

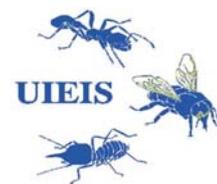
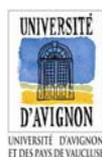
Union internationale pour l'étude des insectes
sociaux – section française

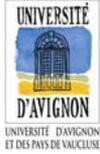
Colloque annuel

Avignon – 24-27 avril 2006

U
I
E
I
S

2
0
0
6





Union internationale pour l'étude des insectes sociaux – section française

Avignon – 24-27 avril 2006

Comité scientifique :

Anne-Geneviève Bagnères, Université de Tours
Thibaud Monin, Université Pierre et Marie Curie, Paris
Nicolas Chaline, Université Paris 13, Villetaneuse
Yves Le Conte, INRA/UAPV Avignon

Comité d'organisation :

Alexandra Badiou, Jean-Marc Bécard, Luc Belzunces, Jean-Luc Brunet, Corinne Chêne, Claude Collet, Christiane Courant, Marianne Cousin, Didier Crauser, François Faivre d'Arcier, Patricia Guillot, Yves Le Conte, Colette Pélissier, Guy Rodet et Sylvie Tchamitchian de l'UMR 406 Ecologie des Invertébrés, INRA/UAPV

Nous remercions sincèrement la Région PACA, le département du Vaucluse, la ville d'Avignon, ainsi que les sociétés Leica, Noldus et Olympus pour leur soutien financier à l'organisation du colloque.

Crédit photographique : Xim Cerdà

UNION INTERNATIONALE POUR L'ÉTUDE DES INSECTES SOCIAUX
U.I.E.I.S. - Section française
Avignon 24-27 avril 2006

PROGRAMME

Lundi 24 Avril 2006

17H00 – 19H30 Accueil des participants et apéritif de bienvenue

Mardi 25 Avril 2006

8H30 – 9H00 Accueil des participants

9H00 – 9H30 **Allocution d'ouverture du colloque**

9H30 – 10H30 **Conférence : Charles Whitfield (University of Illinois)**
Genomic dissection of behavioral maturation in the honey bee

10H30 – 11H00 PAUSE

Symposium : Ecologie moléculaire, génétique des populations et stratégies reproductrices

11H00 – 11H15 **L. Leniaud, M. Kutnik, Z. Huang, S. Dupont, A. Pichon, A.G. Bagnères**
Différenciation des castes et potentialités ontogéniques des ouvriers des termites souterrains du genre *Reticulitermes*

11H15 – 11H30 **S. Aron & M. Percy**
Variations du sex-ratio et compétition locale pour les ressources chez la fourmi *Cataglyphis cursor*

11H30 -11H45 **C. Bernasconi, D. Cherix, P. Pamilo**
Phylogéographie des fourmis des bois (groupe *Formica rufa*) en Europe

11H45 – 12H00 **D. Fournier, L. de Menten, C. Brent, L. Passera, E. L. Vargo, S. Aron**
Contrôle royal du sex-ratio chez la fourmi *Pheidole pallidula* : Influence des reines sur la caste et le sexe

12H00 – 12H15 **M. Molet, C. Peeters**
Perte de la fondation indépendante associée au passage du milieu tropical au milieu tempéré chez les fourmis du complexe *Rhytidoponera impressa*

12H15 – 13H30 REPAS

- 13H30 – 13H45 **M. Pearcy, O. Hardy, S. Aron**
Mode de parthénogenèse thélytoque et remplacement des reines chez *Cataglyphis cursor*
- 13H45 – 14H00 **C. Peeters, M. Molet**
Evolution des reproductrices sans ailes et la nouvelle phylogénie des fourmis
- 14H00 – 14H15 **N. Thurin, K. Trontti, L. Sundström, S. Aron**
Polyandrie chez la fourmi *Plagiolepis pygmaea*. Accouplements « par convenance » ou pour la diversité génétique ?
- 14H15 – 14H30 **I. Timmermans, S. Aron**
Reproduction des ouvrières et étude du népotisme chez *Cataglyphis cursor*.
- 14H30 – 14H45 **L. Zinck, R.R. Hora, C. Doums, P. Jaisson**
Structuration génétique et fonctionnelle des colonies en patch chez la fourmi polygyne facultative *Ectatomma tuberculatum*
- 14H45 – 15H00 **Présentation de logiciel**
D. Gerebtzoff
Noldus Information Technology: outils innovants pour la collecte automatique ou manuelle et l'analyse de données comportementales
- 15H00 – 16H00 **Séance Poster**
- Symposium : Hors thème**
- 16H00 – 16H15 **M.-C. Cammaerts**
La perception visuelle des couleurs par les ouvrières de la fourmi *Myrmica sabuleti*.
- 16H15 – 16H30 **C. Djiéto-Lordon, D C. Aléné, A. Dejean**
Étude de la sélectivité dans le choix de la plante hôte chez les fourmis arboricoles: cas de quelques dominantes tropicales.
- 16H30 – 16H45 **B. Guénard, A. Francoeur, É. Lucas**
Entretien des colonies aphidiennes par les fourmis, un bénéfice pour les prédateurs furtifs ?
- 16H45 – 17H00 **D. Macquart, G. Latil & G. Beugnon**
La composante motrice de la navigation chez une formicine tropicale
- 17H00 – 17H15 **M. Tindo, P.S. Mbenoun, M. Kenne, J. Orivel, A. Dejean**
La petite fourmi de feu *Wasmannia auropunctata* (Roger) au Cameroun : distribution et structure de la colonie

- 17H15 – 17H30 **E. Toffin, J.-L. Deneubourg**
La construction du nid chez la fourmi *Lasius niger* : étude dynamique du creusement.
- 17H30 – 17H45 **C. Plateaux**
La subsocialité dans l'évolution des Halictinae
- 17H45 – 18H45 REUNION DU BUREAU
- 19H30 ACCUEIL A LA MAIRIE D'AVIGNON

Mercredi 26 Avril 2006

Symposium : Ecologie chimique et comportementale

- 9H00 – 9H15 **A.-G. Bagnères, Z.Huang, M. Navajas, M. Salvy, J.-P. Christides, Y. Le Conte**
Signature et camouflage chimique du *Varroa* chez *Apis cerana* et *A. mellifera* : un phénomène adaptatif et coévolutif.
- 9H15 – 9H30 **J.C. de Biseau, Y. Quinet**
La défense des reines chez la fourmi hautement polygyne *Crematogaster* sp. prox. *abstinens*
- 9H30 – 9H45 **R. Hamidi, Y. Quinet, J.C. de Biseau**
Stratégie de reproduction et reconnaissance coloniale chez la fourmi hautement polygyne *Crematogaster* sp. prox. *abstinens*
- 9H45 – 10H00 **N. Châline, J.C. Sandoz, G. R. Jones, S.J. Martin, F.L.W. Ratnieks**
Apprentissage et discrimination des hydrocarbures cuticulaires par les abeilles
- 10H00 – 10H15 **G. Costagliola, Y. Le Conte, J.-M. Bécard, G. de Vaublanc, M. El Maâtaoui, D. Crauser, E. Plettner, K.N. Slessor**
Les glandes salivaires sont une source de phéromone chez les larves d'abeilles (*Apis mellifera*)
- 10H15 – 10H45 PAUSE CAFE
- 10H45 – 11H00 **J. Grangier, A. Dejean, J. Orivel**
Fondation et rôle des filtres sélectifs dans un mutualisme plante-fourmis.
- 11H00 – 11H15 **S. Blanc, M. Renucci, A. Tirard, E. Provost**
Hétérogénéité chimique dans une homogénéité génétique et comportementale putative, chez *Linepithema humile*.

11H15 – 11H30	T. Monnin Indices de fertilité et division de la reproduction chez la guêpe <i>Polistes dominulus</i>
11H30 – 11H45	P. Rasmont, M. Terzo Le concept d'espèce chez les bourdons (Hymenoptera, Apidae)
11H45 – 13H30	DEJEUNER
13H30 – 19H30	EXCURSION
19H30 -	BANQUET

Jeudi 27 Avril 2006

Symposium : Insectes sociaux et environnement

9H00 – 10H00	Conférence: Luc P. Belzunces (UMR INRA-UAPV) Les effets sublétaux des pesticides chez l'abeille
10H00 – 10H15	M. Gauthier, L. Garreau, M. Dacher, V. Raymond. Récepteurs nicotiques et mémoire associative chez l'abeille
10H15 – 10H30	M.-P. Chauzat <i>Apis mellifera</i> peut-elle révéler la qualité de notre environnement?
10H30 – 11H00	PAUSE CAFE
11H00 – 11H15	A. Badiou, L.P. Belzunces La deltaméthrin potentialise l'action du pirimicarb sur l'acétylcholinestérase d'abeille, <i>Apis mellifera</i> .
11H15 – 11H30	J.L. Brunet, A. Badiou, L.P. Belzunces Suivi métabolique <i>in vivo</i> de l'Acétamipride dans six compartiments biologiques de l'abeille.
11H30 -12H15	SURPRISE
12H15 – 13H30	DEJEUNER
13H30 – 13H45	E. Lecoutey, P. Jaisson Influence de l'expérience individuelle sur la division du travail chez la fourmi parthénogénétique <i>Cerapachys biroi</i> .
13H45 – 14H00	M. Terzo, S. Iserbyt, P. Rasmont Préférences florales des bourdons (Hymenoptera, Apoidea, <i>Bombus Latreille</i>) ou comment utiliser les mesures agri-environnementales pour favoriser les insectes pollinisateurs menacés

- 14H00 – 14H15 **A. Freitag, C. Dischinger, D. Cherix**
Conservation des espèces et changement d'habitat: le cas de *Formica pratensis*
- 14H15 – 14H30 **R. Boulay, A. Barroso, X. Cerdá**
Les migrations saisonnières chez la fourmi *Aphaenogaster senilis*: effet de la température

Symposium : Immunité, Parasites et Symbiotes

- 14H30 – 14H45 **L. Gauthier, D. Tentcheva, M.E. Colin, M. Bergoin**
Etude du pouvoir pathogène du virus DWV de l'abeille domestique *Apis mellifera* L.
- 14H45 – 15H00 **A. Bocher, C. Doums, L. Millot, C. Tirard**
Impact des conflits reproducteurs sur le travail et l'immunocompétence chez une espèce de fourmis sans reine, *Diacamma* sp. (Nilgiri, Inde du Sud)
- 15H00 – 15H15 **F. Dedeine, M. E. Ahrens, L. Calcaterra, D. D. Shoemaker**
Le parasitisme social chez les fourmis de feu (*Solenopsis* spp.) : un mécanisme possible de transfert inter-spécifique de *Wolbachia*
- 15H15 – 15H30 **D. Souza, D. Depoix, J. Lesobre, A. Lenoir**
Camponotus fellah (Formicidae : Formicinae) et son endosymbionte, *Candidatus Blochmannia*
- 15H30 – 15H45 **B. Schatz, G. Debout, D. McKey**
Différences comportementales entre deux fourmis à plantes associées à la même plante-hôte
- 15H45 – 16H15 PAUSE CAFÉ
- 16H15 – 17H00 ASSEMBLEE GENERALE
- 17H00 – 17H30 REUNION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Conférence plénière

Genomic dissection of behavioral maturation in the honey bee

Charles W. Whitfield

*Department of Entomology, Neuroscience Program and Institute for Genomic Biology,
University of Illinois, 505 S. Goodwin Ave., Urbana, IL 61801, USA*

As individuals age, their behavioral responses to stimuli change in predictable ways. Honey bees (*Apis mellifera*) exhibit an age-related transition from hive bee to forager that is associated with differences in the expression of thousands of genes in the brain. We used an integrated genomic approach to dissect these differences by examining brain gene expression in (1) bees from two subspecies that differ genetically in the age at onset of foraging, (2) bees treated with neuroactive compounds that accelerate foraging and (3) hive-restricted bees (“presumptive” foragers) that had no flight or foraging experience. Free flying bees from field colonies showed significant expression differences in the brain for >85% of ~5700 genes examined as a function of ontogeny, genotype (subspecies) or environment (colony) ($p < 0.001$; ANOVA). Although most of these genes were influenced by more than one factor, principle component analysis (PCA) revealed a surprisingly simple structure in which discrete brain gene expression “axes” were associated with discrete factors such as age, behavior, genotype, and environment. We used these axes, in conjunction with treatment- and experience-dependent gene expression profiles, to decompose brain gene expression into three distinct components associated with behavioral maturation: (1) age-related differences associated with development of competence to forage, (2) age-independent differences associated with behavioral state and related to juvenile hormone (JH), and (3) experience-dependent effects of foraging activity. We also find a relationship between subspecies differences in brain gene expression, JH-target gene expression in the brain, and circulating JH titers, which may explain (at least in part) the earlier onset of foraging in *A. m. ligustica* than *A. m. mellifera*. These findings show how integrated genomic studies can reveal important relationships between ontogenetic, genetic, and molecular signaling aspects of natural behavioral maturation

Mardi 25 Avril 2006

**Symposium « Ecologie moléculaire,
génétique des populations et
stratégies reproductrices »**

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

L. Leniaud, M. Kutnik, Z. Huang, S. Dupont, A. Pichon & AG. Bagnères.

UMR CNRS 6035, Institut de Recherche de la Biologie de l'Insecte, Université François Rabelais, Faculté des Sciences et Techniques, Parc Grandmont, 37 200 Tours, France

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. Les individus sont diploïdes, leur développement est hémimétabole et l'on trouve dans la colonie des individus mâles et femelles. 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. Dans cette étude, nous chercherons à mettre en évidence les potentialités ontogéniques des ouvriers de deux espèces de *Reticulitermes* (*R. grassei* et *R. santonensis*) ainsi que les événements endocrinologiques qui régulent la différenciation en néoténiques. Chez les insectes, l'hormone juvénile (JH) et l'ecdysone sont connus pour jouer un rôle important dans le développement de l'insecte et la différenciation des castes. Des résultats préliminaires montrent que les ouvriers mettent de 3 à 6 mois pour produire des néoténiques. La production et sa vitesse sont positivement corrélées à l'effectif de la colonie. Deux stratégies semblent se dégager : 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*. Ces résultats doivent être répliqués un plus grand nombre de fois afin de confirmer ces deux éventuelles stratégies au niveau de l'espèce. Des boîtes de 1000 ouvriers 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 seront mesurés par des méthodes de RIA et EIA. Les individus femelles seront traités toutes les semaines au cours du premier mois puis tous les mois jusqu'à la production d'œufs.

Variations du sex-ratio et compétition locale pour les ressources chez la fourmi *Cataglyphis cursor*

S. Aron & M. Pearcy

*Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12 - Université Libre de Bruxelles,
B-1050 Bruxelles, Belgique*

L'étude des facteurs proximaux et ultimes responsables des variations du sex-ratio chez les Hyménoptères sociaux a fait l'objet d'un nombre considérable de recherches théoriques et empiriques. A ce jour, la majorité de ces travaux ont porté sur l'impact de la structure génétique et/ou de la disponibilité en ressources alimentaires sur l'allocation des sexes. Par comparaison, l'influence d'une stratégie de dispersion différentielle entre mâles et femelles sur le sex-ratio reste peu étudiée. Chez la fourmi monogyne *Cataglyphis cursor*, les sexués mâles et femelles sont issus d'une reproduction parthénogénétique, de telle sorte que les variations d'asymétries de parenté entre sociétés sont réduites - voire nulles. Par ailleurs, les sociétés se reproduisent par bourgeonnement, un mode de reproduction typique des espèces polygynes ; la dispersion de femelles est par conséquent nettement inférieure à celle des mâles. Ceci conduit en théorie à une compétition locale pour les ressources (LRC) et à un sex-ratio adaptatif biaisé en faveur du sexe mâle. L'analyse de la structure génétique des populations indique une structuration spatiale significative, en accord avec la faible dispersion des femelles. Conformément à l'hypothèse de la LRC, nos analyses révèlent un sex-ratio fortement biaisé en faveur du sexe mâle, tant à l'échelle des sociétés que des populations. De plus, l'investissement en mâles apparaît étroitement corrélé à la productivité totale en sexués des sociétés. A l'inverse, ni la structure génétique des sociétés, ni l'hypothèse de la disponibilité en ressources ne permettent de justifier la caractéristiques du sex-ratio observées chez cette espèce. Ces résultats sont les premiers à démontrer sans ambiguïté l'influence de la compétition locale pour les ressources sur le sex-ratio chez une fourmi monogyne.

Sex allocation and local competition for resources in the ant *Cataglyphis cursor*

Sex allocation in eusocial Hymenoptera has been the focus of much empirical and theoretical works. So far, most experimental studies emphasized the influence of the colony genetic structure and/or the availability of resources on sex allocation. By comparison, the effect of dispersal strategies has received little attention. We studied sex ratio both at the colony and population levels in the ant *Cataglyphis cursor*. Young queens of this species do not take part in large nuptial flight; rather, they mate repeatedly close to the nest entrance with males coming from foreign colonies. Colony reproduction occurs by budding; freshly inseminated queens leave the original nest with a group of sister workers to found a new colony nearby. Females' dispersal is therefore limited as compared to males. This results in a local competition between related females for access to resources, and a decrease in their reproductive value as compared to the males. Local resource competition (LRC) predicts a male-biased sex ratio. Consistent with the predictions of the LRC hypothesis, our data in *Cataglyphis cursor* show that sex allocation is highly male-biased both at the population and colony levels, and that investment in males - but not in female sexuals - is positively associated with colony total sexual productivity. By contrast, neither the colony genetic structure, nor the resource availability hypotheses may account for the patterns of sex allocation observed in this species.

Phylogéographie des fourmis des bois (groupe *Formica rufa*) en Europe

C. Bernasconi¹, D. Cherix^{1,2}, P. Pamilo³

¹Département d'Ecologie et d'Evolution, Biophore, Université de Lausanne, CH-1015
Lausanne, Suisse

^{1,2}Musée de Zoologie, Palais de Rumine, Place de la Riponne 6, CH-1014 Lausanne, Suisse

³Genetic department, University of Oulu, 90100 Oulu, Finland.

Grâce à leur l'importance écologique les fourmis des bois (groupe *Formica rufa*) sont protégées dans de nombreux pays européens. Compte tenu de leur similarité morphologique et de leur capacité de former des hybrides, l'identification des espèces peut se révéler compliquée, nécessitant une bonne dose d'expérience. Pour cette raison, la systématique du groupe a toujours été controversée. À l'heure actuelle, six espèces font partie du groupe *F. rufa*. Il s'agit de *F. rufa*, *F. polycтена*, *F. lugubris*, *F. paralugubris*, *F. aquilonia* et *F. pratensis*. Lors de ce travail nous avons utilisé des marqueurs moléculaires (ADN mitochondrial) pour reconstruire la phylogéographie de *F. lugubris*, *F. paralugubris*, *F. aquilonia* et *F. pratensis*. Bien que plusieurs études aient démontré qu'il s'agit bien d'espèces différentes, les résultats indiquent que ces 4 espèces sont très proches génétiquement. En outre, *F. lugubris* et *F. pratensis* présentent une structuration géographique qui pourrait être liée à des phénomènes d'hybridation ou à une évolution indépendante dans différents refuges lors de la dernière glaciation.

Contrôle royal du sex-ratio chez la fourmi *Pheidole pallidula* : Influence des reines sur la caste et le sexe

D. Fournier¹, L. de Menten¹, C. Brent², L. Passera³, E. L. Vargo² & S. Aron¹

¹*Behavioral and Evolutionary Ecology, Université Libre de Bruxelles, Belgique*

²*Department of Entomology, North Carolina State University, USA*

³*Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS-Université Paul Sabatier, France*

Les sociétés d'Hyménoptères sociaux peuvent être le siège de conflits reproductifs entre reine(s) et ouvrières, chacune de ces deux parties ayant des intérêts génétiques différents. Chez la fourmi *Pheidole pallidula*, ce conflit est maximum et conduit à une spécialisation extrême des sociétés, la majorité d'entre elles ne produisant qu'un seul type de sexués. Par ailleurs, cette spécialisation est étroitement associée au système de reproduction : les sociétés monogynes produisent essentiellement des mâles, alors que les sociétés polygynes produisent quasi exclusivement des femelles. Dans ce travail, nous montrons que la spécialisation sexuelle chez *P. pallidula* est principalement déterminée par l'influence des reines sur le sex-ratio de la société. En effet, les reines des sociétés monogynes, spécialisées dans l'élevage des mâles, pondent une proportion d'œufs haploïdes significativement supérieure aux reines issues des sociétés polygynes. De plus, les reines des sociétés polygynes, spécialisées dans l'élevage de femelles reproductrices, produisent un plus grand nombre d'œufs diploïdes se développant en reines et sont caractérisées par un taux d'hormones juvéniles (JH-III) significativement supérieur à celui des reines issues de colonies monogynes. Or, chez *P. pallidula*, cette hormone favorise la sexualisation du couvain diploïde. L'ensemble de ces résultats montrent donc que les reines peuvent exercer une influence double sur le sex-ratio des sociétés, d'une part en contrôlant la proportion d'œufs mâles haploïdes pondus, et d'autre part, en orientant préférentiellement le développement des œufs diploïdes vers la voie royale.

Queen control over sex ratio in the ant *Pheidole pallidula*: queen influence over sex- and caste ratio

Social Hymenoptera are general models for the study of parent-offspring conflict over sex ratio, because queens and workers frequently have different reproductive optima. In the ant *Pheidole pallidula*, some colonies produce mostly males while others produce mostly reproductive females. Sex ratio specialization is tightly associated with breeding system: single-queen (monogynous) colonies produce male-biased brood and multiple-queen (polygynous) colonies female-biased brood. Here, we show that sex specialisation primarily results from queen control over colony sex ratio. Queens from monogynous male-specialist colonies lay a significantly more male-biased primary sex ratio than queens from polygynous colonies. Moreover, queens from polygynous female-specialist colonies produce a higher proportion of diploid eggs developing into queens and are characterized by a significantly higher rate of juvenile hormones (JH-III) production compared to queens from monogynous colonies. In *P. pallidula*, JH-III promotes a sexualization of the female brood. Overall, These results are consistent with a dual mechanism of queen influence over colony sex ratio by determining the proportion of male eggs laid and by hormonally biasing the development of female eggs into queens.

Perte de la fondation indépendante associée au passage du milieu tropical au milieu tempéré chez les fourmis du complexe *Rhytidoponera impressa*

M. Molet & C. Peeters

Laboratoire d'Ecologie CNRS UMR 7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard, 75005 Paris, France

La dispersion à longue distance chez les fourmis est effectuée par des reines ailées qui fondent de nouvelles colonies seules, sans l'aide d'ouvrières. Cette phase est particulièrement risquée chez les fourmis 'basales' car les reines ailées ont peu de réserves métaboliques et doivent chasser pour nourrir leur premier couvain. Donc la fondation indépendante peut être contre-sélectionnée au profit de la fission coloniale. Les espèces du complexe *R. impressa* couvrent une large gamme de latitudes, dans les forêts tropicales le long de la côte Est australienne. Elles possèdent à la fois des colonies à reine se reproduisant avec des reines ailées, et des colonies à gamergates (= ouvrières accouplées) se reproduisant par fission. Cette distribution offre l'opportunité d'étudier l'effet des conditions environnementales sur la stratégie de reproduction coloniale. La récolte de colonies à différentes latitudes a montré que le pourcentage de colonies à reine dans les populations diminue du Nord au Sud à cause des conditions environnementales plus difficiles, comme le prédit notre modèle de dynamique des populations. En outre l'espèce du Nord n'a pas de gamergates, tandis que celle du Sud a perdu la caste reine. De plus, en allant vers le Sud, les reines ailées sont produites en moindres quantités, mais elles deviennent plus lourdes par rapport aux ouvrières. Donc la production de reines pouvant faire face à des conditions plus difficiles est conservée comme alternative à la fission, jusqu'à ce que les conditions deviennent trop difficiles. Ceci suggère que la dispersion à longue distance, même rare, apporte des bénéfices importants et est retenue si possible.

Loss of independent colony foundation associated with a tropical-temperate gradient in ants of the *Rhytidoponera impressa* group

Long-range dispersal in ants is performed by winged queens that found new colonies alone, without the help of workers. This phase is particularly risky in 'basal' ants because winged queens have few metabolic reserves and need to hunt to feed their first brood. Therefore independent foundation can be selected against and replaced by colony fission. The species of the *R. impressa* group are spread along a wide range of latitudes, in rainforests along the Australian east coast. They have both queenright colonies reproducing with winged queens, and gamergates (= mated workers) colonies reproducing by fission. This distribution provides a rare opportunity to study the effect of environmental conditions on colonial reproductive strategy. Collection of colonies at different latitudes showed a decrease in the percentage of queenright colonies in the populations from north to south due to harsher environmental conditions, as predicted by our population dynamics model. Interestingly the northern species has no gamergates, whereas the southern species has lost the queen caste. Moreover, when proceeding southward, winged queens are produced in smaller numbers, but they get heavier relative to workers. Thus the production of queens that can face harsher conditions is retained as an alternative to fission, until conditions become too difficult. This suggests that long range dispersal, even when rare, yields high benefits and is retained if possible.

Mode de parthénogenèse thélytoque et remplacement des reines chez *Cataglyphis cursor*

M. Pearcy, O. Hardy & S. Aron

*Service d'Eco-Ethologie Evolutive - CP 160/12, Université Libre de Bruxelles (ULB), Avenue
F.D. Roosevelt, 50, 1050 - Bruxelles, Belgique.*

Chez la fourmi *Cataglyphis cursor*, les nouvelles reines sont produites par parthénogenèse thélytoque, alors que les ouvrières sont issues d'une reproduction sexuée classique. Les jeunes reproductrices sont donc des clones de leur mère. L'inspection du pedigree des nouvelles reines a révélé que celles-ci ne sont pas toujours génétiquement identiques à leur mère. En effet, certaines sont homozygotes pour un locus où leur mère est hétérozygote, le double allèle étant toujours un des allèles maternels. Or, différents mécanismes cytologiques peuvent sous-tendre la parthénogenèse thélytoque, chacun d'entre eux ayant un impact différent sur le taux d'hétérozygotie. Nous avons estimé le taux de transition vers l'homozygotie pour quatre loci microsatellites. Nos résultats indiquent que la parthénogenèse automictique avec fusion centrale des noyaux polaires était le seul mode de parthénogenèse compatible avec nos données. Le résultat de la parthénogenèse automictique est une augmentation de l'homozygotie à chaque génération. Nous avons effectivement détecté un excès d'homozygotie au sein des lignées royales, bien qu'il ne soit pas absolu. Ceci suggère que la reproduction occasionnelle des ouvrières permet de maintenir un certain niveau d'hétérozygotie chez les reines. Nous avons développé un modèle mathématique permettant d'estimer la proportion de reine issue de la reproduction ouvrière au sein de la population. Les résultats indiquent que plus de 60% des colonies comprennent une reine issue de la reproduction des ouvrières. Cette proportion est élevée et suggère que la longévité des reines devrait être réduite. La parthénogenèse thélytoque chez *C. cursor* peut dès lors avoir été sélectionnée pour faire face à la mortalité importante des reines et, à l'origine, pour permettre aux ouvrières de remplacer la reine quand elle vient à disparaître.

Mode of parthenogenesis and queen replacement in *Cataglyphis cursor*

In the ant *Cataglyphis cursor*, new queens (gynes) are produced asexually, through parthenogenesis, while workers arise from fertilized eggs. Gynes are therefore clones of their mother queen. A closer inspection of gynes pedigree revealed that they were not always genetically identical to their mother. The discrepancies were always due to some of the gynes being homozygous at a locus where their mother was heterozygous. Several cytological mechanisms may underlie thelytokous parthenogenesis, each of them having a different impact on inbreeding. We estimated the rate of transition to homozygosity at four microsatellite loci. Our results indicate that automictic parthenogenesis with central fusion of polar nuclei was the only mode of parthenogenesis consistent with our data. Automictic parthenogenesis results in an increase of inbreeding at each generation. Consistent with this prediction, we detected a significant inbreeding in queens and gynes, though heterozygosity remained at a certain level. This suggests that the ability of workers to reproduce and replace a dead queen may play a significant role in this species. We developed a theoretical model to estimate the proportion of worker-produced queens in the study population. Our results indicate that more than 60% of the colonies are headed by a worker-produced queen. This high proportion suggests that queen lifespan should be reduced in *Cataglyphis cursor*. Thelytokous parthenogenesis might therefore have been selected for to face high queen mortality in this species and to allow the workers to replace the queen when she dies.

Evolution des reproductrices sans ailes et la nouvelle phylogénie des fourmis

C. Peeters & M. Molet

*Laboratoire d'Écologie, CNRS UMR 7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint
Bernard, 75005 Paris, France*

Les reines ailées sont considérées comme ancestrales chez les fourmis, et on les trouve dans une majorité d'espèces. Pourtant, chez un nombre conséquent de taxa appartenant à presque toutes les sous-familles, les reines ailées ont été complètement remplacées par des reproductrices sans ailes. On peut classer ces dernières en fonction de leur morphologie par rapport à la caste ouvrière: les reines ergatoïdes (comme chez les fourmis légionnaires et d'autres taxa), les gamergates (limitées essentiellement aux ponérines) et les intermorphes (surtout chez les myrmicines). Seules les reines ailées peuvent fonder de nouvelles colonies indépendamment, et leur absence chez une espèce implique toujours une transition définitive à la fission coloniale. La fission est une stratégie dérivée où les reproductrices sont totalement dépendantes des ouvrières; il n'y a pas de stade solitaire. Puisque les fourmis ont toutes des ouvrières sans ailes, la fission est synonyme de dispersion à courte distance sur le sol, donc la production de reines ailées n'apporte aucun avantage durant la fission. En conséquence, le système de castes est souvent modifié. Nous utilisons la nouvelle phylogénie multi-gènes de Ward, Brady, Fisher & Schultz comme base pour discuter des multiples remplacements évolutifs des reines ailées par des reines ergatoïdes, gamergates ou intermorphes. Ces trois catégories de reproductrices sans ailes s'accompagnent de patrons distincts au niveau de la démographie des colonies, de l'investissement dans la reproduction et des mécanismes régulant la stérilité.

Evolution of wingless *reproductives* and the new ant phylogeny

Winged queens are inferred to be ancestral in ants, and they occur in a majority of species. Yet in a significant number of taxa belonging to almost all the subfamilies, winged queens have been completely replaced by wingless reproductives. The latter can be categorized by their morphology relative to the worker caste: ergatoid queens (as in army ants and other taxa), gamergates (mostly restricted to ponerine species) and intermorphs (mostly in myrmicine species). Only winged queens can start new colonies independently, and their absence in a species always implies that there has been a permanent switch to colony fission. Fission is a derived strategy in which reproductives depend totally on workers; there is no solitary stage. Since all ants have wingless workers, fission is synonymous with short-range dispersal on foot and thus producing winged queens can no longer bring benefits during fission. Accordingly, the caste system is often modified. The new multi-gene phylogeny by Ward, Brady, Fisher & Schultz is used as a framework to discuss the repeated evolutionary replacement of winged queens by ergatoid queens, gamergates or intermorphs. These three categories of wingless reproductives account for distinct patterns in colony demography, reproductive investment, and regulatory mechanism of sterility.

Polyandrie chez la fourmi *Plagiolepis pygmaea*. Accouplements « par convenance » ou pour la diversité génétique ?

N. Thurin, K. Tronetti, L. Sundström, S. Aron

Service Eco-Ethologie Evolutive CP 160/12, 50 av. F.D. Roosvelt, 1050 Bruxelles, Belgique

Les reines de nombreuses espèces de fourmis s'accouplent avec plusieurs mâles avant de fonder une colonie (polyandrie). Plusieurs bénéfices génétiques et non génétiques ont été proposés pour justifier la polyandrie, contenu des coûts associés à l'augmentation du nombre d'accouplements. Une hypothèse majeure met en avant les bénéfices associés à une augmentation de la diversité génétique au sein des sociétés, en terme de résistance aux pathogènes par exemple. Nous avons déterminé la fréquence d'accouplement des reines, le taux de consanguinité et la corrélation génétique entre les reines et leurs partenaires sexuels chez la fourmi hautement polygyne *Plagiolepis pygmaea*. En outre nous avons étudié l'effet de la polyandrie sur la diversité génétique au travers de la taille effective de la population. Nos résultats montrent que la polyandrie est fréquente chez cette espèce. Toutefois, la copulation a généralement lieu entre individus étroitement apparentés et les pères additionnels apportent ainsi peu de diversité génétique supplémentaire parmi la descendance de reines isolées. De plus, l'augmentation de la diversité génétique au niveau de la colonie reste marginale. Il est donc peu probable que l'hypothèse de la diversité génétique justifie à elle seule la polyandrie chez *P. pygmaea*. Nous suggérons que des facteurs non génétiques, tels que la polyandrie « par convenance », puissent être plus importants que les facteurs génétiques dans le maintien de la polyandrie chez *P. pygmaea*.

Mating for convenience or genetic diversity? Mating patterns in the polygynous ant *Plagiolepis pygmaea*

The queens of many ant species mate with several males before colony founding (Polyandry). Several genetic and non-genetic benefits have been proposed to explain polyandry, to compensate for costs associated with obtaining additional mates. The most prominent hypotheses stress the benefits of increased genetic diversity. Here we investigated mating frequency, inbreeding and relatedness between the queens and her mates in the polygynous ant *Plagiolepis pygmaea*, and the effect of polyandry on the genetic diversity as a function of the effective population size. Our results show that polyandry occurs frequently in the species. However, copulations commonly take place between close relatives and additional sires add little genetic diversity among offspring of individual queens. In addition, the increase in diversity at the colony level is only marginal. Hence, polyandry in *P. pygmaea* is unlikely to be driven by benefits of genetic diversity. We suggest that non-genetic factors, such as convenience polyandry may be more important than genetic factors in promoting polyandry in *P. pygmaea*.

Reproduction des ouvrières et étude du népotisme chez *Cataglyphis cursor*

I. Timmermans, S. Aron

*Service d'Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50, Av F.D.
Roosevelt, B-1050 Bruxelles, Belgique*

Les sociétés de *Cataglyphis cursor* sont strictement monogynes, la fréquence d'accouplement des reines variant de 4 à 8 accouplements/reine. Cette espèce présente en outre un caractère remarquable : la capacité des reines et des ouvrières de produire des femelles par parthénogenèse thélytoque. Ce comportement permettrait aux ouvrières de sociétés naturellement orphelines de remplacer la reine par une de leurs filles. En situation de polyandrie, le concept de sélection de la parentèle prédit qu'un tel remplacement peut être à l'origine d'un conflit entre les ouvrières issues de lignées paternelles différentes. Nous avons testé l'existence d'un tel comportement de népotisme au sein de sociétés orphelines de *C. cursor*. Nos résultats montrent que 82 % des ouvrières manifestent une action reproductrice résultant en la production de femelles, mâles et ouvrières. Cependant, les trois castes sont produites de manière séquentielle, les sociétés élevant d'abord des sexués femelles et mâles, puis des ouvrières. L'existence d'un biais de reproduction entre les ouvrières orphelines selon leur origine paternelle a été déterminée génétiquement.

Workers reproduction and nepotism study by *Cataglyphis cursor*.

Cataglyphis cursor societies are strictly monogynous, queen mating frequency changes from 4 to 8 mating by queen. Moreover this species owns a remarkable character: queens and workers are able to produce females by thelytokous parthenogenesis. This behaviour would allow workers from naturally orphaned societies to replace the queen with one of their daughters. In a polyandrous situation, the kin selection concept predicts that such behaviour can be lead to a conflict between workers descended from different patriline. We tested the existence of such nepotistic behaviour within *C. cursor* orphaned societies. Our results show that 82 % of workers have a reproductive action and produce females, males and workers. However, the 3 castes are produced at different times. Societies breed first females and males and thereafter workers. The existence of a reproductive skew within orphaned workers according to their patriline was genetically determined.

Structuration génétique et fonctionnelle des colonies en patch chez la fourmi polygyne facultative *Ectatomma tuberculatum*

L. Zinck¹, R.R. Hora², C. Doums³, P. Jaisson¹

¹ LEEC, Université Paris XIII, 99 av. J. B. Clément, 93430, Villetaneuse, France

² Laboratório de Mirmecologia, CEPEC/CEPLAC, C.P. 45600-000, Itabuna, Bahia, Brésil,

³ Laboratoire Fonctionnement et Evolution des Systèmes Ecologiques, Université P. et M. Curie, Paris VI, 7 quai St Bernard, 75252, Paris, France

La fourmi néotropicale *Ectatomma tuberculatum* est une espèce dominante dans la mosaïque des fourmis arboricoles de Bahia au Brésil. Elle se caractérise donc par une distribution en patch de ses colonies. Nous avons étudié cette organisation en patch et les interactions inter-coloniales d'un point de vue comportemental et génétique. Des tests d'agressivité en laboratoire ainsi que des observations sur le terrain ont pu révéler une absence d'agressivité entre ouvrières de colonies d'un même patch. De plus, *E. tuberculatum* n'apparaît pas être une fourmi territoriale, au contraire les ouvrières de nids différents partagent les mêmes aires de fourrage sans montrer de comportements agressifs. D'autre part, l'étude de la structure génétique de la population, réalisée à l'aide de marqueurs microsatellites, a révélé l'existence d'une différenciation génétique significative entre les nids d'un même patch ($F_{st} = 0.13$) et un isolement par la distance. Ces données témoignent d'un mode de reproduction des colonies par *budding*. Nos résultats montrent donc que l'organisation coloniale d'*E. tuberculatum* repose sur un système de reconnaissance colonial ouvert et sur de fréquentes interactions entre ouvrières de colonies voisines. Ainsi, sur le plan génétique et fonctionnel, la structuration en patch des colonies d'*E. tuberculatum* apparaît comme un élément déterminant de la dominance écologique de cette fourmi au sein de la mosaïque.

Functional organization and genetic structuration of nests in patch in the facultative polygynous ant *Ectatomma tuberculatum*

In most social insects, colony boundaries are well delimited and associated with behavioral boundaries to maintain fundamental colony unit. However, in some polydomous or unicolonial species defining the colony unit can be difficult. We studied nest aggregation in patch of an ectatommine ant *Ectatomma tuberculatum* characterized as a dominant species in the mosaic of arboreal ants in Neotropical habitats to investigate how colony unit can be linked to this nest distribution. We first examined the behavioral relationship between nests through aggression tests and territoriality experiments conducted in the field. Second, a population genetic study using microsatellite markers was conducted both between and within patches. We only found aggressive behaviors between workers from different patches and this absence of aggression between non nestmate workers (i.e. from different nests) of a same patch was associated in the field to the share of a same foraging area. Interestingly, the population genetic structure revealed a significant genetic differentiation between nests of a given patch (mean $F_{st} = 0.13$) and a significant isolation by distance within patches likely due to the mode of colony foundation by budding. Altogether, our results suggest the existence of an open recognition system in *E. tuberculatum* linked to a patch functional level of organization. Stability of such system appears to be due to genetic structuration of patch resulting from colony budding and limited dispersal of sexuals. This structuration of nests in patch thus corresponds to actual colony unit of *E. tuberculatum* and may favor in turn his ecological dominance in the mosaic of arboreal ants.

Mardi 25 Avril 2006

Symposium « Thème libre »

La perception visuelle des couleurs par les ouvrières de la fourmi *Myrmica sabuleti*.

M.-C. Cammaerts

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

Les ouvrières de *Myrmica sabuleti* distinguent deux appareillages expérimentaux de couleur différente. En lumière blanche intense, leur discrimination est très significative. Leur sensibilité est faible au niveau du rouge et maximale au niveau du jaune et du bleu. En faible lumière, ces fourmis discriminent moins bien deux couleurs l'une de l'autre. Elles cessent alors d'être sensibles au rouge, et, pour les autres couleurs, leur sensibilité se décale vers des longueurs d'onde plus petites. Les ouvrières de *Myrmica sabuleti* distinguent très bien, en forte lumière, le rouge, le jaune, le vert, le bleu ainsi que le violet d'une palette de gris, discriminant alors surtout le jaune et le bleu. En lumière faible, leur distinction est moindre en générale et maximale pour le vert et le violet. Les ouvrières de *M. sabuleti* pourraient donc avoir des seuils chromatiques différents pour différentes longueurs d'onde, une hypothèse en cours de vérification. En lumière ultraviolette, ces ouvrières distinguent un appareillage creux et noir qui leur est présenté sur leur aire de récolte blanche. Leur perception visuelle, d'une part de la lumière visible, d'autre part de la lumière ultraviolette, leur confère peut-être une certaine vision de la perspective (fait révélé lors d'une étude antérieure).

Visual perception of colours by *Myrmica sabuleti* workers.

Myrmica sabuleti workers distinguish two differently coloured experimental apparatus. Under high light intensity, their discrimination is obvious. They are then slightly sensitive to wavelengths corresponding to red and highly sensitive to wavelengths corresponding to yellow as well as to blue. In low light intensity, their discrimination abilities are weaker. They are no more sensitive to wavelengths corresponding to red, and their sensitivities to the other wavelengths shift towards shorter values. *M. sabuleti* workers obviously distinguish, in high light intensity, red, yellow, green, blue and violet from several greys, discriminating then essentially yellow and blue and to a lesser extent, green, violet and scarlet. In low light intensity, their discrimination abilities are weaker, being then stronger for green and violet. They may thus have different chromatic thresholds for different wavelengths, an hypothesis actually tested. Under UV light, these ants can see a black hollow cube presented on their white foraging area. Their visual perception of visible light on one hand and of UV light on the other may allow them to see their environment with perspective (a previously revealed fact).

Étude de la sélectivité dans le choix de la plante hôte chez les fourmis arboricoles: cas de quelques dominantes tropicales

C. Djiéto-Lordon¹, D C. Aléné¹ & A. Dejean²

¹Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, BP 812 Yaoundé, Cameroun

*²Laboratoire d'Evolution et Diversité Biologique, UMR-CNRS 5174, Université Toulouse **III**, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 4, France*

Afin de déterminer si dans les agrosystèmes à base de cacaoyer, le choix de la plante support par les fourmis arboricole se fait au hasard ou est dicté par une préférence acquise ou innée, nous avons comparé le modèle d'exploitation de 6 essences végétales par quatre espèces de fourmis dominantes. Les résultats montrent une sélectivité différentielle dans le choix des plantes hôtes par les différentes espèces de fourmis arboricoles. L'existence de cette sélectivité pourrait influencer l'organisation spatiale de la communauté de fourmis lors de la mise en place et plus tard les compétitions interspécifiques de colonisation et de monopolisation des arbres par les espèces dominantes.

Selectivity in the host-plant choice in some dominant species of tree-dwelling ants

The aim of the present study is to find in cocoa plantations ecological bases explaining whether the distribution of dominant ant species of the various shade-plant species is predetermined or a stochastic process. For this purpose, we studied the plant occupation model of six dominant ant species in cocoa farms. Data indicated the existence of a differential selectivity in the nest sites selection by the four ants that can affect the spatial distribution of the ant community at its establishment. This represents an important tool for the manipulation of the ant mosaic in agrosystems.

Entretien des colonies aphidiennes par les fourmis : un bénéfice pour les prédateurs furtifs ?

B. Guénard¹, A. Francoeur² et É. Lucas¹.

¹*Laboratoire de lutte biologique, Université du Québec à Montréal, GRECA.*

²*Centre de Données sur la Biodiversité du Québec, Université du Québec à Chicoutimi*

La protection contre les ennemis naturels du puceron est généralement reconnue comme le bénéfice majeur que l'on retire de la relation de mutualisme fourmi-puceron. Cependant, plusieurs ennemis naturels ont développé des adaptations morphologiques, physiologiques ou comportementales pour ne pas être attaqués par les fourmis et être en mesure d'exploiter cette ressource. Notre étude a démontré que la cécidomyie, *Aphidoletes aphidimyza* Rondani, prédateur aphidiphage furtif, est en mesure d'exploiter les colonies de pucerons entretenues par les fourmis. Plusieurs expériences ont été réalisées pour évaluer le maintien de ce prédateur en présence de fourmis et pour comparer son maintien dans les colonies à celui de prédateurs actifs (larve de la coccinelle *Harmonia axyridis* Pallas). Nos résultats montrent que les fourmis n'affectent pas significativement les larves de la cécidomyie, contrairement au prédateur actif, *H. axyridis* dont les larves de stade 2 et 4 sont victimes de comportements agressifs de la part des fourmis. À l'inverse, les larves mortes de stade 4, donc immobiles, sont moins attaquées par les fourmis que les larves vivantes. La prédation furtive, caractérisée par une absence de réaction chez la proie et par un déplacement très lent, semble donc être un mécanisme permettant de déjouer la vigilance des fourmis. L'absence de mouvements apparents semble être l'une des composantes principales permettant d'expliquer ces résultats. La capacité d'exploiter cette ressource conférerait alors à ce prédateur divers avantages dont la protection contre ces propres ennemis naturels (intra ou extraguildes), une compétition plus faible et une ressource de meilleure qualité.

Tending of aphids colonies by ants, a potential benefit for furtive predators?

Protection against natural enemies is generally known as the main benefit for aphids in their mutualistic relation with ants. However, many natural enemies have developed morphological, physiological or behavioural adaptations to avoid being attacked by ants and to exploit the resource. Our study shows that the cecidomyiid midge, *Aphidoletes aphidimyza* Rondani, an aphidophagous furtive predator can successfully exploit tended aphids colonies. Different experiments were carried out to assess the persistence of this predator in the presence of ants and to compare it to active predators (ladybird larvae of *Harmonia axyridis* Pallas). Our results suggest that ants did not affect significantly the cecidomyiid larvae, contrary to the active predator, the ladybeetle *H. axyridis* of which second and fourth instars larvae are victims of aggressive behaviours by ants. Conversely, the non-mobile (dead) ladybird larvae of fourth instar are less attacked by ants than mobile (alive) larvae. The furtive predation, characterized by a lack of reaction by the prey and by conspicuous movements, seems to be a mechanism allowing predators to elude ants vigilance. The lack of obvious movements seems to be one of the main mechanisms explaining these results. The ability to exploit this resource could confer to this predator several advantages such as the protection against its own natural enemies (intra or extraguild), lesser competition and a better quality resource.

La composante motrice de la navigation chez une formicine tropicale

D. Macquart, G. Latil & G. Beugnon

Université Paul Sabatier, Toulouse 3 – CRCA, UMR CNRS 5169, 31062 Toulouse Cedex 9, France

Lors du fourragement entre leur nid et un site de nourriture, certains hyménoptères comme les fourmis du désert ou les fourmis des bois suivent des routes stéréotypées à travers des milieux complexes. Une routine visuomotrice simple permet à la formicine néotropicale *Gigantiops destructor* de suivre de telles routes familières. Cette stratégie est basée sur la mémorisation d'une séquence d'instructions procédurales idiosyncratiques, c'est-à-dire une succession de contournements, par la droite ou la gauche, d'obstacles indifférenciés. Pour approfondir l'étude de cette composante motrice de la navigation, nous avons testé la capacité de *Gigantiops destructor* à apprendre différentes séquences motrices de complexité croissante, dans un labyrinthe dichotomique (8 chambres successives) en l'absence de repères visuels. Les fourmis ont appris différentes règles motrices, à savoir (1) une répétition à gauche (GGGGGGGG) ou à droite (DDDDDDDD), (2) une alternance simple (GDGDGDGD) ou (3) une double alternance (GGDDGGDD), et (4) une séquence aléatoire (par exemple, DGDDG). Ces résultats montrent que des segments d'une route familière peuvent être mémorisés en tant que programmes moteurs, sans recourir à la reconnaissance de repères visuels. L'allègement de la charge mnésique résultant de cette stratégie simple pourrait faciliter la navigation le long de routes complexes balisées par des repères mal différenciés. Ce type de stratégie motrice n'est probablement pas l'apanage de *Gigantiops destructor*. Cela appelle des études comparatives chez d'autres espèces animales mettant en place des routes familières dans des environnements complexes.

The motor aspect of navigation in a tropical formicine

Central place foragers such as desert ants and wood ants are known to follow stereotyped routes in cluttered environments. The neotropical formicine *Gigantiops destructor* relies on a simple visuomotor routine to follow these familiar routes. This strategy is based on a memorized sequence of idiosyncratic procedural instructions, consisting in a succession of right and left detours around unspecified landmarks. To look further at this motor aspect of navigation, we tested the ability of *Gigantiops* ants to learn different patterns of movement of increasing complexity in a multiple Y-maze (8 successive chambers), in the absence of visual cues. The ants were able to learn various motor rules, such as (1) a repetition on the left (LLLLLLLL) or on the right (RRRRRRRR), (2) a simple alternation (LRLRLRLR), (3) a double alternation (LLRLLRR) and (4) a randomization of left and right detours (for example, RLRL). These results show that intermediate path segments of a familiar route could be simply encoded as serial motor programs independently of identified visual cues. The reduced cognitive load resulting from this simple navigational strategy may thus facilitate navigation along complex routes marked out by resembling beacons. Such a motor strategy is certainly not unique to *Gigantiops*. This claims for comparative studies in other animal species that also develop and maintain idiosyncratic routes in naturally cluttered environments.

La petite fourmis de feu *Wasmannia auropunctata* (Roger) au Cameroun : distribution et structure de la colonie

M. Tindo¹, P.S. Mbenoun¹, M. Kenne¹, J. Orivel² et A.Dejean³

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

²*Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Université Paul Sabatier, B.P. Toulouse, France*

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

La petite fourmi de feu *Wasmannia auropunctata* est une fourmi envahissante dont la présence a été signalée dans deux pays africains. Une enquête a été conduite sur sa distribution actuelle au Cameroun. Des nids ont été récoltés dans chaque localité infestée et élevés au laboratoire pendant un mois. Des tests d'agressivité consistant à des confrontations une à une des ouvrières provenant de mêmes nids, de même localités ou de localités différentes ont été conduits dans des boîtes de pétri ($\varnothing = 1,5$ cm). Les observations ont été faites sous une loupe binoculaire (x16). Pendant cinq minutes, les comportements pré-définis ont été enregistrés et classés selon une échelle d'agressivité croissante à quatre niveaux : 1 = contact fortuit, antennation brève, antennation mutuel, rester immobile au contact d'un congénère, trophallaxie, 2 = antennation prolongée, poursuite, évitement, 3 = saisie, 4 = combat, agrippement. Les résultats obtenus montrent que la zone infestée par *W. auropunctata* s'est étendue d'environ 120 km et 300 km respectivement vers le Sud et le Nord de la zone d'introduction. L'agressivité a été absente à l'intérieur du même nid, faible à l'intérieur d'une même localité et entre les localités. Ces résultats indiquent qu'une seule supercolonie existe au Cameroun.

The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) in Cameroon: distribution and colony structure

The little fire ant *Wasmannia auropunctata* is an invasive ant species reported in two countries in Africa. A survey was carried out on its current distribution in Cameroon. Nests were collected in infested locations and maintained in the Laboratory for one month. Aggressive behavioural assays consisting of one-to-one confrontation of workers belonging to the same nest, same location and different locations, were conducted in Petri dishes ($\varnothing = 1.5$ cm). The observation was made under a binocular (x16). During 5 minute, we recorded the occurrence of pre-described behavioural items according to a scale of increasing aggression with four levels: (1) lightly touch, brief antennation, mutual antennation, stay motionless at the contact of a nestmate, trophallaxis; (2) prolonged antennation, pursuit, avoidance, (3) pulling of leg or antennae; (4) fighting; grapple. The results indicated that *W. auropunctata* has spread about 120 km and 300 km respectively southward and northward from its original introduction area. The aggression was absent within nest, low within and between localities indication that only one super colony is present in Cameroon.

La construction du nid chez la fourmi *Lasius niger* : étude dynamique du creusement

E. Toffin & J.-L. Deneubourg

*Service d'Écologie Sociale, Université Libre de Bruxelles CP 231, Campus de la Plaine,
Boulevard du Triomphe, Bruxelles, 1050, Belgique*

Les nids de fourmis présentent une grande variété de formes aux niveaux inter et intra-spécifiques due à l'influence de nombreux facteurs extrinsèques (humidité, végétation, topographie) et intrinsèques (taille de la population) à la colonie. La méconnaissance du phénomène tient à ce que la majorité des études sont "statiques" puisqu'elles se basent sur les formes finales. Notre étude de la construction chez *Lasius niger* est focalisée sur l'étude dynamique du phénomène grâce à l'utilisation de dispositifs expérimentaux de creusement en deux dimensions et d'un suivi informatique automatisé. Nous avons mis en évidence que le phénomène de creusement du nid présentait trois phases distinctes. Durant les premières heures du creusement, la cavité excavée est circulaire et a un pourtour régulier (1). Ensuite, on peut observer l'apparition de petites cavités (2) régulièrement réparties sur les bords de la cavité centrale qui continue de croître. Cette phase est ensuite remplacée par une dernière étape caractérisée par une croissance localisée (3) : la cavité centrale grandit peu alors que quelques cavités (de 2 à 4) se développent, au profit des autres dont l'excavation est abandonnée, pour former des galeries ramifiées. En terme de description généralisée du phénomène, il semble qu'il existe une valeur critique de volume excavé pour laquelle la morphologie bascule d'une forme à une autre. Pour des volumes inférieurs à cette valeur critique, on observe une cavité homogène (1), alors que pour des volumes supérieurs on observe une croissance localisée (3).

Nest building in the ant *Lasius niger*: dynamical study of digging.

Ants nests show numerous patterns at inter and intraspecific levels which are due to numerous intrinsic or extrinsic parameters to the colony. The phenomenon is poorly understood as it is usually statically studied. We made a dynamical study on *Lasius niger* nest digging with 2D digging setups and an automated computer data acquisition. We observed three distinct phases in the digging phenomenon. An homogeneous circular central chamber is dug (1). Then small lateral cavities regularly distributed on the periphery of the cavity appear (2). Only few cavities become galleries (3) as the central cavity growth is stopped. There exists a critical value of excavated soil for which the general morphology of the nest shifts from one pattern to another. For small excavated volumes lesser than this critical value, we can observe an homogeneous cavity (1), as for higher volumes there is only a selective growth (3).

La subsocialité dans l'évolution des Halictinae

C. Plateaux

Retraitée C.N.R.S., 188 rue des Blanches Vignes, 54710 Ludres
lucecile@wanadoo.fr

Sont appelées subsociales les espèces chez lesquelles la mère soigne son couvain. Les cellules souterraines des Halictinae sont fermées après la ponte à l'exception connue de deux espèces, ce qui a fait croire que la subsocialité n'existait pas, ou peu, dans la sous-famille. L'élevage au laboratoire a permis d'observer la réouverture et la visite des cellules chez neuf autres espèces des sous-genres *Dialictus*, *Halictus* et *Evylaeus*. Or ces onze espèces sont toutes eusociales. Le stade subsocial représente-t-il une étape nécessaire vers l'eusocialité? J'ai élevé cinq autres espèces eusociales entre 2000 et 2005 dans des conditions qui m'ont permis d'observer, de façon suivie, l'intérieur d'un nid et de ses cellules. J'ai assisté chez toutes, à la réouverture des cellules et à de fréquentes visites au couvain. Les espèces subsociales sont-elles toutes eusociales? Non, car il existe des espèces socialement polymorphiques présentant une forme eusociale et une forme « solitaire »; la première est la forme ancestrale; l'autre, dérivée, a réversé de l'eusocialité vers la subsocialité sans ouvrières: elle est secondairement solitaire. J'ai élevé *E. fratellus* dont la forme ancestrale, eusociale, a disparu et dont il ne subsiste actuellement qu'une forme secondairement solitaire. J'ai observé qu'elle pratiquait le soin aux larves. De nombreuses espèces sont réellement solitaires: elles n'ont aucun contact avec le couvain qui se développe dans des cellules fermées. Cette étude privilégie nettement la route subsociale vers l'eusocialité. Les soins au couvain dans des nids dépourvus d'une couvée d'ouvrières dénoncent des réversions de l'eusocialité vers un état secondairement solitaire. .

Subsociality in the evolution of halictine bees

Are subsocial the species in which the mother takes care of her brood. The underground cells are shut just after egg-laying except for two known species giving the impression that subsociality is almost absent from the subfamily. Laboratory rearings allowed the observation of the reopening and visits of the cells by nine other species belonging to the subgenus *Dialictus*, *Halictus* and *Evylaeus*. Now, all these eleven species are eusocial. - Is subsociality an obligatory step towards eusociality? I have reared recently five other eusocial species in conditions that allowed a constant watch on the inside of a nest and even of its cells. I assisted in all of them to the reopening of the cells and frequent visits to the brood. - Do all subsocial species turn eusocial? No, as some socially polymorphic species do exist, showing a eusocial form and a « solitary » one; the first is the ancestral form; the other, derived, has reversed from eusociality towards subsociality without workers: it is secondarily solitary. I have reared *E. fratellus* whose ancestral, eusocial form is no more extant: the known one is a monovoltine secondarily solitary form. I found that the last cared for her brood. - Several species are truly solitary: they have no contact with their brood which develops in constantly closed cells. The subsocial route to eusociality is clearly favoured by these findings. Brood care and no worker brood denounces reversals to secondarily solitary nesting.

Mercredi 26 Avril 2006

**Symposium « Ecologie chimique et
comportementale »**

Signature et camouflage chimique du *Varroa* chez *Apis cerana* et *A. mellifera* : un phénomène adaptatif et coévolutif.

A.-G. Bagnères¹, Z.Huang², M. Navajas³, M. Salvy⁴, J.-P. Christides¹ et Y. Le Conte⁴

¹IRBI, UMR CNRS 6035, Univ. de Tours, Faculté des Sciences, 37200 Tours, France

²Dpt of Entomology, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824, USA

³CBGP, INRA, Campus international de Baillarguet, CS 30016,
F-34988 Montferrier-sur-Lez cedex, France

⁴Ecologie des Invertébrés, UMR 406 INRA/UAPV, Laboratoire Biologie et Protection de
l'abeille, F-84914 Avignon Cedex 9, France

L'acarien *Varroa destructor* est un ectoparasite dont l'hôte d'origine asiatique est *Apis cerana*, mais est devenu un danger pour *A. mellifera* en Europe et dans le reste du monde. En outre, nous avons montré, à l'aide d'une analyse du polymorphisme mitochondrial, que les varroas prélevés sur les colonies *cerana* constituaient un haplotype différent de ceux qui parasitent *mellifera*, et cela, bien que les colonies des deux espèces abeilles cohabitent dans un même endroit. Le contact entre la fondatrice de varroa et la larve de 5^{ème} stade d'*Apis* avant l'operculation de l'alvéole est important car il déclenche la reproduction de l'acarien. Sa descendance viendra en effet à son tour se nourrir de la nymphe. La reproduction haplodiploïde de l'acarien donnera successivement des mâles haploïdes puis des femelles diploïdes, en passant par le stade de larve, puis de protonymphe, puis de deutonymphe, avant de parvenir au stade adulte. La signature chimique des différents stades a été étudiée et a montré un dimorphisme sexuel important. Le mimétisme chimique de l'acarien est un caractère adaptatif important compte tenu des capacités très développées de reconnaissance du parasite par son hôte d'origine, *A. cerana*, capacités très réduites chez son nouvel hôte *A. mellifera*. Afin d'étudier les bases de ce mimétisme chimique, il a été procédé à une expérience de transfert : des acariens provenant de *cerana* sont transférés soit à nouveau sur du couvain *cerana*, soit sur du couvain *mellifera* ; inversement, des parasites de *mellifera* sont transférés soit à nouveau sur du couvain *mellifera*, soit sur du couvain *cerana*. Les signatures chimiques à la fois des nymphes de *Apis* et leurs varroas ont été étudiées dans les 4 situations. On s'aperçoit que les parasites vont en priorité mimer chimiquement l'hôte sur lequel ils sont placés, quelque soit leur mitotype, par contre le camouflage du varroa originaire de *cerana* paraît plus performant. Les deux haplotypes possèdent donc une capacité de mimétisme étonnante qui dépend de la pression évolutive due à l'hôte.

La défense des reines chez la fourmi hautement polygyne *Crematogaster* sp. prox. *Abstinens*

J.C. de Biseau¹ & Y. Quinet²

¹ *Service d'Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50 Av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique.*

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

La fourmi *Crematogaster* sp. prox. *abstinens* est une espèce commune dans les milieux ouverts et sablonneux de la zone littorale du Nord-Est du Brésil. Elle nidifie dans le sol et forme des colonies polydomiques dont les différentes calies sont connectées par un réseau de pistes bien développé. Lors de l'excavation des nids de cette espèce, nous avons constaté que les nombreuses reines présentes étaient immédiatement recouvertes par des ouvrières, généralement en position défensive. Différentes expériences nous ont permis de montrer que (1) les reines sont recouvertes par les ouvrières uniquement en situation perturbée, (2) une reine fraîchement tuée par congélation reste attractive, même après avoir été maintenue à l'air libre pendant 10 jours, (3) une reine fraîchement tuée puis plongée dans des bains successifs de solvants continue à attirer les ouvrières, (4) un papier filtre sur lequel une reine a séjourné pendant 24h est attractif pour les ouvrières qui s'agrègent fortement sur celui-ci. A notre connaissance, c'est la première fois qu'une attractivité royale très intense est observée chez une espèce de fourmis hautement polygyne.

Queens defence in the highly polygynous ant *Crematogaster* sp. prox. *abstinens*

Crematogaster sp. prox. *abstinens* is a common species in open and sandy areas of the North-East coast of Brazil. It is a soil nesting species that forms large polydomous colonies, with extensive trail network connecting all the nests. During nests excavation, we have observed that the numerous queens were immediately covered by workers, generally in defensive positions. Several experiments show that (1) queens are covered by workers only in disturbed situations, (2) a queen freshly killed by freezing remains attractive, even after being kept in air during 10 days (3) a freshly killed queen washed in successive baths of different solvents still attracts workers, (4) workers strongly aggregate on a filter paper on which a queen was previously maintained for 24 hours. To our knowledge, it is the first observation of strong queen attractiveness in a highly polygynous ant species.

Stratégie de reproduction et reconnaissance coloniale chez la fourmi hautement polygyne *Crematogaster* sp. prox. *abstinens*.

R. Hamidi ¹, Y. Quinet ² & J.C. de Biseau ¹

¹*Service d'Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50 Av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique.*

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

Différentes hypothèses ont été émises pour expliquer l'origine et la stabilité évolutive de la polygynie chez les fourmis (Keller 1995). En particulier, la forte polygynie pourrait être associée à (1) une incapacité des jeunes reines à fonder une nouvelle colonie sans l'aide d'un groupe d'ouvrières, (2) une diminution (voire une disparition) de l'agressivité intercoloniale, (3) une complète stérilité des ouvrières. Nous avons étudié ces 3 paramètres chez la fourmi hautement polygyne *C. sp. prox. abstinens*. Nos résultats montrent que : (1) Un vol nuptial s'observe au début de la saison des pluies. Sur le terrain, nous avons observé plusieurs reines fraîchement fécondées creuser activement le sol humide. En laboratoire, des jeunes reines récoltées juste après l'essaimage sont capables d'initier une nouvelle colonie par fondation claustrale. (2) Malgré un profil d'hydrocarbures cuticulaires assez simple, différents bioessais montrent qu'une reconnaissance coloniale existe chez cette espèce et qu'une forte agressivité peut être observée entre ouvrières issues de colonies éloignées. (3) En absence de reine, un groupe d'ouvrières est capable de produire des mâles fertiles. La possibilité de fonder une nouvelle colonie par haplomérose, la fertilité des ouvrières et l'existence d'une reconnaissance coloniale chez *C. sp. prox. abstinens* sont des caractéristiques inhabituelles chez les fourmis hautement polygynes.

Reproductive strategy and colonial recognition in the highly polygynous ant *Crematogaster* sp. prox. *abstinens*.

Several assumptions were proposed to explain the origin and maintenance of polygyny in ants (Keller 1995). High polygyny could be associated with (1) the loss of the ability to found a new colony without the help of workers, (2) the reduction (or even the disappearance) of colonial recognition, (3) the complete sterility of the workers. These 3 parameters were studied in the highly polygynous ant *C. sp. prox. abstinens*. Our results show that : (1) A nuptial flight occurs at the beginning of the rain season. In the field, several young mated queens were observed digging the wet soil actively. In the laboratory, young mated queens collected soon after the nuptial flight are able to initiate a new colony by claustral foundation. (2) Despite a simple cuticular hydrocarbon profile, colonial recognition exists in this species and strong aggression can be observed between workers of distant colonies. (3) In the absence of queen, a group of workers is able to produce fertile males. Possible haplomerosis, workers fertility and colonial recognition are unusual characteristics in highly polygynous ants.

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

Apprentissage et discrimination des hydrocarbures cuticulaires par les abeilles (*Apis mellifera*)

N. Châline^{1,4}, J.C. Sandoz², G. R. Jones³, S.J. Martin¹, F.L.W. Ratnieks¹.

¹ *Laboratory of Apiculture and Social Insects, Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Western Bank, Sheffield, S10 2TN, UK.*

² *Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 TOULOUSE Cedex 4, France*

³ *Chemical Ecology Group, School of Chemistry and Physics, Lennard-Jones Laboratories, Keele University, Staffordshire, ST5 5BG, UK.*

⁴ *present address : LEEC, UMR CNRS 7153, Université Paris 13, 99 Avenue JB Clément, 93430 Villetaneuse, France*

Chez les insectes sociaux, la reconnaissance des congénères, des apparentés, de la caste et du statut reproducteur est cruciale. Ces phénomènes de reconnaissance se font par le biais de l'olfaction et de la communication chimique. Un groupe de composés supposés importants dans les systèmes de reconnaissance sont les hydrocarbures cuticulaires. Cependant, leur rôle dans la reconnaissance des congénères est controversé chez l'abeille. Dans cette étude, nous avons utilisé la réponse d'extension conditionnée du proboscis pour déterminer les capacités d'apprentissage et de discrimination des abeilles envers les alcanes linéaires et (Z)-alcènes présents sur la cuticule des ouvrières. Nos résultats montrent qu'il y a de grandes variations dans ces capacités suivant les composés testés et que ces composés peuvent être classés en deux catégories : ceux que les abeilles apprennent bien (surtout des alcènes) et ceux qu'elles n'apprennent pas (alcanes et certains alcènes). La première catégorie pourrait représenter des composés importants pour les mécanismes de reconnaissance sociale.

Learning and discrimination of individual cuticular hydrocarbons by honey bees (*Apis mellifera*)

In social insects the recognition of nestmates, close kin, caste and reproductive status is crucial. This recognition is mostly mediated by olfaction and chemical communication. One of the groups of compounds thought to play a role in recognition systems are cuticular hydrocarbons. However in honey bees, their role in nestmate recognition is controversial. In this work, we use the proboscis extension response (PER) conditioning paradigm to determine the learning and discrimination ability of bees toward long-chain linear alkanes and (Z)-alkenes present on the cuticle of worker bees. Our results show that there are large differences in learning and discrimination success between specific cuticle compounds and that compounds can be classified into those which the bees learn well (mostly alkenes) and those which they do not (alkanes and some alkenes). The former may constitute important compounds used in social recognition processes.

Les glandes salivaires sont une source de phéromone chez les larves d'abeilles (*Apis mellifera*)

G. Costagliola¹, Y. Le Conte², J.-M. Bécard², G. de Vaublanc², M. El Maâtaoui², D. Crauser², E. Plettner³, K. N. Slessor³

¹*GRAPPA, INRA, Site Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 9, France*

²*UMR INRA/UAPV Ecologie des Invertébrés, Laboratoire Biologie et Protection de l'abeille, Site Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 9, France*

³*Department of Chemistry, Simon Fraser University, Burnaby, BC V5A 1S6, Canada*

La phéromone de couvain identifiée chez les larves d'abeilles possède des propriétés modificatrices et incitatrices sur les abeilles adultes. Afin de localiser la glande émettrice de la phéromone, ses constituants, des esters d'acides gras ont été dosés par couplage chromatographie gazeuse/spectrométrie de masse (GC-MS) dans plusieurs parties de la larve. Nous avons localisé ces esters dans la glande salivaire qui pourrait être une source de cette phéromone. Une étude histochimique décrit la glande salivaire et confirme la présence de lipides dans celle-ci. Il est probable que les acides gras sont sécrétés dans le lumen de la glande par les cellules épithéliales. Ces résultats montrent que les glandes salivaires sont un lieu de stockage des esters constituant la phéromone de couvain chez les larves d'abeilles.

Salivary glands as a source of pheromone in honeybee (*Apis mellifera*) larvae

A brood pheromone identified in honeybee larvae has primer and releaser pheromone effects on adult bees. Using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) to evaluate fatty acid esters—the pheromonal compounds—in different parts of the larvae, we have localized the source of the esters as the larval salivary glands. A histochemical study describes the glands and confirms the presence of lipids in the glands. Epithelial cells of the gland likely secrete the fatty acids into the lumen of the gland. These results demonstrate the salivary glands to be a reservoir of esters, components of brood pheromone, in honeybee larvae.

Fondation et rôle des filtres sélectifs dans un mutualisme plante-fourmis.

J. Grangier, A. Dejean et J. Orivel

*Laboratoire Evolution & Diversité Biologique, UMR-CNRS 5174, Université Toulouse III,
31062 Toulouse cedex 9, France*

Dans les forêts primaires de Guyane française, le myrmécophyte *Hirtella physophora* (Chrysobalanaceae) est associé presque exclusivement à la fourmi *Allomerus decemarticulatus* (Myrmicinae). La fondation de la colonie est une étape-clé pour comprendre comment une telle spécificité d'association peut se maintenir dans un habitat pourtant riche en compétiteurs. Nous avons donc mené une expérience d'exclusion avec un suivi détaillé de la recolonisation des plantes pour découvrir quelles étaient les modalités de la fondation chez *A. decemarticulatus*. Les plantes traitées ont été recolonisées massivement par des reines de cette espèce (>95% des reines fondatrices), ce qui montre que la spécificité observée avec les colonies matures n'est pas le résultat d'une compétition interspécifique qui aurait lieu au cours des premiers stades de l'association. Ceci est inhabituel en comparaison avec beaucoup d'autres associations plantes-fourmis, et indique la prépondérance des filtres sélectifs dans la mise en place de l'association *H. physophora* / *A. decemarticulatus*. Nos résultats montrent que les trichomes situés à l'entrée des domaties ne constituent pas un filtre physique important, suggérant l'existence de filtres d'une autre nature, tels que la production de composés volatils attractifs. Enfin, cette expérience a révélé que les reines *A. decemarticulatus* effectuent une fondation claustrale, au cours de laquelle elles reçoivent de la nourriture via des nectaires extra-floraux situés à l'intérieur des domaties. Ce dernier point pourrait expliquer la préférence très nette des reines fondatrices pour les jeunes feuilles.

Foundation and role of selective sieves in an ant-plant mutualism.

In pristine forests of French Guiana, the myrmecophyte *Hirtella physophora* (Chrysobalanaceae) is almost exclusively associated with the ant *Allomerus decemarticulatus* (Myrmicinae). Colony foundation provides a key to understanding how such a highly specific association can exist in a habitat rich in competitors. So we conducted an exclusion experiment and then closely monitored the ants' re-colonisation of the plants to determine the conditions under which *A. decemarticulatus* founds its colonies. The tested plants were massively re-colonised by *A. decemarticulatus* queens (>95% of foundress queens) showing that the specificity observed with mature colonies does not arise from an interspecific competition occurring during the early stages of the association. This is unusual compared to many ant-plant associations and might be a sign that selective sieves play a prominent role in the *H. physophora*/*A. decemarticulatus* association. Our results show that trichomes located at the entrances to the domatia do not represent an important physical sieve, suggesting that other sorts of sieves exist, such as the production of attractive volatile compounds. Finally, this experiment revealed that *A. decemarticulatus* queens found new colonies claustrally, obtaining food from the extra-floral nectaries located inside the domatia. This last point could explain the very distinct preference of foundress queens for young leaves.

Hétérogénéité chimique dans une homogénéité génétique et comportementale putative, chez *Linepithema humile*

S. Blanc, M. Renucci, A. Tirard, E. Provost

UMR 6116 CNRS /Univ. Paul Cézanne/INRA, IMEP, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, Bât. Villemin, BP80, 13545, Aix-en-Provence, cedex 04, France

La fourmi d'Argentine (*Linepithema humile*), originaire des environs de Buenos Aires, s'étend depuis moins d'un siècle à partir de foyers de colonisation dans les régions méditerranéennes. Ce comportement d'envahissement s'appuie sur une stratégie démographique et une organisation sociale particulière : la formation d'une super-colonie de plusieurs millions d'individus. Cette formation aurait son origine dans la perte de l'agressivité intraspécifique. On peut se demander s'il existe une structuration fonctionnelle et/ou spatiale de la super-colonie. Nos travaux précédents ont montré que l'analyse des hydrocarbures cuticulaires pouvait être un outil très efficace pour la détermination des structures coloniales (Debout et al. Oecologia 2003). Dans le but d'établir s'il existe au sein de la super-colonie des limites à des entités qui pourraient être appréciées par la composition en hydrocarbures cuticulaires des individus vivant à l'intérieur de ces limites, nous avons analysé (par chromatographie en phase gazeuse et ACP) les extraits de fourmis provenant de différents sites continentaux proches (la Madrague de St Cyr, la côte Nord du cap Taillat, la Colle Noire, le bois de Courtebaisse, le Cap Garonne) ou d'îles (les Embiez, Corse). Les résultats ainsi que ceux concernant la structuration fonctionnelle sont présentés et discutés.

Chemical heterogeneity inside a putative genetic and behavioral homogeneity in *Linepithema humile*.

The Argentine ant (*Linepithema humile*), native to the area around Buenos Aires, has been spreading in the Mediterranean region from colonization foci. This invasive behavior is based upon a particular demographic strategy and social organization : the formation of super-colonies composed of several million individuals. Super-colony formation supposedly originates from a loss of intra-specific aggressiveness. We therefore ask whether functional and/or spatial organization remains within super-colonies. Our previous work has demonstrated that cuticular hydrocarbure analysis can be a very efficient tool for determining colonial structure (Debout et al. Oecologia 2003). With the goal of establishing the existence of cuticular-hydrocarbure-limits among groups of individuals within super-colonies, we analyzed (using gas phase chromatography and PCA) ant extracts from several different, spatially proximate mainland (la Madrague de St Cyr, la côte Nord du cap Taillat, la Colle Noire, le bois de Courtebaisse, le Cap Garonne) and insular (les Embiez, Corse) sites. Results, including functional structuration, are presented and discussed.

Indices de fertilité et division de la reproduction chez la guêpe *Polistes dominulus*

T. Monnin

*Laboratoire d'écologie UMR 7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard,
75005 Paris, France*

La division de la reproduction est un élément central de l'organisation des sociétés insectes. Elle implique que les ouvrières puissent estimer la qualité/fertilité de la reine, par le biais de laquelle elles se reproduisent, afin de la remplacer par une nouvelle reine ou de se reproduire elles-mêmes quand elle devient stérile. Chez la guêpe *Polistes dominulus* la qualité/fertilité de la reproductrice peut être estimée par ses comportements agressifs, son odeur (hydrocarbures cuticulaires), et aussi l'abondance de couvain. Dans des colonies avec une fondatrice et des ouvrières l'élimination de la moitié du couvain déclenche la ponte des ouvrières, mais la fondatrice maintient son monopole reproducteur en détruisant les œufs des ouvrières (Liebig *et al.* 2005 *Proc. R. Soc. B*). J'ai manipulé l'abondance de couvain dans des colonies avec deux fondatrices (alpha et bêta) et des ouvrières afin de déterminer si bêta hérite de la colonie, éventuellement avec l'aide des ouvrières, si alpha maintient son monopole reproducteur, ou si les ouvrières se reproduisent. Dans les colonies contrôles alpha produit la majorité des œufs, tandis que bêta et les ouvrières produisent relativement peu d'œufs. Dans les colonies manipulées alpha, bêta et les ouvrières augmentent notablement leurs taux de pontes, mais à des degrés divers. Les ouvrières produisent alors la majorité des œufs, suivies par alpha et bêta. Ainsi, quand alpha apparaît vieillissante les ouvrières se reproduisent plutôt que de laisser bêta hériter du nid. Ceci va à l'encontre de données montrant que bêta hérite du nid quand alpha disparaît, mais est en accord avec le fait que 35% des fondatrices de *P. dominulus* ne sont pas apparentées, de sorte que les ouvrières n'ont pas intérêt à laisser bêta se reproduire, et les observations que bêta disparaît quand les premières ouvrières émergent.

Fertility cues and partitioning of reproduction in the wasp *Polistes dominulus*

The division of reproduction is central to the organization of insect societies. It implies that workers can estimate the quality/fertility of the queen through which they indirectly reproduce, so that they can replace her by a new queen or reproduce themselves when she becomes sterile. In the wasp *Polistes dominulus* the quality/fertility of the breeder can be estimated by her dominance behaviours, her odour (cuticular hydrocarbons), as well as by brood abundance. In colonies composed of one foundress and workers the removal of half of the brood triggers egg-laying by workers, yet the foundress maintains her reproductive monopoly by destroying worker-laid eggs (Liebig *et al.* 2005 *Proc. R. Soc. B*). Here I manipulated brood abundance in colonies composed of two foundresses (alpha and beta) and workers, in order to determine if beta inherits the nest, possibly with the help of workers, if alpha retains her reproductive monopoly, or if workers reproduce. In control colonies alpha produces most of the eggs, with beta and workers producing relatively few eggs. In manipulated colonies alpha, beta and workers significantly increase their egg-laying rates, but at various levels so that workers now produce most of the eggs, followed by alpha and beta. Thus, when alpha appears to be ageing workers reproduce rather than allowing beta to inherit the nest. This goes against data showing that beta inherits colonies when alpha disappears, but is in agreement with the fact that 35% of *P. dominulus* foundresses are not related, so that workers have no interest in letting beta reproduce, and with observations that beta disappears around the time of worker emergence.

Le concept d'espèce chez les bourdons (Hymenoptera, Apidae)

P. Rasmont & M. Terzo

*Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie, 6 Avenue du Champs de Mars, B-7000
Mons (Belgique)*

Il est devenu banal de faire remarquer que Darwin a négligé le concept d'espèce. "L'Origine des espèces" est très peu explicite à ce sujet. Le premier travail dans lequel on a tenté de manière cohérente d'appliquer la notion d'espèce à un groupe animal est le "Studien über das Artproblem" d'Oscar Vogt, paru en 1909 et consacré aux bourdons. Un siècle plus tard la notion d'espèce est toujours débattue, en particulier en ce qui concerne les bourdons. Le seul progrès notable est venu récemment grâce au Paterson's Species Recognition Concept. L'objet du présent travail est de présenter comment ce concept renouvelle la prise en compte de l'espèce. Dans cette nouvelle perspective, l'étude du Species Mating Recognition System est essentielle. Dans le cas des bourdons, cela requiert l'étude détaillée des phéromones sexuelles.

The species concept in bumblebees (Hymenoptera, Apidae)

It is well known that Darwin neglected the species concept. Curiously, the "Origin of Species" is very imprecise on this topic. The first historical paper having tried to apply in a logical way the species concept to a defined animal group is the "Studien über das Artproblem" of Oscar Vogt, issued in 1909 and devoted to bumblebees. After one century, the species problem remains unsettled, specially concerning bumblebees. The only significant progress is the recent Paterson's Species Recognition Concept. We aim here to present how this new concept renews the species problem. In this new perspective, a study of the Species Mating Recognition System is the core piece. In the special case of the bumblebees, it requires the detailed study of the sexual pheromones.

Jeudi 27 avril 2006

Symposium
«Insectes sociaux & environnement»

Conférence plénière

Les effets sublétaux des pesticides chez l'abeille (*Apis mellifera*)

Luc P. Belzunces

*INRA- Laboratoire de Toxicologie Environnementale – UMR 406 INRA UAPV – Site
Agroparc – 84914 Avignon Cedex 9*

Les produits phytopharmaceutiques, encore appelés pesticides, regroupent de nombreuses familles chimiques. Ils sont distribués en classes de molécules ayant des actions biologiques distinctes dont les fongicides, les herbicides, les insecticides et les acaricides sont parmi les plus utilisées. Les pesticides peuvent présenter une action létale qu'il est assez facile de caractériser. Ils sont aussi capables d'induire, à différents niveaux d'exposition, des effets sublétaux délétères ou non. Les effets sublétaux délétères peuvent être de nature physiologique, neurale, comportementale ou biochimique mais, dans tous les cas, compromettent la vitalité et/ou la survie des individus ou des populations. Généralement, l'action d'un pesticide ne se résume pas à un effet unique mais conduit à l'induction de nombreux effets qu'il n'est pas toujours aisé de caractériser. L'action finale des effets sublétaux délétères des pesticides chez l'abeille aboutit à un affaiblissement plus ou moins drastique des colonies, à une diminution des récoltes de produits de la ruche et à une altération de la pollinisation entomophile.

Sublethal effects of pesticides on honeybees (*Apis mellifera*)

Plant protection products, also called pesticides, include numerous chemical families. They are distributed in classes of molecules having different biological actions among which fungicides, herbicides, insecticides and acaricides are the most used. Pesticides can present a lethal action that is relatively easy to characterise. They are also able to induce, at different exposure levels, adverse or non adverse sublethal effects. The adverse sublethal effects may be of physiological, neural, behavioural or biochemical nature but, in all cases, they put at risk the fitness or the survival of individuals and/or populations. Generally, a pesticide does not elicit a unique action but induces numerous effects that are not always characterised easily. The final impacts of adverse sublethal effects of pesticides in bees leads to weakening of colonies, a decrease of hive product gathering and to an alteration of the entomophilic pollination.

Récepteurs nicotiniques et mémoire associative chez l'abeille

M. Gauthier, L. Garreau, M. Dachet, V. Raymond.

*Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, 118 route de Narbonne,
31062 Toulouse France*

Le conditionnement olfactif du réflexe d'extension du proboscis chez l'abeille est utilisé pour étudier les bases neurobiologiques de l'apprentissage associatif. Les neurones olfactifs situés sur les antennes se projettent sur les glomérules des lobes antennaires. A partir des glomérules, des neurones de projection amènent les informations vers les corps pédonculés qui sont des centres d'intégration du cerveau de l'insecte. L'acétylcholine est le neurotransmetteur excitateur majeur de ces voies olfactives. Nous avons réalisé des injections cérébrales de divers antagonistes cholinergiques et nous avons recherché les effets de ces injections sur l'apprentissage olfactif. Nous avons montré que le blocage des calices des corps pédonculés empêche l'acquisition des informations alors que le blocage des lobes qui constituent le pédoncule provoque un trouble du rappel des informations. Grâce à cette approche neuropharmacologique, nous avons également montré que deux types de récepteurs nicotiniques sont impliqués dans la mémoire olfactive de l'abeille. Ces récepteurs se distinguent par leur sensibilité au venin de serpent, l' α -bugarotoxine (α -BGT). Les récepteurs sensibles à l' α -BGT sont nécessaires à la formation de la mémoire à long terme; les récepteurs insensibles à l' α -BGT sont impliqués dans la récupération des informations en mémoire. Pour définir précisément le rôle de chaque type de récepteur dans les processus mnésiques, nous utilisons actuellement des ARN interférents pour bloquer spécifiquement les sous-unités α ou β entrant dans la composition des récepteurs nicotiniques.

The cholinergic system and associative memory in the honeybee

The neurobiological bases of associative learning are under investigation in the honeybee through the classical conditioning of the proboscis extension reflex (PER). The olfactory pathways consist of antennal sensory neurons which project to the antennal lobes. Projection neurons link the antennal lobes to the mushroom bodies (MB). These neurons use acetylcholine as the main excitatory neurotransmitter. We induced reversible blockade of cholinergic transmission in discrete brain regions. The nicotinic antagonist mecamylamine (500 pL, 10^{-1} M) was bilaterally injected into the alpha-lobes or the calyces of MB before or after one-trial learning session. Results showed that alpha-lobes are essential structures to retrieve the stored information and calyces of MB are essential for acquisition process. We propose that the MB input is involved in the early phase of learning and the output is involved in the read out of memory. We compared ocellar injections of several nicotinic antagonists on performance acquisition and memory formation after one-trial learning and multiple-trial learning. We demonstrated that two types of nicotinic receptors are differently involved in learning processes. Alpha-bungarotoxin-sensitive receptors are necessary to the formation of long-term memory and α -bungarotoxin-insensitive receptors are involved in retrieval. We currently use interference RNA to block the expression of different subunits entering in the composition of nicotinic receptors. This treatment is combined to behavior to analyze the role of nicotinic receptors in olfactory learning.

***Apis mellifera* peut-elle révéler la qualité de notre environnement?**

M.-P. Chauzat

*Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), Site de Sophia Antipolis
Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur les Petits Ruminants et les Abeilles "Les
Templiers" 105, route des Chappes, BP 111 F-06902 Sophia Antipolis Cedex, France*

Une étude de terrain a débuté en 2002 en France afin d'étudier les affaiblissements des colonies d'abeilles domestiques (*Apis mellifera* L.). Vingt cinq ruchers répartis dans cinq départements ont été étudiés pendant trois ans. Cinq colonies par rucher ont été tirées au sort. Elles ont été visitées quatre fois par an. A chaque visite, les populations ont été estimées et la santé des colonies évaluée. Différentes matrices apicoles (abeilles, pollen, miel et cire) ont également été échantillonnées. Des recherches de résidus ont été conduites sur ces matrices. Les résultats montrent que des résidus de pesticides sont présents dans toutes les matrices. Les résidus contenus dans le pollen et la cire seront détaillés. La matrice pollen est polluée à toutes les saisons par un grand nombre de molécules. L'imidaclopride, l'acide-6-chloronicotinique et le fipronil sont les résidus les plus fréquemment trouvés. Les concentrations moyennes sont très variables et vont de l'état de traces à des centaines de µg/kg. Les abeilles sont exposées à ces molécules par contact dans la colonie et potentiellement par l'ingestion du pain d'abeille. Dans la matrice cire, 14 résidus différents ont été trouvés sur les 18 molécules recherchées. Cette contamination est le résultat des traitements acaricides pour lutter contre le varroa et de la pollution environnementale. Cependant, les concentrations et les fréquences de pollution sont plus faibles lorsque les molécules ont une origine phytosanitaire. Leur impact sur les colonies d'abeilles sera discuté.

Effet opposé de la deltaméthrine et du pirimicarb sur l'acétylcholinestérase des abeilles survivantes, *Apis mellifera*.

A. Badiou & L.P. Belzunces

*UMR 406 INRA/UAPV, Ecologie des Invertébrés, domaine st Paul, Site Agroparc,
F- 84914 Avignon Cedex 9, France*

L'étude s'intéresse aux effets de la deltaméthrine et du pirimicarb en association sur l'activité de l'acétylcholinestérase (AChE) cérébrale d'abeille *Apis mellifera*. Les abeilles ont été exposé à deux doses (1X et 0.5X) des produits seul ou en association. La dose 1X correspond à une dose moyenne de dose létale 50 pour les deux produits, à savoir 25 ng et 5 µg par abeille respectivement pour la deltaméthrine et le pirimicarb. A la dose 0,5X, les abeilles mortes présentent une activité résiduelle tissulaire de l'AChE de 78% pour la deltaméthrine, 43% pour le pirimicarb et 33% pour le traitement en association. Chez les survivantes, l'activité résiduelle tissulaire de l'AChE représente 250% de l'activité contrôle après un traitement avec la deltaméthrine et 270% de l'activité contrôle lorsque le traitement est réalisé en association avec le pirimicarb. L'analyse des formes soluble et membranaire de l'AChE révèle une augmentation de la forme soluble chez les abeilles mortes après les traitements avec la deltaméthrine seule et en association avec le pirimicarb. Les résultats suggèrent que l'action de la deltaméthrine pourrait s'exercer via l'activation d'hydrolases endogènes induisant l'augmentation de la forme soluble. Cette dernière est plus sensible à l'action du pirimicarb ce qui explique la forte diminution de l'activité globale après le traitement en association. La surcompensation de l'AChE chez les abeilles survivantes suggèrent un mécanisme de régulation adaptatif de l'enzyme dans le but de renouveler le stock d'enzyme libérée par ces hydrolases endogènes. L'augmentation d'activité observée après le traitement avec la deltaméthrine montre que l'activité de l'AChE pourrait être utilisés en tant que biomarqueur, non seulement pour révéler l'exposition aux organophosphates et carbamates, mais aussi aux pyréthrinoïdes.

Opposite effect of deltamethrin and pirimicarb on acetylcholinesterase in surviving honeybees, *Apis mellifera*.

This study examined the effect of deltamethrin and pirimicarb on the acetylcholinesterase (AChE) activity of the honey bee *Apis mellifera*. Bees were exposed to two doses of products (1X and 0.5X) alone or in association. The dose 1X corresponded to the literature median lethal doses of both products (25 ng per bee for deltamethrin and 5 µg per bee for pirimicarb). At 0,5X dose dead bees exhibit a residual tissue AChE activities of 78% with deltamethrin, 43% with pirimicarb and 33% with binary treatment. In surviving bees, tissue AChE activities represented 250% and 270% of control AChE activity, respectively with deltamethrin and binary treatments. The analysis of membrane and soluble AChE forms revealed an increase of the soluble form after deltamethrin and binary treatment in dead bees. Results suggest that deltamethrin action could involve the activation of endogenous hydrolases that resulted in an increase of the soluble form. This latter is more sensitive to pirimicarb action, which explain the high decrease of total activity after binary treatment. The overcompensation of AChE in surviving bees, suggest an adaptative up regulation of the enzyme to replenish the AChE released by the endogenous hydrolases. The AChE increase after deltamethrin treatment showed that AChE activity might be used as biomarker to reveal a previous exposure, not only to carbamates or organophosphates, but also to pyrethroids.

Suivi métabolique *in vivo* de l'acétamipride dans six compartiments biologiques de l'abeille, *Apis mellifera*

J.L. Brunet, A. Badiou et L.P. Belzunces

INRA, Laboratoire de Toxicologie Environnementale, UMR 406 INRA-UAPV Ecologie des invertébrés, Site Agroparc, 84914 Avignon Cedex 9, France.

La métabolisation de l'acétamipride (AAP) a été étudiée chez l'abeille *Apis mellifera*. Le suivi de l'AAP et des ses métaboliques est réalisé durant 72 h dans six compartiments biologiques que sont l'intestin, l'hémolymph, le thorax, la tête, l'abdomen et le rectum. Les abeilles ont ingérées une dose 1500 fois plus faible que la Dose Létale médiane (DL50) soit 100 µg de [¹⁴C]-AAP par kg, une dose comparable à celle à la DL50 de l'imidaclopride (IMI). Le fait le plus marquant de cette étude est de retrouver plus de 60% de la dose ingérée après 72h. Toutefois, l'AAP est très rapidement distribué et métabolisé dans l'organisme. Après l'ingestion, la radioactivité retrouvée est principalement localisée dans l'abdomen puis dans le rectum. A 72 h, 20% de la dose ingérée est retrouvée au niveau de l'abdomen. L'hémolymph est le compartiment où la présence de radioactivité est constamment la plus faible. Au niveau de la tête, la quantité de radioactivité n'excède pas 7,6% de la quantité initiale. L'AAP présente une demi-vie très faible (inférieure à 30 min.) dans l'organisme. Toutefois, l'AAP est localisé dans les premiers temps au niveau des compartiments riches en cibles principales, les récepteurs nicotiques à l'acétylcholine. Parmi les 7 métabolites détectés, deux métabolites sont majeurs : l'acide 6-chloronicotinique et un métabolite inconnu U1. Cette étude nous permet d'affirmer que la plus faible toxicité de l'AAP par rapport à celle de l'IMI est due à une détoxification plus efficace et ce, malgré la persistance de métabolites dans l'organisme.

***In Vivo* Metabolic fate of acetamiprid in six biological compartments of the honeybee.**

In vivo metabolization of acetamiprid (AAP) was studied in the honeybee, *Apis mellifera*. The distribution of AAP and its metabolites was monitored during 72 h in six biological compartments: head, thorax, abdomen, haemolymph, midgut and rectum. Honeybees were treated orally with 100 µg of [¹⁴C]-AAP per kg of bee, a dose about 1500 times lower than the median lethal dose at 72 h. Surprisingly, after 72 h, only 40% of the total radioactivity was eliminated, suggesting that AAP and its metabolites tended to persist in the honeybee. AAP was rapidly distributed in all compartments and metabolized. Just after AAP administration, radioactivity was mainly localized in the abdomen, and then in the rectum. After 72 h, the maximal amount of radioactivity (about 20% of the ingested dose) was recovered again in the abdomen, whereas the lowest amount of total radioactivity was recovered in the haemolymph. Radioactivity in the head did not exceed 7.6% of total ingested radioactivity. More than 50% of AAP was metabolized in less than 30 min indicating a very low half-life of AAP. During the first hours, AAP was mainly detected in nicotinic acetylcholine receptor-rich tissues. Among the 7 detected metabolites, the major metabolites were the 6-chloronicotinic acid and an unknown metabolite called U1, present mainly in the rectum, the thorax and the head. Our results indicated that the low toxicity of AAP is a reflection of its rapid and efficient metabolization despite of the persistence of AAP metabolites in the honeybee.

Influence de l'expérience individuelle sur la division du travail chez la fourmi parthénogénétique *Cerapachys biroi*

E. Lecoutey & P. Jaisson

Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, CNRS UMR n° 7153, Université Paris 13, F - 93430 Villetaneuse, France

Il est à présent reconnu que l'âge, la morphologie, le génotype des ouvrières ainsi que les interactions sociales peuvent intervenir sur l'organisation de la division du travail au sein des colonies d'insectes sociaux. La notion d'expérience a, elle aussi, souvent été envisagée comme pouvant influencer la répartition des tâches entre ouvrières sans toutefois n'avoir jamais été démontrée de façon empirique. La fourmi parthénogénétique *Cerapachys biroi* permet d'expérimenter avec des cohortes d'individus morphologiquement semblables, de même âge et *a priori* génétiquement identiques. En outre les ouvrières ne présentent pas de relation de dominance entre elles. Ce modèle offre donc un cadre propice à l'étude de l'expérience dans la mise en place de la division du travail. Les travaux menés se sont intéressés au rôle de l'expérience individuelle, artificiellement contrôlée et modulée par des processus de renforcement, sur le développement comportemental. Il s'avère que, au fil des renforcements, les individus obtenant systématiquement des succès dans leur recherche de nourriture sortent du nid plus rapidement et plus fréquemment que les individus ne réalisant que des sorties infructueuses. Le type de renforcement subit par un individu entraînant une modification de son seuil de réponse aux stimulations de fourragement. A long terme, l'expérience individuelle contribue à l'instauration durable d'une division du travail via une différenciation des trajectoires éthogénétiques des individus en fonction du type de renforcement subit. Les individus n'ayant obtenu que des expériences positives dans la recherche de nourriture s'occupent essentiellement du fourragement et de l'exploration au sein du nid tandis que les individus n'ayant jamais rencontré de succès dans cette tâche s'orientent préférentiellement vers les soins au couvain. Pour la première fois, une étude révèle donc comment l'expérience individuelle peut, à elle seule, intervenir dans la mise en place d'une répartition des tâches chez les insectes sociaux.

Préférences florales des bourdons ou comment utiliser les mesures agri-environnementales pour favoriser les insectes pollinisateurs menacés

M. Terzo, S. Iserbyt & P. Rasmont

Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie, 6 Avenue du Champs de Mars, B-7000 Mons, Belgique

En Belgique comme dans une grande partie de l'Europe, l'abondance et la biodiversité des abeilles sauvages à langue longue, et tout particulièrement les bourdons (*Bombus* Latr.), se dégradent fortement. Certaines espèces sont maintenant localement éteintes. La Communauté européenne a développé un programme d'aide financière destinée aux agriculteurs qui contribuent à la qualité de l'environnement par la mise en place de mesures agri-environnementales. En Belgique, l'une de ces mesures, appelée "bandes de parcelles aménagées", est destinée à l'accueil de la faune et de la flore sauvage. Les espèces végétales semées sur ces bandes ont pour vocations de servir d'abri, de passage ou de sources de nourriture à la faune sauvage. Nous voyons là l'occasion de proposer le choix des semis des bandes aménagées afin de favoriser les espèces pollinisatrices menacées. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur la banque de données de Gembloux et Mons, riche de près de 60.000 observations de fleurs butinées pour les seuls espèces de bourdons présents en France et en Belgique, afin d'identifier les préférences florales des bourdons. Nous constatons que les préférences florales des mâles et des femelles sont différentes et doivent donc être toutes deux prises en compte. En sélectionnant parmi la liste des plantes préférées par les bourdons, celles qui sont susceptibles d'être semées sur les bandes aménagées, les espèces de plantes suivantes apparaissent comme les meilleurs candidats pour le maintien d'une population abondante et diversifiée de bourdons: *Trifolium pratense*, *Lamium album*, *Vicia cracca*, *Brassica napus* et *Echium vulgare* pour les femelles et *Epilobium angustifolium*, chardons (*Carduus* sp., *Centaurea* sp. et *Cirsium* sp.) et *Eryngium* sp. pour les mâles.

Floral preferences of the bumblebees or how the agri-environmental measures can be used to sustain the threatened species of pollinators

In Belgium as in a great part of Europe, the abundance and biodiversity of the long tongued wild bees, and especially the bumblebees (*Bombus* Latr.), are strongly degraded. Some species are now locally extinct. The European Community has developed a financial support program for farmers whom contribute to the quality of the environment by using agri-environmental measures. In Belgium, one of those measures, so called "managed field margins", is intended to put the wild fauna and the wild flora up. The plant species sown on these margins have the roles to be used as shelter, passage or food resources to wild fauna. We see here the occasion to propose the choice of sowings those margins in order to support the threatened species of pollinators. In order to identify the floral preferences of the bumblebees, we used the data bank of Gembloux and Mons that is rich of almost 60.000 observations of visited flowers for the only species of bumblebees present in France and Belgium. We note that the floral preferences of the males and the females are different and must be both taken into account. While selecting among the list of the plants preferred by the bumblebees, those which are susceptible to be sown on the field margins, the following plant species seem to be the best candidates to sustain an abundant and diversified population of bumblebees: *Trifolium pratense*, *Lamium album*, *Vicia cracca*, *Brassica napus* and *Echium vulgare* for the females and *Epilobium angustifolium*, thistles (*Carduus* sp., *Centaurea* sp. and *Cirsium* sp.) and *Eryngium* sp. for the males.

Conservation des espèces et changement d'habitat: le cas de *Formica pratensis*

A. Freitag¹, C. Dischinger¹ et D. Cherix^{1,2}

¹ Musée de zoologie, Pl. Riponne 6 - CP, CH - 1014 Lausanne, Suisse.

² Département d'Ecologie et d'Evolution, Université de Lausanne, CH - 1015 Lausanne, Suisse.

L'intensification des pratiques agricoles et l'uniformisation du paysage durant ces dernières décennies ont fortement contribué à la régression de nombreuses espèces. C'est le cas en particulier de *Formica pratensis* (Hyménoptères, Formicidae), une espèce de fourmis des bois (groupe *F. rufa*) liée aux milieux ouverts tels que prairies sèches, talus bien exposés, pâturages xérothermiques, landes peu embroussaillées. Aujourd'hui, cette espèce se rencontre régulièrement sur les talus et bandes herbeuses en bordure de route. Ces sites se caractérisent par une pente généralement assez importante et offrent une bonne exposition aux fourmilières. Leur entretien régulier empêche l'envahissement par les broussailles et maintient une végétation plutôt ouverte favorable aux fourmis. En revanche, les fourmilières subissent de fortes pressions dues aux passages répétés des faucheuses et à la pollution du trafic routier. Malgré les nombreuses perturbations liées à leur intense entretien, les talus de route sont devenus des sites importants pour la conservation des espèces. Dans ce contexte, nous sommes intéressés à savoir dans quelle mesure ce nouvel habitat représente pour *Formica pratensis* un milieu de substitution aux autres milieux naturels devenus de plus en plus rares. Nous avons donc procédé à une analyse de l'habitat de cette espèce dans une vaste région (canton de Vaud, Suisse) en relation avec la colonisation des talus de route.

Species conservation and habitat replacement: the case of *Formica pratensis*

During the last decades, intensification of agricultural practices and increase of landscape homogeneity have greatly contributed to the decline of many species. In particular, *Formica pratensis*, a red wood ant species of the *F. rufa* group, has suffered from the loss of suitable habitats. This species normally occurs in open areas such as dry meadows, well exposed slope, xerothermic pastures and open heath lands. Today, *Formica pratensis* often nests on roadside verges. These sites are generally characterised by a steep slope where ants could benefit of a good sun exposure for their mounds. The verges management prevents scrub development and grass is not too dense providing a suitable habitat for the ants. On the other hand, mound nests undergo strong disturbances due to frequent mowings very close to the ground and traffic pollution. Despite the repeated disturbances caused by their management, roadside verges are becoming a high priority for nature conservation. We therefore decided to know if *Formica pratensis* uses verges as replacement habitat, as other natural suitable sites became rarer. We therefore analysed the habitat of this species in a large region (Canton de Vaud, Switzerland) with special attention given to roadside verges.

Les migrations saisonnières chez la fourmi *Aphaenogaster senilis*: effet de la température

R. Boulay, A. Barroso & X. Cerdá

*Estación Biológica de Doñana, CSIC, Av. María Luisa s/n, Pabellón de Perú,
41013 Seville, Espagne*

Dans de nombreuses espèces de fourmis, les colonies occupent des nids stables depuis le moment de la fondation par la reine jusqu'à sa mort. D'autres espèces au contraire, occupent des nids temporaires qu'elles abandonnent régulièrement. Nous avons étudié ce phénomène dans une population d'*Aphaenogaster senilis* située au sud de l'Espagne (Parc National de Doñana). Plus précisément, notre hypothèse était que les migrations fréquentes étaient liées aux importantes variations de la température dans cette région. Pendant la période 2002-2006, nous avons recensé tous les nids occupés par cette fourmi dans deux parcelles de 2500 m² chacune, au début du printemps, au milieu de l'été et en automne. Bien que le patron de distribution soit toujours uniforme pratiquement toutes les colonies (environ 50 par parcelle) migrent d'une saison à l'autre. Au printemps, au moment de la production massive de larves et lorsque les températures sont encore douces, la majorité des nids se trouvent à découvert en dehors de la végétation - genêts, ajoncs et cistes. A partir du mois de juin, quand la température au sol peut atteindre 70 °C au soleil les colonies migrent à l'intérieur des patches de végétations où la température n'excède pas 40 °C. En septembre les colonies sortent à nouveau de la végétation. Des nids de printemps maintenus artificiellement à l'ombre migrent moins rapidement que des nids contrôles non manipulés. L'ensemble des résultats suggère que les migrations d'*A. senilis* constituent une adaptation aux variations importantes de la température.

Seasonal nest relocation in the ant *Aphaenogaster senilis*: the effect of temperature

In many ant species, the colonies occupy permanent nests from the foundation by the queen to her death. Others, leave in temporal nests that they frequently abandon. We studied the phenomenon of nest relocation in a population of *Aphaenogaster senilis* located South Spain (Doñana National Park). More precisely, we hypothesized that frequent migrations are caused by the important variations of the temperature in this region. Between 2002 and 2006, we surveyed all the nests occupied in two 2500 m² plots in spring, summer and fall. Though the nests (about 50 per plot) were always uniformly distributed almost all colonies migrated between seasons. In spring, during the peak of larval production and when the temperatures are still not too hot, most nests are found out of vegetation (gorse, broom and cysts). From June on, when the temperature on the ground increases up to 70 °C, the colonies migrate to the vegetation patches where the temperature does not exceed 40 °C. In September, the colonies go out again to occupy sunny nests. Spring nests that were artificially maintained in the shadow remained more time without migrating than non-manipulated control nests. The results therefore suggest that frequent nest relocation in *A. senilis* might constitute an adaptation to important variations of temperature.

Jeudi 27 Avril 2006

Symposium
« Immunité, parasites et Symbiotes »

Etude du pouvoir pathogène du virus DWV de l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.)

L. Gauthier, D. Tentcheva, M.E. Colin et M. Bergoin

*Laboratoire de Biologie Intégrative et Virologie des Insectes UMR 1231, CC101 Bat 24,
Université Montpellier II, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5*

L'abeille domestique *Apis mellifera* est sujette à de nombreuses infections virales. Ces infections sont habituellement sans conséquences sur la santé des colonies. Parmi ces virus, le virus des ailes déformées (DWV : *deformed wing virus*) montre une forte prévalence dans les colonies d'abeilles ainsi que dans les populations de l'acarien ectoparasite de l'abeille *Varroa destructor*. Nous avons étudié la distribution de ce virus dans la colonie par la technique de PCR quantitative ainsi que dans les tissus de l'abeille par hybridation *in situ*. Les résultats suggèrent que l'acarien varroa accentue le pouvoir pathogène du DWV vis à vis de la colonie.

Pathogenicity of the *honeybee* deformed wing virus (DWV)

More than fifteen viruses have been described from honey bees (*Apis mellifera* L.) to date. Most of these are widespread in honey bee colonies with multiple virus infections in the same bee colony a common feature. These infections are generally low level and symptomless. Among those viruses, the deformed wing virus (DWV) appears to be closely associated with *Varroa destructor* infestation of bee colonies. To study more precisely the etiology of DWV infection and to identify pathological effects, we have attempted to follow the distribution of the virus in the colony using the quantitative PCR technique and to localize the virus in the different bee organs by *in situ* hybridization.

Impact des conflits reproducteurs sur le travail et l'immunocompétence chez une espèce de fourmis sans reine, *Diacamma sp.* (Nilgiri, Inde du Sud)

A. Bocher, C. Doums, L. Millot, C. Tirard

Laboratoire d'écologie et de parasitologie évolutive, Université P. et M. Curie, 75005 Paris

Chez de nombreuses espèces d'Hyménoptères sociaux, la totipotence des ouvrières crée des rivalités et donc des conflits potentiels pour la reproduction. Pourtant, les conflits sont assez rares, malgré l'existence d'un biais reproducteur élevé. L'une des hypothèses les plus courantes postule que les conflits sont coûteux, et donc contre-sélectionnés. Nous avons étudié ces coûts dans 21 colonies de la fourmi sans reine *Diacamma sp.* from Nilgiri en testant l'effet des conflits sur le travail et l'immunocompétence des ouvrières, deux paramètres affectant leur valeur sélective inclusive. Dans cette espèce, la femelle dominante est la seule ouvrière fécondée (gamergate) et monopolise la reproduction. Nous avons déclenché expérimentalement des conflits en divisant chaque colonie en deux groupes, un groupe contrôle contenant la gamergate et un groupe orphelin montrant un niveau d'agressivité élevé jusqu'à ce qu'une nouvelle dominante soit établie. Pour évaluer l'immunocompétence des ouvrières, nous leur avons injecté une dose de bactéries *E. coli*, dont la quantité dans l'hémolymphe est mesurée 10 heures après. L'analyse des budgets-temps a montré un taux plus faible de travail et en particulier de soin au couvain dans les groupes affectés par les conflits. Nous avons également observé une immunocompétence plus faible dans les groupes orphelins que dans les groupes témoin 15 jours après sociotomie. Une des hypothèses proposées est que la réduction d'immunocompétence induite par les conflits pourrait être due à un phénomène de stress. La variation de leur impact en fonction du temps et de l'engagement des ouvrières dans les conflits est également discutée.

Reproductive conflicts affect labour and immune defenses in the queenless ant *Diacamma sp.* (Nilgiri, south India)

In many species of social Hymenoptera, totipotency of workers create rivalry and thus potential conflicts over reproduction. However, actual conflicts remain rare despite the existence of a high reproductive skew. One of the most current hypotheses assume that actual conflicts are costly and thus selected against. We studied conflicts costs in 21 colonies of the queenless ant *Diacamma sp.* from Nilgiri by testing the effects of conflicts on labour and worker immunocompetence, two parameters closely linked to worker indirect fitness. In this ant, the dominant female is the only mated worker (gamergate) which monopolizes reproduction. We experimentally induced conflicts by splitting each colony in two groups, a control group containing the gamergate and an orphaned group showing a high level of aggressions until a new dominant worker is settled. To estimate the level of immunocompetence, we challenged workers with the bacteria *E. coli*, and measured the clearance 10 hours after injection. Time budget analysis revealed a lower rate of labor and especially brood care in groups affected by conflicts. A lower immunocompetence was also found in orphaned groups compared to control groups 15 days after splitting. We propose that the decrease of immunocompetence induced by conflicts could be mediated by a stress process and discuss the variation of this effect with time and engagement of workers in conflicts.

Le parasitisme social chez les fourmis de feu (*Solenopsis* spp.) : un mécanisme possible de transfert inter-spécifique de *Wolbachia*

F. Dedeine¹, M. E. Ahrens, L. Calcaterra & D. D. Shoemaker

¹UMR 6035 CNRS, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Université de Tours, Faculté des Sciences, Parc Grandmont, 37200 Tours, France

Les *Wolbachia* sont des bactéries intracellulaires qui infectent de nombreux insectes (20% des espèces), et qui se transmettent maternellement *via* le cytoplasme des œufs. Plusieurs études ont montré que les *Wolbachia* se transfèrent occasionnellement entre espèces hôtes. Cependant, les mécanismes à l'origine de ces transferts sont peu connus. Parmi les mécanismes possibles figure l'échange de *Wolbachia* *via* les relations intimes existantes entre hôtes et parasites associés. Nous avons détecté et identifié (sur la base des séquences du gène bactérien *wsp*) les *Wolbachia* de 11 espèces de parasites associés aux fourmis de feu : *Solenopsis invicta* et *S. richterei*. Ces parasites comprennent 10 espèces de diptères parasitoïdes (*Pseudacteon* spp.) et un parasite social inquiline, *Solenopsis daguerrei*. Deux variants de *Wolbachia* identifiés chez le parasite social présentent une parfaite homologie de séquence avec les variants de *Wolbachia* décrits chez *S. invicta* et *S. richterei*. Ce résultat suggère fortement que ces variants bactériens ont été transférées entre le parasite social et ses hôtes. Par ailleurs, cette étude a révélé une grande diversité de variants de *Wolbachia* chez le parasite social : jusqu'à 8 variants ont été identifiés à l'intérieur d'un seul individu. Ces résultats suggèrent que le parasitisme social pourrait être un mécanisme important de transfert inter-spécifique de *Wolbachia* au sein des communautés de fourmis.

Social parasitism in fire ants (*Solenopsis* spp.): a potential mechanism or interspecies transfer of *Wolbachia*

Wolbachia are a genus of maternally-transmitted intracellular bacteria that infect numerous insects (20% of all species might be infected). Several studies have shown that *Wolbachia* are occasionally transferred between different host species. However, the mechanisms of such horizontal transmission events are poorly known. One possible mechanism for interspecific transfer of *Wolbachia* is through the intimate contact between parasites and their hosts. In this study, we detected and identified (based on the *Wolbachia* gene sequence *wsp*) the *Wolbachia* infecting 11 species of parasites associated with two fire ants: *Solenopsis invicta* and *S. richterei*. These parasites include 10 species of fly parasitoids (*Pseudacteon* spp.) and one inquiline social parasite, *Solenopsis daguerrei*. Two *Wolbachia* variants infecting the social parasite were identical to known variants infecting the two *Solenopsis* host species, which suggest possible transfers of *Wolbachia* between this parasite and their hosts. Our data also revealed an unexpectedly high diversity of *Wolbachia* variants within *S. daguerrei*: up to eight variants were found within each individual. Together, these results suggest that social parasitism may represent an important mechanism of interspecies transfer of *Wolbachia* within ant communities.

***Camponotus fellah* (Formicidae : Formicinae) et son endosymbionte,
*Candidatus Blochmannia***

D. Souza, D. Depoix, J. Lesobre & A. Lenoir

*UMR/CNRS 6035 IRBI/Université François Rabelais, Avenue Monge, Parc de Grandmont,
37200 Tours, France*

Des symbioses entre bactéries et insectes sont fréquemment trouvées dans différents ordres comme Coleoptera, Blattaria, Homoptera et Hymenoptera. Les endosymbiontes vivent dans des cellules spécialisées d'insectes, les mycétocytes. Normalement, la symbiose est obligatoire : bactéries et insectes ont leur viabilité réduite sans la présence du partenaire. On suppose que les bactéries aident l'hôte en synthétisant des éléments nutritifs qu'il ne peut pas synthétiser lui-même, ou en détoxifiant les déchets du métabolisme de l'insecte. Dans l'autre sens, les bactéries sont protégées contre l'environnement et reçoivent des éléments nutritifs de l'insecte. Dans toutes les espèces de *Camponotus* étudiées jusqu'ici, on trouve des bactéries intracellulaires dans des cellules spécialisées de l'intestin moyen, flottant librement dans le cytoplasme. Récemment, ces endosymbiontes appartenant aux différentes espèces de *Camponotus* ont été regroupées dans un seul genre « *Candidatus Blochmannia* ». Nous avons identifié un tel endosymbionte chez *Camponotus fellah* en analysant la séquence 16S du rDNA bactérien. Le gène de cytochrome oxydase sous-unité I (COI) de la fourmi a aussi été séquencé. En accord avec les travaux précédents, nous avons confirmé haut degré de congruence entre la bactérie et la fourmi hôte. On discutera le rôle de l'endosymbionte dans la défense immunitaire de l'hôte.

***Camponotus fellah* (Formicidae: Formicinae) and its endosymbiont,
*Candidatus Blochmannia***

Symbioses between bacteria and insects are largely distributed and frequently found in different orders like Coleoptera, Blattaria, Homoptera and Hymenoptera. The endosymbionts live in specialized insect cells called mycetocytes. Normally, the symbiosis is obligate in that neither the bacteria nor the insect is viable without the other. The bacteria are thought to help the host by either synthesizing nutrients that the host cannot make itself, or by metabolizing insect waste products into safer forms. On the other hand, the benefit for the bacteria is that, inside the insect cells, it is protected from the environment, and presumably receives nutrients from the insect. In all *Camponotus* species investigated so far, intracellular bacteria are present within specialized cells of the midgut floating freely in the cytoplasm. Recently, the endosymbionts of different *Camponotus* species were classified within a single genus "Candidatus Blochmannia". We identified this endosymbiont in *Camponotus fellah* by analyzing its 16S rDNA sequences. We also sequenced the cytochrome oxidase subunit I (COI) gene of the ant. According previous data, we confirmed the high degree of congruence between the bacteria and its host ants. The role of endosymbiont in immune defense of the host will be discussed.

Différences comportementales entre deux fourmis à plantes associées à la même plante-hôte

B. Schatz, G. Debout et D. McKey

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), UMR CNRS 5175, 1919 route de Mende, F-34293 Montpellier cedex 5, France

Les différentes espèces de fourmis à plantes ont une large gamme d'effets sur la plante-hôte, et quelques espèces peuvent même l'exploiter et ainsi déstabiliser l'interaction. Ces effets sur la plante-hôte sont largement déterminés par le répertoire comportemental de ces fourmis. Nous avons examiné ici plusieurs aspects du comportement de fourragement chez deux espèces de fourmis (une mutualiste de protection *Petalomyrmex phylax* et une parasite *Cataulacus mckeyi*) associées à un arbre africain *Leonardoxa africana africana* afin d'examiner les fondements des différences observées dans leur actions sur cette plante-hôte. Ces deux espèces présentent des différences significatives non seulement au niveau de leur rythme d'activité (*P. phylax* patrouille les feuilles nuit et jour alors que *C. mckeyi* est strictement diurne), mais aussi de leur comportement prédateur (*P. phylax* tue plus d'herbivores) ainsi que la dynamique de leur recrutement (*C. mckeyi* recrute moins intensément). A partir de tous les traits examinés, *C. mckeyi* présentent des comportements reflétant une exploitation opportuniste du nectar produit par la plante-hôte, alors que ceux réalisés par *P. phylax* contribuent à une protection efficace de celle-ci. Nos résultats suggèrent également qu'en plus de la protection apportée à *L. a. africana*, la capture de proies par *P. phylax* constitue une source alimentaire importante.

Behavioural traits mediating effects of two plant-ants on their specific myrmecophyte host

Symbiotic ant species vary in their effects on the same host plant, and some ant species are exploiters. These can destabilise the interaction. The behavioural repertoire of ant associates should be important in determining their effects on the host. We examined several traits of foraging behaviour of two ant species associated with the African understory tree *Leonardoxa africana africana* - the protective mutualist *Petalomyrmex phylax* and the parasite *Cataulacus mckeyi* - to examine the mechanistic basis of the difference in their effects on the plant. These two ant species displayed significant differences not only in activity rhythms, *P. phylax* patrolling leaves day and night while *C. mckeyi* was strictly diurnal, but also in their predatory behaviour (*P. phylax* killed more herbivores) and recruitment dynamics (*C. mckeyi* recruited at a lower level). For all traits examined, *C. mckeyi* expressed behaviours reflecting an opportunistic exploitation of the nectar produced by the host plant, whereas those displayed by *P. phylax* contribute to conferring effective protection of the host plant. Our results suggest that prey capture may be important as a source of food for *Petalomyrmex*, in addition to its function in increasing plant-provided resources through protection.

Communications affichées

* * *

Dspace Avignon : un outil pour préserver et valoriser les documents scientifiques

¹P. Aventurier, ²C. Pélissier

¹INRA, Erist-Sdar, Site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9 ; ²UMR INRA-UAPV 406, Ecologie des Invertébrés, Site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9, France

Dspace Avignon est un entrepôt de documents dédié aux Sciences agronomiques et de l'Environnement, conçu par le Centre de recherche Inra d'Avignon à des fins de valorisation et d'échanges de travaux de recherche des laboratoires. L'outil s'appuie sur le logiciel libre Dspace, développé par le MIT (USA) et Hewlett Packard. Il est conforme au standard OAI (Open Archive Initiative) qui permet d'échanger au niveau international ou national des données descriptives des documents. Le but de ce projet est de fournir aux laboratoires des espaces de dépôts de documents et d'en accroître la visibilité internationale et immédiate sur l'Internet. Ce site-archive est organisé en collections de documents propres à des communautés de personnes (unités de recherche, groupes de travail transversaux inter-unités, réseau en collaborations extérieures). *Dspace Avignon* permet de gérer tous types de documents intégraux : productions scientifiques publiées ou non, données expérimentales, documents assurance qualité recherche, cours, savoir-faire, photos etc... dans le respect des contrats d'éditions et des droits d'auteurs. Cet entrepôt sait gérer très finement les accès des collections ou des documents (par exemple texte intégral du document en libre accès et ses données expérimentales en accès réservés). *Dspace-Avignon* peut convenir à d'autres applications : espaces réservés à la gestion de colloques ou de projets-contrats de recherche, pages scientifiques personnelles, gestion des connaissances. Des exemples concrets seront présentés dans le poster

Dspace Avignon: a tool to preserve and develop scientific documents

Dspace Avignon is a documents repository dedicated to agronomic Sciences and Environment, conceived by the Inra Research center Inra of Avignon aiming at valorization and exchanges of research results of the laboratory. The tool is based on the free software Dspace, developed by MIT (USA) and Hewlett Packard. The software is in conformity with the OAI standard (Open Archive Initiative) which makes it possible to exchange descriptive data of documents at the international or national levels. The goal of this project is to provide laboratories with reserved spaces for their documents and to increase its international and immediate visibility on the Internet. This site-repository is organized in collections of documents specific to communities of persons (research units, working groups, scientific networks). *Dspace Avignon* manages all types of electronic documents: scientific productions published or not, experimental data, quality assurance documents, courses, know-how, photographs etc in the respect of publishers' contracts and copyrights. This repository can precisely manage the access to the collections or to the documents themselves (for example free access to the complete text but reserved access to its experimental data). *Dspace-Avignon* is also appropriate for other applications: management of conferences documents, research project or contracts, personal scientific pages, knowledge management. Examples will be presented in the poster

Expression des gènes pendant le développement des ailes (mâles) et des gemmes (femelles) chez la fourmi *Diacamma*

S. Baratte¹, C. Peeters¹ & J. Deutsch²

¹ *Laboratoire d'Écologie, CNRS UMR 7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard, 75005 Paris, France;*

² *Laboratoire de Biologie du Développement, CNRS UMR 7622, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard, 75005 Paris, France*

Les ouvrières du genre *Diacamma* possèdent toutes à l'émergence une paire de petits appendices thoraciques, les gemmes. Ces structures, couvertes de soies sensorielles et remplies de centaines de glandes exocrines unicellulaires, jouent un rôle central dans la régulation de la reproduction : une seule ouvrière échappe à la mutilation de ses gemmes, s'accouple et devient gamergate. Pour comprendre l'origine des gemmes, nous avons comparé leur développement à celui des ailes antérieures des mâles dont la position thoracique est similaire. Chez *D. ceylonense*, mâles et femelles présentent des disques imaginaires dorsaux qui diffèrent morphologiquement et qui, comme chez la *Drosophile* (et à la différence des papillons), participent à la formation de parties du thorax. Chez la *Drosophile*, le gène *wingless* s'exprime dans la future marge de l'aile alors que le gène *scalloped* marque spécifiquement les cellules qui formeront la future aile. Nos hybridations *in situ* montrent que *scalloped* est exprimé dans les disques mâles alors qu'il reste muet dans le disque des gemmes en formation. Les gemmes sont donc vraisemblablement des structures thoraciques nouvelles dont la mise en place recrute des voies de développement déjà existantes (e.g. formation de glandes, de connections sensorielles) mais aussi de l'apoptose (Gotoh et al. 2005).

Gene expression during development of male wings and female 'gemmae' in the ant *Diacamma*

Workers in the queenless genus *Diacamma* have a pair of tiny mesothoracic appendages, called 'gemmae'. These are crucial for the behavioural regulation of reproduction, whereby only one worker escapes mutilation, mates and becomes the gamergate in each colony. The gemmae are covered with sensory hairs and filled with hundreds of single-celled exocrine glands. We compared their development to that of normal wings in males of *D. ceylonense*. Both males and females have dorsal mesothoracic discs, but they differ in shape and fate. Histological data show that these discs specify wing tissues as well as parts of the body wall (as in *Drosophila* but unlike butterflies). In *Drosophila*, the *wingless* gene is expressed in the future wing margin and the *scalloped* gene is specifically expressed in the wing pouch area. Our *in situ* hybridisations indicated that *scalloped* is expressed in male discs but not during gemma formation in females. Gemmae are a morphological novelty that originate from existing developmental programs (e.g. formation of glands and sensory connections) and apoptosis (Gotoh et al. 2005).

Une étude sur la catégorisation de couleurs chez l'abeille, *Apis mellifera*

J. Benard, A. Avargues, G. Portelli and M. Giurfa

Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS - Université Paul Sabatier - Toulouse III - UMR 5169 - 118 Route de Narbonne - 31062 Toulouse cedex 4 - France

La catégorisation est une capacité cognitive fondamentale qui permet de traiter des stimuli similaires comme équivalents, et donc de réagir à ces stimuli de façon analogue. Ici, nous nous demandons si les abeilles peuvent catégoriser des stimuli à partir de leur couleur. Des abeilles, en libre vol, ont été entraînées et testées individuellement dans une situation de choix double : une couleur, permettait d'accéder à une récompense de solution sucrée tandis qu'une couleur alternative n'était pas récompensée. Nous avons défini 2 catégories chromatiques à partir de l'espace perceptuel établi pour la vision de couleurs de l'abeille (espace COC) : une catégorie composée de 5 stimuli de longueurs d'ondes courtes (« bleuâtres » à l'œil humain) et une catégorie composée de 5 stimuli de longues longueurs d'ondes (« jaunâtres »). Un groupe d'abeilles était récompensé sur les stimuli « bleus » et non récompensée sur les « jaunes », et un autre groupe était entraîné de façon réciproque. Chaque abeille était entraînée avec 4 des 5 stimuli de chaque catégorie, présenté de façon aléatoire par paires (« bleu » vs. « jaune ») dans toutes les combinaisons possibles, et testée avec la paire de stimuli non employée pendant l'entraînement et qu'elle n'a donc jamais vu auparavant. Les abeilles ont appris à discriminer entre les stimuli de courtes et longues longueurs d'ondes, et ont généralisé leur réponse à de nouvelles couleurs en fonction qu'elles appartenaient ou non à la catégorie préalablement récompensée. Des expériences contrôles ont montré que les abeilles étaient capables de discriminer entre les 5 stimuli d'une même catégorie. Nos résultats montrent donc que les prés requis nécessaires à la catégorisation de couleurs (discrimination entre catégorie et généralisation entre stimuli discriminables au sein d'une même catégorie) sont présents chez l'abeille.

A study on color categorization in honeybees

Categorization is a fundamental cognitive ability that allows treating similar stimuli as equivalent, and thus responding to them in the same manner. Here we asked whether the honeybee *Apis mellifera* categorizes color stimuli such that it discriminates between color classes and generalizes within color classes. Individual free-flying bees were trained and tested in dual-choice situations in which one color led to a reward of sucrose solution while an alternative color led to a blocked arm without reward. We defined 2 color categories, based on the perceptual color space defined for the honeybee (COC space): one category was composed by 5 short wavelength stimuli (bluish to the human eye) while the other one was composed by 5 long wavelength stimuli (yellowish). One group of bees was rewarded on the bluish stimuli and not on the yellowish stimuli; another group got the reversed training schedule. Each bee was trained with 4 of the 5 stimuli of each category in all possible combinations presented randomly, and tested with the remaining pair of stimuli that it never experienced before. Bees learned to differentiate between short and long wavelength stimuli, and generalized their choice to new colors depending on their belonging to the rewarded or non-rewarded category. Control experiments showed that within a color class, bees were capable of discriminating between the five stimuli proposed. Our results thus show that the prerequisites for color categorization (i.e. discrimination between two color categories, generalization between distinguishable stimuli within a color category) are fulfilled in the case of the honeybee.

Etude des communautés de fourmis d'une vallée andorrane

A. Bernadou^{1,2}, G. Latil¹, V. Fourcassié¹, X. Espadaler²

¹ *Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cedex 4, France*

² *Departamento de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra, Espagne*

La chaîne pyrénéenne constitue du fait de sa situation géographique, à l'interface des climats d'influence atlantique et méditerranéenne, une zone de grand intérêt pour les biologistes. Or, paradoxalement, la faune myrmécologique de ce massif a été jusqu'à présent assez peu étudiée, aussi bien pour le versant sud que pour le versant nord. Les dernières études sur les fourmis du massif pyrénéen remontent à plus d'une quinzaine d'années (Sommer & Cagniant, 1988). Ceci nous a donc poussé à mener un travail d'inventaire dans la vallée du Madriu-Perafita-Claror (Andorre) pendant l'été 2005 afin d'étudier la biodiversité des fourmis. Nous nous sommes également intéressés au cours de cette étude au rôle des facteurs abiotiques (altitude et exposition des versants) sur la distribution spatiale et la richesse spécifique en fourmis. Trente neuf espèces (dont 2 à la détermination incertaine) appartenant à 9 genres différents ont été trouvées. Le gradient altitudinal et l'exposition du versant se sont avérés des facteurs importants de répartition et de diversité des fourmis en milieu montagnard : le nombre d'espèces décroît de façon linéaire avec l'altitude et la richesse spécifique est deux fois plus importante pour les versants exposés au sud (soulane) que pour les versants exposés au nord (ubac). Ce travail permet de montrer non seulement la richesse de la myrmécofaune de cette vallée pyrénéenne, mais aussi de faire un premier point sur le peuplement des fourmis de la Principauté d'Andorre. Il illustre également le rôle des facteurs abiotiques dans la structuration des communautés de fourmis en milieu montagnard.

A study of ant communities in an Andorran valley

Because of their unique geographical situation, the Pyrenees have always been an area of great interest for biologists. Paradoxically however, relatively few studies have investigated the myrmecofauna of these mountains, for the southern or northern side alike. The last inventories of the ants of the Pyrenees date from the late 80's (Sommer & Cagniant, 1988). This paper presents a survey of the ant biodiversity conducted during the summer 2005 in the Madriu-Perafita-Claror valley (Andorra). It also includes a study of the influence of abiotic factors (altitude and slope exposure) on the ant spatial distribution and species richness. Overall, thirty-nine species (2 of which taxonomically uncertain) belonging to nine genera were collected. Altitudinal gradient and slope exposure were important factors explaining the ant distribution and richness in the valley. Ant species richness decreases linearly with increasing altitude and it was twice as high on the south-facing slopes as on the north-facing slopes. This study demonstrates the species richness of this Pyrenean valley and gives a first insight of the Andorran myrmecofauna. It also emphasizes the importance of abiotic factors on the distribution of ant species in mountainous regions.

Les abeilles (*Apis mellifera*) perçoivent-elles le goût amer à travers leurs pièces buccales ?

G. de Brito Sanchez, A. Yilmaz, M. Gauthier & M. Giurfa

Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS - Université Paul Sabatier (UMR 5169), 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9, France

Nous avons étudié la possible localisation du goût amer à partir des pièces buccales de l'abeille. Nous avons réalisé des expériences comportementales et électrophysiologiques afin de déterminer si deux substances amères, quinine et salicine, affectent la réponse appétitive au sucre (extension du proboscis) et si des réponses électrophysiologiques à ces substances peuvent être enregistrées au niveau des pièces buccales. Des abeilles en contention qui étirent le proboscis quand elles sont stimulées avec du sucre et qui reçoivent alors quinine ou salicine (1mM, 10mM ou 100mM) montrent une augmentation significative des rétractions du proboscis pour la concentration plus élevée de substance amère (100 mM). Cependant, le niveau de rétraction a atteint seulement 20% à 30%, ce qui montre un effet modéré des substances amères sur l'extension du proboscis. Des enregistrements électrophysiologiques de sensille unique ont été réalisés au niveau de la galéa (*sensillae basiconicae / chaeticae*), glossa (*sensillae chaeticae*) et des palpes labiaux (*sensillae basiconicae / chaeticae*). Au niveau des palpes labiaux et de la galéa, nous n'avons pas trouvé des sensilles répondant spécifiquement aux substances amères. Au niveau de la glossa, les sensillae chaeticae répondent légèrement à la salicine mais pas à la quinine. Les sensillae chaeticae des palpes et de la galéa répondent à la solution sucrée mais pas à la solution saline. La quinine, mais pas la salicine, inhibe les réponses au sucre. Les sensillae basiconicae des palpes et de la galéa répondent aux solutions sucrée et saline. La quinine, mais pas la salicine, inhibe les réponses à la solution sucrée mais pas à la solution saline. Nos résultats montrent une capacité réduite à la détection de substances amères au niveau des pièces buccales chez l'abeille.

Do honeybees sense bitter substances with their buccal pieces?

Here we ask whether bitter taste can be localized at the level of the buccal pieces of the honeybee. To this end, we performed behavioral and electrophysiological experiments to determine whether two bitter substances, quinine and salicine, affect the appetitive responses to sugar (extension of the proboscis) and whether electrophysiological responses to these substances can be found at the level of the mouth pieces. Harnessed bees that extended the proboscis when stimulated with sucrose solution and that received upon extension quinine or salicine (1mM, 10mM or 100mM) on the mouth parts only showed a significant increase of proboscis retraction for the highest concentration of bitter substance (100 mM). Even in this case, retraction only reached 20% to 30% thus showing that the effect of bitter substances on proboscis extension reflex was moderate. Electrophysiological recordings of single sensillae were performed at the level of the galea (*sensillae basiconicae / chaeticae*), glossa (*sensillae chaeticae*) and labial palps (*sensillae basiconicae / chaeticae*). No sensillum responding specifically to bitter substances could be found on the galea and labial palps. On the glossa, sensillae chaeticae showed some responses to salicin but not to quinine. Sensillae chaeticae of galea and palps responded mainly to sucrose and less or not to saline solution. Quinine, but not salicin, inhibited their responses to sucrose solution. Sensillae basiconicae of galea and palps responded both to sucrose and saline solution. Quinine, but not salicin, inhibited their responses to sucrose solution but not to saline solution. Our results indicate a reduced faculty for sensing bitter substances at the level of mouth pieces in honeybees.

La perception visuelle de la perspective par les ouvrières de la fourmi *Myrmica sabuleti*

M.-C. Cammaerts

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

En lumière uniquement jaune, ainsi qu'en lumière exclusivement ultraviolette, les ouvrières de *Myrmica sabuleti* ne distinguent pas deux objets qui sont inclinés vers l'arrière à des degrés différents. Par contre, elles font parfaitement la distinction entre de tels objets lorsqu'elles sont en lumière naturelle ou éclairées à la fois par de la lumière jaune et de la lumière ultraviolette. Nous pensons donc que c'est leur perception simultanée d'une part de la lumière visible et d'autre part de la lumière ultraviolette qui leur permet d'avoir une vision avec perspective de leur environnement.

Visual perception of perspective by *Myrmica sabuleti* workers.

Under only yellow light, as well as under exclusively UV light, *Myrmica sabuleti* workers are unable to distinguish two linear segments sloping down backwards at two different extents. On the contrary, they obviously discriminate between two such segments when they are under natural light or when they are at the same time under yellow and UV light. This allows to suppose that *M. sabuleti* workers see their environment with some perspective thanks to their simultaneous sensitivity to visible and to UV light.

Etude des comportements d'*Apis mellifera* aux pas de vol

O. Celle¹, N. Cougoule¹, M. Ribière¹, M.-P. Chauzat¹, J. Pierre²

¹Laboratoire d'étude sur la pathologie des petits ruminants et des abeilles, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, 105 route des chappes, BP 111 06902 Sophia Antipolis ;

²INRA UMR [BiO3P] Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes, Domaine de la Motte, BP 35327, 35653 Le Rheu Cedex.

Cette étude entre dans le cadre des recherches sur les affaiblissements de colonies effectuées par le laboratoire de l'AFSSA Sophia Antipolis. En effet, ces dernières années des comportements de « houspillages » et d'abeilles tremblantes et/ou inactives aux pas de vol ont été rapportés. Dans certain cas ils étaient couplés aux phénomènes d'affaiblissement des colonies d'abeilles domestiques (*Apis mellifera*). Ces observations posent plusieurs questions: 1) Ces comportements représentent-ils des réactions « normales » consécutives à une situation particulière (faible miellée, pillage)? 2) Sinon, dans quelles situations apparaissent-ils ? 3) Sont-ils les symptômes spécifiques d'une maladie ou d'une intoxication? Afin d'aborder cette problématique nous avons réalisé, dans un premier temps, une recherche bibliographique des comportements aux pas de vol: gardiennage, pillage, agressivité. Notre objectif était de faire un état des lieux d'une part des comportements qualifiés de « normaux », et d'autre part des comportements « anormaux », tels que des symptômes de tremblements et de « houspillage » décrits par ailleurs lors de cas de paralysie chronique (maladie virale de l'abeille adulte). Cette recherche sera poursuivie par une étude plus ciblée des comportements aux pas de vol menée en collaboration avec l'INRA de Rennes. Au cours de cette année apicole, des observations et des films seront effectués sur des colonies dans différentes situations géographiques et environnementales. Les données ainsi recueillies serviront de point de départ à l'élaboration d'un éthogramme pour étudier les comportements rencontrés sur les pas de vol de colonies présentant ou non des cas de paralysie chronique. Ces résultats seront complétés par des analyses pathologiques, virologiques et toxicologiques. L'objectif de ce travail est d'établir un référentiel de comportements. Ces données permettront d'améliorer nos outils de suivi des colonies et d'orienter les diagnostics de terrain.

Etude électrophysiologique des courants ioniques macroscopiques de la cellule musculaire squelettique d'abeille adulte par la méthode de patch-clamp

C. Collet

UMR 406 INRA/UAPV Ecologie des Invertébrés, Laboratoire de Toxicologie Environnementale, Site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9

Les canaux ioniques sous-tendent l'activité électrique physiologique de cellules telles que les neurones et les cellules musculaires. Par le passé, les expériences effectuées sur les invertébrés ont donné lieu à plusieurs découvertes fondamentales dans les domaines de la conduction axonale, la transmission synaptique mais aussi la neurobiologie intégrative et le comportement. Parmi les invertébrés, l'abeille (*Apis mellifera*) représente dans ces domaines l'un des modèles d'étude les plus pertinents car (i) la morphologie de son système neuro-musculaire est relativement simple et (ii) les interactions interindividuelles nécessaires à sa vie sociale hiérarchisée montrent qu'il existe une extrême complexité et une finesse de régulation des fonctions de locomotion, de thermogenèse, de vision, d'olfaction, de communication chimique ainsi que des processus impliqués dans l'apprentissage et la mémorisation. Outre son intérêt agro-économique et environnemental, l'abeille présente donc un grand intérêt scientifique fondamental. Au niveau environnemental, elle contribue notablement au maintien de la biodiversité floristique et pour cette raison, l'abeille est un insecte protégé par les lois Européennes : dans le cadre de l'homologation des nouvelles molécules insecticides, l'innocuité des produits doit être démontrée sur cet insecte utile. Plusieurs classes d'insecticides ont vraisemblablement un mode d'action commun sur les canaux ioniques des cellules des systèmes nerveux et neuro-musculaire. Nous avons pour la première fois ici mis au point une préparation de cellules musculaires isolées à partir d'abeilles adultes. Les propriétés d'excitabilité de ces cellules ont été explorées par la technique électrophysiologique de patch-clamp dans sa configuration cellule entière. Plusieurs canaux ioniques voltage-dépendants ou ligand-activés ont été identifiés.

Electrophysiological study of macroscopic ionic currents in adult honeybee skeletal muscle fiber using the patch-clamp technique.

Ion channels underlie the physiological activity of electrically excitable cells such as neurons or muscle cells. In the past, important discoveries concerning axonal conduction, synaptic transmission, integrative neurobiology and behavior were made using invertebrates. Among invertebrates, honeybee is one of the most useful models, owing to (i) the relative simplicity of its neuromuscular system and (ii) the great complexity and the fine tuning of physiological functions both needed for the social interactions to take place in the hive (locomotion, thermogenesis, vision, olfaction, learning and memory). Not only honeybee is important on agro-economical and environmental points of view, but also in scientific research. It also notably contributes to vegetal biodiversity stability and for those reasons, honeybee is protected by European laws: new insecticide compounds must prove to be non-toxic on this useful insect. Several insecticides likely affect ion channels of both neural and neuromuscular systems. Here, we have for the first time designed a procedure to isolate adult honeybee skeletal muscle fibers. Electrophysiological properties of those cells were explored with the whole-cell patch-clamp technique. Several voltage-dependant or ligand-activated ion channels have been identified.

Influence de l'âge des mâles sur le système de reconnaissance spécifique de *Bombus terrestris* (L.)(Hymenoptera, Apoidea)

A. Coppée, P. Rasmont & M. Terzo

Laboratoire de Zoologie, Université de Mons-Hainaut (Pentagone), Avenue du Champ de Mars 6, B-7000 Mons, Belgique

Les mâles de bourdons utilisent les phéromones sécrétées par leurs glandes labiales céphaliques pour attirer les femelles conspécifiques en vue de s'accoupler. La composition des sécrétions des glandes labiales céphaliques est spécifique et se caractérise par la présence d'un ou plusieurs composés majeurs et de nombreux composés mineurs à l'état de trace. Une importante variation de la composition des glandes labiales céphaliques de *Bombus ruderarius* (Müller) a été mise en évidence par Terzo *et al.* (2005). L'étude menée ici a pour but de déterminer si une telle variation peut être liée à l'âge des spécimens. Pour ce faire une colonie de *Bombus terrestris* (L.) est mise en élevage. Les mâles qu'elle produit sont isolés à différents âges. Leurs glandes labiales sont disséquées et mises en solution. Ces solutions sont analysées à l'aide d'un GC-MS. L'abondance relative de certains composés augmente avec l'âge, notamment celle du terrestrol (2,3-dihydro-6-transfarnesol), le composé majeur de l'espèce. La variabilité des sécrétions permet de reclasser les mâles dans une des 4 classes d'âges (0, 1 à 4, 5 à 15 et 30 à 40 jours) avec moins de 5% d'erreur. Il est probable que les mâles capturés dans la nature et qui présentent un spectre dans lequel la molécule spécifique n'est pas le composé majeur sont de vieux mâles.

Influence of the age of males on the specific recognition system in *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera, Apoidea)

The males of bumblebees use pheromones synthesized by their cephalic labial glands to attract conspecific females in order to mate. The composition of the cephalic labial glands secretions is species specific. It is characterized by few major compounds and by numerous minor ones with low concentration. An important variation in the composition of the cephalic labial glands in *Bombus ruderarius* (Müller) was discovered by Terzo *et al.* (2005). The present study aims at determining if such a variation could be linked to the age of the specimens. For this purpose, a *Bombus terrestris* (L.) colony was bred. The males produced were isolated at different ages. Their cephalic labial glands were dissected and put in solution. These extracts were analyzed by GC-MS. The relative abundance of some compounds increased with age, specially for terrestrol (2,3-dihydro-6-transfarnesol), the major compound of the species. The variability of the secretions allowed us to reclassify the males in one of the four age classes (0, 1 to 4, 5 to 15 and 20 to 40 days), with less than 5 % wrong assignments. Males caught in natural conditions and presenting a spectrum in which the species specific molecule is not the major compound of the species are most likely old males.

Des ouvrières triploïdes dans une population de *Tapinoma erraticum*

L. Cournault & J.-C. de Biseau

Service d'Eco-Ethologie Evolutive, Université libre de Bruxelles, 50 Avenue F.D. Roosevelt, CP 160/12, B-1050 Bruxelles, Belgique.

Nous rapportons ici la présence d'ouvrières triploïdes au sein d'une population de *Tapinoma erraticum*. 29 nids de *T. erraticum* ont été récoltés durant l'été 2005 dans les environs de Treignes dans les Ardennes belges. Le degré de ploïdie de 20 ouvrières par colonie a été déterminé par cytométrie de flux. 8 colonies sur 29 (27,6%) présentent au moins une ouvrière triploïde. Les ouvrières triploïdes représentent 35,5% des individus analysés (moyenne, bornes 5-100%, n=8). Il s'agit, à notre connaissance, du second cas de triploïdie femelle connu chez les Formicidae, le premier ayant été décrit *Solenopsis invicta* (Krieger et al., 1999).

Worker triploidy in a population of *Tapinoma erraticum*

We report here the presence of triploid workers within a population of the erratic ant (*Tapinoma erraticum*). We collected 29 nests in the Belgian Ardennes. We estimated ploidy of 20 workers per colony using a flow cytometer. 8 colonies out of 29 present at least one triploid worker, which represents 27,6% of the studied population. Triploid workers account for 35,5% of the analyzed workers (mean, range 5-100%, n=8). To our knowledge, it is the second case of female triploidy among Formicidae, the first one being *Solenopsis invicta* (Krieger et al., 1999).

Mémoire olfactive à long terme chez les fourmis *Camponotus*

C. Eschbach¹, F. Dupuy¹, R. Josens² & M. Giurfa¹

¹Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS – UPS, 31062 Toulouse, France

²Grupo de Estudios de Insectos Sociales, Universidad de Buenos Aires, CP1428
Buenos Aires, Argentine

Les fourmis du genre *Camponotus* se basent sur des signaux olfactifs pour s'orienter dans leur environnement. Récemment, nous avons montré que deux espèces de *Camponotus*, *fellah* et *mus*, sont capables d'apprentissage olfactif individuel en conditions expérimentales contrôlées. Un paradigme de conditionnement opérant nous a permis d'étudier leurs apprentissage et mémoire olfactifs dans un labyrinthe en Y, dans lequel elles devaient discriminer deux odeurs pures, une récompensée avec une solution de sucrose et l'autre punie avec une solution de quinine. Les fourmis apprennent la discrimination après 16 essais mais aucune tentative pour estimer la durée et la robustesse de cette mémoire n'avait été réalisée. Nous avons ici utilisé *Camponotus fellah* pour étudier la question d'une rétention à long terme après conditionnement olfactif. Nous avons entraîné les fourmis avec du limonène et de l'octanal, deux odeurs qui sont bien apprises et discriminées, et les avons testées après conditionnement avec ces odeurs présentées sans renforcements. Les tests ont été réalisés à 24h ou 72h post acquisition. Lors les deux tests, les fourmis choisirent significativement l'odeur préalablement récompensée et passèrent plus de temps dans le bras du labyrinthe présentant cette odeur. Nous n'avons pas vu d'extinction de ces performances, même après cinq tests de rétention non renforcés. Ces résultats montrent que les mémoires olfactives à long terme sont établies dans le cerveau de *C. fellah* et que ces mémoires sont extrêmement stables et robustes.

Long-term olfactory memory in *Camponotus* ants

Ants of the genus *Camponotus* rely on olfactory cues to orient in their environment. Recently, we showed that two *Camponotus* species, *fellah* and *mus*, are capable of individual olfactory learning under controlled laboratory conditions. An operant conditioning paradigm allowed us to study their olfactory learning and memory in a Y-maze, in which they had to discriminate between two pure odorants, one rewarded with sucrose solution and the other punished with quinine solution. Ants learned the discrimination after 16 trials but no assays were performed to estimate memory duration and robustness. Here we used *Camponotus fellah* and addressed the problem of long-term olfactory retention after conditioning. We trained ants with limonene and octanal, two odorants that are well learned and discriminated, and tested them after conditioning with these odours presented without reinforcements. Tests were performed at 24h or 72h post acquisition. In both tests, ants chose significantly the previously rewarded odour and spent more time in the arm of the Y-maze presenting this odour. No extinction of these performances was visible, even after five non-reinforced retention tests. These results show that olfactory long-term memories are established in the *C. fellah* brain and that these memories are extremely stable and robust.

Abondance, structure et composition des nids de la fourmi *Anoplolepis tenella* associée à la cochenille africaine des racines et tubercule dans le bassin du Congo.

A. Fotso Kuate¹, M. Tindo¹, R. Hanna², M. Kenne³ et G. Goergen²

¹*International Institute of Tropical Agriculture-Cameroon, BP 2008 Messa, Yaoundé, Cameroun*

²*International Institute of Tropical Agriculture-Benin BP 08-0932 Cotonou, Republic of Benin*

³*Université de Douala, Faculté des Sciences BP 24157 Douala, Cameroun*

Anoplolepis tenella est une fourmi terricole de la zone forestière de l'Afrique Centrale. Elle est fréquemment associée à la cochenille africaine des racines et tubercule (CART), *Stictococcus vayssierei* Richard, un ravageur émergeant du manioc. La mise au point d'une méthode efficace de lutte contre la CART nécessite des données sur la biologie de la fourmi et la nature des interactions entre les deux insectes. Une étude sur la distribution et la composition des nids de fourmi dans les types de végétation dominantes a été conduite au sud Cameroun. Les résultats montrent que les nids sont construits à la base des plantes attaquées par la CART et particulièrement le manioc. La densité des nids est plus élevée dans les champs de manioc que dans les jachères, forêt secondaire et forêt primaire. La structure interne du nid consiste en plusieurs chambres inter connectées par un ensemble de galeries. Très peu de nids étaient dépourvu de reine alors que ceux pourvus de reine étaient fortement polygynes. Le couvain des sexués a été observé dans le nid entre Juin et Août et les individus sexués entre Juin et Septembre. Le vol nuptial a été observé entre Août et Septembre. La densité élevée des nids dans les milieux perturbés en plus de la polygynie, sont des indications que *A. tenella* partagerait quelques caractéristiques des fourmis vagabondes.

Field abundance, nest architecture and composition in the ant *Anoplolepis tenella* associated with the African root and tuber scale in the Congo Basin

Anoplolepis tenella is a ground-dwelling ant of the tropical forest zone of Central Africa. It is commonly associated with the African root and tuber scale (ARTS), *Stictococcus vayssierei* Richard, an emerging cassava pest. Developing effective methods to control ARTS requires basic knowledge of the biology of *A. tenella* and the nature of interactions between the two insects. A study was conducted on the nest distribution and composition in various vegetation types prevailing in Southern Cameroon. The results show that nests are generally built at the base of ARTS infested plants and mainly under cassava plants. Densities of *A. tenella* nests are higher in cassava fields compared with their densities in fallows, secondary forest and primary forest. The internal structure of *A. tenella* nest consists of cavities inter connected by a set of galleries. Relatively low percentage of nests were queen-less, while those with queens were strongly polygynous. The brood of sexual individuals appears in the nests from June to August, while sexual individuals can be found in the nests from June to September. Nuptial flights were observed between August and September. The high densities of the nests in disturbed areas in addition to polygyny are indications that *A. tenella* may share some characteristics with tramp ant species. Mots clés : *Anoplolepis tenella*, fourmi, méthode de lutte, nid, polygynie, espèce vagabonde.

Les intercastes expérimentaux sexué-soldat de *Prorhinotermes simplex* (Isoptera: Rhinotermitidae)

R. Hanus, J. Šobotník & Z. Wimmer

Département des Produits Naturels, Institut de la Chimie Organique et Biochimie, Académie des Sciences de la République Tchèque, Flemingovo nám. 2, 166 10 Prague 6, Rép. Tchèque.

Les intercastes particuliers du termite *Prorhinotermes simplex* ont été obtenus à l'aide de l'analogue de l'hormone juvénile (JHA). Ces intercastes proviennent d'un groupe de pseudergates auquel ont été ajoutés plusieurs individus, nourris préalablement pendant une semaine avec le bois traité par le JHA. En quatre semaines, plusieurs pseudergates se sont transformés en intercastes qui partagent à vue d'œil la morphologie externe des sexués néoténiques et des soldats. Leur corps est sclérotisé et pigmenté comme chez des néoténiques matures. La tête est également d'une forme arrondie et les sternites abdominaux possèdent des traits sexuels caractéristiques. Par contre, les mandibules sont apparemment influencées par la morphogenèse du type soldat: elles sont longues, notamment leur partie apicale, avec l'apex pointu et la dentition réduite. Le pore frontal de la glande défensive est clairement visible. L'observation microscopique a confirmé l'expression parallèle des traits des sexués et ceux des soldats. Les organes génitaux et le tube digestif sont développés comme chez des jeunes sexués chez les deux sexes. Les cellules tégumentaires glandulaires sont très nombreuses, plus que chez des pseudergates ou des soldats, mais pas aussi nombreuses que chez des néoténiques. La glande frontale est présente en forme d'un petit sac dans la cavité de la tête, plus petit que chez les adultes ailés. Son ultrastructure diffère de celle des autres castes. Nous remercions de leur soutien la Fondation Scientifique Tchèque (projets 203/05/2146 et 206/06/1643) et le projet Z4 055 0506 réalisé à IOCB AS CR.

Experimental intercastes reproductive-soldier in *Prorhinotermes simplex* (Isoptera: Rhinotermitidae)

Unusual intercastes of a termite *Prorhinotermes simplex* were obtained with use of a juvenile hormone analogue (JHA). The intercastes originated in a group of pseudergates into which several individuals, fed before during one week on a JHA-treated wood, were added. Four weeks later the pseudergates moulted into intercastes sharing at the first view the outer morphology of a neotenic reproductive and a soldier. Their body was markedly sclerotized and dark, as in mature neoténics. Also the head had a round shape and the abdominal sternites displayed the sex-specific characteristics. On the contrary the mandibles were apparently affected by soldier morphogenesis: they were longer, namely in their apical part, with long and sharp points and reduced marginal dentition. The frontal pore of the defensive frontal gland was clearly visible. Microscopic observation revealed a parallel expression of sexual and soldier traits. The gonads and the digestive system were developed as in young reproductives in both sexes. Epidermal gland cells were very numerous, much more than in soldiers or pseudergates but not as much as in neoténics. The frontal gland was present, it had a form of a small sac in the head, smaller than that in imagoes. Its ultrastructure differed from natural castes. We are grateful to the Czech Science Foundation (projects 203/05/2146 and 206/06/1643) and the project Z4 055 0506 realized at IOCB AS CR.

Communautés de bourdons (Hymenoptera, Apidae) de la vallée d'Eyne (France, Pyrénées-Orientales)

S. Iserbyt & P. Rasmont

Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie, Pentagone, Avenue du Champ de Mars 6, B-7000 Mons, Belgique

La diversité de la faune des bourdons des Pyrénées-Orientales en général et de la commune d'Eyne en particulier a déjà été signalée par plusieurs auteurs. Malgré sa superficie réduite (20,18km²) 32 espèces de bourdons ont été relevées sur les 46 espèces présentes en France continentale. Face à une telle concentration d'espèce, on peut se demander comment la communauté de bourdons se structure ? Les préférences écologiques des espèces de bourdons sont-elles suffisamment différentes pour permettre la coexistence de celles-ci ? Durant les mois de juillet de 1998 et 1999, 176 stations dispersées sur l'ensemble du territoire d'Eyne ont fait l'objet d'observations détaillées des bourdons et de la végétation. Au total, 4 classes de variables écologiques susceptibles d'influencer la structure de la faune des bourdons ont été considérées: l'altitude, la formation végétale, la typologie CORINE et les principaux genres de plantes butinées. Par une analyse canonique des correspondances, on a pu montrer que la distribution des espèces de bourdons semble principalement corrélée aux principaux genres de plantes butinées et secondairement à la formation végétale, la typologie CORINE et à l'altitude. Cependant, chacune des variables subordonnées des 4 classes de variables principales étudiées influence plus ou moins fortement chaque espèce. L'environnement complexe d'Eyne permet la coexistence et le maintien de ces nombreuses espèces aux affinités écologiques très diverses.

Bumblebees communities (Hymenoptera, Apidae) of the Eyne valley (France, Eastern-Pyrenees)

The bumblebees fauna diversity of the whole Eastern-Pyrenees and specially in Eyne has been described by several authors. In spite of its small area (20,18km²), 32 bumblebees species were observed from the 46 species existing in the France mainland. Having in mind this extremely high species diversity, we may ask how such bumblebees assemblage could be organised? Are the ecological preferences of bumblebees different enough to allow their coexistence? During July 1998 and 1999, 176 stations dispersed on the whole Eyne territory were carefully sampled for bumblebees and vegetation. 4 classes of ecological variables that likely influence the bumblebees fauna structure were considered: altitude, vegetation, CORINE typology and main food plants. By a canonical correspondence analysis, we show that the distribution of the bumblebees species seems mainly correlated with main food plants and thereafter with the vegetation, the CORINE typology and the altitude. However, each variable of the 4 classes influence more or less each species. The complex environment of Eyne allows the coexistence and the persistence of these many species with very diverse ecological affinities.

Dominance de *Solenopsis geminata* Fabricius (Formicidae, Myrmicinae) dans les milieux anthropisés du littoral Cameroun

M. Kenne¹, R. Mony¹, M. Tindo¹, L.C. Kamaha Njaleu¹, R.J. Priso¹ & A. Dejean²

¹ *Université de Douala, Faculté des Sciences, BP 24157 Douala, Cameroun*

² *LEDB (UMR-CNRS 5174), Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex, France.*

La composition des communautés de fourmis qui peuplent les habitations, les jardins, les surfaces cultivées et les vieilles jachères, a été étudiée dans la région de Douala (Cameroun ; 4°01 de latitude Nord et 09°44 de longitude Est). Les indices de diversité, de richesse et de régularité spécifique ont montré une différence non négligeable entre les communautés étudiées. Ces indices sont élevés dans les vieilles jachères et faibles dans les milieux urbains. 28 espèces de fourmis ont été identifiées, parmi lesquelles deux sont étrangères [*Solenopsis geminata* (Fabricius) et *Monomorium destructor* (Jerdon), natives respectivement de l'Amérique tropicale et de l'Inde]. Parmi les espèces natives de la région, deux espèces [*Paratrechina longicornis* (Latreille) et *Pheidole megacephala* (Fabricius)] sont cosmopolites et numériquement dominantes. *Solenopsis geminata* est positivement associée à *Camponotus* sp.2 et négativement associée à *Monomorium* sp.6 et à *Ph. megacephala*. *Paratrechina longicornis* est positivement associée à *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius) et à *Camponotus* sp.2. Elle est négativement associée à *Tapinoma* sp.1. Enfin *Ph. megacephala* (Fabricius) est positivement associée à *Odontomachus troglodytes* (Santchi) et *Tetramorium* sp.3. Elle est négativement associée à *Tapinoma* sp.1, *Monomorium* sp.5 et à *S. geminata*. La dominance de quelques espèces témoigne de l'existence dans les milieux étudiés, d'une forte compétition interspécifique et/ou d'une forte perturbation anthropique.

Dominance of *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) in anthropized areas of the littoral-Cameroon

The community structure of ants that infest dwellings, gardens, cultivated areas and old fallows in the littoral zone around Douala (Cameroon; 4°01 N and 09°44 E), was studied. Diversity, richness and evenness indices indicated slight differences in ant assemblages, with samples from old fallows having the highest species richness, and urban environments having the lowest. Of the 28 species collected, two alien species [*Solenopsis geminata* (Fabricius) and *Monomorium destructor* (Jerdon), native to tropical America and India, respectively] and two native species [*Paratrechina longicornis* (Latreille) and *Pheidole megacephala* (Fabricius)] were recorded as the most "cosmopolitan" and dominant species. *Solenopsis geminata* was positively associated with *Camponotus* sp.2, and was negatively associated with *Monomorium* sp.6 and with *Ph. megacephala*. *Paratrechina longicornis* was positively associated with *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius) and with *Camponotus* sp.2, and negatively associated with *Tapinoma* sp.1. Finally *Ph. megacephala* (Fabricius) was positively associated with *Odontomachus troglodytes* (Santchi) and *Tetramorium* sp.3, and negatively associated with *Tapinoma* sp.1, *Monomorium* sp.5 and, as seen above, with *S. geminata*. Dominant species appeared to influence the abundance of rare species. The dominance and high abundance of a few species indicated that the studied areas were influenced mostly by interspecific competition and/or disturbance by human activities.

**Evolution réticulée chez les *Reticulitermes* tyrrhéniens :
étude phylogéographique de la sous-espèce insulaire *Reticulitermes
lucifugus corsicus*-**

T. Lefebvre^{1,2}, D. Limousin² and A.-G. Bagnères²

¹ *Laboratoire d'Ecologie des Sols Tropicaux, UMR 137-Biosol, Université Paris XII, Institut de Recherche pour le Développement, 93143, Bondy, France*

² *Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, CNRS UMR 6035, Université François Rabelais Faculté des Sciences et Techniques, 37200, Tours, France*

Bien que les populations européennes de *Reticulitermes* soient aujourd'hui bien étudiées, la taxonomie et les rapports phylogénétiques dans le genre sont encore fort discutés. Notre étude s'intéresse à l'évolution passée et récente, au niveau intra-spécifique de la sous-espèce insulaire *Reticulitermes lucifugus corsicus* ; elle apporte dans ce domaine de nouvelles perspectives. Basée sur un large échantillonnage dans la région Tyrrhénienne (de Corse en Toscane), une approche multidisciplinaire (microsatellites, séquences mitochondriales et nucléaires, hydrocarbures cuticulaires) nous a permis de retracer l'histoire évolutive de la sous-espèce, de ses origines à ses derniers développements sur les côtes continentales. Les populations insulaires se seraient d'abord différenciées du *Reticulitermes lucifugus* péninsulaire par vicariance pendant les cycles glaciaires du début Pléistocène. Puis, plus récemment, une expansion continentale en Provence et en Toscane se serait produite, certainement en raison des croisements trans-tyrrhéniens multiples aidés par les transports humains. Ces introductions ont créé plusieurs zones hybrides qui ont fait le sujet d'analyses complètes. Présentées sous plusieurs formes (introgression asymétrique, hybrides directs), ces transferts horizontaux de gènes pourraient favoriser un nouveau type d'évolution dite réticulée. Celle-ci augmenterait la vitesse d'adaptation des nuisibles *Reticulitermes* et notamment dans nos villes.

**Reticulate evolution within Tyrrhenian *Reticulitermes*:
Phylogeographical study of the insular subspecies *Reticulitermes lucifugus corsicus*-**

Although European populations of *Reticulitermes* have now been much studied, both the taxonomy and the phylogenetic relationships within the genus are still debated. Our study investigates past and recent evolution at the intraspecific level in the insular subspecies *Reticulitermes lucifugus corsicus* and provides new insights into those phenomena. Based on a large sampling in the Tyrrhenian region (from Corsica, France, to Tuscany, Italy), a multidisciplinary approach (microsatellites, mitochondrial and nuclear DNA sequences, cuticular hydrocarbons) enabled us to redraw the subspecies' evolutionary history from its origins to its latest developments on continental coasts. Corsican populations first differentiated by vicariance from peninsular *Reticulitermes lucifugus* during glaciations cycles of the early Pleistocene. Then, more recently, a continental extension in Provence and Tuscany occurred, certainly due to multiple transtyrrhenian crossings helped by human transport. These introductions created several hybrid zones which were the subject of thorough analyses. Present in several forms (asymmetrical introgression, direct hybrids), these hybridizations could favour a new type of evolution known as reticulate, which would increase the adaptation of *Reticulitermes*, as pests in our cities.

Cas de réduction de la pollinisation d'un figuier par l'action de fourmis prédatrices

G. Michaloud¹ et B. Schatz²

¹AMAP- CIRAD, Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier cedex 5, France

²Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), UMR CNRS 5175, 1919 route de Mende, F-34293 Montpellier cedex 5, France

Les fourmis jouent un rôle indirect important dans le mutualisme obligatoire entre le figuier et ses pollinisateurs. Alors que les fourmis sont principalement connues pour capturer ces pollinisateurs au moment de leur sortie des figes matures (phase mâle), nous reportons ici un cas où la prédation des fourmis sur les pollinisateurs est réalisée au moment de leur entrée dans les figes à leur phase réceptive (femelle). Les ouvrières d'*Oecophylla longinoda* capturent les pollinisateurs du figuier *Ficus ottoniifolia*, quand ils se posent sur la surface de la fige ou lorsqu'ils tentent de pénétrer dans la fige par l'ostiole. Sachant que dans notre aire d'étude chacune des figes est visitée par un pollinisateur seulement, la prédation par les fourmis peut expliquer l'avortement des figes (78.69% des figes de l'arbre étudié) provoquée par l'absence de visite pollinisatrice (91.4% d'un échantillon de ces figes n'ont pas été pollinisées). Ce score contraste fortement avec l'important taux de pollinisation des figuiers locaux homosécifiques. Par leur capture de pollinisateurs sur les figes réceptives femelles, la prédation réalisée par les fourmis peut avoir localement un impact négatif très important sur la pollinisation des figuiers.

Reduction of fig pollination by ant predation

Ants play important indirect roles in fig / fig wasp mutualism. While they are mainly known to capture pollinating wasps upon their emergence from mature figs (male phase), we report here a case of ant predation on pollinators entering figs (syconia) at the receptive stage (female phase). *Oecophylla longinoda* workers capture the pollinators of *Ficus ottoniifolia* when they land on the fig surface or when they attempt to penetrate through the ostiole of the fig. Because in the study area each fig of most visited figs are visited by only one pollinator, then predation by ants is likely to explain the important proportion of fig abortion (78.69% of the fig crop studied on one tree) since 91.4% of this sample we analysed had not been entered by any pollinator. This score is highly contrasting with the very successful pollination we observed on other local conspecific trees. By their capture of pollinators on female phase syconia, the ant predation can punctually have a strong negative impact on the fig pollination.

Potentialités ontogéniques de la caste des ouvriers chez des termites souterrains : étude expérimentale du développement colonial

A. Pichon, M. Kutnik, S. Dupont, N. Châline, L. Leniaud, A.G. Bagnères

IRBI, UMR CNRS 6035, Ecologie Chimique, Moléculaire et Insectes Sociaux, Université François Rabelais, Parc Grandmont, avenue Monge, 37200 Tours

En France, chez les termites souterrains appartenant au genre *Reticulitermes*, *R. grassei* et *R. santonensis* sont parmi les espèces prédominantes en zone urbaine. Les termites ont un processus de différenciation des castes unique chez les insectes sociaux, dont l'une des spécificités est le développement des ouvriers en reproducteurs secondaires (néoténiques), notamment en l'absence de reproducteurs primaires. Grâce à la différenciation des castes, les structures sociales et génétiques peuvent varier en fonction de l'état de la colonie. Les facteurs influençant les potentialités ontogéniques des *Reticulitermes* restent mal connus. Cette étude vise à montrer l'effet d'un facteur tel que la densité des ouvriers dans la colonie sur le développement des castes et à évaluer la contribution respective des reproducteurs secondaires au développement de la colonie. Des groupes d'ouvriers des espèces *R. grassei* et *R. santonensis* ayant des effectifs variables ont été placés en conditions contrôlées. Pour chaque groupe, le nombre d'individus au sein de chaque caste présente est déterminé après 12 et 24 mois. Dans un deuxième temps, la contribution de chaque néoténique à la croissance des groupes est évaluée à l'aide du génotypage des termites produits. Pour les deux espèces, l'observation après 12 mois montre la survie de la majorité des groupes initiaux. Pour ceux comportant les plus grands effectifs, des néoténiques ont produit une nouvelle génération de termites. Le nombre de néoténiques observé est corrélé positivement à la taille initiale des groupes. La fécondité moyenne est élevée pour les néoténiques femelles observées chez *R. grassei* et plus faible pour celles observées au sein de *R. santonensis*. Vingt quatre mois après le début de l'expérience, des néoténiques et leur descendance sont également présents dans certains des groupes les plus petits à l'origine. Les résultats du génotypage en cours permettront de déterminer la structure génétique au sein des groupes, plus particulièrement pour les nouveaux termites, et d'inférer, à partir des génotypes de leurs descendants, le nombre de néoténiques mâles et femelles qui se sont effectivement reproduits. Ces résultats pourraient montrer, si le nombre de reproducteurs est limité, s'il existe une compétition entre les néoténiques pour participer à la croissance de la colonie.

Le butinage dans une fleur artificielle : effet du volume délivré sur le temps de prélèvement

M.B.C. Sokolowski¹, J. Bonilla¹ & J. Pierre²

¹*Université de Picardie – Jules Verne, Département de Psychologie, chemin du Thil, 80025 Amiens Cedex 1*

²*INRA UMR BIO3P, Domaine de la Motte, 35653 Le Rheu Cedex*

Dans le but d'étudier les stratégies d'approvisionnement chez l'abeille domestique, nous avons récemment mis au point une fleur artificielle pilotée par ordinateur capable de délivrer à des moments choisis (lors des visites, par exemple) des volumes contrôlés de solution sucrée. Nous présentons ici les premières données récoltées visant à mesurer le comportement d'abeilles en vol libre face à ce nouveau dispositif. Nous avons fait varier de manière aléatoire le volume délivré à chaque visite (solution concentrée à 50%) dans une gamme allant de 1 à 5 μL et mesuré le temps passé par les insectes à l'intérieur de la fleur. Le temps de prélèvement, mesuré grâce à des capteurs placés à l'intérieur de la fleur, varie linéairement avec le volume délivré, ce qui témoigne d'une vitesse constante de pompage. Par ailleurs, en plus du temps passé à prélever la solution, nous montrons également qu'à chaque visite, l'abeille passe une quantité constante de temps additionnel dans la fleur.

Foraging in an artificial flower: effect of distributed volume upon probing time

In order to study the nectar foraging behaviour of honeybees, we have recently built a computer-controlled artificial flower. At a chosen time, the flower distributes controlled volumes of sugar solution. Here, we present the first data registered on the visits of free-flying honeybees. Volumes between 1 and 5 μL (50% sugared solution) were randomly delivered and the time spent by the honeybees inside the flower were measured. The probing time (measured with an infrared transistor) is linearly related to the distributed volume. This result shows that the pumping rate is constant. Moreover, with the time used to extract the solution, at each visit, we show that honeybees spend a constant additional amount of time inside the flower.

Avancées dans la méthodologie d'étude de la construction du nid chez la fourmi *Lasius niger*

E. Toffin, A. Campo & J.-L. Deneubourg

*Service d'Écologie Sociale, Université Libre de Bruxelles CP 231, Campus de la Plaine,
Boulevard du Triomphe, Bruxelles, 1050, Belgique*

La méthodologie classique employée lors de l'étude de la construction des nids chez les fourmis terricoles fait souvent appel à la technique du moulage. Bien que fort répandue, cette méthode présente des désavantages certains notamment lorsqu'il s'agit d'étudier la construction d'une façon dynamique. Notre étude sur la fourmi *Lasius niger* portant sur la morphogenèse du nid, nous avons utilisé deux méthodes de collecte de données morphologiques : la tomographie et le scan laser en trois dimensions, celui-ci ayant été construit au laboratoire. Ces méthodes apportent un renouveau dans le domaine et offrent de larges possibilités de part leur fiabilité et leur paramétrage. Nous nous efforcerons ici de présenter les apports de ces deux techniques dans l'étude du processus de construction du nid, ainsi que les caractéristiques les plus intéressantes qui rendent ces méthodes applicables à de nombreux autres domaines d'étude.

Methodological advances in the study of the nest building in the ant *Lasius niger*.

The classical way to study nest building in terri-colous ants is based on nest casting. However, even if this method is well spread, it presents numerous deficiencies particularly when dynamical datas are required. Our study on *Lasius niger* being about nest morphogenesis, we tested two new methods to collect morphological datas: tomography and 3D home-made laser scanner. Those two methods give a new breath to this investigation domain and offer numerous and wide possibilities, due to their high degree of reliability and optimization. We will present here the significant contributions of tomography and 3D laser scanning to nest building studies, and the most interesting characteristics that give the opportunity to use those two methods in a wide variety of different domains of study.

Index auteurs & liste des participants

* * *

INDEX DES AUTEURS ET LISTE DES PARTICIPANTS

En gras : les personnes présentes au colloque

NOM	PAGE	ADRESSE	COURRIEL
Ahrens M.E.	61	UMR 6035 CNRS, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Université de Tours, Faculté des Sciences, Parc Grandmont, 37200 Tours, France	
Aléné D.C.	26	Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, BP 812 Yaoundé, Cameroun	
Aron Serge	14, 16, 18, 20, 21	Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12 - Université Libre de Bruxelles, B-1050 Bruxelles, Belgique	saron@ulb.ac.be
Avargues A.	69	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS, Université Paul Sabatier, Toulouse III, UMR 5169, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 4, France	
Aventurier P.	67	INRA, Erist-Sdar, Site Agroparc, 84914 Avignon Cedex 9, France.	pascal.aventurier@avignon.inra.fr
Badiou Alexandra	50, 51	UMR 406 INRA/UAPV, Ecologie des Invertébrés, domaine st Paul, Site Agroparc, F-84914 Avignon Cedex 9, France	badiou@avignon.inra.fr
Bagnères Anne-Genevière	13, 35, 82, 84	IRBI, UMR CNRS 6035, Univ. de Tours, Faculté des Sciences, 37200 Tours, France	bagneres@univ-tours.fr
Baratte S.	68	Laboratoire d'Ecologie CNRS UMR 7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard, 75005 Paris, France	
Barroso A.	55	Estación Biológica de Doñana, CSIC, Av. María Luisa s/n, Pabellón de Perú, 41013 Seville, Espagne	
Bécard Jean-Marc	39	UMR INRA/UAPV Ecologie des Invertébrés, Laboratoire Biologie et Protection de l'abeille, Site Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 9, France	jean-marc.becard@avignon.inra.fr
Belzunces Luc P.	47, 50, 51	UMR 406 INRA/UAPV, Ecologie des Invertébrés, domaine st Paul, Site Agroparc, F-84914 Avignon Cedex 9, France	belzunce@avignon.inra.fr
Benard Julie	69	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS, Université Paul Sabatier, Toulouse III, UMR 5169, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 4, France	benard@cict.fr
Bergoin M.	59	Laboratoire de Biologie Intégrative et Virologie des Insectes UMR 1231, CC101 Bat 24, Université Montpellier II, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5	bergoin@enscm.fr
Bernadou Abel	70	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cedex 4, France	bernadou@cict.fr
Bernasconi Christian	15	Département d'Ecologie et d'Evolution, Biophore, Université de Lausanne, CH-1015 Lausanne, Suisse	Christian.Bernasconi@unil.ch
Beugnon G.	28	Université Paul Sabatier, Toulouse 3 – CRCA, UMR CNRS 5169, 31062 Toulouse Cedex 9, France	
de Biseau Jean-Christophe	36, 37, 76	Service d'Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50 Av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique.	icbiseau@ulb.ac.be
Blanc Sébastien	41	UMR 6116 CNRS /Univ. Paul Cézanne/INRA, IMEP, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, Bât. Villemin, BP80, 13545, Aix-en-Provence, cedex 04, France	blancsebastien@hotmail.fr
Blight Olivier		31 C Allée de la Granette 13600 Ceyreste, France	olivierblight@aol.com
Bocher Aurélie	60	Laboratoire d'écologie et de parasitologie évolutive, Université P. et M. Curie, 75005 Paris	aurelie.bocher@snv.jussieu.fr
Bonilla Jimmy	85	Université de Picardie – Jules Verne, Département de Psychologie, chemin du Thil, 80025 Amiens Cedex 1	bonilla_jimmy@yahoo.fr
Boulay Raphaël	55	Estación Biológica de Doñana, CSIC, Av. María Luisa s/n, Pabellón de Perú, 41013 Seville, Espagne	
Bourguignon Thomas		Behavioral and Evolutionary Ecology, Université Libre de Bruxelles, Belgique	thomas.bourguignon@ulb.ac.be
Brent C.	16	Department of Entomology, North Carolina State University, USA	
de Brito Sanchez Gabriela	71	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse France	
Brunet Jean-Luc	51	INRA, Laboratoire de Toxicologie Environnementale, UMR 406 INRA-UAPV Ecologie des invertébrés, Site Agroparc, 84914 Avignon Cedex 9, France.	jean-luc.brunet@avignon.inra.fr
Calcaterra L.	61	UMR 6035 CNRS, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Université de Tours, Faculté des Sciences, Parc Grandmont, 37200 Tours, France	
Cammaerts Marie-Claire	25, 72	Université Libre de Bruxelles, Faculté des Sciences, CP 160/11, 50, Av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique	metricot@ulb.ac.be
Campo A.	86	Service d'Écologie Sociale, Université Libre de Bruxelles CP 231, Campus de la Plaine, Boulevard du Triomphe, Bruxelles, 1050, Belgique	
Celle Olivier	73	AFSSA Sophia-Antipolis, Unité Abeille, BP 111, F-06902 Sophia Antipolis cedex, France	o.celle@afssa.fr
Cerdá X.	55	Estación Biológica de Doñana, CSIC, Av. María Luisa s/n, Pabellón de Perú, 41013 Seville, Espagne	xim@ebd.csic.es

Châline Nicolas	38, 84	LEEC, UMR CNRS 7153, Université Paris 13, 99 Avenue JB Clément, 93430 Villetaneuse, France	Nicolas.Chaline@leec.univ-paris13.fr
Chameron Stéphane		LEEC, UMR CNRS 7153, Université Paris 13, 99 Avenue JB Clément, 93430 Villetaneuse, France	chameron@leec.univ-paris13.fr
Chauzat Marie-Pierre	49, 73	AFSSA Sophia-Antipolis, Unité Abeille, BP 111, F-06902 Sophia Antipolis cedex, France	mp.chauzat@afssa.fr
Cherix D.	15, 54	Département d'Ecologie et d'Evolution, Biophore, Université de Lausanne, CH-1015 Lausanne, Suisse	Daniel.Cherix@unil.ch
Christides J.P.	35	IRBI, UMR CNRS 6035, Univ. de Tours, Faculté des Sciences, 37200 Tours, France	christides@univ-tours.fr
Colin M.E.	59	Laboratoire de Biologie Intégrative et Virologie des Insectes UMR 1231, CC101 Bat 24, Université Montpellier II, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5	
Collet Claude	74	UMR 406 INRA/UAPV, Ecologie des Invertébrés, domaine st Paul, Site Agroparc, F-84914 Avignon Cedex 9, France	claud.collet@avignon.inra.fr
Coppée Audrey	75	Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie, 6 Avenue du Champs de Mars, B-7000 Mons, Belgique	audrey.coppee@umh.ac.be
Costagliola Guy	39	GRAPPA, INRA, Site Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 9, France	costagli@avignon.inra.fr
Cougoule Nicolas	73	AFSSA Sophia-Antipolis, Unité Abeille, BP 111, F-06902 Sophia Antipolis cedex, France	
Courant Christiane		UMR INRA-UAPV 406, Ecologie des Invertébrés, Site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9, France	christiane.courant@avignon.inra.fr
Cournault Laurent	76	Service d'Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50 Av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique.	lcournau@ulb.ac.be
Crauser Didier	39	UMR INRA/UAPV Ecologie des Invertébrés, Laboratoire Biologie et Protection de l'abeille, Site Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 9, France	didier.crauser@avignon.inra.fr
Dacher M.	48	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse France	
Debout G.	63	Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), UMR CNRS 5175, 1919 route de Mende, F-34293 Montpellier cedex 5, France	debout.gabriel@hotmail.com
Dedeine Franck	61	UMR 6035 CNRS, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Université de Tours, Faculté des Sciences, Parc Grandmont, 37200 Tours, France	franck.dedeine@univ-tours.fr
Dejean A.	26, 29, 40, 81	Laboratoire d'Evolution et Diversité Biologique, UMR-CNRS 5174, Université Toulouse III, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 4, France	dejean@cict.fr
Delattre Olivier		LEEC, UMR CNRS 7153, Université Paris 13, 99 Avenue JB Clément, 93430 Villetaneuse, France	olivier.delattre@leec.univ-paris13.fr
Deneubourg J.-L.	30, 86	Service d'Écologie Sociale, Université Libre de Bruxelles CP 231, Campus de la Plaine, Boulevard du Triomphe, Bruxelles, 1050, Belgique	jdeneub@ulb.ac.be
Depoix D.	62	UMR/CNRS 6035 IRBI/Université François Rabelais, Avenue Monge, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France	
Deutsch J.	68	Laboratoire de Biologie du Développement, CNRS UMR 7622, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard, 75005 Paris, France	
Devers Séverine		IRBI, UMR CNRS 6035, Univ. de Tours, Faculté des Sciences, 37200 Tours, France	severine.devers@univ-tours.fr
Dischinger C.	54	Musée de zoologie, Pl. Riponne 6 - CP, CH - 1014 Lausanne, Suisse.	
Djiéto-Lordon Champlain	26	Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, BP 812 Yaoundé, Cameroun	
Doums C.	22, 60	Laboratoire d'écologie et de parasitologie évolutive, Université P. et M. Curie, 75005 Paris	cdoums@snv.jussieu.fr
Dupont S.	13, 84	UMR CNRS 6035, IRBI, Université François Rabelais, Faculté des Sciences et Techniques, Parc Grandmont, 37 200 Tours, France	
Dupuy F.	77	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse France	fdupuy@cict.fr
El Maâtaoui Mohamed	39	UMR INRA/UAPV Ecologie des Invertébrés, Laboratoire Biologie et Protection de l'abeille, Site Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 9, France	mohamed.elmaataoui@univ-avignon.fr
Errard Christine		IRBI, UMR CNRS 6035, Univ. de Tours, Faculté des Sciences, 37200 Tours, France	christine.errard@univ-tours.fr
Eschbach Claire	77	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse France	c.eschbach@caramail.com
Espadaler X.	70	Departamento de Biología Animal, de Biología Vegetal i d'Ecologia, Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra, Espagne	Xavier.Espadaler@uab.es
Fotso Kuate A.	78	International Institute of Tropical Agriculture-Cameroon, BP 2008 Messa, Yaoundé, Cameroun	
Fourcassié Vincent	70	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cedex 4, France	fourcass@cict.fr
Fournier Denis	16	Behavioral and Evolutionary Ecology, Université Libre de Bruxelles, Belgique	Denis.Fournier@ulb.ac.be
Francoeur A.	27	Centre de Données sur la Biodiversité du Québec, Université du Québec à Chicoutimi (Canada)	
Freitag Anne	54	Musée de zoologie, Pl. Riponne 6 - CP, CH - 1014 Lausanne, Suisse. Musée de zoologie, Pl. Riponne 6 - CP, CH - 1014 Lausanne, Suisse.	Anne.Freitag@serac.vd.ch

Garreau L.	48	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse France	
Gauthier Laurent	59	Laboratoire de Biologie Intégrative et Virologie des Insectes UMR 1231, CC101 Bat 24, Université Montpellier II, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5	gauthier@univ-montp2.fr
Gauthier Monique	48, 71	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse France	gauthiem@cict.fr
Giurfa M.	69, 71, 77	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS, Université Paul Sabatier, Toulouse III, UMR 5169, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 4, France	giurfa@cict.fr
Goergen G.	78	International Institute of Tropical Agriculture, BP 08-0932 Cotonou, Republic of Benin	
Grangier Julien	40	Laboratoire Evolution & Diversité Biologique, UMR-CNRS 5174, Université Toulouse III, 31062 Toulouse cedex 9, France	grangier@cict.fr
Guénard Benoit	27	Laboratoire de lutte biologique, Université du Québec à Montréal, GRECA.	
Hamidi Rachid	37	Service d'Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50 Av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique	rachid.hamidi@ulb.ac.be
Hanna R.	78	International Institute of Tropical Agriculture, BP 08-0932 Cotonou, Republic of Benin	
Hanus Robert	79	Département des Produits Naturels, Institut de la Chimie Organique et Biochimie, Académie des Sciences de la République Tchèque, Flemingovo nám. 2, 166 10 Prague 6, Rép. Tchèque.	
Hardy O.	18	Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12 - Université Libre de Bruxelles, B-1050 Bruxelles, Belgique	
Hora R.H.	22	Laboratorio de Mirmecologia, CEPEC/CEPLAC, C.P. 45600-000, Itabuna, Bahia, Brésil,	
Huang Z.	13, 35	Department of Entomology, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824, USA	bees@msu.edu
Iserbyt Stéphanie	53, 80	Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie, 6 Avenue du Champs de Mars, B-7000 Mons, Belgique	stephanie.iserbyt@umh.ac.be
Jaisson Pierre	22, 52	Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, CNRS UMR n° 7153, Université Paris 13, F - 93430 Villetaneuse, France	jaisson@leec.univ-paris13.fr
Jones G.R.	38	Chemical Ecology Group, School of Chemistry and Physics, Lennard-Jones Laboratories, Keele University, Staffordshire, ST5 5BG, UK	
Josens R.	77	Grupo de Estudios de Insectos Sociales, Universidad de Buenos Aires, CP1428, Buenos Aires, Argentine	
Kamaha Njaleu L.C.	81	Faculty of Science, University of Douala, B.P. 24157, Douala, Cameroun	
Kenne Martin	29, 78, 81	Faculty of Science, University of Douala, B.P. 24157, Douala, Cameroun	martin.kenne@caramail.com
Kutnik M.	13, 84	UMR CNRS 6035, IRBI, Université François Rabelais, Faculté des Sciences et Techniques, Parc Grandmont, 37 200 Tours, France	magdalena.kutnik@etu.univ-tours.fr
Latil G.	28, 70	Université Paul Sabatier, Toulouse 3 – CRCA, UMR CNRS 5169, 31062 Toulouse Cedex 9, France	
Le Conte Yves	35, 39	Ecologie des Invertébrés, UMR 406 INRA/UAPV, Laboratoire Biologie et Protection de l'abeille, F-84914 Avignon Cedex 9, France	yves.leconte@avignon.inra.fr
Lecoutey Emmanuel	52	Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, CNRS UMR n° 7153, Université Paris 13, F - 93430 Villetaneuse, France	lecoutey@leec.univ-paris13.fr
Lefebvre Thomas	82	Laboratoire d'Ecologie des Sols Tropicaux, UMR 137-Biosol, Université Paris XII, Institut de Recherche pour le Développement, 93143, Bondy, France	Thomas.Lefebvre@bondy.ird.fr
Leniaud Laurianne	13, 84	UMR CNRS 6035, IRBI, Université François Rabelais, Faculté des Sciences et Techniques, Parc Grandmont, 37 200 Tours, France	laurianne.leniaud@univ-tours.fr
Lenoir Alain	62	UMR/CNRS 6035 IRBI/Université François Rabelais, Avenue Monge, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France	alain.lenoir@univ-tours.fr
Lenoir Jean-Christophe		IRBI, UMR CNRS 6035, Univ. de Tours, Faculté des Sciences, 37200 Tours, France	jean-christophe.lenoir@etu.univ-tours.fr
Lesobre J.	62	UMR/CNRS 6035 IRBI/Université François Rabelais, Avenue Monge, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France	
Limousin D.	82	IRBI, UMR CNRS 6035, Univ. de Tours, Faculté des Sciences, 37200 Tours, France	
Livran Antoine		Centre R & D de Sangosse, av. Jean Serres, Z.A. Malère, 47480 Pont du Casse, France	livrana@desangosse.com
Lucas E.	27	Laboratoire de lutte biologique, Université du Québec à Montréal, GRECA.	
Macquart David	28	Université Paul Sabatier, Toulouse 3 – CRCA, UMR CNRS 5169, 31062 Toulouse Cedex 9, France	macquart@cict.fr
Martin S.J.	38	Laboratory of Apiculture and Social Insects, Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Western Bank, Sheffield, S10 2TN, UK	S.J.Martin@sheffield.ac.uk
Mbenoun P.S.	29	Faculty of Science, University of Douala, B.P. 24157, Douala, Cameroun	
McKey D.	63	Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), UMR CNRS 5175, 1919 route de Mende, F-34293 Montpellier cedex 5, France	mckey@cefe.cnrs-mop.fr
de Menten L.	16	Behavioral and Evolutionary Ecology, Université Libre de Bruxelles, Belgique	ldementen@yahoo.fr
Michaloud G.	83	AMAP- CIRAD, Boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier cedex 5, France	
Millot L.	60	Laboratoire d'écologie et de parasitologie évolutive, Université P. et M. Curie, 75005 Paris, France	

Molet Mathieu	17, 19	Laboratoire d'Ecologie CNRS UMR 7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard, 75005 Paris, France	mathieu.molet@snv.jussieu.fr
Monnin Thibaud	42	Laboratoire d'Ecologie CNRS UMR 7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard, 75005 Paris, France	monnin@mail.snv.jussieu.fr
Mony R.	81	Faculty of Science, University of Douala, B.P. 24157, Douala, Cameroun	
Navajas M.	35	CBGP, INRA, Campus international de Baillarguet, CS 30016, F-34988 Montpellier-sur-Lez cedex, France	navajas@ensam.inra.fr
Nowbahari Elise		LEEC, UMR CNRS 7153, Université Paris 13, 99 Avenue JB Clément, 93430 Villetaneuse, France	Elise.Nowbahari@leec.univ-paris13.fr
Orgeas Jérôme		IMEP, Europôle Petit Arbois, Bât. Villemin, BP80, 13545 Aix en Provence cedex 4, France	jerome.orgeas@univ.u-3mrs.fr
Orivel Jérôme	29, 40	Laboratoire Evolution & Diversité Biologique, UMR-CNRS 5174, Université Toulouse III, 31062 Toulouse cedex 9, France	orivel@cict.fr
Pamilo P.	15	Genetic department, University of Oulu, 90100 Oulu, Finland	pekka.pamilo@oulu.fi
Passera L.	16	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS-Université Paul Sabatier, France	passera@cict.fr
Pearcy Morgan	14, 18	Eco-Ethologie Evolutive, CP 160/12 - Université Libre de Bruxelles, B-1050 Bruxelles, Belgique	Morgan.Pearcy@unil.ch
Peeters Christian	17, 19, 68	Laboratoire d'Ecologie CNRS UMR 7625, Université Pierre et Marie Curie, 7 quai Saint Bernard, 75005 Paris, France	cpeeters@snv.jussieu.fr
Pélissier Colette	67	UMR INRA-UAPV 406, Ecologie des Invertébrés, Site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9, France	colette.pelissier@avignon.inra.fr
Pichon Apolline	13, 84	UMR CNRS 6035, IRBI, Université François Rabelais, Faculté des Sciences et Techniques, Parc Grandmont, 37 200 Tours, France	apolline.pichon@univ-tours.fr
Pierre Jacqueline	73, 85	INRA UMR [BI03P] Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes, Domaine de la Motte, BP 35327, 35653 Le Rheu Cedex	jacqueline.pierre@rennes.inra.fr
Plateaux Cécile	31	188 rue des Blanches Vignes, 54710 Ludres	lucecile@wanadoo.fr
Plettner E.	39	Department of Chemistry, Simon Fraser University, Burnaby, BC V5A 1S6, Canada	
Portelli G.	69	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS, Université Paul Sabatier, Toulouse III, UMR 5169, 118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 4, France	
Poteaux Chantal		LEEC, UMR CNRS 7153, Université Paris 13, 99 Avenue JB Clément, 93430 Villetaneuse, France	poteaux@leec.univ-paris13.fr
Priso R.J.	81	Faculty of Science, University of Douala, B.P. 24157, Douala, Cameroun	
Provost E.	41	UMR 6116 CNRS /Univ. Paul Cézanne/INRA, IMEP, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, Bât. Villemin, BP80, 13545, Aix-en-Provence, cedex 04, France	provost@lnb.cnrs-mrs.fr
Quinet Y.	36, 37	Laboratório de Entomologia, Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Ceará, Avenida Paranjana, 1700, Fortaleza-60740-000 - Ceará, Brésil	
Rasmont Pierre	43, 53, 75, 80	Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie, 6 Avenue du Champs de Mars, B-7000 Mons, Belgique	pierre.rasmont@umh.ac.be
Ratnieks F.L.W.	38	Laboratory of Apiculture and Social Insects, Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Western Bank, Sheffield, S10 2TN, UK	F.Ratnieks@Sheffield.ac.uk
Raymond V.	48	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse France	
Renucci Marielle	41	UMR 6116 CNRS /Univ. Paul Cézanne/INRA, IMEP, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, Bât. Villemin, BP80, 13545, Aix-en-Provence, cedex 04, France	marielle.renucci@univ.u-3mrs.fr
Rivière Magali	73	AFSSA Sophia-Antipolis, Unité Abeille, BP 111, F-06902 Sophia Antipolis cedex, France	m.riviere@afssa.fr
Rouland-Lefevre Corinne		Centre IRD d'Ile de France, 32 av. Henri Varagnat, 93130 Bondy, France	Corinne.Rouland-Lefevre@bondy.ird.fr
Salvy M.	35	Ecologie des Invertébrés, UMR 406 INRA/UAPV, Laboratoire Biologie et Protection de l'abeille, F-84914 Avignon Cedex 9, France	
Sandoz J. -C.	38	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, Université Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062 TOULOUSE Cedex 4, France	sandoz@cict.fr
Schatz Bertrand	63, 83	Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), UMR CNRS 5175, 1919 route de Mende, F-34293 Montpellier cedex 5, France	schatz@cefe.cnrs.fr
Schwammberger Karl-Heinz		Spezielle Zoologie, Ruhr Universität, 44781 Bochum, Allemagne	Karl-Heinz.Schwammberger@rub.de
Shoemaker D.D.	61	UMR 6035 CNRS, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Université de Tours, Faculté des Sciences, Parc Grandmont, 37200 Tours, France	
Slessor K.N.	39	Department of Chemistry, Simon Fraser University, Burnaby, BC V5A 1S6, Canada	keith_slessor@sfu.ca
Šobotník J.	79	Département des Produits Naturels, Institut de la Chimie Organique et Biochimie, Académie des Sciences de la République Tchèque, Flemingovo nám. 2, 166 10 Prague 6, Rép. Tchèque.	
Sokolowski Michel	85	Université de Picardie – Jules Verne, Département de Psychologie, chemin du Thil, 80025 Amiens Cedex 1	msokolowski@wanadoo.fr
Souza Danival	62	UMR/CNRS 6035 IRBI/Université François Rabelais, Avenue Monge, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France	

Sundström L.	20	Service Eco-Ethologie Evolutive CP 160/12, 50 av. F.D. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique	
Tentcheva D.	59	Laboratoire de Biologie Intégrative et Virologie des Insectes UMR 1231, CC101 Bat 24, Université Montpellier II, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5	
Terzo Michaël	43, 53, 75	Université de Mons-Hainaut, Laboratoire de Zoologie, 6 Avenue du Champs de Mars, B-7000 Mons, Belgique	michael.terzo@umh.ac.be
Thurin Nicolas	20	Service Eco-Ethologie Evolutive CP 160/12, 50 av. F.D. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique	n.thurin@ulb.ac.be
Timmermans Iris	21	Service Eco-Ethologie Evolutive CP 160/12, 50 av. F.D. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique	iris.timmermans@ulb.ac.be
Tindo Maurice	29, 78, 81	Faculty of Science, University of Douala, B.P. 24157, Douala, Cameroun	m.tindo@cgiar.org
Tirard A.	41	UMR 6116 CNRS /Univ. Paul Cézanne/INRA, IMEP, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, Bât. Villemain, BP80, 13545, Aix-en-Provence, cedex 04, France	
Tirard Claire	60	Laboratoire d'écologie et de parasitologie évolutive, Université P. et M. Curie, 75005 Paris	ctirard@snv.jussieu.fr
Toffin Etienne	30, 86	Service Eco-Ethologie Evolutive CP 160/12, 50 av. F.D. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique	etoffin@ulb.ac.be
Trontti K.	20	Service Eco-Ethologie Evolutive CP 160/12, 50 av. F.D. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique	
Vargo E.L.	16	Department of Entomology, North Carolina State University, USA	
de Vaublanc G.	39	UMR INRA/UAPV Ecologie des Invertébrés, Laboratoire Biologie et Protection de l'abeille Site Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 9, France	
Whitfield Charles	9	Department of Entomology, Neuroscience Program and Institute for Genomic Biology, University of Illinois, 505 S. Goodwin Ave., Urbana, IL 61801, USA	charlie@life.uiuc.edu
Wimmer Z.	79	Département des Produits Naturels, Institut de la Chimie Organique et Biochimie, Académie des Sciences de la République Tchèque, Flemingovo nám. 2, 166 10 Prague 6, Rép. Tchèque.	
Yilmaz A.	71	Centre de Recherches sur la Cognition Animale, CNRS UMR 5169, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse France	
Zinc Lea	22	Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée, CNRS UMR n° 7153, Université Paris 13, F - 93430 Villetaneuse, France	Lea.Zinck@leec.univ-paris13.fr