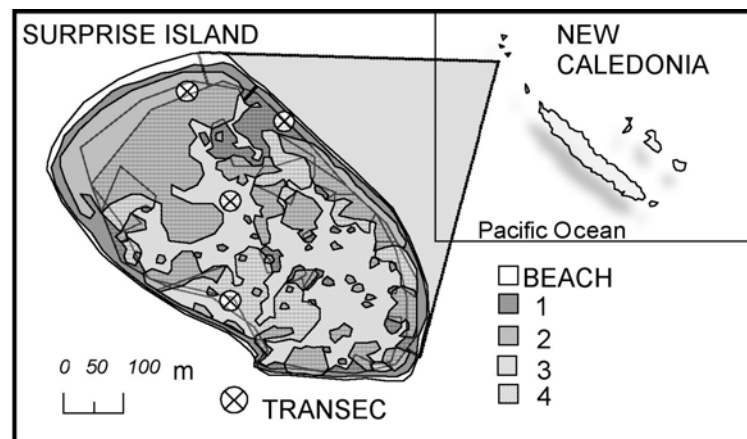
A native ant species resists in the invaded communities from the Pacific Surprise island (New Caledonia)

Elena Angulo¹, Stéphane Caut¹, Franck Courchamp¹, Xim Cerdá^{1,2}

¹ESE, UMR CNRS 8079, Univ. Paris Sud 11, Bat. 362, F-91405 Orsay cedex, France
(elena.angulo@u-psud.fr)

²Estación Biológica de Doñana, CSIC, Apdo. 1056, E-41080 Sevilla, Spain

The aim of this study is to understand the ant community organization in four different habitats of the small Surprise island (Entrecasteaux reef, New Caledonia, see the map): (1) a ring of shrubs around the island with two dominant species, *Argusia argentea* and *Suriana maritima*; (2) an arboreal strata with *Pisonia grandis*; (3) a dense patch with *Scaevola sericea*; and (4) a central plain. Within each site, 24 pitfall traps were laid during 24 h. Foraging activity was measured at baits (honey or peanut butter) from sunshine to sunset. Ground temperatures were registered with HOBO's Data-Logger.



Eight ant species were found, seven are introduced (*Tetramorium simillimum*, *Tetramorium bicarinatum*, *Tapinoma melanocephalum*, *Monomorium floricola*, *Cardiocondyla emeryi*, *Paratrechina longicornis*, *Brachymyrmex obscurior*), and only one is native, *Pheidole oceanica* (PO). *T. simillimum* is the most abundant (with 35.9% of occurrence at pitfall traps) followed by PO (24.8%). Pitfall and baits gave a similar pattern of abundance. Daily activity patterns of all species were similar: a bimodal curve with two peaks (after sunshine and during afternoon). All eight species recruit nestmates to food. PO is the most efficient recruiter: it had frequently more than 50 individuals per bait. *T. simillimum* (45.8 workers per bait) had the highest mean value of workers per bait, followed by PO (40 workers per bait). PO was highly “resistant” against invaders, based on two important life traits: its very efficient mass recruitment system and the existence of a big-headed soldier caste. The two most harmful tramp species in New Caledonia, *Wasmannia auropunctata* and *Pheidole megacephala* were absent in the Surprise island. The absence of both “extirpators” allowed that communities have a hierarchy of dominance in which the top dominant is the native species.

Influence of octopamine on the mating behaviour of male bumble bees (*Bombus terrestris*)

Mylène Anotaux, Nicolas Châline

Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, UMR CNRS 7153, Université Paris 13, 99 Avenue JB Clément, 93430 Villetaneuse (nicolas.chaline@leec.univ-paris13.fr)

Biogenic amines are neurohormones that elicit and modify behavioural patterns. In social insects, one biogenic amine, octopamine, is implicated in the regulation of a variety of behaviours. In this study, we tested the effect of octopamine on mating behaviour of male bumble bees using topical application of octopamine and one of its antagonists, mianserin. Every morning five males are treated with controlled doses of test solutions (octopamine or mianserin) on their thorax and five control males with dimethylformamide solution. One hour later, the behaviour of male bees (mating attempts, end of mating attempts and mating) in contact with virgin queens was observed. Our results show an increased sexual motivation of males treated with octopamine on the first observation day when compared with controls. Mianserin treated males behaviour is not significantly affected. Over two days, a decrease of the motivation is observed in both control and octopamine treated males with a higher decrease for octopamine. This suggests that the intensity of previous experience influences later motivation. Altogether, our data show that octopamine probably plays a part in regulating sexual motivation of male bumblebees.

Optimisation du diagnostic du virus de la Paralysie Chronique par RT-PCR suite à la mise en évidence de variabilité génomique et première analyse phylogénétique à partir d'isolats d'origine géographique différente

Philippe Blanchard, Violaine Olivier, Anne-Laure Iscache, Olivier Celle, Frank Schurr, Magali Ribière-Chabert

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Laboratoire d'étude sur la pathologie des petits ruminants et des abeilles, 105 route des chappes, BP 111 06902 Sophia Antipolis (p.blanchard@afssa.fr)

Le virus de la paralysie chronique (Chronic bee paralysis virus CBPV) a été l'un des premiers isolés chez l'abeille. Il est responsable d'une maladie infectieuse et contagieuse des abeilles adultes connue sous le nom de "maladie noire" ou "paralysie chronique". Les travaux de séquençage entrepris par le laboratoire de Sophia Antipolis permettent aujourd'hui de disposer des séquences des 2 ARNs majoritaires, l'ARN 1 constitué de 3674 bases et l'ARN 2 constitué de 2305 bases. Bien que ce virus montre très peu de similitudes avec les autres virus de l'abeille connus à ce jour, quelques analogies ont été observées avec les virus de la famille des *Nodaviridae* et des *Tombusviridae*.

Une étude préliminaire sur la variabilité génomique du virus a été réalisée à partir de 8 isolats viraux provenant de différents départements français. Cette étude a permis de mettre en évidence la variabilité de certains isolats viraux présentant jusqu'à près de 10% de divergence par rapport à notre isolat de référence. De nouveaux tests de diagnostic ont été mis au point d'une part, pour permettre la détection d'isolats viraux génétiquement variables et d'autre part, pour permettre la quantification du génome viral (RT-PCR Quantitative ou en Temps réel).

Afin de poursuivre nos investigations sur la variabilité du génome du CBPV, une étude est actuellement en cours qui permettra de réaliser une analyse phylogénétique à partir d'isolats provenant de différents pays étrangers (Espagne, Belgique, Hongrie, Autriche, Pologne, Suisse, Danemark, Uruguay).

Spatio-temporal distribution of termite swarming in a Panamanian rainforest

Thomas Bourguignon¹, Maurice Leponce², Yves Roisin¹

¹Behavioral & Evolutionary Ecology, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, Avenue F.D. Roosevelt 50, B-1050 Brussels, Belgium (thomas.bourguignon@ulb.ac.be)

²Conservation Biology Section. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Rue Vautier 29, B-1000 Brussels, Belgium

Because of sampling difficulties, the fauna of forest canopies has long remained poorly known. Recently, several studies have highlighted the existence of a vertical stratification among rainforest arthropods. Such a stratification was also demonstrated for established colonies of termites, but the vertical distribution of swarming alates has never been documented.

Alate termites were collected in a Panamanian tropical rainforest between October 2003 and November 2004. Different kinds of traps were placed into the forest at different heights and were regularly collected. Flight interception traps (hereafter: FL) and light traps (L) were particularly efficient at collecting termites. Samples were analysed and determined at the level of species or morphospecies.

A previous study allowed to distribute most termite species between two groups: ground or canopy specialists. FL traps placed in the canopy captured more alates than traps placed in the understorey or near the ground. This tendency was slight for alates of ground-dwelling species, but obvious for alates of canopy dwellers. Results of L traps point into the same direction, but are not significant.

Alates of most species were caught at the beginning of rainy season, except some *Kalotermitidae* and *Embiratermes chagresi*. It is usual for *Kalotermitidae* to fly over long periods or even throughout the year (e.g. *Neotermes*), perhaps because alate maturation is dependent on colony condition. *E. chagresi* is unusual for swarming in the middle of rainy season.

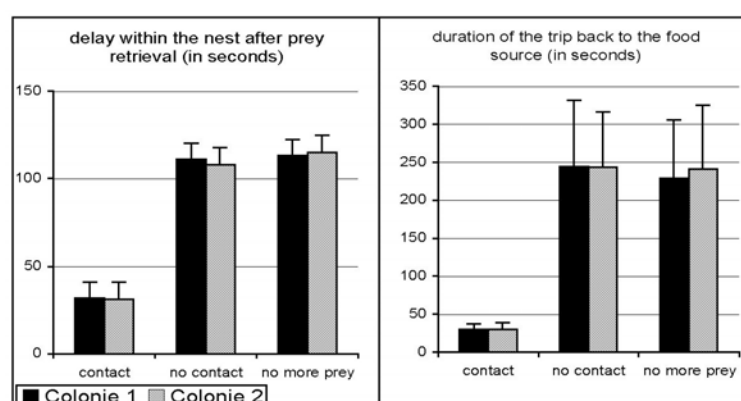
Cinétique d'exploitation et perception de l'épuisement d'une source de petites proies de densité variable chez la fourmi *Gnamptogenys sulcata*

Sébastien Daly-Schveitzer¹, Jean-Paul Lachaud^{1,2}

¹CRCA, UMR CNRS 5169, Université Paul-Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9, France (daly@cict.fr)

²ECOSUR, Depto de Entomología Tropical, Unidad Tapachula, Apdo Postal 36, 30700 Tapachula, Chiapas, Mexique

Les chasseuses élités de *Gnamptogenys sulcata* ne représentent que de 1 à 4 individus par colonie qui chassent toujours en solitaire mais emploient des stratégies de transport différentes selon le poids des proies : stratégie solitaire pour les proies légères ou stratégie collective avec recrutement pour les proies lourdes. Contrairement à diverses ponéromorphes qui recrutent lors de l'exploitation d'amas de petites proies, les chasseuses élités de *G. sulcata* utilisent toujours la stratégie de transport solitaire pour des amas de 2, 5 ou 20 drosophiles. Bien que l'arrivée au nid des premières proies puisse déclencher une forme primitive de recrutement avec sortie de plusieurs individus mais sans direction précise, aucun véritable recrutement direct de congénères n'a été observé.



La cinétique d'exploitation des amas de petites proies (voir figure) indique que, chez *G. sulcata*, la densité ne serait pas perçue à travers le nombre total de proies disponibles par unité de surface, ni même à travers la fréquence de contact avec une proie par unité de temps. Seule importerait l'existence d'un simple contact avec une proie encore présente sur la source. Tant qu'une perception directe par contact physique est possible, l'exploitation de la source suit une cinétique régulière seulement modulée par un effet de satiété quand de nombreuses proies ont été capturées. Par contre, dès que ce contact disparaît, les chasseuses élités réagissent comme si la source était épuisée et réutilisent une stratégie d'exploration au hasard (allongement du temps passé dans le nid après capture de la dernière proie et de la durée du trajet retour à la zone de chasse, forte augmentation de la sinuosité du trajet). Les aspects concernant d'une part l'intervention de facteurs olfactifs liés au contact physique lors de la prise d'information, et d'autre part la capacité de rétention de ce type d'information, restent à explorer.

Utilisation de la tomographie aux rayons X dans l'étude des constructions d'insectes sociaux

Eric Darrouzet¹, Marc Legeais², Anne-Geneviève Bagnères¹

¹Université de Tours, IRBI, UMR CNRS 6035, Parc de Grandmont, F-37200 Tours, France
(eric.darrouzet@univ-tours.fr)

²Service de neuroradiologie, CHU Bretonneau, F-37044 Tours, France.

Les insectes eusociaux élaborent des nids de structures plus ou moins complexes. Cette complexité structurale des nids est invisible de l'extérieur, d'où la nécessité de les ouvrir pour les étudier. Mais l'ouverture d'un nid entraîne nécessairement sa dégradation ainsi que l'élimination de la colonie. Cependant, il existe un moyen non invasif d'étudier un nid dans ses moindres détails, la tomographie rayons X. En soumettant un nid à un scanner médical, il est possible d'obtenir des images de l'intérieur de celui-ci avec tout un ensemble d'informations physiques (tailles, surfaces, volumes, densités, etc.). Cette technique présente deux intérêts : l'obtention de données architecturales facilement traitables sur ordinateur et la possibilité d'étudier ces structures sans perturber les insectes, permettant ainsi de suivre l'évolution d'une construction au cours du temps.

Cet outil est ici utilisé pour déterminer les stratégies de consommation du bois par deux espèces de termites souterrains que l'on trouve en France, *Reticulitermes grassei* et *R. santonensis*. La structure 3D des galeries et loges, la quantité de bois consommé sont ainsi visualisées et comparées au cours du temps chez 5 colonies différentes, chacune constituée de 1000 ouvriers de ces deux espèces. Les premiers résultats montrent des différences notables entre ces deux espèces pour la vitesse de consommation du bois, les quantités excavées et l'allure des cavités qui y sont creusées.

Role of cuticular hydrocarbons in the marking of the environment in the ant *Crematogaster scutellaris*

Jean-Christophe de Biseau¹, Virginie Servais¹, Cédric Devigne²

¹Université Libre de Bruxelles, Service d'Eco-Ethologie Evolutive-CP160/12, 50 Av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique (jcbiseau@ulb.ac.be) ²Laboratoire Environnement & Santé, 56 rue du Port, Lille, France

The key role of cuticular hydrocarbons (CH) in nestmate recognition is abundantly mentioned in the literature about ants. By contrast, their role in the marking of the environment is definitely less clear.

In *Crematogaster scutellaris*, a Mediterranean arboricolous species forming large colonies, workers exploit their environment through a well-developed trail network. In laboratory experiments, the extraction of filter papers or slides placed for several days at the entry of the nests or beside food sources shows the presence of hydrocarbons similar to those observed in the cuticular profile of the workers. The degree of similarity (calculated by the Nei index) between hydrocarbons found in the environment and those found on the cuticle of workers varies between 80 to 98% according to the experiments.

In order to test the possible role of these hydrocarbons in the marking of the environment by the workers, we observed the collective exploratory recruitment of 8 colonies towards either filter papers not marked, marked by the colony tested or marked by a stranger colony. The results show that ants are able to detect the chemical cues laid on the substrate since recruitments are more intense towards a filter paper not marked than towards a filter paper marked by the tested colony or by a stranger colony. Moreover, recruitment is slightly stronger towards a paper marked by the colony tested than towards a paper marked by a stranger colony. This last result suggests that, like the cuticular profile, the marking of the environment is colony-specific. However, this conclusion needs to be confirmed by more experiments.

Une stratégie de chasse basée sur la vitesse : la frappe mandibulaire chez la fourmi *Odontomachus opaciventris* Forel

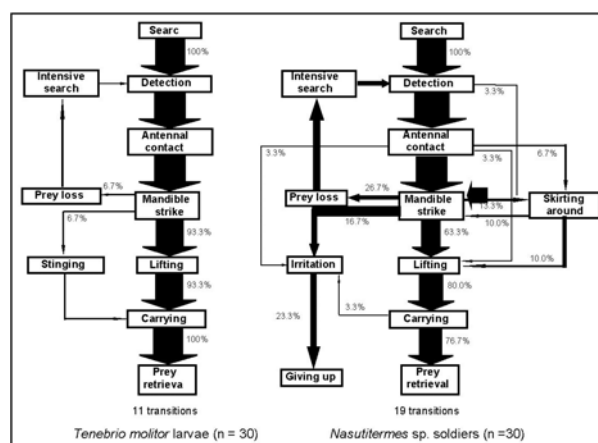
Aldo de la Mora¹, Gabriela Pérez-Lachaud¹, Jean-Paul Lachaud^{1,2}

¹ECOSUR, Depto de Entomología Tropical, Unidad Tapachula, Apdo Postal 36, 30700 Tapachula, Chiapas, Mexique (igperez@tap-ecosur.edu.mx)

²CRCA, UMR CNRS 5169, Université Paul-Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9, France.

De nombreuses espèces de fourmis prédatrices spécialistes présentent des mandibules structurellement diversifiées. Certaines, comme les *Odontomachini*, ont développé un système de blocage fonctionnant comme un ressort de catapulte permettant la fermeture brusque et puissante des mandibules dont l'efficacité est redoutable contre de petites proies à corps mou. Toutefois, la flexibilité d'un tel système semble relativement réduite et l'on peut s'interroger sur ses limites d'efficacité face à des proies alternatives.

Ceci a été étudié chez *Odontomachus opaciventris*, en utilisant de petites proies (ouvriers et soldats de *Nasutitermes*, mouches des fruits, vers de farine) présentant différentes caractéristiques morphologiques et défensives. Quel que soit le type de proie, les chasseuses solitaires présentent un comportement prédateur peu variable caractérisé par un enchaînement rapide des différentes phases de capture et une grande efficacité de la frappe mandibulaire délivrée lors de l'attaque (76,7 à 100% de succès). Contrairement à la plupart des fourmis ponéromorphes, la palpation antennaire précédant l'attaque n'est jamais exprimée, ni aucune posture "prudente" spécifique, et l'attaque n'est focalisée sur aucune zone particulière du corps de la proie. La piqure, régulièrement utilisée contre des proies à mouvements rapides comme les mouches, intervient rarement face à des proies à cuticule plus dure (vers de farine) et jamais face à des *Nasutitermes* ouvriers ou soldats en dépit de la défense chimique très nocive de ces derniers. Quel que soit le risque lié à la capture de proies, même dangereuses, la stratégie utilisée semble ainsi privilégier la rapidité d'exécution de l'attaque et la force du système particulier de fermeture des mandibules. Cette arme est utilisée par les chasseuses d'*O. opaciventris* comme force de frappe principale face à une gamme de petites proies dont la taille et le poids varient, respectivement, de 0,3 à 2 fois et de 0,1 à 2 fois leurs propres taille et poids.



Intraspecific social parasitism in *Bombus terrestris*: physiological and behavioural responses

Violaine Drapeau, Nicolas Châline

Laboratoire d’Ethologie Expérimentale et Comparée, UMR CNRS 7153, Université Paris 13, 99 Avenue JB Clément, 93430 Villetaneuse (violaine.drapeau@hotmail.fr)

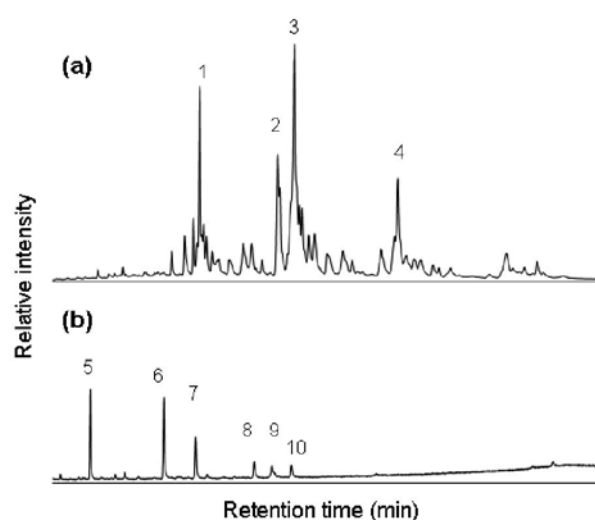
Drifting workers are a frequent feature of eusocial species such as bumblebees or wasps but this phenomenon is not well-studied. Some authors consider drifting as a selfish strategy of workers to reproduce outside their colonies. In our study, workers of *Bombus terrestris* were transferred in host colonies and their physiological and behavioural responses were studied during the social phase. Our results do not show a higher ovarian development of drifters when compared with resident workers but they reveal a tendency for drifters to become dominant, notably thanks to more frequent aggressive behaviours. The physiological response of drifting workers could therefore follow the behavioural changes observed in our study. A similar study in the competition phase of the colonial cycle of *Bombus terrestris* would allow the verification of the existence of this later physiological response.

Colony founding in the ant *Lasius niger*: a chemical and genetic insight.

Stephanie Dreier, Patrizia D'Ettorre

Institute of Biology, Department of Population Biology, University of Copenhagen, 2100 Copenhagen, Denmark (sdreier@bi.ku.dk)

Founding a new colony is a critical stage for an ant queen. As an alternative to starting a colony alone, young queens might cooperate (pleometrosis). The direct benefits of cooperation are a larger initial worker force and a faster colony growth. In the ant *Lasius niger*, new colonies might be founded by one or several young queens. However, when multiple queen associations occur, soon after the emergence of the workers, the queens in a colony fight until only one is left alive.



Chemical hydrocarbon profiles of (a) mature queens and (b) young overwintering queens of *Lasius niger*. 1. 9,15-diMeC29; 2. 11+13+15-MeC31; 3. 9,y-diMeC31; 4. 9,y-diMeC33; 5. C27; 6. C29; 7. 3-MeC29; 8. C31; 9. 9-MeC31; 10. 3-MeC31

Association of two queens were reared in laboratory. Since ants use cuticular hydrocarbons present for recognition and communication, we investigated whether these compounds are important in determining the fate of a queen. Indeed, we found that queens show quantitative differences in their hydrocarbon profile. Workers often participate to the fights between queens, and different matrilines might have diverging interests regarding which queen should survive. However, we found that workers do not hesitate in attacking and killing their own mother. Conflicts at the early stages of the colony life cycle are more likely to be resolved by queen signalling its quality. We are currently investigating the nature and dynamics of these quality signals.

Biogenic amines and individual olfactory learning in the ants *Camponotus fellah*

Claire Eschbach¹, Roxana Josens², Martin Giurfa¹

¹Centre de Recherches sur la Cognition Animale (UMR5169), CNRS – Université Paul Sabatier (eschbach@cict.fr)

²Grupo de Estudio de Insectos Sociales, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

The individual olfactory learning abilities of ants of the genus *Camponotus* were recently characterized under controlled laboratory conditions by using a Y-maze. Ants learnt to discriminate between two pure odorants simultaneously presented (differential conditioning), one rewarded with sucrose solution and the other punished with quinine solution.

Associative learning and memory in insects are modulated by biogenic amines which may act as substitutes for appetitive or aversive reinforcements. These amines depress or facilitate a wide range of insect behaviours but nothing is known about their possible modulatory role in olfactory learning and memory in ants. We focused on the effect of octopamine and dopamine, two important biogenic amines for learning in insects, on the olfactory acquisition and memory in *C. fellah* ants.

Dopamine (DA) and octopamine (OA) were orally administrated in the sucrose solution fed to independent groups of ants. Preliminary results showed that DA-treated ants learned faster the association than OA-treated and control ones, whereas no difference between groups was found at the end of the conditioning. Further experiments used ants treated with DA, 67-ADTN (an agonist of the honeybees dopaminergic receptors), OA or tyramine (TA, precursor of octopamine), and control ants. Following the olfactory conditioning, we performed discriminative tests to determine if ants learnt the association between the odour and the sucrose reward (appetitive learning) and/or the association between the odour and the punishment with quinine solution (aversive learning). We found that the appetitive association is learnt by all the groups whereas the aversive one did not. We confirmed the facilitatory action of dopamine on olfactory learning in ants, and to a lesser extent with its agonist 67-ADTN. Supplementary studies showed however that treatment with DA decreased the sucrose responsiveness, which can not explain that DA increased learning performances with sugar reward.

Cryptic taxa in *Pachycondyla* species complexes (Formicidae): Towards an accurate identification by a multidisciplinary approach

Ronara de Souza Ferreira¹, Cléa dos Santos Ferreira Mariano², Marie-Claire Malherbe¹, Paul Devienne¹, Jacques H. C. Delabie², Dominique Fresneau¹

¹Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC), UMR CNRS 7153, Université Paris Nord, Villetaneuse, France

²Laboratório de Mirmecologia, Convênio UESC/CEPLAC, Centro de Pesquisa do Cacau/CEPLAC, Itabuna-BA, Brasil

The number of ant species still remaining to be discovered and described from the Neotropics is very high. Imperfect classification of some groups, especially due to the presence of cryptic species, complicates further biodiversity assessments. The genus *Pachycondyla* is a good example. It shows a low polymorphism between species, besides the fact that some of them are, indeed, species complexes (morphologically similar species but reproductively isolated from each other) which makes difficult their correct identification.

Thus, there is an urgent need to find tools capable to help solving this problem. However, there is not a single tool well enough able to give the solution by itself. So, a multidisciplinary approach is required.

Cytogenetics provides important parameters to understand evolutionary process of speciation of cryptic species. Previous results on several *P. apicalis* and *P. verenae* populations from México and Brazil showed that the number of chromosomes varies from $2n=36-68$. Our recent data from French Guyana demonstrated that the karyotypes of these populations are very high, varying from $2n=64-68$. Furthermore, morphological results distinguished a single taxon for *P. verenae* and three different taxa for *P. apicalis*, one of them being recorded for the first time.

Our second approach is based on a morphometric study of the stridulatory apparatus of these species complexes. This approach has already revealed pertinent parameters to distinguish cryptic taxa from the related complexe *P. villosa*. Next step will be the comparison between the morphometric results and those obtained by acoustical analysis of stridulations.

Finally, our last goal is to develop a software system which can recognize and distinguish ant species by their stridulations. An automatic recognition of animal sounds would be valuable for a variety of biological research and environmental monitoring applications, as these species are also good bioindicators of the ant diversity and ecosystem quality.

Acknowledgments: Supported by the Programme AlBan, the European Union Programme of High Level Scholarships for Latin America, scholarship n° E06D101212BR

Distribution spatiale et structure coloniale chez *Solenopsis geminata* (Formicidae ; Myrmicinae) dans la région littorale du Cameroun

Armand Didier Foguieng¹, Martin Kenne¹, Maurice Tindo¹, Champlain Djiéto-Lordon², Alain Dejean³

¹Département de biologie des organismes animaux, Faculté des Sciences BP 24157 Douala, Université de Douala (m.tindo@cgiar.org)

²Département de Biologie et physiologie animales, Faculté des Sciences BP 812 Yaoundé, Université de Yaoundé I

³CNRS-Guyane (UPS 2561), Résidence "Le Relais"-16, avenue André Aron, 97300 Cayenne, France

Solenopsis geminata est une fourmi terricole qui a été introduite accidentellement dans plusieurs régions du monde et notamment en Afrique par l'action de l'homme. Une étude sur la distribution spatiale et la structure de ses colonies a été menée dans la région de Douala (Cameroun). Dans chaque quartier les emplacements de tous les nids présents dans un rayon de 50 m ont été répertoriés. La distance entre les nids les plus proches voisins a été mesurée. Par ailleurs des tests d'agressivité consistant à des confrontations entre deux ouvrières issues du même nid (témoin), ou des nids situés dans le même quartier et enfin dans des quartiers différentes ont été réalisés sur le terrain, dans des boîtes de Pétri ($\varnothing = 3,5$ cm). Pour chaque rencontre simulée, les actes de comportement sont enregistrés pendant 5 minutes après le premier contact et regroupés selon une échelle d'agressivité à quatre niveaux : 1 = simple contact antennaire, antennation brève, antennation mutuelle, rester immobile au contact d'un congénère, trophallaxie, 2 = antennation prolongée, poursuite, évitement, 3 = saisie, 4 = combat, agrippement. Les résultats obtenus montrent que dans la région de Douala, *S. geminata* présente une distribution de nids de type agrégée et qu'il n'existe pas d'agressivité entre les individus issus de nids et de quartiers différents. Par conséquent une seule et large colonie de *S. geminata* existe dans cette localité. L'étude approfondie en cours de réalisation dans toutes les localités colonisées par cette espèce de fourmi permettra de déterminer sa structure coloniale à l'échelle du pays.

Genetic diversity, worker size polymorphism and division of labour in the polyandrous ant *Cataglyphis cursor*

Denis Fournier, Géraldine Battaille, Iris Timmermans, Serge Aron

Behavioral and Evolutionary Ecology (C.P. 160/12), Université Libre de Bruxelles, Avenue F.D. Roosevelt, 50, 1050 Brussels, Belgium (denis.fournier@ulb.ac.be)

In many animal species, females mate with several partners (i.e. polyandry). Understanding the adaptive significance of multiple mating by females has long been a challenge in evolutionary biology. While queen of social Hymenoptera (ants, bees, wasps) usually mate with a single or a few males, the number of mating may exceed 20 in some species. Several genetic and non-genetic benefits have been proposed to explain the evolution and maintenance of polyandry in eusocial Hymenoptera. Among these hypotheses, one states that increased genetic diversity within colonies results in more polymorphic workers and facilitates division of labour.

We tested whether genetic diversity within colonies influences worker size polymorphism and division of labour through task preference in the ant *Cataglyphis cursor*. Our results show that increased genetic diversity within colonies does not result in more polymorphic workers and that worker size is not linked to patriline. Task performance is however significantly associated with worker size. Overall, these results do not support the hypothesis that multiple mating is favoured because increased genetic diversity within colonies translates into more polymorphic workers and facilitates genetic division of labour.

Application du concept de “minimalisme taxonomique” sur la myrmécofaune de la litière des Nouragues (Guyane française)

Sarah Groc¹, Jérôme Orivel¹, Jacques H. C. Delabie², Alain Dejean¹

¹Laboratoire d'Évolution et Diversité Biologique (UMR CNRS 5174), Université Toulouse III, Bâtiment 4R3, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex, France (sarah.groc@laposte.net)

²U.P.A. Laboratório de Mirmecologia, Convênio UESC/CEPLAC, C.P.7, 45600-000 Itabuna, Bahia, Brazil

Les fourmis terrioles constituent un groupe d'organismes importants car ce sont des composants majeurs de la biodiversité, et d'excellents bio-indicateurs reflétant la santé des écosystèmes terrestres. En revanche, les problèmes liés à la taxonomie des fourmis freinent considérablement l'obtention de ce type de données concernant les myrmécofaunes. Cette étude représente le début d'une base de données sur les fourmis terrioles de Guyane française (aucun inventaire publié), ainsi qu'un travail appuyant le potentiel du « minimalisme taxonomique » jusque là très peu testé dans les travaux sur les écosystèmes terrestres. Deux outils de minimalisme taxonomiques ont été appliqués : la diminution de la résolution taxonomique et l'utilisation de RTUs (Unités Taxonomiques Reconnaisables). Les fourmis ont été extraites de la litière suivant le protocole « ALL » dans quatre milieux forestiers différents d'altitude croissante, localisés autour de la station des Nouragues. Un total de 196 espèces appartenant à 47 genres a été récolté. Nos résultats confirment que l'utilisation de niveaux taxonomiques supérieurs à l'espèce (notamment le genre) ou de RTUs n'entraînent pas de perte d'information préjudiciable et essentielle pour la connaissance de la communauté. Ces outils de minimalisme taxonomique peuvent considérablement faciliter l'obtention de données grandement utiles pour la connaissance et la conservation de la biodiversité de la myrmécofaune.

Comparaisons de niveaux taxonomiques	Coefficient de Mantel (rM)	p
Communauté totale		
espèce vs genre	0.55	<0.001
espèce vs tribu	0.49	<0.001
espèce vs sous-famille	0.17	<0.001
Forêt de lianes		
espèce vs genre	0.59	<0.001
espèce vs tribu	0.42	<0.001
espèce vs sous-famille	0.26	<0.001
Grand plateau		
espèce vs genre	0.61	<0.001
espèce vs tribu	0.51	<0.001
espèce vs sous-famille	0.18	<0.001
Forêt de transition		
espèce vs genre	0.53	<0.001
espèce vs tribu	0.47	<0.001
espèce vs sous-famille	0.14	<0.001
Inselberg		
espèce vs genre	0.59	<0.001
espèce vs tribu	0.56	<0.001
espèce vs sous-famille	0.43	<0.001

Communauté réelle - communauté des RTUs

Comparaisons des matrices de distance du niveau espèce	Coefficient de Mantel (rM)	p
Forêt de lianes	0.73	<0.001
Grand plateau	0.67	<0.001
Forêt de transition	0.66	<0.001
Inselberg	0.69	<0.001

Choix floraux des bourdons de la commune d'Eyne (Pyrénées-Orientales, France)

Stéphanie Iserbyt, Eve-Anne Durieux, Pierre Rasmont

Laboratoire de Zoologie - Université de Mons-Hainaut, Avenue du champ de Mars 6, B-7000 Mons, Belgique (stephanie.iserbyt@umh.ac.be).

Malgré sa superficie réduite (20,18 km²), la vallée d'Eyne présente une diversité en espèces de bourdons exceptionnelle (32 espèces). A l'heure actuelle, jamais pareille diversité sur une si petite superficie n'a été rencontrée que ce soit en région Ouest-Paléarctique ou au monde. Comment une telle communauté peut-elle se structurer? L'étude des préférences écologiques des espèces de bourdons a permis de mettre en évidence que les ressources florales jouent un rôle prépondérant dans la structure des communautés. L'étude du partage des ressources pourrait apporter un élément de réponse à cette question. Durant le mois de juillet 1998, 3308 spécimens de bourdons butinant sur pas moins de 113 taxons différents ont fait l'objet d'observations détaillées. La niche alimentaire (largeur et le recouvrement) des espèces de bourdons à l'exception des espèces rares a été calculée.

Une Analyse Factorielle des Correspondances a permis de dégager une certaine structure dans l'échantillonnage et permet de mettre en relation des groupes d'espèces de bourdons et les plantes butinées.

En effet, sur base de leur régime alimentaire, les espèces de bourdons peuvent être regroupées (méthodes de groupement) et les plantes indicatrices de chacun des groupes peuvent être mise en évidence (Indval).

Il semble que la richesse et la diversité florale permettent le maintien et la coexistence d'espèces aux affinités florales très diverses.

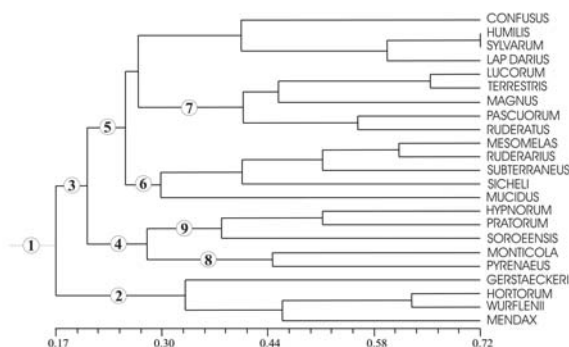


Figure 7: 1- *Carduus*, *Cirsium*, *Echium*, *Galeopsis*, *Helianthemum*, *Lotus*, *Prunella*, *Stachys*, *Trifolium*, *Vicia*. 2- *Aconitum*, *Delphinium*. 3- *Centaurea*, *Knautia*. 4- *Campanula*, *Epilobium*, *Eryngium*, *Gentiana*, *Geranium*, *Hypericum*, *Sedum*, *Senecio*. 5- *Chamaespartium*, *Genista*, *Lathyrus*. 6- *Oxytropis*. 7- *Melampyrum*. 8- *Adenostyles*, *Eryngium*, *Gentiana*, *Jasione*, *Minuartia*, *Pedicularis*, *Phyteuma*, *Potentilla*, *Rhododendron*, *Senecio*, *Sideritis*, *Taraxacum*, *Thymus*. 9- *Linaria*, *Rubus*.

Les effets sub-létaux des pesticides sur le comportement de l'abeille *Apis mellifera*

Abdessalam Kacimi el Hassani, Monique Gauthier, Matthieu Dacher, Catherine Armengaud
Centre de Recherches sur la Cognition Animale, Université Paul Sabatier CNRS-UMR 5169, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse, France (kacimi@cict.fr)

Du fait de l'intérêt des abeilles comme insectes pollinisateurs et suite au dépeuplement des ruches observé ces dernières années en France et dans d'autres pays comme les Etats-Unis, il apparaît que l'étude des effets des insecticides sur l'abeille, est devenue une priorité. L'objectif de ce travail consistait à évaluer des effets sub-létaux d'insecticides appartenant à des familles différentes par leurs cibles pharmacologiques.

Nous avons testé d'une part l'Acétamipride et le Thiametoxam de la classe des Neonicotinoides, et qui ont pour cible les récepteurs Cholinergiques, et d'autre part un Phenylpyrazoles le Fipronil, qui a comme cible les récepteurs GABA et Glutamate Chlore. Nous avons examiné les effets de ces pesticides sur la sensibilité gustative au sucre, la motricité et la mémoire olfactive des abeilles. Les abeilles ont été traitées soit par une application topique soit par administration orale d'un pesticide à une dose sub-létale.

Les résultats obtenus nous montrent que le comportement de l'abeille est sensible à de très faibles doses (DL50/150) de ces insecticides. Les effets observés dépendent de la fonction étudiée, de la dose administrée et du mode de contamination utilisé. L'altération de fonctions nécessaires pour le comportement de butinage de l'abeille et par conséquent un impact sur sa survie et la survie de la colonie est suggérée.

Conditionnement de *Messor sanctus* par la présence/absence d'un faible courant d'air

Bruno Ladevese¹, Martin Giurfa¹, Roxana Josens², Pascal Lavieille³, Christian Jost¹

¹ Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, Université Paul Sabatier, Toulouse, France (jost@cict.fr)

² Grupo de Estudios de Insectos Sociales, Dpto. Cs. Biológicas, Universidad de Buenos Aires, Argentine

³ Laboratoire Plasma et Conversion d'Énergie, CNRS UMR 5213, Université Paul Sabatier, Toulouse, France

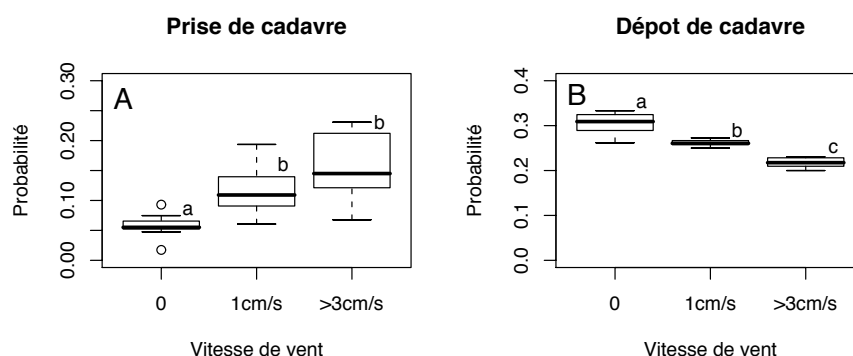


Figure 8: Probabilité de prise (A) et de dépôt (B) d'un cadavre sur un tas comprenant 10 cadavres, avec des vents de 0 cm/s, 1 cm/s ou plus de 3 cm/s. Les lettres minuscules indiquent les populations statistiques, le comportement de prise et de dépôt varie donc significativement avec les vitesses de vent (modifié d'après Jost et al, 2007).

Un travail récent (Jost *et al.* 2007) a montré que les ouvrières de la fourmi granivore *Messor sanctus* peuvent distinguer des vents à vitesse aussi faible que 0, 1 ou 3 cm/s (Fig 8). Les mécanismes physiologiques sous-jacents à cette performance, en particulier l'organe impliqué dans la détection du vent, ne sont pas connus. Nous présentons ici un protocole expérimental de conditionnement où les fourmis apprennent à associer la présence ou l'absence d'un faible courant d'air de 1 cm/s à une récompense alimentaire. Les conditions de vent dans le dispositif à choix binaire sont d'abord étudiées par un laser plan afin de s'assurer que les courants d'air sont de type laminaire et non turbulent, une condition qui facilite le conditionnement. Une série d'expériences démontre ensuite que le conditionnement est possible, mais que des effectifs > 12 seront nécessaires pour avoir une puissance statistique suffisante. L'utilisation de ce protocole pour identifier l'organe impliqué dans la détection du vent est discuté.

Références bibliographiques

Jost *et al.*, The interplay between a self-organized process and an environmental template: corpse clustering under the influence of air currents in ants, *J R Soc Interface*, 4, 107-116 (2007).

Différenciation des castes et potentialités ontogéniques des ouvriers des termites souterrains du genre *Reticulitermes*

Laurianne Leniaud¹, Zachary Huang², Eric Darrouzet¹, Anne-Geneviève Bagnères¹

¹Institut de Recherche de la Biologie de l'Insecte, UMR CNRS 6035, Université François Rabelais, Faculté des Sciences et Techniques, Parc de Grandmont, 37 200 Tours (laurianne.leniaud@univ-tours.fr)

²Department of Entomology, Université du Michigan, Lansing, USA

L'étude de la différenciation des castes est une approche permettant de mieux comprendre l'évolution de l'eusocialité et du polyéthisme chez les insectes sociaux. Les Isoptères représentés par les termites constituent pour cela un modèle intéressant et différent des Hyménoptères. Le genre *Reticulitermes* est d'autant plus intéressant qu'il présente un système de caste complexe et flexible, les individus pouvant changer de caste au cours de leur existence. Par exemple, la disparition d'un des membres du couple sexué fonctionnel entraîne la sexualisation de nymphes ou d'ouvriers en reproducteurs secondaires (néoténiques) restant dans le nid. Ces derniers peuvent être nombreux au sein de la colonie et influent sur la structure génétique des colonies.

Deux espèces de termites sont étudiées, *R. grassei*, espèce endémique du sud ouest de l'Europe et *R. santonensis* espèce invasive en France et introduite depuis les Etats-Unis (où elle est nommée *R. flavipes*). Nos travaux précédents ont mis en évidence deux stratégies différentes quand à la production de néoténiques par les ouvriers. Chez *R. santonensis*, on observe la formation de nombreux néoténiques de petite taille, ceux-ci pondraient peu d'œufs et les larves se développeraient rapidement. Chez *R. grassei*, au contraire, les néoténiques sont formés plus tardivement, ils sont de plus grosse taille, semblent pondre beaucoup d'œufs mais les larves se développeraient moins vite que celles de *R. santonensis*.

Dans cette étude, nous avons cherché à mettre en évidence les évènements endocrinologiques qui régulent la différenciation en néoténiques des ouvriers de deux espèces de *Reticulitermes* (*R. grassei* et *R. santonensis*). L'hormone juvénile (JH) et l'ecdysone sont connues pour jouer un rôle important dans le développement de l'insecte ainsi que dans la différenciation des castes pour les insectes sociaux.

Des boîtes de 1000 ouvriers de stade 4 minimum ont été mises en place et les néoténiques formés sont récupérés à des temps différents. Après avoir analysé l'état de l'appareil reproducteur femelle (nombre d'ovarioles, nombre d'oocytes matures, état de la spermathèque), les taux de JH et d'ecdysone dans l'organisme ont été mesurés par des méthodes de RIA et EIA respectivement. Les hormones d'individus d'âges différents ont été dosées toutes les semaines au cours du premier mois puis tous les mois et ce jusqu'à la production d'œufs. De la même manière, nous avons dosés ces hormones chez des individus de toutes castes.

Genetic structure and reproductive strategy of the ant *Cardiocondyla elegans*: strictly monogynous nests invaded by unrelated sexuals

Jean-Christophe Lenoir, A. Schrempf, Alain Lenoir, Jürgen Heinze and Jean-Luc Mercier
Université François Rabelais, Institut de Recherche sur la Biologie de l’Insecte, UMR CNRS 6035,
Faculté des Sciences et Techniques, 37200 Tours, France (jean-christophe.lenoir@neuf.fr)

Cardiocondyla elegans is a Mediterranean ant that nests on river banks. It rears only wingless (ergatoid) males that live peacefully in the same nest as opposed to other species of the same genus, which have both peaceful winged and mutually aggressive, “ergatoid” males. Using microsatellite analysis we investigated the genetic structure of 21 colonies from three different locations as well as the parentage of sexuals of two colonies of *C. elegans*. We show that *C. elegans* is strictly monogynous and that its nests can contain foreign sexuals. The presence of alien sexuals inside ant nests is described for the first time and probably counteracts inbreeding resulting from matings between siblings. In the laboratory, aggression tests showed that workers only allow alien males to enter their nests, while all winged female sexuals attempting to enter were attacked. Nevertheless, the presence of alien female sexuals in nests in the field seems to result from active carrying behaviour by workers during the reproductive period.

ARN interférents et mémoire olfactive chez l'abeille domestique (*Apis mellifera*)

Thierry Louis, Sabrina Oliveira, Martin Giurfa, Valérie Raymond-Delpech, Monique Gauthier
Centre de Recherches sur la Cognition Animale, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne,
F-31062 Toulouse Cedex 9 (gauthiem@cict.fr)

L'acétylcholine est impliquée dans l'apprentissage olfactif chez l'abeille domestique à travers l'activation des récepteurs cholinergiques nicotiniques (nAChRs). Classiquement, les nAChRs sont composés d'un assemblage de différentes sous unités α et β , cependant nous ne connaissons ni la composition moléculaire ni les propriétés pharmacologiques de ces récepteurs chez l'insecte. Neuf sous unités α et 2 β ont été récemment identifiées à partir du génome de l'abeille, chacune de ces sous unités peuvent potentiellement se combiner avec les autres pour former un nAChR fonctionnel. Afin de mieux comprendre le rôle des nAChRs dans la mémoire chez l'insecte, nous avons provoqué l'extinction de l'expression de la sous unité $\alpha 8$ à l'aide d'ARN interférent (ARNi). L'ARNi a été injecté dans le cerveau de l'abeille à travers l'ocelle médian et l'expression de la protéine a été évaluée pour différent délai après l'injection par l'Analyse du Western Blot.

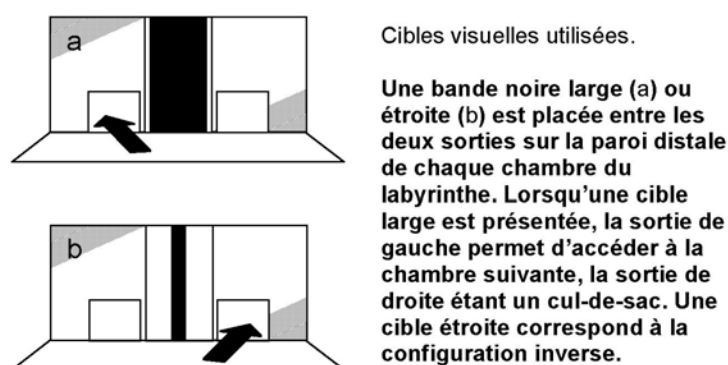
Une diminution significative de la protéine $\alpha 8$ a été observée 6 heures après l'injection. L'effet de la suppression de la protéine a été évalué sur le conditionnement olfactif du réflexe d'extinction du proboscis, en effectuant 3 essais d'apprentissage olfactif. L'injection d'ARNi a été effectuée 6h avant l'apprentissage ou avant le test de mémorisation. Une solution saline ou d'ARNi dirigés contre la GFP ont été utilisés comme contrôle. Les injections effectuées avant l'apprentissage n'ont aucun effet sur la performance d'apprentissage et induisent une réponse de généralisation pour l'odeur non apprise 24h après l'entraînement. Les ARNi injectés 6h avant le test de rappel augmentent, contre toute attente, les performances mnésiques. Un apprentissage olfactif discriminant est en ce moment en cours pour tester le phénomène de généralisation chez les abeilles ne présentant pas de sous unités $\alpha 8$

Apprentissage d'une règle visuomotrice de déplacement chez la formicine néotropicale *Gigantiops destructor*

David Macquart, Guy Beugnon

Centre de Recherches sur la Cognition Animale - UMR CNRS 5169, Université Paul Sabatier - Toulouse 3, 31062 Toulouse cedex 9 - France (macquart@cict.fr)

De nombreux hyménoptères, lorsqu'ils fourragent individuellement entre leur nid et un site de nourriture connu, suivent des routes familières stéréotypées. Chez les fourmis des bois ou du désert, ce type de navigation repose, entre autres, sur l'interaction entre une stratégie visuelle (mémorisation et reconnaissance de repères saillants de l'environnement) et une stratégie motrice (mémorisation de changements de direction à certains points-clés de la route). Dans notre étude, nous avons testé la capacité de la fourmi néotropicale *Gigantiops destructor* à utiliser ce type de stratégie visuomotrice pour se déplacer efficacement dans un labyrinthe linéaire dichotomique. Des passages successifs dans le labyrinthe ont permis aux fourmis d'associer rapidement, dans chacune des six chambres, un changement de direction à un type de cible visuelle.



Deux procédures d'entraînement distinctes ont permis cet apprentissage

- L'entraînement de type "aléatoire" : présentation, à chaque passage, des deux types de cible (large (L) et étroite (E)) dans un ordre aléatoire (e.g. LLELEE suivi de LEELLE, etc).
- L'entraînement de type "alterné" : présentation, à chaque passage, d'un seul type de cible (e.g. LLLLLL puis EEEEE). Suite à ce type d'entraînement, des tests de présentation des cibles dans un ordre aléatoire ont permis de mettre en évidence d'excellentes capacités d'adaptation à une tâche nouvelle, la règle visuomotrice simple étant alors appliquée dans un contexte inhabituel.

Localisation par hybridation *in situ* du virus de la paralysie chronique (CBPV) dans le cerveau de l'abeille

Isabelle Massou¹, Violaine Olivier², Olivier Celle², Philippe Blanchard², Frank Schurr², Magali Ribière², Monique Gauthier¹

¹Centre de Recherches sur la Cognition Animale, Université Paul Sabatier, 118, Route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex 9, France (imassou@cict.fr)

²AFSSA Sophia-Antipolis, (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), 105, route des Chappes, BP 111, F-06902 Sophia-Antipolis, France.

Le virus de la paralysie chronique (Chronic bee paralysis virus, CBPV) est responsable de la paralysie chronique ou "maladie noire", maladie contagieuse et infectieuse de l'abeille adulte. Les abeilles malades présentent des symptômes nerveux notamment sous forme d'ataxie, des tremblements des ailes et du corps ainsi qu'une incapacité à voler.

Lors de précédentes études en microscopie optique et électronique, des inclusions associées au virus ont pu être observées au niveau de l'intestin (au voisinage des tubes de Malpighi), des ganglions abdominaux et thoraciques, des glandes hypopharyngiennes et mandibulaires et du cerveau d'abeilles malades. Bien que ces inclusions semblent corrélées à l'infection par le CBPV, la présence du virus n'a pas été démontrée ; ces inclusions pourraient être dues à la présence de la particule associée au CBPV (le CBPVSA, Chronic bee paralysis virus satellite associate), à des modifications cellulaires liées à l'infection ou bien à une autre pathologie de l'abeille. Cependant, une étude plus récente (RT-PCR en temps réel), a permis de mettre en évidence, de manière spécifique, le CBPV dans différents organes d'abeilles infectées (cerveau, tube digestif, glandes mandibulaires et hypopharyngiennes).

Afin de localiser de manière plus précise et spécifique le virus, nous avons mis en place et appliqué la technique d'hybridation *in situ* (HIS). Les symptômes nerveux, caractéristiques de la maladie, nous a fait nous concentrer plus particulièrement sur le cerveau. Grâce à deux sondes, une spécifique du virus et une sonde spécifique du brin négatif du virus (le brin négatif étant produit lors de la réplication du virus), nous avons pu mettre en évidence les différentes régions du cerveau infectées par le CBPV ainsi que les régions où ce virus se multiplie. Nous avons pu ainsi corréler les régions du cerveau qui sont infectées par le CBPV avec les symptômes observés chez les abeilles malades. De plus, la détermination de la charge virale, après dissection de la tête, dans le thorax et l'abdomen de chaque abeille, (RT-PCR en temps réel), va nous permettre de corréler la répartition du virus dans le cerveau avec la quantité de virus présente dans le thorax et l'abdomen de chaque abeille.

Préférence des femelles vierges de *Bombus terrestris* (L.) envers les sécrétions des glandes labiales céphaliques des mâles de diverses sous-espèces (Hymenoptera, Apidae)

Tiffany Mathy, Audrey Coppée, Michael Terzo, Marie-Claire Cammaerts, Stéphanie Iserbyt, Pierre Rasmont

Laboratoire de Zoologie, Université de Mons-Hainaut, Avenue du Champs de Mars 6, B-7000 Mons (tiffany.mathy@umh.ac.be)

Chez les bourdons, les sécrétions labiales céphaliques des mâles servent des phéromones sexuelles pour attirer les femelles conspécifiques. Il existe une variabilité dans la composition de ces sécrétions céphaliques en fonction de la distance géographique des différentes sous-espèces de *Bombus* (*Bombus*) *terrestris* (L.). Nous cherchons à déterminer si les reines vierges de *B. terrestris* marquent une préférence envers les sécrétions des mâles de leur propre sous-espèce. Pour ce faire, des reines de *B. t. dalmatinus* et de *xanthopus* sont placées dans un olfactomètre et mises en présence des sécrétions céphaliques des mâles de 4 sous-espèces : *dalmatinus*, *xanthopus*, *sassaricus* et *canariensis*.

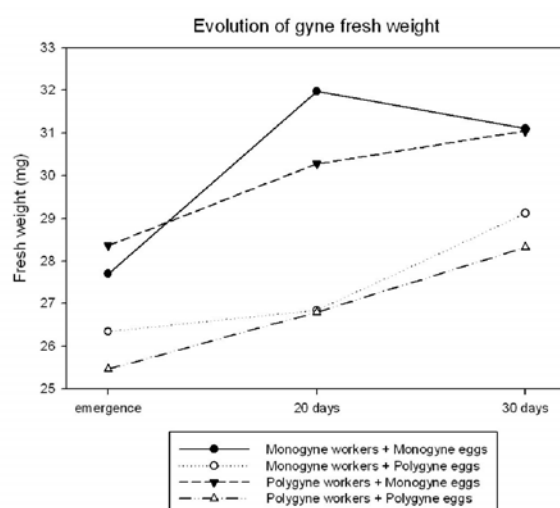
Les résultats montrent que les reines vierges de *B. t. dalmatinus* et de *B. t. xanthopus* se dirigent de préférence vers les sécrétions céphaliques des mâles de leur propre sous-espèce.

The inheritance of queen size and queen number in ants

Joël Meunier, Michel Chapuisat

Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, CH-1015 Lausanne, Switzerland
(Joel.Meunier@unil.ch)

Social insect colonies can be headed by one or several queens, and the genetic or environmental causes of this variation in social structure remain poorly understood. Changes in queen number are often associated with differences in the body size of gynes (new winged queens). Gynes produced by monogyne colonies (single-queen colonies) are usually heavier and have more energetic reserves in order to disperse and found colonies independently. In contrast, gynes produced by polygyne colonies (multiple-queen colonies) are often smaller, as they stay in the mother colony and found colonies with the help of workers. We study a socially polymorphic population of the ant *Formica selysi*. In the field, gynes produced by monogyne colonies are heavier than gynes produced by polygyne ones.



In order to test whether the difference in gyne weight is influenced by genetic and/or maternal factors in the eggs or by the social structure of the workers that raise the brood, we cross-fostered eggs among laboratory colonies, so that eggs collected from either monogyne or polygyne colonies were raised by workers originating from either monogyne or polygyne colonies. Eggs from monogyne colonies developed into heavier gynes than eggs from polygyne ones, with a larger head width and higher lipid content. In contrast the origin of the workers that cared for the brood had no impact on gyne size. Surprisingly, gyne- and male-destined eggs from monogyne colonies tended to be smaller than male-destined eggs from polygyne colonies. These results suggest that a genetic polymorphism and/or maternal effect influence an important phenotypic trait that is associated with variation in social structure.

Le transfert des signes de reconnaissance par la cire chez l'abeille sans aiguillon (Hymenoptera, Apidae, Meliponini).

Túlio Marcos Nunes, Michael Hrnčíř, Ronaldo Zucchi

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Av. Bandeirantes, 3900 - CEP 14040-901 - Bairro Monte Alegre - Ribeirão Preto - SP - Brasil (tulio-nunes@pg.fclrp.usp.br)

Dans leur reconnaissance, les insectes sociaux utilisent des pistes olfactives associées à la cuticule de chaque individu. Dans la colonie, chaque individu possède un groupe unique de composés chimiques cuticulaires. Les gardes, à leur tour, présentent un modèle mental de la composition chimique des individus de la colonie et le comparent avec le profil de chaque individu qu'y rentre.

Chez l'abeille *Apis mellifera*, les signes de reconnaissance ont une origine génétique mais peuvent aussi être absorbés de l'environnement. De cette façon, la cire représente l'unification des différentes odeurs de la colonie, en rendant le profil de la colonie plus homogène. Cette étude vérifie si chez l'abeille sans aiguillon *Frieseomelitta varia* la cire transfère des informations d'odeur pour la reconnaissance des individus appartenants ou non-appartenants au même nid.

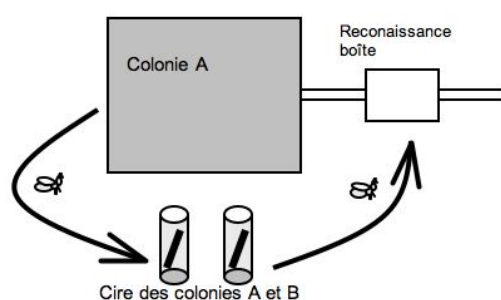


Figure 1. Exposé de l'appareil expérimental.

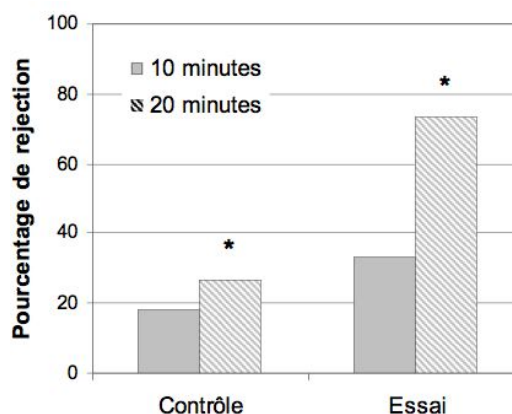


Figure 2. résultats des essais de reconnaissance

Les abeilles ont été prélevées des colonies et mises individuellement dans des flacons (3,5 x 2,0 cm) contenant de la cire de leur propre colonie (Colonie A - Contrôle) ou de la cire d'une colonie étrangère (Colonie B - Essai) pendant dix ou vingt minutes. Au bout desquelles les individus étaient retournés dans leur colonie d'origine, dans une boîte située dans le tuyau d'entrée de la colonie (Figure 1). Les comportements agressifs, les morsures et le dépôt de résine ont été considérés comme rejection. L'absence de ces comportements ont été considérés acceptation.

Des différences significatives dans le pourcentage de rejection après dix minutes de contact avec de la cire d'une colonie étrangère n'ont pas été obtenues (33% contre 18% : $\chi^2 = 3,52$, $p = 0,06$, $N=120$). Cependant, après vingt minutes, une augmentation significative dans le pourcentage de rejection a été observée (27% contre 72%: $\chi^2 = 24.312$, $p < 0,001$, $N=120$) (Figure 2). Ces résultats montrent clairement que dans *Frieseomelitta varia* la cire peut transférer des signes utilisés dans la reconnaissance.

Introduction d'un termite américain en France : Origine géographique et conséquences sur une espèce native

Elfie Perdereau, Franck Dedeine, Simon Dupont, Anne-Geneviève Bagnères

Université de Tours, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI) Faculté des Sciences-UMR CNRS 6035 Parc de Grandmont 37200 Tours

Chez les insectes sociaux, l'arrivée dans un nouvel environnement s'accompagne souvent d'une altération du comportement social permettant à la population introduite de devenir écologiquement plus dominante que la population native. C'est dans ce contexte, que le termite américain *Reticulitermes flavipes* Kollar introduit en France sous le nom de *R. santonensis* Feytaud, et présentant un manque d'agressivité intra et interspécifique, nous procure un modèle intéressant. En effet, nous avons localisé en milieu insulaire (l'île d'Oléron Charente-Maritime), une zone où *R. santonensis* vit en sympatrie avec l'espèce européenne *R. grassei* Clément. Notre objectif est d'étudier la biologie des populations des deux espèces en compétition (*R. santonensis* et *R. grassei*). En particulier, nous nous focaliserons sur trois caractéristiques de la structure sociale de ces termites : (1) A l'aide de marqueurs microsatellites, le mode de dispersion et le système de reproduction seront définis. (2) Grâce à des tests expérimentaux en cours, le comportement exploratoire et l'ouverture coloniale seront déterminés au niveau intra spécifique et interspécifique. (3) La signature chimique jouant un rôle majeur dans la reconnaissance inter et intra coloniale, l'analyse des chemotypes nous permettra de mettre en évidence la variabilité de la signature chimique de chaque espèce. Ainsi, l'intérêt de ces observations sera de déterminer la future évolution de ces deux espèces et d'appréhender le succès invasif de *R. santonensis*.

Effet de la quantité de liquide séminal sur la physiologie et les interactions sociales des jeunes reines chez l'abeille (*Apis mellifera*).

Freddie-Jeanne Richard

Department of Entomology and Genetics, North Carolina State University, Raleigh, USA
(fjrichard@ncsu.edu)

L'accouplement a des répercussions profondes et permanentes sur le comportement et la physiologie des reines d'abeilles. Une colonie d'abeilles est typiquement constituée de plusieurs centaines d'ouvrières stériles et d'une seule reine reproductrice. Des nouvelles reines sont produites au printemps. Une semaine après leur naissance elles vont entreprendre des vols nuptiaux et s'accoupler avec plusieurs mâles pendant une courte période, après laquelle elles vont rester dans la ruche et commencer à pondre. Des effets post-accouplement sont également notés au niveau phéromonale. Les reines accouplées sont plus attractives que les reines vierges, de plus la phéromone royale a un rôle crucial dans l'organisation de la colonie. D'autre part, le nombre d'accouplement varie considérablement (entre 1 et >20 mâles). Si de nombreuses études ont démontré le rôle adaptatif de la polyandrie, les conséquences proximales du nombre d'accouplement sont peu connues. Afin de contrôler l'activité reproductrice des reines étudiées, ces dernières sont inséminées artificiellement avec 1 μ l ou 10 μ l de solution saline ou de liquide séminal (semence). Les résultats montrent à la fois un effet de la quantité de semence et du volume inséminé sur les interactions reines ouvrières et sur le profil chimique de différentes glandes (glandes mandibulaires et glande de Dufour). Des différences sont également observées dans l'expression de certains gènes. Cette étude démontre que la quantité de semence et le volume injectés dans la spermathèque ont des effets profonds sur la physiologie des femelles et joueraient un rôle important dans l'organisation sociale des colonies d'abeilles.

Caractéristiques de la survie des chenilles du lépidoptère myrmécophile *Maculinea alcon* (Lepidoptera : Lycaenidae) introduites dans les nids artificiels des trois fourmis du genre *Myrmica* (Hymenoptera : Formicidae) présentes dans les mêmes habitats que le papillon en Sarthe (France).

Alain Rojo de la Paz

Service de Biologie Animale, Faculté des Sciences, Université du Maine, Avenue Olivier Messiaen, 72085 LE MANS Cedex 9, France (arpaz@univ-lemans.fr)

Dans le but de préciser les modalités de l'adoption des chenilles de *Maculinea alcon* par ses fourmis hôtes, nous avons étudié les caractéristiques de la survie des chenilles du lépidoptère introduites dans les aires de récolte de nids artificiels des trois espèces de *Myrmica* présentes dans les mêmes habitats que le papillon en Sarthe (France), *Myrmica scabrinodis*, *Myrmica rubra* et *Myrmica ruginodis*.

Le taux de survie au bout de trois mois des chenilles de *M. alcon* est le plus élevé chez *M. scabrinodis* (84,2 %) alors qu'il est environ quatre fois moindre dans les nids de *M. rubra* (22 %), et nul dans ceux de *M. ruginodis*. Chez *M. scabrinodis*, 100% des nids hébergent des chenilles, 60 % seulement chez *M. rubra* : le pourcentage de survie des chenilles dans ces nids s'élève alors à 36,7 %, mais demeure toutefois encore plus de deux fois moindre que celui observé dans les nids de *M. scabrinodis*. L'évolution du taux de survie durant les 7 jours suivant l'introduction des chenilles est caractérisée chez *Myrmica rubra* et *Myrmica ruginodis* par une forte diminution au cours des premières 48 heures : dès le deuxième jour, il n'y a plus que 25% de chenilles survivantes chez la première espèce et 1% chez la seconde, alors que ce taux passe respectivement à 23% et 0% au bout de 7 jours (22 % et 0 % au bout de trois mois). En revanche, chez *Myrmica scabrinodis*, la diminution est relativement lente : 97% de survie au bout de 2 jours et 88% au bout de 7 jours (84,2 % au bout de trois mois). Le poids moyen, au bout de trois mois, des chenilles ayant survécu (autour de 2,5 mg), ne présente pas de différence significative, qu'elles aient été hébergées par *M. scabrinodis* ou *M. rubra*.

Ces résultats montrent que les premières 48 h sont apparemment cruciales pour l'adoption des chenilles par les fourmis, leur taux de survie diminuant relativement peu passé ce délai. Ils semblent témoigner d'une importante spécificité dans la relation établie entre *M. alcon* et *M. scabrinodis*, le taux de survie des chenilles dans les nids de cette fourmi étant très élevé, en particulier par rapport à ce qu'il est chez les deux autres espèces, tous les nids de *M. scabrinodis* hébergeant par ailleurs des chenilles. Cependant, concernant *M. rubra*, chez qui le taux de survie des chenilles et le pourcentage de nids qui en hébergent sont inférieurs, le poids des chenilles survivantes n'est pas significativement différent de celui observé chez *M. scabrinodis*. Cela suggère que *M. rubra*, au contraire de *M. ruginodis*, dans les nids de laquelle les chenilles ne survivent pas, pourrait représenter un hôte alternatif à *M. scabrinodis* si cette dernière venait à régresser fortement ou disparaître dans les habitats concernés par l'étude.

Stingless bees (*Melipona scutellaris*) learn to associate their "footprints" with depleted food sources

Ana Carolina Roselino, Michael Hrnčir, Ronaldo Zucchi

Department of Biology, University of São Paulo, FFCLRP, Av. Bandeirantes 3900, 14040-901 Ribeirão Preto - SP, Brazil (acr@aluno.ffclrp.usp.br)

Various species of stingless bees leave olfactory cues on food sources during their visits. These "footprints" have been demonstrated to attract bees during their search for food. So far, however, only artificial food sources that provided sugar solution ad libitum had been used. In strong contrast to these artificial feeders, natural flowers typically offer only a limited amount of nectar. Therefore, bees should rather use the presence of footprints as indicator for "no more food", thereby minimising the energy spent during their search for food.

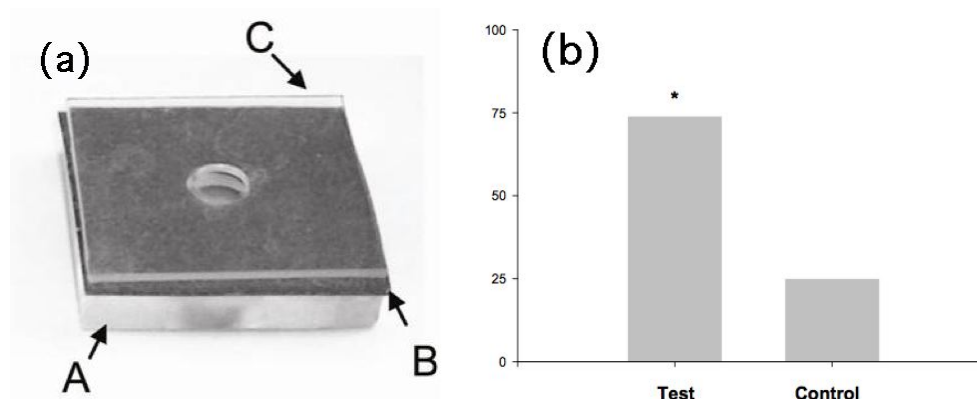


Figure 9: (a) Scheme of an acrylic "flower" (3 x 3 cm). A, acrylic base; B, colour paper (blue); C, acrylic cover. (b) Percentage of bees that chose the previously unvisited "flowers". *, significant difference between test and control group (Fisher's Exact Probability test, $P=0,01$).

The question asked in the present study was whether stingless bees (*Melipona scutellaris*) are able to associate their footprints with depleted food sources. In an *acquisition* phase, we trained bees ($N=19$) to a food-patch consisting of 9 acrylic "flowers" (Fig. 1a). Each "flower" contained a small droplet of unscented sucrose solution (20% w/w), which the bees entirely imbibed during a single visit. After 10 visits (landing and probing a "flower") of this food-patch, each bee was offered 2 new (not scent-marked) acrylic "flowers" (test phase). During their first visit, the bees putatively left scent-marks on the visited "flower". If the bees had learnt, during the acquisition phase, that their footprints indicate the depletion of the resource, they should choose the unmarked feeder on their subsequent visit. And indeed, 14 out of 19 bees (74%) chose the previously unvisited "flower" ($\chi^2=4.3$; $df=1$; $P=0.03$) (Fig. 1b). In a control experiment, bees ($N=12$) were confronted only with the test phase, without having passed through a preceding acquisition phase. Here, the bees tended to visit the same "flower" twice. Only 3 out of 12 bees (25%) chose the potentially not-scent-marked "flower" on the second visit ($\chi^2=3.0$; $df=1$; $P=0.08$) (Fig. 1b). Our findings suggest that the bees are able to use their footprints as indicator for depleted resources, but only after having learnt this scent-mark-reward context.

Division du travail et défenses immunitaires chez la fourmi *Cataglyphis cursor*

Camille Ruel², Claudie Doums², Claudy Haussy¹, Claire Tirard¹

¹(1) Laboratoire de Parasitologie Evolutive, UMR 7103, Université Paris 6, 7 quai Saint-Bernard, 75242 Paris, France (yogixs@hotmail.com)

²Laboratoire Fonctionnement et Evolution des Systèmes Ecologiques, UMR 7625, Université Paris 6, 7 quai Saint-Bernard, 75242 Paris, France

Chez les insectes sociaux la vie en groupe et la proximité génétique des individus impliquent des risques de transmission parasitaire élevés au sein des colonies. L'investissement immunitaire peut-être important en tant que paramètre affectant la survie individuelle ou en tant que protection contre l'invasion de parasites au niveau de la colonie. Le développement de défenses immunitaires efficaces représente donc un enjeu majeur.

Une autre caractéristique des sociétés d'insectes est l'existence d'une division du travail, à la fois du travail reproducteur et des autres tâches. Cette division du travail induit des différences individuelles au niveau des schémas d'histoire de vie et donc des pressions de sélection qui s'exercent sur les individus. Dans une perspective évolutive, il est intéressant de s'interroger sur la manière dont l'investissement dans l'immunité peut être modulé par cette division du travail. En effet, les défenses immunitaires étant coûteuses, la théorie des traits d'histoire de vie prédit une modulation de l'investissement immunitaire selon les bénéfices potentiels. Une étude récente (Bocher A., Tirard C., Doums C. *Journal of Evolutionary Biology*. sous presse) a montré que les fourrageuses de l'espèce *Cataglyphis velox* présentaient des taux de phénoloxydase dans l'hémolymphes supérieurs aux taux rencontrés chez les fourmis qui restent à l'intérieur du nid. Cette enzyme est impliquée à la fois dans la réponse immunitaire et dans le processus de cicatrisation, mais son activation a été associée à des coûts pathologiques. Il semble qu'il y ait une régulation de l'activation de l'enzyme phénoloxydase en lien avec les risques d'infection et de blessures encourus par les individus.

Dans ce même contexte, nous avons mené une étude chez une autre espèce du genre *Cataglyphis*, *C. cursor*. Nous avons mesuré et comparé les taux de phénoloxydase entre castes en analysant des ouvrières, des mâles, des gynes et des reines de différentes colonies. Un investissement immunitaire différent est attendu entre les castes en fonction de leurs caractéristiques : les reines qui présentent une longévité importante devraient investir largement dans l'immunité au contraire des mâles dont la durée de vie se limite à la période de reproduction. De la même façon, on peut attendre des différences entre les femelles reproductrices à divers moments de leur vie, les gynes étant exposées à des risques élevés lors d'accouplement multiples à l'extérieur du nid.

Physical environment and nestmate recognition in *Camponotus vagus*

Nathalie Stroeymeyt, Jelle van Zweden, Fernando Mordi Guerrieri, Patrizia D'Ettorre
Institute of Biology, Section of Population Biology, University of Copenhagen, Denmark
(nathalie.stroeymeyt@ens.fr)

Nestmate recognition is of crucial importance in social insects, since it enables individuals to behave altruistically towards colony members and reject unrelated individuals. Nestmate recognition is thought to be achieved through the detection of colony-specific cuticular hydrocarbon profiles. However, the proximate mechanisms of discrimination between nestmates and non-nestmates are not known in details. In particular, it is unclear whether individuals learn their own colony odour by exposure to themselves, their nestmates and/or physical environment, e.g. nest material.

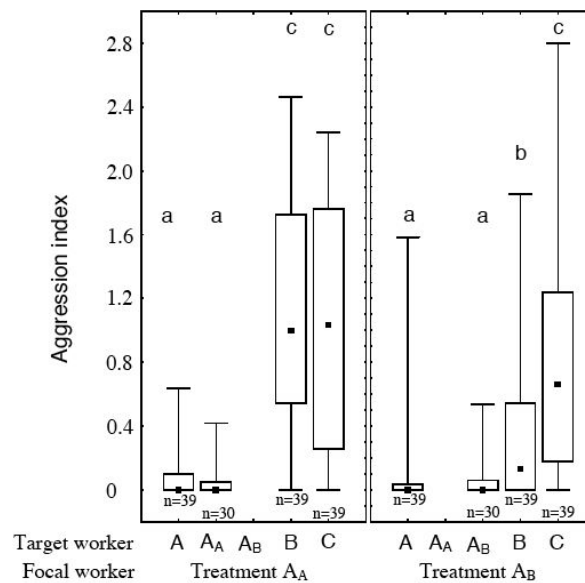


Figure 10: Aggressiveness of *Camponotus vagus* workers (Treatment A_A: workers of colony A exposed to their own colony odour; Treatment A_B: workers of colony A exposed to the odour of colony B) towards different kinds of target workers (letters represent the colony of origin of target workers). Minimum and maximum (horizontal lines), first and third quartiles (rectangle), and median (point) aggression indexes are given for each category of encounters. Same letters indicate no significant differences between categories, whereas different letters indicate significant differences between categories (respectively $p > 0.05$ and $p < 0.05$ in LSD post-hoc comparisons).

In the ant *Camponotus vagus*, we found that 24h exposure to an inert substrate coated with alien cuticular hydrocarbons induces a specific decrease in aggressiveness of exposed workers towards familiar non-nestmate, but does not modify their own cuticular profile. These results confirm the major role of cuticular hydrocarbons in nestmate recognition in *C. vagus* and indicate that workers can learn colony odour through exposure to inert material.

Sélection collective d'un site de repos chez la blatte *Blattella germanica* : Comment éviter la scission d'un groupe ?

Roxane Terramorsi, Gregory Sempo, Jean-Louis Deneubourg

Service Ecologie Sociale, Université Libre de Bruxelles, CP231, bld du triomphe, 1050 Bruxelles, Belgique (roxane.terramorsi@ulb.ac.be)

La qualité et la disponibilité des ressources varient dans le temps et l'espace. Le choix d'un habitat est donc un trait d'histoire de vie crucial puisqu'il affecte la fitness des individus. Selon la théorie de l'information publique, la présence de congénères peut fournir des indices sur la qualité de l'environnement et donc mener à l'exploitation collective d'une même ressource.

Le couplage entre la réponse individuelle aux indices sociaux et physiques conduit à une diversité de distributions spatio-temporelles auxquelles différentes valeurs adaptatives sont associées. Notre objectif est de comprendre comment l'antagonisme ou bien la synergie des facteurs sociaux et abiotiques explique les patterns d'agrégation d'individus.

Nous avons analysé la dynamique d'agrégation de l'espèce *Blattella germanica* en groupes de 10, 20 ou 30 individus, face à un choix entre deux sites de repos de tailles différentes. Sur la base des perceptions locales de leur environnement (luminosité, présence de congénères), les blattes sont capables de sélectionner collectivement un seul des deux abris. La sélection du plus grand des abris est la plus fréquente et s'explique par la probabilité plus élevée de le rencontrer. Par ailleurs, sa fréquence de sélection augmente avec la taille du groupe et ceci résulte de la modulation par les congénères de la probabilité de le quitter. Dès lors nos résultats montrent que la synergie entre la modulation sociale et la réponse aux hétérogénéités environnementales permet d'amplifier l'efficacité des processus de décisions individuelles menant à la sélection collective d'un site présentant les conditions les plus favorables pour les individus tout en évitant la scission du groupe. Le caractère générique du phénomène d'agrégation et l'importance de la sélection de l'habitat conduisent à avancer l'hypothèse que les phénomènes mis en évidence dans cette étude, notamment l'amplification par le groupe des préférences individuelles, doivent se retrouver chez un grand nombre d'espèces.

Seasonal nestmate recognition in the polydomous ant *Plagiolepis pygmaea*.

Nicolas Thurin, Serge Aron

Behavioural and Evolutionary Ecology, Université libre de Bruxelles, Avenue F.D. Roosevelt 50, 1050 Brussels, Belgium (nicolas.thurin@ulb.ac.be)

Nestmate recognition cues can derive from both genetic and/or environmental factors, and they can be context-dependent rather than fixed over time. We examined the influence of genetic relatedness and environment on nestmate recognition, and its seasonal variations in a natural population of the polydomous (multiple-nests per colony) ant *Plagiolepis pygmaea* in Southern France. Recognition between colonies was measured by testing aggression levels during encounters between five workers of colony A and one of colony B, and vice-versa. The combination of genetic data, spatial data, and information on aggressive behaviour shows that nestmate recognition cues have principally a genetic component. While workers from different nests of a same colony are never aggressive to each other, they are always hostile to alien conspecifics regardless of the spatial or genetic distance between the colonies. Our results also reveal significant seasonal variations in the level of aggression among workers of different colonies, probably according to the biological cycle of the species.

Studying shape transition and evolving patterns: image processing software and mathematical tools.

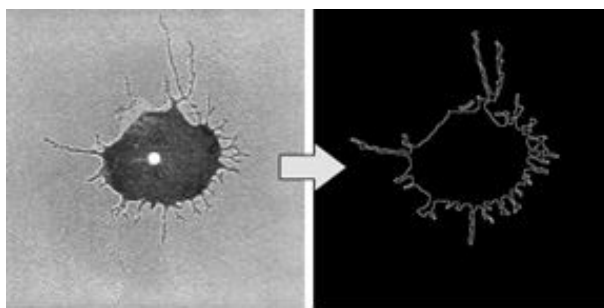
Etienne Toffin¹, Alexandre Campo¹⁻², Jean-Louis Deneubourg¹,

¹Service d'Écologie Sociale, Université Libre de Bruxelles, Campus de la Plaine, Boulevard du Triomphe, 1050 Bruxelles, Belgique (etoffin@ulb.ac.be)

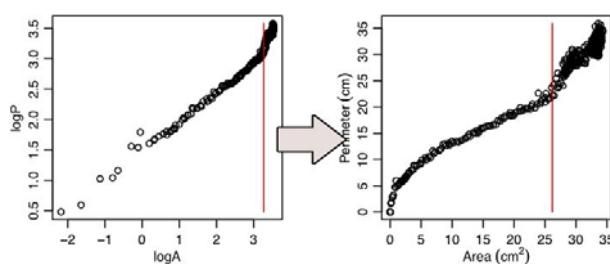
²IRIDIA, Université Libre de Bruxelles, 1050 Bruxelles, Belgique

We present a program that we have developed and the associated mathematical tools to perform our study of nest construction.

Our image processing C++ program is based on a *seed fill* algorithm known in the image analysis field. It gives us the ability to automatically proceed to the nest segmentation (i.e. the process that separates the nest and the surrounding area) on our nest time-lapse pictures and perform some basic calculations such as the perimeter of the nest. It's a very powerful tool that provides a higher accuracy than manual segmentation, a constant known error and a fast analyzing process.



The mathematical tool we present here is a statistical method that numerically determines the transition point when a curvature shift is observed in a dynamic process (in our case, the variation during the time of the ratio between two geometrical parameters of the nest). With this regression method we can find the optimal point of transition between two or more geometrical ratios and statistically test whether or not this transition point is relevant.



Both of these tools can be adapted and used in various protocols where image processing is needed (e.g. find and characterize an aggregate) and/or when fast transitions appear (growth phenomenon, bifurcation...). It is a very efficient and free alternative to commercial softwares that are usually expensive.

Méthode simple pour obtenir une vue complète en 3D d'un œil (ou d'une autre structure) de fourmi (ou d'autre insecte)

Alexandre Vandenbusshe¹, Olivier Debeir¹, Marie-Claire Cammaerts²

¹Faculté des Sciences Appliquées, Université Libre de Bruxelles, 50 A. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique (mtricot@ulb.ac.be)

²Faculté des Sciences CP 160/11, Université Libre de Bruxelles, 50 A. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique

Des structures petites et opaques telles qu'un œil de fourmi du genre *Myrmica* ne se voient jamais en entier en 3D au binoculaire ou au microscope. Il faudrait un scanning. Nous avons donc mis au point une méthode accessible à tous.

Une tête d'ouvrière, isolée, débarrassée de ses antennes, est immergée dans du vernis puis mise à sécher à plat. Sous une loupe binoculaire, la pellicule de vernis couvrant l'œil est détachée de la cuticule, séparée du reste du vernis et posée sur une lame porte objet creuse. Celle-ci est ensuite recouverte d'une lamelle, lutée à la paraffine et placée au microscope.

Au grossissement que requiert une étude morphologique détaillée, le moulage ne se voit nettement que dans la zone correspondant à la profondeur de champ du microscope. Un appareil photo numérique fonctionnant en mode manuel est fixé au niveau de l'oculaire et une série de photos sont prises le long de l'axe Z (profondeur de l'échantillon) en mettant au point d'abord sur la zone supérieure du moulage puis sur chacune des zones situées en dessous, jusqu'à la zone inférieure. Le pas entre chaque photo est idéalement toujours le même (ex. : 2 μm) et obtenu à l'aide d'une vis micrométrique graduée. Une latte micrométrique, photographiée dans les mêmes conditions, permet le calibrage des axes X et Y.

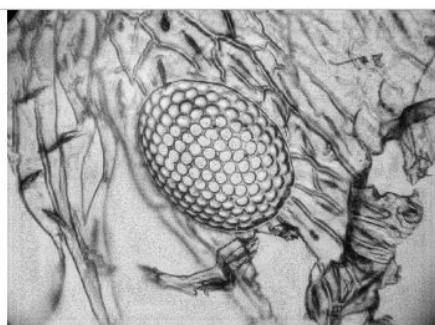


Figure 1 Image nette obtenue par utilisation de la transformée en ondelettes

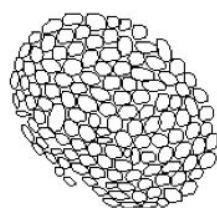


Figure 2 Dénombrement des ommatidies



Figure 3 Structure 3D de l'œil

La pile d'images et celle de la latte sont transférées sur PC et traitées par un logiciel d'analyse d'images (ImageJ - National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA). Nous avons utilisé la méthode de la transformée en ondelettes qui fournit un modèle numérique 3D exploitable pour d'autres opérations (ex. : mesure de dimensions) ainsi qu'une image nette en tout point dont l'analyse (rendue automatique) permet le dénombrement des ommatidies et le calcul de leur aire (Figs. 1, 2, 3).

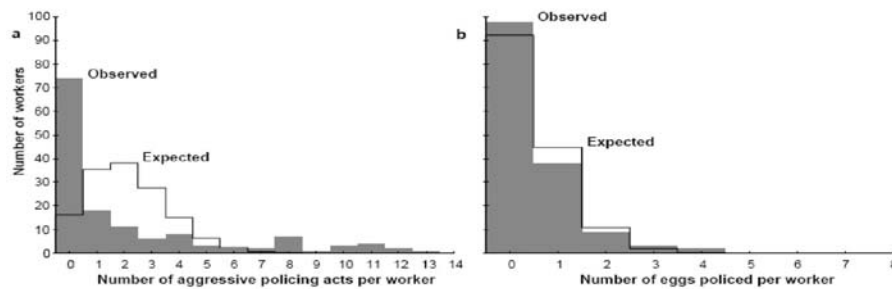
Cette étude est encore en cours. Elle révèle déjà que l'œil n'est ni sphérique, ni ellipsoïdal; sa base est convexe; son versant dorsal est le plus étendu, son versant antérieur le plus pentu; son point culminant est donc antéro-ventral.

Nous remercions Mr le Professeur Louis De Vos et Mr Eddy Terwinghe pour leur aide technique ainsi que Mr. Guy Houvenaghel et Mr David Cammaerts pour leurs conseils.

Specialization in policing behaviour among workers of the ant *Pachycondyla inversa*

Jelle van Zweden, Patrizia D'Ettorre

Department of Population Biology, University of Copenhagen, Universitetsparken 15, 2100, Copenhagen, Denmark (PDettorre@bi.ku.dk)



Most animal societies are non-clonal and thus subject to conflicts. In social insects, conflict over male production can be resolved by worker policing, i.e. eating of worker-laid eggs or aggression towards reproductive workers. All workers in a colony have an interest in policing behaviour being expressed, but there can be asymmetries among workers in performing the actual behaviour.

Here, we show that workers of the ant *Pachycondyla inversa* specialize in policing behaviour. In two types of behavioural assays, workers developed their ovaries and laid eggs. In the first experiment, reproductive workers were introduced into queenright colonies. In the second experiment, worker-laid eggs were introduced. By observing which individuals policed, we found that aggressive policing was highly skewed among workers that had opportunity to police, and that a similar tendency occurred in egg policing.

None of the policing workers had active ovaries, so that policing did not incur a direct selfish benefit to the policer. This suggests that policing is subject to polyethism, just like other tasks in the colony. This is the first non-primate example of specialization in policing tasks without direct selfish interests.

Index des auteurs

- Allard, Diane, 7
 Angulo, Elena, 23, 46
 Anotaux, Mylène, 47
 Armengaud, Catherine, 62
 Aron, Nicolas, 79
 Aron, Serge, 1, 7, 11, 35, 59
 Avarguès-Weber, Aurore, 22

 Bagnères, Anne-Geneviève, 6, 51, 64, 72
 Battaille, Géraldine, 59
 Bécard, Jean-Marc, 16
 Bernadou, Abel, 14
 Beugnon, Guy, 24, 45, 67
 Blanchard, Philippe, 17, 48, 68
 Boulay, Raphaël, 23
 Bourguignon, Thomas, 49

 Cammaerts, David, 44
 Cammaerts, Marie-Claire, 44, 69, 81
 Campo, Alexandre, 80
 Canonge, Stéphane, 25
 Caut, Stéphane, 46
 Celle, Olivier, 17, 48, 68
 Cerdá, Xim, 2, 23, 46
 Chéron, Blondine, 3
 Châline, Nicolas, 8, 47, 54
 Chameron, Stéphane, 34
 Chapuisat, Michel, 10, 70
 Charles, Sandrine, 2
 Coppée, Audrey, 31, 69
 Cougoule, Nicolas, 17
 Courchamp, Franck, 46
 Cournault, Laurent, 30
 Crauser, Didier, 16
 Cros-Arteil, Sandrine, 16

 D'Ettorre, Patrizia, 29, 39, 55, 77, 82
 Dacher, Matthieu, 62
 Daly-Schweitzer, Sébastien, 50
 Darrouzet, Eric, 51, 64
 de Biseau, Jean-Christophe, 30, 36, 52
 de la Mora, Aldo, 53
 de Souza, Danival José, 18
 Debeir, Olivier, 81
 Debout, Gabriel, 28
 Dedeine, Franck, 6, 72
 Dejean, Alain, 12, 13, 58, 60
 Delabie, Jacques H. C., 5, 57, 60
 Deneubourg, Jean-Louis, 25, 26, 78, 80
 Detrain, Claire, 20, 26
 Devès, Anne-Laure, 19
 Devaud, Jean-Marc, 41, 42
 Devienne, Paul, 57
 Devigne, Cédric, 52

 Di Paolo, David, 26
 Djiéto-Lordon, Champlain, 58
 Douady, Stéphane, 27
 Doums, Claudie, 3, 19, 76
 Drapeau, Violaine, 54
 Dreier, Stephanie, 55
 Dupont, Simon, 72
 Durieux, Eve-Anne, 61

 Elias, Marianne, 28
 Eschbach, Claire, 56
 Estoup, Arnaud, 5

 Ferreira Mariano, Cléa dos Santos, 57
 Ferreira, Ronara de Souza, 57
 Foguieng, Armand Didier, 58
 Foucaud, Julien, 5
 Fourcassié, Vincent, 14
 Fournier, Denis, 1, 5, 11, 35, 59
 Francés, Bernard, 41
 Fresneau, Dominique, 25, 57

 Gauthier, Monique, 62, 66, 68
 Giurfa, Martin, 38, 56, 63, 66
 Grangier, Julien, 13
 Groc, Sarah, 60
 Guerrieri, Fernando Mordi, 39, 77

 Hamidi, Rachid, 36
 Haussy, Claudy, 19, 76
 Hefetz, Abraham, 11
 Heinze, Jürgen, 65
 Hourcade, Benoît, 42
 Hrnčir, Michael, 37, 71, 75
 Huang, Zachary, 64

 Iscache, Anne-Laure, 48
 Iserbyt, Stéphanie, 61, 69

 Josens, Roxana, 56, 63
 Jost, Christian, 27, 63

 Kacimi el Hassani, Abdessalam, 62
 Kenne, Martin, 12, 58
 Kergoat, Gaël J., 5
 Kindekens, Jonathan, 26
 Kuntz, Pascale, 27

 Lachaud, Jean-Paul, 24, 32, 40, 50, 53
 Ladevese, Bruno, 63
 Lavieille, Pascal, 63
 Le Breton, Julien, 5
 Le Conte, Yves, 16
 Leclerc, Catherine, 43
 Legeais, Marc, 51

- Lengronne, Thibault, 8
Leniaud, Laurianne, 6, 64
Lenoir, Alain, 18, 23, 65
Lenoir, Jean-Christophe, 65
Lepolain, Marie, 25
Leponce, Maurice, 49
Lihoreau, Mathieu, 4
Loiseau, Anne, 5
- Macquart, David, 24, 67
Malé, Pierre-Jean, 13
Malherbe, Marie-Claire, 57
Marcos Nunes, Tùlio, 71
Marques, Sylvie, 34
Massou, Isabelle, 68
Mathy, Tiffany, 69
McKey, Doyle, 15, 28
Mercier, Jean-Luc, 65
Meunier, Joël, 70
Migeon, Alain, 16
Molet, Mathieu, 9
Monnin, Thibaud, 3, 22
Moreau, Marc, 43
- Navajas, Maria, 16
Néant, Isabelle, 43
- Oliveira, Sabrina, 66
Olivier, Violaine, 17, 48, 68
Orivel, Jérôme, 5, 13, 33, 60
- Pérez-Lachaud, Gabriela, 32, 53
Passera, Luc, 1
Percy, Morgan, 7
Peeters, Christian, 9
Pellecchia, Stefano, 39
Perdereau, Elfie, 72
Périsse, Emmanuel, 42, 43
Perna, Andrea, 27
Pichon, Apolline, 6
- Quinet, Yves, 36
- Rasmont, Pierre, 31, 61, 69
Raymond-Delpech, Valérie, 43, 66
Renard, Delphine, 15
Ribière, Magali, 17, 68
Ribière-Chabert, Magali, 48
Richard, Freddie-Jeanne, 73
Rivault, Colette, 4
Robinson, Gene E., 16
Roisin, Yves, 49
Rojo de la Paz, Alain, 74
Roselino, Ana Carolina, 75
Roussel, Edith, 38
Roux, Olivier, 33
Ruel, Camille, 76
- Sandoz, Jean-Christophe, 38, 42, 43
Saulnier, Jérémy, 40
Schatz, Bertrand, 15, 28
Schrempf, A., 65
Schurr, Frank, 17, 48, 68
Sempo, Gregory, 25, 78
Servais, Virginie, 52
Steinhauer, Nathalie, 1
Stroeymeyt, Nathalie, 77
- Terramorsi, Roxane, 78
Terzo, Michael, 31, 69
Theraulaz, Guy, 27
Thierry, Louis, 66
Thurin, Nicolas, 79
Timmermans, Iris, 7, 11, 59
Tindo, Maurice, 12, 58
Tirard, Claire, 19, 76
Toffin, Etienne, 26, 80
- Urlacher, Élodie, 41
- Valverde, Sergi, 27
van Oudenhove, Louise, 2
van Vlaenderen, Johan, 18
van Zweden, Jelle, 77, 82
Vandenbusshe, Alexandre, 81
Vantaux, Amélie, 33
Vergoz, Vanina, 38
- Whitfield, Charlie, 16
Wystrach, Antoine, 45
- Zucchi, Ronaldo, 71, 75

Index thématique

- Abeille, 42
 abeilles, 16
 acetamipride, 62
 adoption de chenilles, 74
 aggressivity, 35
Allomerus decemarticulatus, 13
 ant community organization, 46
 ant-plant seed dispersal mutualism, 15
 antimicrobial peptides, 18
 ants, 1, 26
Aphaenogaster senilis, 3, 22, 23
Apis mellifera, 17, 41–43, 62, 66, 68, 71, 73
 Apprentissage et mémoire, 42
 apprentissage visuomoteur, 67
 ARN interférents, 66
 aversive learning, 38

Belonogaster, 12
 Biogenic amines, 56
 bioinvasion, 35
Blattella germanica, 4, 78
 blattes, 25
Bombus, 61
Bombus terrestris, 8, 31, 47, 54, 69

Camponotus fellah, 56
Camponotus vagus, 39, 77
Cardiocondyla elegans, 65
Cataglyphis cursor, 3, 7, 19, 59
Cataglyphis sabulosa, 11
Cataglyphis velox, 76
 CBPV, 48, 68
 choix collectif, 78
 cire, 71
 cleptobiose, 40
 collective behaviour, 26
 collective defences, 10
 collective foraging, 21
 colonial label, 34
 colony foundation, 3
 colony founding, 1, 55
 communication, 37
 compétition interspécifique, 72
 comportement exploratoire, 72
 comportement nécrophorique, 32
 comportement précopulatoire, 69
 conflict over male production, 8
 consommation du bois, 51
 construction, 27
Crematogaster sp. prox. *abstinens*, 36
Crematogaster scutellaris, 52
 cryptic species, 57
Cubitermes, 27
 cuticular hydrocarbons, 52

 cytogenetics, 57

 défenses immunitaires, 76
 dear-enemy phenomenon, 34
 décisions individuelles/collectives, 25
 déplacement, 14
 depleted flowers, 75
 détection vent, 63
 developmental errors, 9
 différenciation des castes, 64
 discrimination, 8
 dissémination du CBPV, 17
 distribution spatiale, 58
 diversité génétique, 6
 division du travail, 76
 dominance, 54
 dopamine, 38
 drifting, 54

 ecological constraints, 28
 écologie du paysage, 14
 Ectatomminae, 32, 40, 50
 efficacité, 53
 egg recognition, 8
 encapsulation, 19
 endogenous opioids, 41
 environmental effect, 26
 environmental heterogeneity, 2
 estimation de densités, 50
 Eucharitidae, 32
 eusocial bees, 37
 eusocialité, 12
 Expression génique, 16

 fipronil, 62
 fondation, 12
 footprints, 75
 foraging strategies, 37
Formica selysi, 70
 Formicidae, 28
 foundation, 2
 fourmi envahissante, 33
 fourmis méridionales, 1
 fourrageur solitaire, 50

 galleries, 27
 GC-MS, 31
 genetic diversity, 59
 genetic polymorphism, 70
 genetic structure, 65
 génome viral, 17
 géométrie, 45
Gigantiops, 24
Gigantiops destructor, 45, 67

- grégarisme, 78
- hétérogénéités environnementales, 78
- high polygyny, 36
- Hirtella physophora*, 13
- honeybees, 38
- human landscape modifications, 15
- image processing, 80
- inbreeding avoidance, 4
- information publique, 78
- insecticides, 62
- interactions sociales, 78
- internal conflicts, 10
- intraspecific aggressiveness, 36
- intraspecific social parasitism, 54
- introduction biologique, 6
- invasion, 6, 46
- invasive ant, 2, 5
- kin recognition, 4
- labyrinthe, 67
- Lasius niger*, 26
- Lasius niger*, 1, 55
- learning, 34, 41
- Linepithema humile*, 30
- liquide séminal, 73
- mémoire olfactive, 66
- Maculinea alcon*, 74
- malaxage de proies, 24
- maternal effect, 70
- mathematics, 80
- mating behaviour, 47
- maxilla-labium* extension response, 39
- mécanismes comportementaux, 78
- mémoire à long terme, 43
- mémoire olfactive, 43
- Messor sanctus*, 63
- methodology, 80
- mimétisme chimique, 32
- minimalisme taxonomique, 60
- morphogenesis, 26
- morphometry, 57
- motricité, 62
- mutual mate choice, 4
- mutualisme, 13
- myrmécofaune de la litière, 60
- Myrmica*, 74
- Myrmica sabuleti*, 44
- navigation, 45, 67
- nepotism, 3
- nest building, 26
- nest migration, 22
- nestmate recognition, 35, 36, 52, 77, 79
- nids, 27
- Nouragues (Guyane française), 60
- number of queens, 28
- octopamine, 47
- œil de fourmi, 81
- olfactomètre, 69
- olfactory conditioning, 38
- olfactory learning, 56
- ondelettes, 81
- oophagy, 8
- organisation sociale, 6, 24
- ovarian development, 54
- Pachycondyla apicalis*, 57
- Pachycondyla inversa*, 82
- Pachycondyla verenae*, 57
- paralysie chronique, 17, 48
- parasite, 33
- parasitisme, 32
- patterns, 80
- perception des couleurs, 44
- Pheidole megacephala*, 35
- phenoloxdase activity, 19
- phéromones, 31, 69
- Plagiolepis pygmaea*, 79
- plasticité neurale, 42
- plasticity, 34
- pleometrosis, 55
- policing behaviour, 82
- Polistinae, 12
- polyandry, 7, 59
- polydomy, 79
- polyethism, 59
- polymorphism, 59
- population genetics, 1, 35
- potentialités ontogéniques, 64
- prédation, 50, 53
- préférence florale, 61
- prise de risque, 53
- productivité, 12
- pyrénées, 61
- queen retrieval, 30
- queen size, 70
- queen-worker mosaics, 9
- résolution taxonomique, 60
- rainforest, 49
- raised-field complexes, 15
- rapidité d'attaque, 53
- recognition code, 29
- recognition systems, 34
- Reconnaissance intercoloniale, 40
- recruitment, 37
- repères visuels, 45
- représentation spatiale, 40
- reproduction, 19

reproduction system, 5
reproductive conflicts, 1
reproductive strategy, 65
reproductive success, 4
réseaux, 27
Reticulitermes, 6, 51, 64, 72
reward context, 75
RFID, 25
RTUs, 60

scent-marks, 75
seasonal variation, 79
sélection d'habitat, 78
selfish reproduction strategy, 54
seuil lumineux, 44
signature chimique, 72
signes de reconnaissance, 71
social behaviour, 18
Social cues, 21
social evolution, 10, 28
social organisation, 5
software, 80
Solenopsis geminata, 58
spécialisation, 24
specialization, 82
stingless bees, 37, 75
stratégie d'intégration, 33
stratégies comportementales, 51
structure coloniale, 58
structure des communités, 61
substrat, 14
Surprise island, 46
système de reproduction, 6

Tapinoma erraticum, 30
taxonomy, 57
termite, 27
termite swarming, 49
termites, 51
thelytokous parthenogenesis, 11
théorie de la défense optimale, 13
thiametoxam, 62
tomographie, 27
trace mnésique, 42
trade-off, 19
transport, 14
trophallaxis, 18

variabilité génomique, 48
variabilité interindividuelle, 25
variabilité intraspécifique, 31
Varroa destructor, 16
virus de la paralysie chronique, 68

Wasmannia auropunctata, 5, 33
wingless reproductives, 9
worker recruitment, 23
worker reproduction, 11

Participants

NOM	Prénom	email
Angulo	Elena	elena.angulo@u-psud.fr
Anotaux	Mylène	littlesister92@voila.fr
Armengaud	Catherine	carmenga@cict.fr
Aron	Serge	saron@ulb.ac.be
Avargues-Weber	Aurore	aurora.avargues@caramail.com
Bagnères-Urbany	Anne-Geneviève	bagneres@univ-tours.fr
Bernadou	Abel	bernadou@cict.fr
Beugnon	Guy	beugnon@cict.fr
Blanchard	Philippe	p.blanchard@afssa.fr
Blight	Olivier	olivier.blight@etu.univ-cezanne.fr
Bourguignon	Thomas	thomas.bourguignon@ulb.ac.be
Cammaerts	Marie-Claire	mtricot@ulb.ac.be
Canonge	Stéphane	stephane.canonge@gmail.com
Celle	Olivier	o.celle@afssa.fr
Cerda	Xim	xim@ebd.csic.es
Châline	Nicolas	nicolas.chaline@leec.univ-paris13.fr
Chameron	Stéphane	chameron@leec.univ-paris13.fr
Chapuisat	Michel	Michel.Chapuisat@unil.ch
Charra	Rachel	rachel.charra@hotmail.fr
Chauzat	Marie-Pierre	mp.chauzat@afssa.fr
Chéron	Blandine	blandine.cheron@snv.jussieu.fr
Coppée	Audrey	audrey.coppee@umh.ac.be
Cougoule	Nicolas	n.cougoule@afssa.fr
Cournault	Laurent	lcournau@ulb.ac.be
Daly-Schveitzer	Sébastien	daly@cict.fr
Darrouzet	Eric	eric.darrouzet@univ-tours.fr
de Biseau	Jean-Christophe	jcbiseau@ulb.ac.be
de Souza	Danival	danivalbr@yahoo.com.br
de Souza Ferreira	Ronara	ronara@leec.univ-paris13.fr
Deisig	Nina	deisig@cict.fr
Detrain	Claire	cdetrain@ulb.ac.be
D'Ettore	Patrizia	pdettorre@bi.ku.dk
Devaud	Jean-Marc	devaud@cict.fr
Deves	Anne Laure	a.l.deves@hotmail.fr
Drapeau	Violaine	violaine.drapeau@hotmail.fr
Dreier	Stephanie	sdreier@bi.ku.dk
Errard	Christine	christine.errard@univ-tours.fr
Eschbach	Claire	eschbach@cict.fr
Foucaud	Julien	foucaud@supagro.inra.fr
Fourcassé	Vincent	fourcass@cict.fr
Fournier	Denis	Denis.Fournier@ulb.ac.be
Garnier	Simon	simon.garnier@cict.fr
Gauthier	Monique	gauthiem@cict.fr
Gautrais	Jacques	gautrais@cict.fr
Gerebtzoff	Dimitri	dimitri.gerebtzoff@noldus.com
Giurfa	Martin	giurfa@cict.fr
Grangier	Julien	grangier@cict.fr
Groc	Sarah	sarah.groc@laposte.net
Guerrieri	Fernando Mordi	FJGuerrieri@bi.ku.dk
Hamidi	rachid	rachid.hamidi@ulb.ac.be
Hourcade	Benoit	hourcade@cict.fr
Hrncir	Michael	michael.hrncir@gmx.at
Iserbyt	Stéphanie	stephanie.iserbyt@umh.ac.be
Jaisson	Pierre	pierre.jaisson@leec.univ-paris13.fr
Jeanson	Raphael	jeanson@cict.fr
Jost	Christian	jost@cict.fr
Kacimi el Hassani	Abdessalam	kacimi@cict.fr
Lachaud	Jean-Paul	lachaud@cict.fr
Ladevese	Bruno	brunoladevese@hotmail.fr

Latil	Gérard	latil@cict.fr
Le Conte	Yves	leconte@avignon.inra.fr
Lecoutey	Emmanuel	lecoutey@leec.univ-paris13.fr
Lengronne	Thibault	thib.lengronne@laposte.net
Leniaud	Laurianne	laurianne.leniaud@univ-tours.fr
Lenoir	Alain	alain.lenoir@univ-tours.fr
Lenoir	Jean-Christophe	jean-christophe.lenoir@neuf.fr
Lihoreau	Mathieu	mathieu.lihoreau@univ-rennes1.fr
Louis	Thierry	louis@cict.fr
Macquart	David	macquart@cict.fr
Marques	Sylvie	edgarette@hotmail.com
Massou	Isabelle	imassou@cict.fr
Meunier	Joël	joel.meunier@unil.ch
Molet	Mathieu	mathieu.molet@snv.jussieu.fr
Monnin	Thibaud	tmonnin@snv.jussieu.fr
Orgeas	Jérôme	jerome.orgeas@univ-cezanne.fr
Orivel	Jérôme	orivel@cict.fr
Passera	Luc	passera@cict.fr
Pearcy	Morgan	mpearcy@unil.ch
Peeters	Christian	cpeeters@snv.jussieu.fr
Perdereau	Elfie	perdereau@univ-tours.fr
Pérez-Lachaud	Gabriela	igperez@tap-ecosur.edu.mx
Perisse	Emmanuel	eperisse@cict.fr
Perna	Andrea	perna@cict.fr
Pierre	Jacqueline	jacqueline.pierre@rennes.inra.fr
Renard	Delphine	delphine.renard@cefe.cnrs.fr
Richard	Freddie-Jeanne	fjrichard@ncsu.edu
Rojo de la Paz	Alain	arpaz@univ-lemans.fr
Roussel	Edith	eroussel@cict.fr
Roux	Olivier	olivier.roux@cict.fr
Ruel	Camille	yogixs@hotmail.com
Sandoz	Jean-Christophe	sandoz@cict.fr
Saulnier	Jérémy	saunierjeremy@yahoo.fr
Schatz	Bertrand	bertrand.schatz@cefe.cnrs.fr
Schwammberger	Karl-Heinz	Karl-Heinz.Schwammberger@rub.de
Scohier	Alexandra	lascoh@wanadoo.fr
Stroeymeyt	Nathalie	nathalie.stroeymeyt@ens.fr
Terramorsi	Roxane	terramorsirox@gepro.ch
Theraulaz	Guy	theraula@cict.fr
Thurin	Nicolas	nicolas.thurin@ulb.ac.be
Timmermans	Iris	iris.timmermans@ulb.ac.be
Tindo	Maurice	jtindo2000@yahoo.fr
Tirard	Claire	ctirard@snv.jussieu.fr
Toffin	Etienne	etoffin@ulb.ac.be
van Oudenhove	Louise	louise@ebd.csic.es
Vantaux	Amélie	a_vantaux@yahoo.fr
Wystrach	Antoine	a_wystrach@yahoo.fr