

28^{ème} Congrès
de l'Union Internationale pour
l'Étude des Insectes Sociaux

UIEIS 2015

– Section Française –



Tours
26-28 août 2015

uieis.univ-tours.fr

**28^{ème} Congrès de l'Union Internationale
pour l'Étude des Insectes Sociaux**

- Section Française -

2015

Organisé par l'Institut de **R**echerche sur la **B**iologie de
l'**I**nsecte de l'Université de Tours (IRBI)

CNRS UMR 7261

26-28 août 2015

Université de Tours
UFR Art et Sciences Humaines, Amphi 2
3 rue des Tanneurs, 37000 Tours

Comité d'organisation

Christophe Lucas (responsable)	christophe.lucas@univ-tours.fr
Sabrina Attia	sabrina.attia@univ-tours.fr
Guillaume Baudouin	guillaume.baudouin@etu.univ-tours.fr
Anne-Geneviève Bagnères	bagneres@univ-tours.fr
Lou Brossette	lou.brossette@etu.univ-tours.fr
Raphaël Boulay	raphael.boulay@univ-tours.fr
Eric Darrouzet	eric.darrouzet@univ-tours.fr
Franck Dedeine	franck.dedeine@univ-tours.fr
Simon Dupont	simon.dupond@univ-tours.fr
Jérémy Gevar	jeremy.gevar@univ-tours.fr
Fernando Guerrieri	fernando.guerrieri@univ-tours.fr
Denis Limousin	denislimousin@yahoo.fr
Elfie Perdereau	perdereau@univ-tours.fr

Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte
CNRS UMR 7261

Parc Grandmont
UFR Sciences & Techniques, Université F. Rabelais
37200 Tours

	Mercredi 26
8h15	Accueil
9h00	Bienvenue
9h25	Judith Korb
10h10	<i>Pause-café</i>
10h35	Session ouverte
12h20	<i>Déjeuner</i>
13h50	Alain Lenoir
10h10	<i>Pause-café</i>
16h55	Session ouverte
18h20 20h00	Poster/ Apéritif

	Jeudi 27
8h15	Accueil
8h30	Antoine Wystrach
9h15	Session ouverte
10h30	<i>Pause-café</i>
10h55	Session ouverte
12h40	<i>Déjeuner</i>
14h00	Bus pour Amboise
14h30	Visite du château d'Amboise et temps libre
18h00	Bus pour Montbazou
19h00	Banquet Médiéval
00h00	Bus pour Tours

	Vendredi 28
8h15	Accueil
8h30	Christophe Kleineidam
9h15	Session ouverte
10h30	<i>Pause-café</i>
10h55	Session ouverte
12h10	<i>Déjeuner</i>
13h40	Session ouverte
15h10	<i>Pause-café</i>
15h30	Session ouverte
16h45	Clôture
16h50 18h00	Assemblée Générale

Mercredi 26 août

08h15 – 09h00	Accueil des participants
09h00 – 09h25	Bienvenue du comité organisateur (Christophe Lucas) et accueil par la Présidence de l'Université François Rabelais (Emmanuel Lesigne) et le directeur de l'IRBI (Jean-Paul Monge)
09h25 – 10h10	Conférence plénière - Judith Korb - p.7 « Social evolution in termites: from ecology to genomics »
10h10 – 10h35	<i>Pause-café</i>
10h35 – 12h20 : Session ouverte	
10h35	- Mickal Houadria - p.9
10h50	- Jérôme Gippet - p.11
11h05	- Jean-Paul Lachaud (Gabriela Perez-Lachaud) - p.13
11h20	- Justine Jacquemin - p.15
11h35	- Claude Lebas - p.17
11h50 – 13h50	<i>Déjeuner</i>
13h50 – 14h45	Conférence plénière - Alain Lenoir - p.19 « 50 ans de fourmis »
14h45 – 15h00 : Session ouverte	
14h45	- Irene Villalta - p.21
15h00	- Elfie Perdereau - p.23
15h15	- Guillaume Baudouin - p.25
15h30	- Cleo Bertelsmeier - p.27
15h45	- Johanna Romero - p.29
16h00	- Quentin Willot - p.31
16h15	- Maria Cristina Lorenzi - p.33
16h30 – 16h55	<i>Pause-café</i>
16h55 – 18h20 : Session ouverte	
16h55	- Sylvain Alem - p.35
17h05	- Pierre Lesne - p.37
17h20	- Simon Klein - p.39
17h35	- Alexis Buatois - p.41
17h50	- Mathilde Sauvaget - p.43
18h05	- Jean-Christophe Lenoir - p.45
18h20 – 19h30	Poster et apéritif (face Amphi 2) - p.122-140

Jeudi 27 août

08h30 – 09h15 Conférence plénière Jeune Chercheur - **Antoine Wystrach** - p.47
« Ant navigation: the complex world and the simple eye »

09h15 – 10h30 : Session ouverte

09h15 - Sarah Chérasse - p.49
09h30 - Claudie Doums - p.51
09h45 - Denis Limousin - p.53
10h00 - Franck Dedeine - p.55
10h15 - Simon Hellemans - p.57

10h30 – 10h55 *Pause-café*

10h55 – 12h40 : Session ouverte

10h55 - Sylvain Londe - p.59
11h10 - Alexandre Kuhn - p.61
11h25 - Théotime Colin - p.63
11h40 - Romain Fougeyrollas - p.65
11h55 - Christian Peeters - p.67
12h10 - Romain Libbrecht - p.69
12h25 - Thibault Monnin (Adam Cronin) - p.71

12h40 – 13h45 *Déjeuner*

14h00 – 16h00 Visite du château d'Amboise et de ses jardins

16h00 – 18h00 Temps libre dans Amboise

18h00 – 00h00 Banquet médiéval Forteresse de Montbazou

Vendredi 28 août

08h30 – 09h15 Conférence plénière - **Christoph Kleineidam** - p.73
« Nestmate recognition in ants »

09h15 – 10h30 : Session ouverte

09h15 - Célia Bordier - p.75
09h30 - Philippe Gayral (Diane Bigot) - p.77
09h45 - Anne Dalmon - p.79
10h00 - Jean-Baptiste Leclerc - p.81
10h15 - Vincent Piou - p.83

10h30 – 10h55 *Pause-café*

10h55 – 12h10 : Session ouverte

10h55 - Lou Brossette - p.85
11h10 - Claire Detrain - p.87
11h25 - Thierry Duhoo - p.89
11h40 - Quentin Rome - p.91
11h55 - Joël Meunier (Philippe Kohlmeier) - p.93

12h10 – 13h40 *Déjeuner*

13h40 – 15h10 : Session ouverte

13h40 - Tom Ratz - p.95
13h55 - Marion Cordonnier - p.97
14h10 - Éric Darrouzet - p.99
14h25 - Antoine Couto - p.101
14h40 - Anna Papach - p.103
14h55 - Sabrine Attia - p.105

15h10 – 15h30 *Pause-café*

15h30 – 16h45 : Session ouverte

15h30 - Kévin Berthelot - p.107
15h45 - Florian Bastin - p.109
16h00 - Hanna Chole - p.111
16h15 - Freddie-Jeanne Richard - p.113
16h30 - Jean-Paul Lachaud - p.115

16h45 – 16h50 Clôture du comité organisateur (Christophe Lucas)

16h50 – 18h00 Assemblée générale UIEIS-SF

COMMUNICATIONS ORALES

NOTES

Judith Korb

Institute of Biology, University of Freiburg – Freiburg – Allemagne

Social evolution in termites: from ecology to Genomics

Termites evolved eusociality independently from social Hymenoptera. This offers the possibility to test for convergent evolution and lineage specific idiosyncrasies. Using the drywood termite *Cryptotermes secundus* as a model, we are studying ultimate causes and proximate mechanisms underlying social organisation in termites. In this species, workers are totipotent immatures that can develop into soldiers and two types of reproductives: dispersing sexuals or neotenic replacement reproductives that inherit the natal breeding position. I will show how ecological factors interact with relatedness in shaping cooperation and how workers and soldiers fundamentally differ in degree of cooperation and conflict. As all workers are totipotent to develop into reproductives, conflicts can arise when there is competition over breeding options. By contrast, the few sterile soldiers of a colony gain indirect fitness and relatedness plays a crucial role in shaping their interactions. Despite the capability of workers to become a neotenic reproductive within the colony, workers do not reproduce as long as a fertile queen and king are present. I will show how queen-specifically over-expressed genes are crucial for maintaining this reproductive monopoly. Specifically, I will detail how interactions between endocrine processes and gene expression seem to result in honest fertility signalling via cuticular hydrocarbons. Finally, I will provide insights how widespread these queen-genes are among termites by making use of available genetic and genomic data. By analysing specific gene families and genetic pathways in our recently sequenced *C. secundus* genome, I aim at deriving first insights into common genetic underpinnings of termite sociality.

NOTES

Mickal Houadria¹, Nico Blüthgen², Alex Salas-Lopez³, Jérôme Orivel³, Florian Menzel¹

1: Department of Evolutionary Biology, University Johannes-von-Müller – Mainz – Allemagne

2: Department of Biology, Technical University – Darmstadt – Allemagne

3 : Ecologie des forêts de Guyane (EcoFoG) – Kourou – France

The relation between circadian asynchrony, functional redundancy and trophic performance in tropical ant communities

The diversity-stability relationship has been under intense scrutiny for the past decades, and temporal asynchrony is recognized as an important aspect of ecosystem stability. In contrast to relatively well-studied inter-annual and seasonal asynchrony, few studies investigate the role of circadian cycles for ecosystem stability. Here, we studied multifunctional redundancy of diurnal and nocturnal ant communities in four tropical rainforest sites. We analyzed how it was influenced by species richness, functional performance, and circadian asynchrony. In two neotropical sites, species richness and functional redundancy were lower at night. In contrast, these parameters did not differ in the two paleotropical sites we studied. Circadian asynchrony between species was pronounced in the neotropical sites, and increased circadian functional redundancy. In general, species richness positively affected functional redundancy, but the effect size depended on the temporal and spatial breadth of the species with highest functional performance. Our analysis shows that high levels of trophic performance were only reached through the presence of such high-performing species, but not by even contributions of multiple, less efficient species. Thus, these species can increase current functional performance, but reduce overall functional redundancy. Our study highlights that diurnal and nocturnal ecosystem properties of the very same habitat can markedly differ in terms of species richness and functional redundancy. Consequently, like the need to study multiple ecosystem functions, multiple periods of the circadian cycle need to be assessed in order to fully understand the diversity-stability-relationship in an ecosystem.

NOTES

Jérôme Gippet, Adeline Dumet, Nathalie Mondy, Bernard Kaufmann

LEHNA, Université Claude Bernard, CNRS UMR5023 – Lyon – France

Impact de l'urbanisation sur la composition des communautés de fourmis

L'urbanisation constitue un changement global qui s'est intensifié au cours du dernier siècle. Elle engendre perte et fragmentation des habitats naturels par le développement de surfaces imperméabilisées et agricoles (souvent périphériques aux zones urbaines) ou encore d'espaces végétalisés entretenus. Les espaces urbanisés vont également être caractérisés par de fortes concentrations de polluants ainsi que par une augmentation significative des températures locales (Ilots de Chaleur Urbains). Enfin, les zones urbaines, associées à des taux d'activités humaines intenses, sont sujettes à l'apport d'espèces exotiques, et donc aux invasions biologiques. Ces conditions nouvelles, qui varient le long du gradient d'urbanisation, vont constituer un filtre environnemental inédit modifiant la composition des communautés biologiques en favorisant certaines espèces par rapport à d'autres en fonction de leurs traits biologiques.

Les Formicidae constituent un modèle biologique idéal pour étudier ce processus. En effet, les fourmis répondent rapidement aux modifications environnementales du fait de leur mode de vie sédentaire et de la diversité de leurs traits biologiques, autorisant une grande diversité de réponses aux changements environnementaux. L'objectif de notre étude est de décrire la manière dont l'urbanisation modifie la composition des communautés de Formicidae et d'identifier les traits biologiques impliqués dans ces modifications. Les espaces végétalisés urbains étant principalement représentés par des milieux ouverts herbacés, un échantillonnage des colonies de fourmis de ces habitats a été effectué au sein de sites représentatifs des différents contextes paysagers associés à l'urbanisation (urbain dense, péri-urbain, agricole et rural). Ainsi, forts d'une description fine des communautés de Formicidae (densité, diversité et composition), nous avons mis en relation les conditions environnementales rendant compte du gradient d'urbanisation et les traits biologiques des espèces rencontrées.

NOTES

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

1 : ECOSUR – San Christobal de las Casas – Mexique

2 : CRCA, Université Paul Sabatier, CNRS UMR5169 – Toulouse – France

Données actuelles sur quelques parasitoïdes primaires de trois genres de fourmis arboricoles mexicaines

Les organismes associés aux colonies de fourmis (myrmécophiles au sens large) sont nombreux et diversifiés quant à leurs relations avec leur hôte, mais seul un petit nombre sont connus comme parasitoïdes primaires. Nous présentons ici une revue brève de l'état actuel d'avancement de nos travaux sur la diversité des parasitoïdes associés à quelques espèces de fourmis arboricoles du sud-est du Mexique : *Neoponera villosa* (Ponerinae), *Azteca alfari* et *A. coeruleipennis* (Dolichoderinae) et *Camponotus* sp. ca. textor (Formicinae). Tous les stades de développement des fourmis, à l'exception des oeufs, sont susceptibles d'être attaqués par des parasitoïdes appartenant à cinq ordres d'invertébrés de trois classes : insectes (Hymenoptera, Diptera, Strepsiptera), arachnides (Mesostigmata), et nématodes (Mermithida). Les cocons de *N. villosa* sont parasités par une espèce non déterminée de guêpe endoparasitoïde grégaire de la famille des Encyrtidae et par un diptère ectoparasitoïde solitaire, *Hypselosyrphus trigonus*, qui est le premier parasitoïde rapporté pour la famille des Syrphidae. Les larves de *C. sp. ca. textor* sont parasitées par des guêpes endoparasitoïdes grégaires Eulophidae, *Horismenus myrmecophagus*, alors que les pré-nymphes et les nymphes peuvent être attaquées par deux espèces de guêpes Eucharitidae, *Pseudochalcura americana* et *Obeza* sp., et que les ouvrières sont la cible, elles, de nématodes Mermithidae non identifiés et de mâles de strepsiptères, *Caenocholax* sp., de la famille des Myrmecolacidae. Enfin, en ce qui concerne les deux espèces d'*Azteca* qui nidifient dans les troncs creux de *Cecropia* (Urticacea), plusieurs reines fondatrices se sont révélées parasitées par des guêpes Eurytomidae du genre *Aximopsis*.

NOTES

Justine Jacquemin¹, Domir Debakker¹, Melanie Maraun², Mark Maraun², Yves Roisin³, Maurice Laponce¹

1 : *Ecologie Terrestre et Aquatique, DO Nature, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique – Bruxelles – Belgique*

2 : *Institute for Zoology and Anthropology, Ecology (AG Scheu), University of Göttingen – Allemagne*

3 : *EBE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique*

Fourmis, Papous et isotopes : les réseaux trophiques le long du Mont Wilhelm

Les fourmis exploitent un large spectre de ressources alimentaires dans les forêts tropicales, où leur biomasse et leur diversité sont élevées mais diminuent avec l'altitude. Il est difficile de déterminer leur régime alimentaire par observation directe sur le terrain. Les analyses d'isotopes stables et d'acides gras permettent d'étudier leur écologie trophique. Ces analyses biochimiques peuvent être appliquées à d'autres taxons et mettre en évidence des relations de prédation ou de compétition. Les buts du projet sont d'étudier le remplacement des fourmis prédatrices le long du gradient altitudinal par d'autres taxons prédateurs (ex. araignées) et de vérifier que les espèces de fourmis ayant une large distribution altitudinale occupent la même position trophique à chaque altitude.

Une vaste campagne d'échantillonnage a été menée sur le Mont Wilhelm (Papouasie Nouvelle-Guinée) en 2012. Cinq parcelles ont été échantillonnées à huit altitudes, de 200 à 3700m. Les araignées et les fourmis ont été comptées et morphotypées, et leur signature isotopique analysée, ainsi que celle de leurs proies potentielles comme les collemboles et les chenilles.

Les fourmis sont présentes jusqu'à 2200m et les araignées jusqu'à 3700m, avec des pics d'abondance respectifs à 1200 et 3700m. Certaines espèces de fourmis et d'araignées sont présentes à deux, voire trois altitudes différentes. Les analyses isotopiques réalisées sur la fourmi *Meranoplus astericus* ont mis en évidence un changement de régime alimentaire entre deux altitudes chez cette espèce connue comme granivore et nectarivore. Sa signature isotopique est basse à 1200m mais est nettement plus élevée à 700m et correspond à celle d'un prédateur.

NOTES

Claude Lebas

Association AntArea, www.antarea.fr – France

Présentation d'AntArea

AntArea est une association loi 1901 qui a pour objectifs :

- Participation à une meilleure connaissance de la myrmécofaune de France métropolitaine par la réalisation d'un inventaire national.
- Réponse à des besoins ponctuels concernant la réalisation d'inventaires précis sur des zones géographiques déterminées.
- Participation à la diffusion et à la vulgarisation de la connaissance sur la taxonomie et l'écologie des fourmis.

Actions menées :

- Inventaires officiels
- Articles scientifiques
- Ouvrages de vulgarisation et collaborations
- En charge par le SPN de l'inventaire Des Formicidae de France métropolitaine dans le cadre de l'INPN
- Référent dans le cadre du PNA sur le Maculinea

NOTES

Alain Lenoir

IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

50 ans de fourmis

Je présenterai un rapide bilan de près de 50 ans de travaux sur les fourmis : division du travail étudiée en analyse des correspondances (spécialisation ou idiosyncrasie, évolution avec l'âge et l'influence sociale précoce), hydrocarbures et reconnaissance coloniale (odeur coloniale et spécifique, gestalt, parasites sociaux), bactéries symbiotiques. Je montrerai que certains aspects sont toujours d'actualité et d'autres où j'ai raté le coche comme la biologie moléculaire. Plus récemment je me suis intéressé à des polluants trouvés sur les fourmis comme les phtalates, ce qui m'a conduit à découvrir les perturbateurs endocriniens qui nous empoisonnent. Ensuite je donnerai quelques réflexions sur des pistes qui me semblent prometteuses pour des recherches futures. Je remercierai tous mes thésards sans qui rien n'aurait été possible.

NOTES

Villalta Irène

Station Biologique de Doñana – Espagne

IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

Phylogéographie et spéciation dans le genre *Cataglyphis* dans la Péninsule Ibérique, au Maroc et en Israël

Les fourmis du genre *Cataglyphis* sont distribuées dans les milieux arides et désertiques d'Afrique du Nord, d'Asie et d'Europe du Sud. Nous avons étudié la phylogéographie du sous-groupe « albicans » dans la Péninsule Ibérique et au Maroc. Ces espèces sont supposées s'être diversifiées au moyen orient et s'être dispersées vers l'ouest au Maghreb puis dans la Péninsule Ibérique. Pour mieux comprendre leur histoire évolutive, nous avons réalisé un large échantillonnage des deux côtés du détroit de Gibraltar ainsi qu'en Israël. Les 150 échantillons récoltés ont été analysés en séquençant deux gènes nucléaires et un gène mitochondrial ainsi que 10 loci microsatellites. Dans la Péninsule Ibérique, les résultats montrent un patron très clair de parapatricie entre des clades phylogénétiquement proches et s'étant séparés de ceux présents au Maroc il y a environ 7 Millions d'années. Un tel patron ne se retrouve pas au Maroc ou en Israël où les espèces ont des distributions qui se chevauchent largement. Nous discuterons le rôle des variations climatiques récentes et des faibles capacités de dispersion de ses espèces dans les processus de spéciation.

NOTES

Elfie Perdereau¹, Anne - Geneviève Bagnères¹, Edward Vargo², Guillaume Baudouin¹, Marie Zimmerman¹, Stephanie Bankhead Dronnet³, Paul Labadie⁴, Simon Dupont¹, Franck Dedeine¹

1 : IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

2 : Department of Entomology 2143 TAMU, Texas – États-Unis

3: LBLGC, EA 1207, Université d'Orléans – Orléans – France

4: Department of Entomology, North Carolina State University – Raleigh – États-Unis

Origin and invasion success of the subterranean termite *R. flavipes*

Among social insects, the invasive termite *Reticulitermes flavipes* are characterized as major pests which cause considerable economic damages. This subterranean termite is presumed to be introduced in Europe from North America during the 17th or 18th century and has become invasive in several French areas.

(1) To identify potential native source populations of French introduced populations, we performed an extensive phylogeographic study using the COII region of mtDNA and 15 microsatellite markers. Analysis of both types of markers showed that French populations originated from southeastern U.S. populations, and more specifically from New Orleans, LA1.

(2) To identify factors promoting the establishment and colonization success of introduced populations, we compared the colony breeding structure (i.e., number and relatedness among reproductives within colonies) in native and introduced populations of this termite. We generated a dataset of both microsatellite and mtDNA loci on samples collected in three introduced populations, one in France and two in Chile, and in the putative source population of French and Chilean infestations previously identified (New Orleans, LA). We also provided a synthesis combining our results with previous ones in order to obtain a global picture of the variation in breeding structure in this species. Whereas most native US populations are mainly composed of colonies headed by monogamous pairs of primary reproductives, all introduced populations exhibit a particular colony breeding structure that is characterized by hundreds of inbreeding reproductives and by a propensity of colonies to fuse, a pattern shared uniquely with the population of New Orleans 2.

NOTES

Guillaume Baudouin, Simon Dupont, Christelle Suppo, Franck Dedeine, Anne-Geneviève Bagnères

IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

Routes d'invasion et modes de dispersion d'un termite américain à Paris

Reticulitermes flavipes est un termite souterrain originaire des Etats-Unis qui a été introduit dans divers pays du monde dont la France. Arrivée sur la côte Atlantique dès le XVIIIème siècle en provenance de Louisiane, cette espèce s'est répandue d'Ouest en Est et a été identifiée à Paris pour la première fois en 1945. La capitale est depuis envahie par ce termite. Afin de mieux comprendre cette infestation, ce projet de thèse, issu d'une collaboration entre l'IRBI et la Mairie de Paris, a pour but de mieux comprendre la dynamique d'infestation de ce termite en milieu urbain. Un des objectifs de ce travail consiste à identifier les voies d'introduction et les modes de dispersion de cette espèce pour mieux comprendre son histoire et son expansion. Nous avons pour cela analysé la distribution des points d'infestations déclarés par les habitants de Paris. La distribution de ces déclarations nous a permis de tester si la présence de voies ferrées à proximité serait ou non un des facteurs favorisant leur introduction. Parallèlement, à l'aide de prélèvements et de leurs analyses en génétique des populations, nous avons pu mettre en évidence l'existence d'au moins 6 colonies distinctes à Paris, ainsi que le mode de dispersion qu'elles utilisent pour s'étendre dans la ville.

NOTES

Cleo Bertelsmeier¹, Sébastien Ollier², Olivier Blight², Laurent Keller¹

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

2 : ESE Université Paris-Sud, CNRS, AgroParisTech UMR 8079 – Orsay – France

L'Homme et la fourmi : Impact des facteurs socio-économiques sur l'introduction de fourmis invasives

Les fourmis invasives peuvent avoir des effets néfastes sur la biodiversité, le fonctionnement des écosystèmes, la production agricole. De plus, elles constituent souvent une nuisance pour l'Homme et causent des dégâts économiques importants. Grâce à leur petite taille, les fourmis sont facilement transportées et avec l'accélération des échanges, elles ont de plus en plus d'opportunités de devenir invasives. A l'heure actuelle, l'IUCN a déjà recensé 19 espèces de fourmis invasives particulièrement problématiques.

L'introduction d'une espèce potentiellement invasive dépend de sa capacité à être transportée par l'Homme sur de longues distances. Notre objectif est d'explorer l'effet de différents facteurs socio-économiques sur la probabilité d'introduction et d'établissement des fourmis invasives. Afin de caractériser ces facteurs liés à la propagation des fourmis à une échelle globale, nous explorons des données d'interception issues de l'inspection des bagages aux ports et aéroports, ainsi que du contrôle des produits commerciaux, plantes et autres biens importés, collectés pendant la période de 1914 à 2012 aux Etats-Unis.

Nos analyses révèlent comment le type de marchandises transportées, leur origine biogéographique, l'orientation et l'intensité des voies commerciales déterminent la probabilité d'établissement des fourmis invasives. De plus, nous montrons qu'une grande partie des introductions se fait à partir de populations déjà invasives via un transport secondaire – corroborant des études de génétique des populations retraçant l'histoire de l'invasion – et soulignant ainsi l'importance d'analyses spatiales à une échelle globale.

NOTES

Johanna Romero¹, Etienne Toffin², Alexandre Campo¹, Jean-Louis Deneubourg¹

1 : USE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

2 : LUBIES, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

Influence of the population size on nest morphogenesis in *Lasius niger*

Research in ants nest architecture has been mainly focused on nest shape and functionality (e.g. network properties, homeostatic features). Studies on nest building as a dynamical process remain scarce (Toffin *et al* 2009) despite their importance to better understand the emergence of the various patterns observed. More particularly, the links between nest building and variation of population size during life history of the colonies remain unknown. Our goals were 1°) to characterise the influence of population increase during excavation on the nest morphogenesis, and 2°) to understand how ants' aggregates interact with the nest architecture. We carried out the experiments in *Lasius niger* by using a standard 2D excavation set-up filled with sand as homogeneous substrate.

Our results show that there is a morphological transition during the nest excavation, i.e. the evolution from circular to branching growth, in both control (fixed population) and increased population conditions. Somehow, the increase of population led to a decrease in the individuals' activity and to an intensification of the nest ramification process. An increase in number and width of the galleries is observed during all experiments. Moreover the increase in the population favours the width of galleries. The fit of the ant's digging dynamics by a sigmoidal function shows that the cooperation level between individuals as well as presence of aggregates increases with the population size. We determine two kinds of aggregates: ones in excavation areas and others in the centre chamber regrouping inactive individuals. We show an increase of the numbers of the aggregates in parallel with the increase of population size, while the average number of the individuals in aggregates decreases.

Toffin, E., et al (2009). Shape transition during nest digging in ants. *PNAS*, **106**(44).

NOTES

Quentin Willot¹, Priscilla Simonis², Serge Aron¹

1 : EBE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

2 : PMR, Université de Namur – Namur – Belgique

Total internal reflection : bright silver sheen and protection from solar radiation in the Saharan desert ant *Cataglyphis bombycina* (Formicidae)

Cataglyphis bombycina est une fourmi adaptée aux conditions désertiques Sahariennes. Les ouvrières ne fourragent que dans les heures chaudes de la journée, moment où les températures peuvent atteindre 50°C dans l'air et jusqu'à 70°C au sol. Une de leurs caractéristiques les plus notables est leur dense pilosité argentée. À l'aide de techniques d'optique, de microscopie et de spectrophotométrie, nous avons pu mettre en évidence que cette couleur argentée provient d'un phénomène de réflexion totale interne de la lumière incidente dans les soies recouvrant la cuticule des individus. Ces poils à section triangulaire assurent une réflexion intense et directionnelle de toutes les longueurs d'onde du visible. Cette réflexion du rayonnement visible permet aux individus d'emmagasiner moins d'énergie thermique en provenance du rayonnement solaire direct. Il s'agit de la première démonstration dans laquelle un phénomène de réflexion totale interne est décrit comme responsable de la couleur d'un animal ainsi que d'une protection subséquente vis-à-vis du rayonnement solaire. Ceci représente donc une adaptation originale développée par ces fourmis désertiques confrontées à des conditions de vie hostiles.

NOTES

Maria Cristina Lorenzi

LEEC, Université de Villetaneuse – Villetaneuse – France

Visual signals in competitive interactions in social wasps

Visual communication is a neglected topic in social insects, but it may be especially important in paper wasps, which interact with each other in an open nest, exposed to light. Indeed, social wasps use facial color patterns to get information about the fighting abilities of rivals when they are involved in competitive interactions (badges of status). However, laboratory tests on the badges of status of social wasps have given contradictory results, suggesting that badges of status may vary geographically within a species.

In a long-term field study, I tested whether females the social wasps (*Polistes biglumis*) use badges of status when nest-foundresses compete with conspecific females for nest ownership, where conspecific females behave as facultative social parasites and attempt to take over colonies. The study was performed in four geographically isolated populations, to test whether the use of signals was consistent between populations exposed to different biotic selective pressures (e.g., social parasites).

There was a large variation in wasp facial marks and there was a consistent relationship between the badges of status of foundresses and usurpers: usurpers had consistently more yellow in their facial marks than the foundresses they targeted, suggesting that facial marks conveyed information about fighting quality in female wasps. However, this relationship held in one population only, suggesting that badges of status were not used wherever. I explore the hypothesis that the presence of social parasites in some population interferes with visual communication signals and the maintenance of badges of status in social wasps.

NOTES

Sylvain Alem, Clint Perry, Lars Chittka

Queen Mary University – Londres – Royaume-Uni

Apprendre les ficelles: Diffusion sociale du tirage à la corde chez un insecte

L'apprentissage social (apprendre des congénères) est très présent dans le royaume animal et peut permettre la diffusion de nouveaux comportements entre individus d'une même espèce. Les insectes pollinisateurs peuvent par exemple acquérir des préférences florales en observant les comportements de fourragement des congénères. Toutefois tester la capacité des insectes à copier des routines comportementales non incluses dans leur répertoire normal permettrait d'éprouver de manière plus robuste l'intelligence sociale de ces animaux. Parmi ces routines, les tâches de tirage à la corde ont longtemps été utilisées en psychologie comparative comme outil de mesure de l'intelligence et des capacités cognitives. Dans cette étude nous présentons l'acquisition de cette routine par apprentissage social chez un insecte, le bourdon terrestre (*Bombus terrestris*). Nous avons développé un protocole expérimental pour entraîner progressivement les bourdons à résoudre une tâche de tirage à la corde dans le but d'obtenir une récompense sucrée. 82% des bourdons entraînés selon cette méthode ont été capable d'apprendre la technique. Nous avons ensuite testé si cette technique non-naturelle et nouvellement acquise pouvait se répandre socialement via démonstration-observation. Seulement 11% des bourdons naïfs sont parvenus à résoudre spontanément la tâche de tirage à la corde alors que 60% des individus testés après avoir observé un démonstrateur entraîné ont réussi à accéder à la récompense. Nos résultats décrivent pour la première fois l'apprentissage social d'un comportement nouveau et non-écologique chez un insecte. Cette découverte suggère que le cerveau miniature des insectes, en particulier celui des abeilles (famille des Apidae), pourrait posséder les prérequis cognitifs indispensables à la culture.

NOTES

Pierre Lesne¹, Marie Trabalon², Raphaël Jeanson¹

1 : CRCA, Université Paul Sabatier, CNRS UMR5169 – Toulouse – France

2 : ETHOS, Université de Rennes 1, CNRS: UMR6552 – Rennes – France

Influence de l'expérience sociale précoce sur le développement d'interactions agonistiques chez les juvéniles de l'araignée solitaire *Agelena labyrinthica*

Une grande diversité d'organismes a développé un mode de vie collectif dont la complexité varie de simples agrégats indifférenciés à des sociétés hautement intégrées. Si les comportements sociaux sont exprimés de manière permanente chez ces espèces, ils peuvent également l'être de façon transitoire. C'est notamment le cas pour les juvéniles de nombreuses espèces, dont le comportement est caractérisé par une attraction et une tolérance mutuelle qui tend à disparaître au cours du développement. L'expression de tels comportements repose sur l'existence de mécanismes permettant la distinction entre congénères et proies. La cohésion sociale des juvéniles requiert donc la mise en place précoce de mécanismes de reconnaissance des apparentés. Chez les araignées, un premier stade nymphal immobile est réalisé dans le cocon avant l'émergence. Celle-ci est suivie par une phase grégaire caractérisée notamment par une interattraction, une tolérance mutuelle et une coopération dans la capture des proies. L'objectif de cette étude consistait à déterminer l'influence de cette phase précoce de développement sur la mise en place des mécanismes de reconnaissance des congénères. Dans ce but, des œufs d'*Agelena labyrinthica* ont été isolés afin de priver les futures nymphes d'expérience sociale précoce et de caractériser l'influence de ce traitement sur le développement des comportements sociaux. Nos résultats montrent que les comportements sociaux post-émergence ne sont pas influencés par l'expérience sociale précoce. De telles données suggèrent l'existence de mécanismes de reconnaissance indépendants d'un apprentissage du phénotype olfactif des congénères. Ces mécanismes seront discutés à lumière d'analyses des profils d'hydrocarbures cuticulaires et des lipides circulants.

NOTES

Simon Klein^{1,2}, Andrew Barron¹, Mathieu Lihoreau², Jean-Marc Devaud²

1 : Department of Biological Sciences, Macquarie University – Sydney – Australie

2 : CRCA, Université Paul Sabatier, CNRS UMR5169 – Toulouse – France

Unrevealing the foraging strategies of honey bees along their life

Honey bees begin life as in-hive bees and later forage to gather nectar, pollen and water for the colony. With successive flights bees gain experience on resource distribution and collection. How does this experience alter their foraging choices and foraging performance? To address this question we used a unique and powerful setup in order to have access to the characteristics of foraging behaviour of the individuals all along their life. We tagged day-old bees with radio frequency tags and developed a RFID system coupled to scales placed at the exit and the entrance of a hive and a webcam at the entrance to identify, photograph and weigh bees on every trip. For each bee we were able to see the frequency and the duration of the foraging trips and the weight and type of load that the bees brought back with them. For the first days of flight bees performed short and frequent trips with no load that are identified as orientation trips, and then they shifted to an early or a late-in-the-day schedule of foraging activity with an increase in load size. Bees increased the frequency of trips according to their experience. The heaviest bees specialised in pollen foraging and some of these were strictly pollen foragers. This is the first study to detail changes in foraging efficiency throughout the foraging life of a honey bee.

NOTES

Alexis Buatois, Bastien Le Péron, Lorène Pacchiano, Mathieu Lihoreau

CRCA, Université Paul Sabatier, CNRS UMR5169 –Toulouse – France

Honey bees too learn complex multi-location routes

Pollinators, such as bees, face routing challenges analogous to the well-known Travelling Salesman Problem in graph theory, in which the task is to find the shortest path to visit several locations once and return to the origin. Recent studies on bumble bees have showed how foragers given an exclusive access to an array of flowers develop foraging circuits (traplines) starting and ending at the nest. Through trial and error, individual bees gradually improve their foraging performance by approximating the shortest possible route to visit all flowers prioritizing visits to most rewarding flowers. To what extent this seemingly complex routing strategy is widespread among pollinators is an open question. For the first time, we explored this question in the western honey bee (*Apis mellifera*), a major pollinator worldwide that typically exploits similar foraging environments to bumble bees but communicates the location of profitable feeding sites via the waggle dance. Using arrays of artificial flowers in the lab, we show that honey bees, like bumble bees, develop stable near optimal multi-location routes as they gain experience with the spatial distribution of flowers. These routing performances are enhanced in semi-natural conditions, offering a larger diversity of environmental cues (sun light, visual panorama) on which to rely for the formation of spatial memories. Increasing the distances between flowers dramatically increased the speed and accuracy of route utilization by honey bees, ultimately leading to trapline stabilization. Our results, in a model organism for insect neuro-ethology, hold considerable promises for exploring the neurobiological processes supporting complex navigation tasks by miniature brains.

NOTES

Matilde Sauvaget , Léa Picherit, Dominique Fresneau, Fabrice Savarit, Renée Fénéron

LEEC, Université de Villetaneuse – Villetaneuse – France

Interactions between workers and larvae during food provisioning in the ant *Ectatomma tuberculatum*

In most eusocial insect species, larvae are mainly relying on adult workers for their survival and growth because they are unable to move and to reach food by themselves. Therefore, it has been supposed that they exclusively depend on the workers' decisions about food provisioning. Nevertheless, in large colonies, larvae and ants are numerous: a signal emitted by the larvae to indicate to the workers their need for food is theorized. It would improve workers efficiency in food provisioning. In *Ectatomma tuberculatum* ant, larvae display several movements of the anterior part of the body and we hypothesized those behaviors could represent a signal directed to the workers. Thus, we tested small groups of larvae and workers in a food provisioning condition. After a first phase without food, we provided one piece of prey so the workers had to choose on which of the larvae they would deposit it. We studied larval movements both those induced by workers activity and the spontaneous ones. Our results show that the probability of being fed increases with larval movements. Moreover, the larvae that are going to be fed are displaying more induced movements than the other larvae. Those induced movements are related to an increase in workers activity on the larvae that are going to be fed. And the larvae react more frequently to that increasing activity of the worker. Thus we show that the communication between larvae and workers is not only a signal emitted by the larva and directed to the worker: it is a complex interaction between both protagonists which can end in food provisioning. This new result and the influence of other parameters involved in the interaction (hunger state, larval stage, larval caste...) will be discussed.

NOTES

Jean-Christophe Lenoir

Api' Beezness, www.apibeezness.fr – Veigné – France

Api'Beezness : Métayage d'Abeilles

Api'Beezness est une entreprise de métayage d'abeilles dont les missions sont d'apporter de l'information à tous sur le rôle essentiel que jouent les abeilles. Pour cela, elle crée des partenariats avec des entreprises, des collectivités locales, installe des ruchers et les entretient pour qu'ils servent de support pédagogique ou d'animation. Elle tente aussi de maintenir un maximum de caractères ancestraux aux abeilles qu'elle gère en élevant des abeilles domestiques « noires » (*Apis mellifera mellifera*). L'ensemble des projets d'Api'Beezness s'insère dans un cadre de développement durable, du bois des ruches aux pots de miel.

Afin de valoriser ses partenariats, Api'Beezness espère pouvoir prochainement faire participer ses ruchers à des programmes de recherche sur l'abeille (abeille noire et ruches homogènes, environnement de ruchers diversifiés).

NOTES

Antoine Wystrach

University of Edinburgh – Edinburgh – Royaume-Uni

Ant navigation: the complex world and the simple eye

The remarkable navigational abilities of social insects are proof that small brains can produce exquisitely efficient, robust navigation in complex environments. Because social insects produce specialist foragers that are amenable to field and lab studies, they have been productive model systems for studies of navigation. Ideas derived from these studies of insect navigation have shown how simple mechanisms can produce robust and seemingly complex behaviour. I show here how a simple sensory processing toolkit – without the need for cognitive processes such as object identification or map construction – provide an elegant solution to cope with the complexity of the world. Recent insect navigation research has only been possible because of techniques enabling the recording of natural worlds from the perspective of the insect. Without such techniques one has to intuit an animal's point of view (its Umwelt) and I discuss how this may lead to unhelpful assumptions about the cues available for navigation.

NOTES

**Sarah Chérasse¹, Francisco Davila¹, Boris Baer², Morten Schiøtt³, Serge Aron¹,
Jacobus Boomsma³**

1 : EBE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

2 : Plant Energy Biology, University of Western Australia – Perth – Australie

3 : CSE, University of Copenhagen – Copenhagen – Danemark

Conservation et protection du sperme chez les fourmis

Les Hyménoptères sociaux sont caractérisés par un système de reproduction impliquant un unique vol nuptial au cours duquel les reines s'accouplent avec un ou plusieurs mâles. Le sperme transmis au moment de l'accouplement transite généralement par la bursa copulatrix avant de migrer dans l'organe de stockage, la spermathèque. Une fois dans la spermathèque, il est conservé pendant toute la durée de vie reproductrice des reines, laquelle peut s'étendre sur plusieurs décennies. La conservation du sperme à long terme requiert la reconnaissance et l'élimination des pathogènes susceptibles de détruire les cellules spermatiques. Ce processus repose sur l'activation du système immunitaire. Cependant, l'activation non sélective du système immunitaire peut entraîner un risque de destruction des spermatozoïdes eux-mêmes. Nous avons testé l'hypothèse selon laquelle l'accouplement déclenche des mécanismes immunitaires ciblant l'élimination de microorganismes infectieux, plutôt qu'un système inné de défense dirigé contre toutes les cellules étrangères à l'organisme. A cette fin, nous avons analysé l'expression génétique de deux peptides antimicrobiens, l'abaecine et la défensine, et déterminé l'activité enzymatique et l'expression génétique de la phénoloxidase et de sa forme zymogène, la prophénoloxidase. Cette dernière joue un rôle déterminant dans les réponses immunitaires non-spécifiques chez les insectes. Trois espèces de fourmis ont été étudiées : *Atta colombica*, *Acromyrmex echinator* et *Lasius niger*. Nos résultats révèlent l'absence de phénoloxidase et de prophénoloxidase dans la spermathèque des reines des trois espèces. A l'inverse, les peptides antimicrobiens y sont sur-exprimés. La spermathèque semble donc offrir un environnement immunitaire qui protège les spermatozoïdes contre les pathogènes sans pour autant les endommager suite à des réactions immunitaires non-spécifiques.

NOTES

Claudie Doums¹, Camille Sanchez², Thibaud Monnin²

1 : ISYEB, MNHN, UPMC, EPHE, CNRS UMR7205 – Paris – France

2 : iEES, UPMC, CNRS, INRA, IRD UMR 7618 – Paris – France

Détection morphologique d'œufs d'ouvrières dans les colonies avec reine chez la fourmi parthénogénétique *Cataglyphis cursor*

L'évolution de la parthénogenèse thélytoque chez les insectes sociaux semble généralement se produire chez la caste reine en remplacement de la reproduction sexuée. Cependant, dans de rares cas, la parthénogenèse peut offrir l'opportunité aux ouvrières de produire une descendance femelle et donc de transmettre directement leurs gènes. Chez la fourmi *Cataglyphis cursor*, à la fois la reine et les ouvrières peuvent utiliser la thélytoquie pour produire de jeunes reines. La reine utilise la reproduction sexuée pour produire les ouvrières alors qu'elle peut également utiliser la thélytoquie pour produire les reines. Cette utilisation conditionnelle de la reproduction sexuée en fonction de la caste produite permet à la reine une meilleure transmission des gènes tout en conservant de la diversité génétique au sein de la colonie. Les ouvrières en conditions d'orphelinage sont également capables de produire de jeunes reines par thélytoquie. L'observation de quelques mâles diploïdes produits par les ouvrières en populations naturelles laisse suggérer qu'elles peuvent parfois essayer de se reproduire en présence de la reine. Dans ce travail, nous avons évalué l'importance de la reproduction des ouvrières lors de la production de sexuées en présence de la reine. Dans la mesure où les œufs d'ouvrières sont plus gros que les œufs de reine, nous avons évalué s'il était statistiquement possible de distinguer morphologiquement dans un pool d'œufs, les œufs pondus par la reine de ceux pondus par les ouvrières. Les résultats montrent que quelques rares gros œufs peuvent être détectés uniquement au moment de la production des sexués, suggérant que quelques ouvrières tricheuses pourraient essayer de se reproduire en présence de la reine. Cependant, la faible fréquence de reproduction d'ouvrières suggère que la thélytoquie a principalement évolué pour éviter les coûts du sexe lors de la reproduction de la reine chez *C. cursor*.

NOTES

Denis Limousin, Guillaume Baudouin, Simon Dupont, Thibault Andrieux, Vincent Lhuillier, Lou Brossette, Christophe Lucas, Anne-Geneviève Bagnères, Franck Dedeine

IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

Etude de l'AQS (Asexual Queen Succession) et du sexe ratio parmi les essaimants chez les termites *Reticulitermes flavipes* et *R. grassei*

Chez les termites, les « néoténiques » sont des reproducteurs secondaires qui se différencient dans la descendance du couple fondateur (les reproducteurs primaires) des colonies. Ces néoténiques demeurent dans leur colonie parentale où ils se reproduisent entre eux et/ou avec les primaires. Leur présence a de multiples conséquences sur les colonies, provoquant notamment de la consanguinité. Chez plusieurs espèces du genre *Reticulitermes* (Rhinotermitidae), il a été mis en évidence un système de reproduction particulier appelé « *Asexual Queen Succession* » (AQS). Ici, les œufs fertilisés pondus par la reine primaire peuvent se développer en mâles ou femelles de toutes les castes, à l'exception des femelles néoténiques qui se développent à partir d'œufs non-fertilisés (parthénogenèse thélytoque). Ces femelles néoténiques vont se reproduire de manière sexuée en se croisant au préalable avec le mâle primaire puis, suite à sa mort, avec des mâles néoténiques. Récemment, Kobayashi *et al.* (2013) ont montré que l'AQS peut provoquer des asymétries génétiques dans les colonies, notamment dans celles où le couple primaire est mort et que seuls des néoténiques mâles et femelles assurent la reproduction. Chez ces colonies, la sélection de parentèle prédit des biais de sexe ratio en faveur des femelles dans la descendance reproductrice (ailés) pour un rapport de 3:1. Conformément à cette prédiction, l'étude de Kobayashi *et al.* (2013) a détecté des biais de sexe ratio en faveur des femelles chez deux espèces exprimant l'AQS et l'absence de tels biais significatifs chez trois autres espèces ne l'exprimant pas. Notre projet consistait à analyser des populations françaises de deux espèces de *Reticulitermes*, *R. flavipes* et *R. grassei*. Nos résultats sont également conformes à leur théorie : aucune des deux espèces ne semble exprimer le phénotype AQS.

NOTES

Franck Dedeine¹, Simon Dupont¹, Anne-Geneviève Bagnères¹, Andrea Luchetti²

1 : IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

2 : Department of Biological, Geological, and Environmental Sciences, Università di Bologna – Bologna – Italie

L'analyse phylogénétique des termites du genre *Reticulitermes* suggère trois acquisitions indépendantes de l'AQS (*Asexual Queen Succession*)

Dans le genre *Reticulitermes* (Rhinotermitidae), il a été mis en évidence un système de reproduction particulier appelé '*Asexual Queen Succession*' (AQS). Dans ce système, les œufs fertilisés pondus par la reine primaire peuvent se développer en mâles ou femelles de toutes les castes, à l'exception des femelles néoténiques qui se développent à partir d'œufs non-fertilisés (parthénogenèse thélytoque). Dépourvus d'ailes, ces femelles néoténiques demeurent dans la colonie parentale où elles se reproduiront avec le mâle primaire, ou avec des mâles néoténiques issus de la reproduction sexuée des primaires.

Sur les 9 espèces de *Reticulitermes* étudiées, l'AQS a été détecté à ce jour chez 3 d'entre elles. Il est intéressant de constater que les espèces exprimant l'AQS ne sont pas des espèces proches au sein du genre. Afin de tester l'hypothèse selon laquelle l'AQS a évolué indépendamment dans le genre *Reticulitermes*, nous avons conduit des analyses phylogénétiques du genre basées sur 61 taxons et 5 marqueurs moléculaires (3 régions mitochondriales et 2 nucléaires). Les résultats suggèrent fortement que l'AQS a été acquis au moins trois fois indépendamment dans le genre. Cette étude a également permis de préciser l'origine spatio-temporelle des *Reticulitermes* et leur pattern de diversification.

NOTES

Simon Hellemans¹, Robert Hanus², Yves Roisin¹, Denis Fournier¹

1 : EBE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

2 : IOCB, Academy of Sciences of the Czech Republic – Prague – République Tchèque

Particularities of Asexual Queen Succession in the soil-feeding termite *Cavitermes tuberosus* (Termitidae: Termitinae)

Asexual Queen Succession (AQS) is a reproductive strategy found in some termites, in which a foundress queen is replaced by multiple parthenogenetic daughters that still mate with the founder king. AQS has now been reported in several *Reticulitermes* species (Rhinoitermitidae) and in the soil-feeding *Embiratermes neotenicus* (Termitidae). Here, we report AQS in another soil-feeding Termitidae of French Guiana, *Cavitermes tuberosus*.

Among the 99 nests sampled, 41 nests were found with a primary queen and 30 nests with female neotenic (2-667 individuals). Most nests presented a primary king and only four neotenic males were found. Sixty-five nests were genetically analysed using 17 microsatellite markers specifically developed for *Cavitermes* (Fournier et al., 2015). Most neotenic females were produced parthenogenetically (82%) by automixis with terminal fusion. The fact that diploidy restoration occurs through terminal fusion in *Cavitermes*, as in *Reticulitermes* spp. but contrary to *E. neotenicus* (using central fusion) suggests that AQS evolved several times in the Termitidae. While showing similarities with the other documented species with AQS, *Cavitermes* stands out in some aspects: (i) neotenic females of *Cavitermes* never become physogastric; and (ii) primary-headed nests frequently reach the alate-producing stage and are even more frequent than neotenic-headed ones. These elements suggest that boosting the egg-laying and colony growth rates is not the main benefit of AQS to *Cavitermes* colonies, contrary to *Reticulitermes* spp. and *E. neotenicus*. This raises questions as to the actual advantages of AQS in *Cavitermes*.

Fournier, D., et al. 2015. Conservation Genetics Resources 7: 521–524.

NOTES

Sylvain Londe¹, Brian Fisher², Mathieu Molet¹, Thibaud Monnin¹

1 : iEES, UPMC, CNRS, INRA, IRD UMR 7618 – Paris – France

2 : Department of Entomology, California Academy of Sciences – San Francisco – États-Unis

Des intercastes fertiles et dominantes : un premier pas vers l'évolution de nouvelles castes chez les fourmis ?

L'adaptation implique l'évolution conjointe de composantes morphologiques et comportementales. La composante comportementale étant plus labile que la morphologie elle est susceptible de s'ajuster aux variations morphologiques de manière à atténuer les coûts qui y sont associés et à renforcer les potentiels avantages. Certains auteurs estiment ainsi que l'évolution morphologique est couverte et donc facilitée par la plasticité comportementale. Tel pourrait être le cas en ce qui concerne l'évolution des castes chez les fourmis. Des données morphologiques suggèrent que de nouvelles castes ont évolué par recombinaison développementale. Ce mécanisme évolutif implique la réorganisation des seuils de développement de différents modules aboutissant à des morphologies mosaïque présentant à la fois des caractères de reine et d'ouvrière. Certaines espèces de fourmis produisent spontanément de telles anomalies mosaïques appelées intercastes, en faible fréquence, suite à des perturbations génétiques ou environnementales. Si ces individus sont efficaces pour certaines tâches ou s'ils sont associés à de nouvelles fonctions alors leur production peut être sélectionnée à l'échelle de la colonie jusqu'à ce qu'ils constituent une nouvelle caste à part entière. Cependant, pour que les intercastes soient bénéfiques au niveau colonial il faut que ces variations morphologiques s'accompagnent d'ajustements de leur répertoire comportemental. Dans le but d'évaluer le potentiel évolutif des intercastes produites chez *Myrmica ruginodis*, nous avons étudié leur répertoire comportemental, mesuré leur état physiologique (statut de dominance intra-colonial, développement ovarien) et testé leur aptitude à attirer les mâles pour d'éventuels accouplements ainsi que leur agressivité face à des individus interspécifiques.

NOTES

Alexandre Kuhn, Hugo Darras, Serge Aron

EBE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

Déterminisme génétique de la caste chez les fourmis désertiques ***Cataglyphis***

Chez les hyménoptères sociaux, la caste d'une femelle, ouvrière non-reproductrice ou reine reproductrice, est généralement déterminée par des facteurs environnementaux tels que la quantité de nourriture disponible ou la température. Cependant, chez certaines fourmis désertiques du genre *Cataglyphis*, le déterminisme de la caste est fortement influencé par des facteurs génétiques. Ces espèces sont caractérisées par un mode de reproduction surprenant, l'hybridogenèse sociale. Dans toutes les populations, deux lignées génétiques coexistent, et les reines appartenant à une lignée ne s'accouplent qu'à des mâles de la lignée alternative. Les ouvrières issues de ces accouplements sont toutes des hybrides entre les deux lignées. A l'inverse, les descendants sexués, mâles et nouvelles reines, sont exclusivement produits de façon clonale et appartiennent à la lignée génétique maternelle. Ce système reproducteur est maintenu par un déterminisme génétique de la caste par lequel seuls les génomes hybrides sont encore capables de se développer en ouvrières, alors que toutes les nouvelles reines ont un génome exclusif à une lignée. Actuellement, il s'agit du déterminisme génétique de la caste le plus strict observé chez les hyménoptères sociaux.

NOTES

Théotime Colin¹, Matthieu Molet¹, Claudie Doums²

1: iEES, UPMC, CNRS, INRA, IRD UMR 7618 – Paris – France

2: ISYEB, MNHN, UPMC, EPHE, CNRS UMR 7205 – Paris – France

Plasticité phénotypique et fitness des colonies de *Temnothorax nylanderi*

La plasticité phénotypique joue un rôle majeur dans le succès écologique des insectes eusociaux. Il s'agit du mécanisme à la base de la production de castes discrètes, ou polyphénisme. Ces castes sont liées à la division du travail et à la spécialisation, ce qui augmente l'efficacité des individus pour certaines tâches. Cependant, les variations phénotypiques continues présentes au sein des castes de la plupart des espèces eusociales ont été peu étudiées. Même si quelques études ont montré des effets positifs de la variabilité morphologique continue sur la fitness des colonies, on ne sait pas encore si ces effets proviennent seulement de la diversité génétique ou si la plasticité phénotypique joue aussi un rôle dans l'augmentation de la fitness des colonies.

Dans cette étude, nous avons testé expérimentalement l'hypothèse que la plasticité phénotypique apportait des avantages sur différents traits d'histoire de vie à l'échelle coloniale. Pour cela, nous avons créé un groupe de colonies dont la diversité morphologique a été réduite, et un autre groupe dont la diversité morphologique a été conservée. Nous avons ensuite comparé l'efficacité des colonies de ces deux groupes lors de la réalisation de différentes tâches. Notre organisme modèle est la fourmi *Temnothorax nylanderi*, qui est monogyne et monoandre. La diversité génétique entre ouvrières d'une même colonie est par conséquent très faible.

Nous avons démontré que les colonies dont la variance en taille était plus élevée trouvaient un nouveau nid et déplaçaient leur colonie plus rapidement en condition de stress. Cependant, nous n'avons pas détecté d'effet de la variabilité en taille sur d'autres traits d'histoire de vie, comme le fourragement, la construction de parois, des comportements hygiéniques ou encore sur la survie des ouvrières après une exposition au froid. Des données sur la production de biomasse sont en cours d'acquisition et seront aussi présentées.

NOTES

**Romain Fougeyrollas¹, Klára Dolejšová^{2,3}, Virginie Roy¹, David Sillam-Dussès^{1,4},
Chantal Poteaux⁴, Yves Roisin⁵, Robert Hanus³**

1 : iEES, UPMC, CNRS, INRA, IRD UMR 7618 – Paris – France

2 : Faculty of Life Science, Charles University in Prague – Prague – République Tchèque

3 : IOCB, Academy of Sciences of the Czech Republic – Prague – République Tchèque

4 : LEEC, Université de Villetaneuse – Villetaneuse – France

5 : EBE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

Stratégie reproductive chez un termite humivore guyanais, *Embiratermes neotenicus* (Termitidae : Syntermitinae)

Chez les termites, la fondation des colonies est assurée par un couple de reproducteurs, roi et reine primaires, qui vont engendrer l'ensemble des individus de la colonie (larves donnant les ouvriers, les soldats et les nymphes, futurs reproducteurs ailés). Chez certaines espèces, des reproducteurs secondaires néoténiques peuvent se différencier à partir des formes immatures, principalement les nymphes et les ouvriers. Ces reproducteurs additionnels permettent d'augmenter le taux de croissance et l'expansion de la colonie mais peuvent également remplacer le roi et/ou la reine primaire à leur mort. La production en grand nombre de ces reproducteurs néoténiques (jusqu'à des centaines) est une stratégie reproductive surtout connue chez les termites « inférieurs » (e.g. Rhinotermitidae) mais reste rare chez les termites « supérieurs » (Termitidae). L'observation sur le terrain des colonies d'une espèce guyanaise humivore de Termitidae, *Embiratermes neotenicus* (Syntermitinae), a montré la présence d'un grand nombre d'individus reproducteurs néoténiques de sexe femelle dans les nids. Nous nous sommes interrogés sur les modalités de reproduction chez cette espèce, en particulier pour la production de ces femelles.

L'analyse de la structure génétique des colonies d'*E. neotenicus* à partir de marqueurs microsatellites nous a permis de mettre en évidence l'utilisation d'un système particulier appelé AQS (*Asexual Queen Succession*) récemment décrit chez trois espèces de *Reticulitermes* (Rhinotermitidae). Nous avons ainsi montré que la reine primaire produisait une première génération de femelles néoténiques nymphoïdes (i.e. dérivant des nymphes) par parthénogenèse thélytoque et les ouvriers, les soldats et une partie des nymphes par reproduction sexuée.

NOTES

Christian Peeters

iEES, UPMC, CNRS, INRA, IRD UMR 7618 – Paris – France

L'évolution d'ouvrières sans ailes et naines est à la base du succès écologique des fourmis

Les fourmis ont la même organisation sociale que les abeilles et guêpes. Pourtant, elles présentent plus d'espèces, une biomasse plus élevée, et une plus grande diversité de modes de vie et d'alimentation. Une différence essentielle est la perte des ailes chez les ouvrières de fourmis. En plus, des ouvrières minuscules (largeur de tête < 1mm) ont évolué dans 228/286 genres de fourmis, mais dans aucunes guêpes et abeilles sociales. Cette miniaturisation implique une simplification du phénotype (exosquelette, yeux, aiguillon, ovaires, ..). Suite à la perte des muscles des ailes et la taille réduite, les ouvrières de fourmis sont moins chères à produire, permettant une augmentation de la taille des colonies quand c'est adaptatif. Chez d'autres espèces, les ouvrières naines apportent des avantages écologiques sans que les colonies soient plus peuplées. La nécessité du vol a empêché les ouvrières des guêpes et abeilles de diverger fortement des reines, alors que cette divergence entraîne de nombreux avantages chez les fourmis.

Peeters, C. & F. Ito (2015) Wingless and dwarf workers underlie the evolutionary success of ants. *Myrmecol. News* 21: online early [Review]

NOTES

Romain Libbrecht^{1,2}, Peter Oxley², Laurent Keller¹, Daniel Kronauer²

1 : DEE, Université de Lausanne – Lausanne – Suisse

2 : Laboratory of Social Evolution and Behavior, Rockefeller University – New York – États-Unis

DNA methylation in the clonal raider ant *Cerapachys biroi*

Reproductive and behavioral division of labor is at the root of the ecological success of insect societies, yet its mechanisms are not fully understood. The clonal raider ant *Cerapachys biroi* has no distinct queen and worker castes, and is characterized by an alternation between reproductive phases (ants lay eggs inside the nest) and brood care phases (ants do not lay eggs but nurse the brood and forage for food). The opportunity to compare queen-like (reproductive phase) and worker-like (brood care phase) individuals, combined with the possibility to control for age and genetic background makes *C. biroi* a great model system to study division of labor. In the past few years, there has been a growing interest in the role of epigenetic mechanisms (e.g. DNA methylation) in social insect division of labor, but most studies lacked biological replicates and/or did not use comparable tissues. We conducted a carefully replicated and controlled study of the role of DNA methylation in regulating reproduction and behavior in *C. biroi*, by comparing whole-genome DNA methylation patterns (using bisulfite sequencing) between brains of individuals collected in reproductive and brood care phases. DNA methylation did not differ significantly between the two phases at the nucleotide level, and was preferentially found in genes with high and stable expression between phases. In contrast with the common view that DNA methylation is highly dynamic in insects, the analysis revealed that a high proportion of DNA methylation was very robust across samples. Genes with such robust methylation events were significantly enriched for gene ontology (GO) terms related to general processes. The results of this study not only suggest that DNA methylation is not involved in regulating the reproductive and behavioral dynamics during the *C. biroi* colony cycle, but they provide interesting insights into the function of DNA methylation in insect societies.

NOTES

Adam Cronin¹, Nicolas Loeuille², **Thibaud Monnin²**

1 : United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University – Morioka – Japon

2 : iEES, UPMC, CNRS, INRA, IRD UMR 7618 – Paris – France

Conditions allowing for the coexistence of Independent vs. Dependent Colony Foundation

Offspring investment strategies must balance the trade-off between offspring size and number (few large vs. many small offspring). While larger offspring can be more competitive this often comes at a cost to their colonisation ability and this competition-colonisation trade-off can allow alternative strategies to coexist in the same environment. In addition, several studies have also stressed the importance of the spatial structure of the environment in strategies coexistence. Social insects are ideal models and we used an agent-based model that explicitly considers space to investigate when two ant species identical in every respect except their mode of colony foundation can and cannot coexist. Dependent Colony Foundation (DCF) and Independent Colony Foundation (ICF) are markedly different modes of colony reproduction, with DCF emphasising competitiveness (large offspring and low dispersal mortality) whereas ICF emphasises colonisation ability (long dispersal and high offspring number). Our simulations show that ICF outperforms DCF in environments subject to higher temporal or spatial heterogeneity, when colonies mature and reproduce late, or when colonies invest heavily in reproduction. On the other hand, DCF dominates in low-disturbance and high resource environments, or when maintenance costs are low. Varying life-history parameters and environmental parameters had a marked influence on coexistence conditions and yielded evolutionary stable strategies with either DCF or ICF totally outcompeting the other strategy. Nonetheless, ICF and DCF coexist over a wide range of parameter values. This can be explained by a competition-colonisation trade-off, and increased spatial or temporal habitat heterogeneity favoured coexistence. Thus, the spatial structure can act synergistically with the competition-colonisation trade-off to facilitate strategy coexistence, and can impose severe constraints on low-dispersers (DCF) through kin competition.

NOTES

Kleineidam Christoph

Department of Biology University of Konstanz – Konstanz – Allemagne

Nestmate recognition in ants

The ability to recognize nestmates (members of the same colony) and discriminate against conspecific individuals from foreign colonies is a fundamental ability of social insects. It is crucial for the emergence of colony coherence and ultimately benefits colony fitness.

Colony coherence is based on individual decisions of the colony members in encounters with other ants. At the individual level, recognition and discrimination is based on colony specific profiles of cuticular hydrocarbons (CHC label) that are represented in the olfactory centers of the ants' brain.

I will present our latest results on the neuronal mechanisms underlying nestmate recognition and the amazingly fast classification of complex and changing colony odor cues and how they relate to results from behavioral studies. I will present examples, illustrating context specificity of aggressive acts, and how individual behavior can be modulated.

Finally, I will discuss the neurobiological basis of individual recognition of complex colony odors and discrimination abilities in light of behavioral results and theoretical approaches, aiming to better understand the integration of the individual decisions into the collective recognition /discrimination abilities of the colony.

NOTES

Célia Bordier^{1,2}, Maryline Pioz¹, Didier Crauser¹, Yves Le Conte¹, Cédric Alaux¹

1 : Abeilles et Environnement, INRA UR0406 – Avignon – France

2 : Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse – Avignon – France

Le comportement de dérive chez les abeilles saines et parasitées, suivi par compteur optique

Les insectes sociaux vivent généralement en colonies relativement fermées. Cependant, le comportement de dérive, soit le mouvement d'individus de leur propre nid vers un autre, a souvent été décrit comme étant une stratégie de reproduction délibérée ou un phénomène accidentel. Chez l'abeille domestique (*Apis mellifera*), ce comportement de dérive est souvent attribué à des erreurs d'orientation et ce phénomène est potentiellement impliqué dans la transmission de maladies entre colonies introduisant un risque épidémiologique. Le rôle des agents pathogènes dans le comportement de dérive reste toutefois à être déterminé. Nous nous sommes ainsi intéressés à l'effet du parasite intestinal *Nosema ceranae* sur la dérive. En effet, ces microsporidies ont été décrites comme pouvant modifier les capacités cognitives et donc l'orientation des abeilles lors des vols. Ces pertes d'orientation peuvent avoir une double conséquence : affecter la survie des abeilles parasitées et favoriser la propagation du parasite. Pour caractériser le phénomène de dérive et tester les effets de *Nosema*, nous avons utilisé 3 ruches équipées de compteurs optiques capables de détecter en continu les entrées et sorties des abeilles marquées. Cet outil représente une opportunité unique de déterminer de manière précise et continue le comportement, assez mal connu, de dérive des abeilles. Pour chaque colonie, 50 abeilles contrôles et 50 abeilles parasitées ont été suivies sur 35 jours, l'expérience a été renouvelée 3 fois. Sur l'ensemble des abeilles 10,9% des contrôles ont fait une dérive contre 7,8% des parasitées. Un effet traitement a été mis en évidence sur le nombre et le temps de dérive. Globalement les abeilles infectées par *Nosema* ont dérivé 1,5 fois moins que les contrôles pour une durée de dérive inférieure d'un coefficient de 1,2. L'effet traitement étant combiné à un effet âge et localisation des colonies, l'impact du parasite sur la dérive semble modéré.

NOTES

Diane Bigot¹, Elisabeth Herniou¹, Nicolas Galtier², **Philippe Gayral¹**

1 : IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

2 : ISEM, Université Montpellier II, CNRS, IRD UMR 5554 – Montpellier – France

Diversité du Lake Sinai Virus (LSV) chez les Hyménoptères

Les espèces animales non-modèles sont une source potentielle de virus inconnus, pouvant être à l'origine d'émergence virale tant chez des insectes bénéfiques (ex. pollinisateurs) que chez les ravageurs. Notre étude a utilisé les technologies de séquençage de nouvelle génération (NGS) pour la découverte de nouveaux virus d'hyménoptères, et pour décrire leurs origines évolutives. Les transcriptomes individuels (ARNm) de trente fourmis moissonneuses (six espèces du genre *Messor*) et treize abeilles sauvages (trois espèces du genre *Halictus*) échantillonnées dans la nature ont été séquencés par la technologie Illumina. Pour obtenir une liste des contigs viraux à partir des transcriptomes bruts, un pipeline de bioinformatique novateur a été développé. Premièrement, les 580 millions de reads bruts ont été assemblés, puis une étape de détection d'homologies protéiques contre les bases de données publiques de protéines. Ensuite, l'affiliation de la taxonomie virale a été associée avec les protéines prédites. De nouveaux génomes viraux complets ont pu être reconstruits en utilisant une combinaison de ré-assemblages de contigs et de mapping des reads sur les nouvelles séquences virales. Sept génomes viraux complets proches du Lake Sinai Virus (LSV), un virus ARN possiblement associé au CCD, ont été reconstruits provenant de trois fourmis moissonneuses et trois abeilles sauvages. Les analyses phylogénétiques ont montré que les LSV chez *Halictus* forment un groupe phylogénétique différent de celui des Abeilles domestiques, et qu'un groupe de LSV retrouvés chez trois espèces de fourmis ont un ancêtre commun avec les LSV d'abeilles domestiques. Cette découverte ouvre de nouvelles perspectives sur les voies d'évolution et de transmission du virus entre les abeilles domestiques, les abeilles sauvages et les fourmis.

NOTES

Anne Dalmon

Abeilles et Environnement, INRA UR0406 – Avignon – France

Cross-infections across wild bee species and *A. mellifera*

Viruses are known to contribute to bee populations decline. Possible spillover is suspected from co-occurrence of viruses in wild *Apis* and *A. mellifera* species. We studied the risk of transmission between adults of wild and managed bee species. We favoured possible cross-infections using an attractive plant species, *Phacelia tanacetifolia* strongly followed up with managed bees, and collected wild species.

Virus prevalence was compared during 2 years, in 2 areas, at different dates in spring in the mediterranean area (southern France). More than 1000 wild individuals were checked for the seven most common bee RNA viruses. In *A. mellifera*, Deformed wing virus (DWV), Black queen cell viruses (BQCV) and Sacbrood virus (SBV) were confirmed to be the most prevalent viruses, while Israeli acute paralysis virus (IAPV) and the close Acute bee paralysis virus (ABPV), and surprisingly BQCV and SBV were the most prevalent in wild species. As a large number of individuals belonging to *Halictidae* genus were positive, we'll discuss a possible relationship with life history traits and sociality.

Both wild species and *A. mellifera* virus isolates were sequenced to look for possible species-specific differences in the viral genome. Patterns of phylogenetic trees differed a lot among viral species to others. For ABPV, a specific branch for *Eucera* sp. was drawn, when no specific branches were shown for SBV or BQCV, suggesting a recent spill-over and /or sustained exchanges. DWV exhibited higher diversity in the 5' non coding region (UTR) than in the helicase domain, and the absence of recombinant viral species between DWV and VDV-1 (*Varroa destructor* virus-1) in wild species may indicate that DWV does not originate from a recent transfer from *A. mellifera* to wild bees.

NOTES

Jean-Baptiste Leclerc, Claire Detrain

USE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

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

L'eusocialité chez les insectes a conduit à l'émergence de divers avantages évolutifs mais aussi à l'apparition de nouvelles contraintes, tel que le risque accru de transmission d'agents pathogènes. Outre l'immunité innée individuelle, les insectes eusociaux ont donc développé un panel de comportements individuels et sociaux qui limitent l'entrée et la propagation d'agents pathogènes au sein de la colonie. Afin de pouvoir mettre en place des comportements hygiéniques, les individus composant la colonie doivent être en mesure de détecter la présence d'agents pathogènes dans leur environnement, et d'y réagir de façon optimale. Nous nous sommes intéressés ici à la modulation des mécanismes « d'immunité sociale » de colonies de *Myrmica rubra* lorsqu'elles sont soumises à une infection par le champignon *Metarhizium anisopliae*. Plus particulièrement, nous avons testé l'influence du facteur démographique sur la dynamique de rejet d'une source pathogène en plaçant des grains de riz infectés au centre du nid de colonies de tailles différentes (50, 150 et 300 fourmis). Les résultats nous ont montré que l'introduction du champignon dans le nid a un effet significatif sur la mortalité des colonies. Cependant, aucune différence dans les taux de mortalité n'a été observée entre les différentes tailles de colonies. Enfin, le facteur démographique a une influence significative sur les temps de rejet du pathogène. En outre, nous avons également observé un déménagement du nid rapide des petites colonies de 50 individus, démontrant également une différence dans « l'immunité organisationnelle » et sociale des colonies en fonction de leur démographie.

NOTES

Vincent Piou¹, Jérémy Tabart¹, Angélique Vétillard¹, Jean-Louis Hemptinne²

1 : VAcBio, Centre Universitaire Jean François Champollion – Albi – France

2 : EDB, Université Paul Sabatier, CNRS, ENFA UMR 5174 – Toulouse – France

Importance de la phase phorétique dans le cycle reproducteur de l'acarien *Varroa destructor*, parasite de l'abeille européenne *Apis mellifera*

Varroa destructor est l'un des problèmes majeurs qui se posent à l'apiculture mondiale actuellement. De par son action directe de prélèvement d'hémolymphe et son rôle dans la transmission de maladies, ce parasite originaire d'Asie affaiblit grandement les abeilles et serait l'un des facteurs clés dans les pertes de colonies endurées en Europe. Le cycle de cet acarien peut être divisé en deux phases : une première phorétique et une seconde reproductrice. Lors de la phase phorétique, le varroa parasite les abeilles adultes, en majorité les nourrices, et recherche un site pour se reproduire. Lorsqu'il détecte une larve de stade L5, il infeste l'alvéole avant son operculation et entame sa reproduction. L'intérêt de la phase phorétique est encore sujet à débats. L'intérêt est-il seulement de permettre un déplacement énergétiquement peu coûteux vers un site de reproduction ou cette phase a-t-elle aussi un effet sur le succès reproducteur de l'acarien? Pour répondre à cette question, un système d'élevage in vitro du parasite a été mis en place. Cette méthode a permis ensuite la manipulation de la phase phorétique, tant en durée qu'en qualité. Trois conditions de phorésie ont été testées avant un transfert sur larves pour poursuivre le cycle de vie parasite. Des indicateurs de la reproduction, tels que le taux de ponte ou le nombre de filles adultes par mère, ont été mesurées. L'expression des deux gènes de la vitellogénine, connus pour varier grandement au cours de la reproduction, a aussi été relevée. Les résultats indiquent l'absence d'effet de la phase phorétique sur les caractéristiques de la reproduction et l'expression des gènes, ce qui tendrait à confirmer l'intérêt limité de cette étape. Cette étude a également permis de lier expression des gènes et paramètres de la reproduction, et a montré que les filles nouvellement nées n'expriment que très faiblement ces gènes.

NOTES

Lou Brossette, Anne-Geneviève Bagnères, Simon Dupont, Christophe Lucas

IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

Termite cocooning: How the royal couple investment in their reproductive success varies between two native and invasive species?

In social insects, the reproductive caste plays a key role in population because those individuals are the only ones capable of mating. Consequently, their laying activity and parental care determine the colony fitness. We do not yet know which factors influence colony foundation success of termites as studies on the topic are scarce. In this study, we examined the impact of behavioral interactions and variation in selected life history traits on colony foundation success in two European termite species, one endemic and one invasive (*Reticulitermes grassei* and *R. flavipes*).

Thanks to our original experimental design made of two pieces of glass separate by plastic spacers filled with sand, we were able to observe royal couples over six months. Thus we obtain data on clutch sizes, egg sizes, caste ratios and social interactions for more than 150 royal couples.

Among results, *R. grassei* couples present more social interactions and take more care of eggs. These factors are hypothetically influencing foundation success. On one hand, *R. grassei* couples longevity and fecundity are weaker than *R. flavipes* couples. On the other hand, we observe a stronger aggressivity between *R. grassei* couples members. This could explain the unexpected longevity variation. Thus this reproductive success variation brings food for thought on *R. flavipes* invasive potential.

NOTES

Claire Detrain¹, Lise Diez²

1 : USE Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

2 : Insect Navigation Group, University of Sussex School of Life Sciences – Brighton – Royaume-Uni

Nécrophorèse et hygiène sociale chez la fourmi *Myrmica rubra*

La vie en société entre ouvrières fortement apparentées et interagissant fréquemment dans l'espace confiné du nid expose les fourmis à un risque accru de transmission de pathogènes. Afin de prévenir et de répondre à ces problèmes sanitaires, les fourmis ont développé des comportements hygiéniques individuels et collectifs qui participent à une immunité dite sociale. Une première ligne de défense consiste à limiter le degré d'exposition aux pathogènes en rejetant activement hors de la fourmilière leurs cadavres en tant que sources potentielles de maladies. Nous nous sommes intéressés aux comportements individuels et collectifs des fourmis *Myrmica rubra* lors de la nécrophorèse - à savoir la détection par les ouvrières de leurs congénères mortes suivie de leur évacuation loin du nid. Nous avons montré que les ouvrières ayant trouvé un cadavre de congénère (Diez et al. 2013) utilisent leur mémoire spatiale en retournant préférentiellement dans la direction déjà visitée pour y déposer les corps. A l'échelle spatiale, dans des conditions naturelles, il en résulte que les cadavres ne sont pas entassés dans un « cimetière », mais dispersés autour du nid, loin de son entrée et des zones fréquentes par la colonie (Diez et al 2012). Ce travail risqué d'évacuation des corps est réalisé le plus souvent par des ouvrières actives à l'extérieur du nid n'ayant que peu de contacts avec leurs congénères ou avec les stades particulièrement sensibles aux pathogènes tels que les larves (Diez et al 2013). Cette étude comportementale de la nécrophorèse confirme l'importance d'une gestion efficace et différenciée des déchets dans la fourmilière où s'échangent en permanence informations, nutriments mais également des pathogènes.

Diez, L., Deneubourg, J.-L., Detrain, C., 2012. . *Naturwissenschaften* **99, 833–842.**

Diez, L., Le Borgne, H., Lejeune, P., Detrain, C., 2013. *Anim Behav* **86, 1259–1264.**

NOTES

Thierry Duhoo, Elise Nowbahari

LEEC, Université de Villetaneuse – Villetaneuse – France

Characterization of the rescue activity in ants *Cataglyphis cursor* with Markov models

Rescue behavior in *Cataglyphis cursor* have been observed in the field and tested under standardized conditions in the laboratory. Previous works show that when a relative is entrapped by falling sand or debris or attached by a cotton thread in laboratory conditions, the workers do a complex and precisely rescue behavior to free the entrapped relative by sand digging, sand transport, limb pulling and snare biting. The modeling of behavioral sequences of rescue activity for a rescuer using Markov models revealed preferred transitions between some past, present and future behaviors. This indicates a kind of organization in individual behaviors for this task. Finally, comparison of behavioral sequences between individuals of the same group of rescuers would probably highlight the inter-individual differences in the distribution of tasks for rescue activity (idiosyncrasy).

NOTES

Quentin Rome, Claire Villemant

ISYEB, MNHN, UPMC, EPHE, CNRS UMR7205 – Paris – France

Un ver nématode s'attaque au frelon asiatique... Arrêtera-t-il l'invasion ?

Le frelon asiatique à pattes jaunes *Vespa velutina* est une espèce exotique envahissante introduite accidentellement en France au début des années 2000. Il s'est rapidement propagé dans les pays voisins (Espagne, Portugal, Belgique, Italie et Allemagne) et occupe aujourd'hui 65% du territoire métropolitain. Ce prédateur qui chasse les abeilles en vol devant les ruches constitue une menace supplémentaire pour l'apiculture européenne. Si les espèces exotiques sont souvent introduites dans un nouvel environnement sans leurs ennemis naturels, ce qui favorise leur multiplication, elles peuvent aussi subir l'attaque de nouveaux ennemis d'origine locale. C'est le cas d'un nématode de la famille des mermithidés dont trois individus ont été obtenus en 2012 d'adultes de *V. velutina*, dans deux localités françaises. Ces vers du genre *Pheromermis* appartiennent probablement à l'espèce *P. vesparum*, un parasitoïde de guêpes sociales en Europe. Ce nématode est le deuxième ennemi autochtone de *Vespa velutina* observé en France, après une mouche Conopidae dont les larves se développent en parasitoïdes internes des adultes de guêpes sociales et de bourdons. Nous présentons le nématode et son cycle de développement et expliquons pourquoi l'infestation du frelon asiatique par ce parasite demeure exceptionnelle. Nous montrons aussi que les deux parasites, nématode et conopide, en s'attaquant de manière individuelle aux frelons, ne pourront pas freiner l'invasion, car la mortalité qu'ils provoquent n'entrave qu'exceptionnellement la capacité reproductrice des colonies. Cette très forte résilience des guêpes sociales explique aussi pourquoi les campagnes de piégeage n'ont pas d'effet décisif sur les populations du frelon asiatique, que ce soit le piégeage printanier dont l'impact se confond avec la mortalité naturelle des femelles fondatrices ou le piégeage d'été qui, à ce jour, n'atteint pas un niveau suffisant pour empêcher la reproduction des colonies.

NOTES

Philip Kohlmeier, Kai Höllander, **Joël Meunier**

Department of Evolutionary Biology, University Johannes-von-Müller – Mainz – Allemagne

Transient stress of social isolation, not social immunity, determines resistance against pathogen infection in a group living insect

Group living animals can limit the inherent risks of disease transmission between individuals by expressing collective defenses against pathogens, a phenomenon called social immunity. A common illustration of the fitness benefits entailed by social immunity comes from studies showing that infected individuals survive better in groups than in isolation. However, this apparent benefit of group living could also translate a stress induced by experimental changes in social environment (i.e. social isolation), an alternative scenario surprisingly unexplored so far. Here, we tested whether social isolation hampers individual's resistance against infection in group-living adults of the European earwig *Forficula auricularia*. In line with a stress of recent social isolation (but not with benefits of social immunity), we found that infected females survived better when grouped than isolated, but that this benefit dissipated when females have been isolated five weeks before pathogen exposure. By contrast in males, our results surprisingly supported an immunological cost of group living. Infected males did not survive better in groups than in isolation, but males isolated after infection survived better if they have been previously isolated rather than grouped. Overall, neither isolation nor group living shaped the survival rate of non-infected individuals. This study reveals that social isolation can be a key determinant of individual's resistance against pathogens in group-living species, and thus calls for empirical and theoretical considerations of this effect in future studies linking social evolution and risks of infection.

NOTES

Tom Ratz^{1,2}, Joël Meunier¹

1 : Department of Evolutionary Biology, University Johannes-von-Müller – Mainz – Allemagne

2 : Université François Rabelais – Tours – France

Does parental care differ across populations? A common garden experiment in the European earwig *Forficula auricularia*

The evolution of parental care typically requires that the associated fitness benefits for the caring parents outweigh the costs associated with care, e.g. a reduced investment into future reproduction. Across taxa and species, multiple factors have been suggested to shape this cost/benefit ratio and hence the expression of parental care. In this study, we conducted a common garden experiment to disentangle the roles of two such factors – genetic background and environmental conditions - on the expression of parental care in the European earwig *Forficula auricularia*, an insect with facultative maternal care. We sampled a total of 321 individuals in four well-separated populations (two in Spain, one in France and Germany, respectively) and maintained them under standard conditions in the laboratory. We measured the expression of three forms of maternal care, namely nest construction, food provisioning and clutch defense against predators. Because parental care can reflect key life-history traits in family members, we will additionally assess the size, clutch number and survival of the mothers, as well as the number, developmental time, survival, size, immuno-competence and cold/heat shock resistance of offspring. The measurements of maternal care and life-history traits will be interpreted in the light of the ecological (temperature, humidity) and genetic peculiarities of the sampled populations. Overall, our results will shed light on the importance of the population and intraspecific variation on the expression of parental care.

NOTES

**Marion Cordonnier¹, Bernard Kaufmann¹, Adeline Dumet¹, Arnaud Bellec²,
Jérôme Prunier³, Jérôme Gippet¹**

1 : LEHNA, Université Claude Bernard, CNRS UMR 5023 – Lyon – France

2 : EVS, Université Jean Moulin, CNRS: UMR 5600 – Lyon – France

3 : Station d'Ecologie Expérimentale du CNRS USR2936 – Moulis – France

Impact de l'urbanisation sur les flux de gènes : des conséquences inter aux conséquences intraspécifiques

L'urbanisation est un changement global d'origine anthropique qui par son ampleur, sa rapidité et ses effets, présente de grands défis pour la conservation de la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes, en particulier en modifiant profondément l'organisation spatiale du paysage et indirectement les patrons d'échanges génétiques. La présentation portera sur l'analyse de l'impact de ce changement global sur les flux de gènes chez deux espèces cryptiques de Formicidae, *Tetramorium* sp. E (espèce urbanophile) et *T. sp.* U2 (espèce urbanophobe). Parmi la faune présente dans des environnements fortement urbanisés, les fourmis (famille des Formicidae) ont été sélectionnées pour cette étude car elles constituent un bon indicateur de l'impact environnemental de l'urbanisation, mais aussi parce qu'elles semblent particulièrement prédisposées à l'hybridation. De plus, l'urbanisation constitue une modification environnementale anthropique majeure, laissant supposer qu'elle peut, sinon générer, du moins affecter l'hybridation à travers les patrons de distribution et les processus écologiques et génétiques qu'elle engendre. Notre étude a mobilisé des approches de génétique du paysage basées sur l'individu qui fournissent des évaluations de la structure génétique à échelle plus fine que les techniques populationnelles traditionnelles, et qui sont cruciales pour une localisation précise des discontinuités génétiques. Le projet a en outre exploité conjointement des marqueurs d'ADN mitochondrial (COI) et nucléaire (microsatellites). Enfin, la pluralité des analyses utilisées dans le cadre de ce travail exploite les derniers développements méthodologiques appliqués à la génétique du paysage, en particulier concernant les méthodes applicables à des approches individus-centrées novatrices pour l'étude des insectes sociaux.

NOTES

Eric Darrouzet, Jérémy Gévar, Anne-Geneviève Bagnères, Jean-Philippe Christidès

IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

La diversité des signatures chimiques chez une espèce invasive, le frelon asiatique *Vespa velutina*

Le frelon asiatique *Vespa velutina nigrithorax* a été introduit accidentellement en France vers 2004. Depuis, l'espèce a envahi rapidement le territoire français et européen. Son expansion pose de nombreux problèmes : environnementaux (le frelon est un prédateur de nombreux insectes), économique (le frelon chasse les abeilles) et de santé publique (des décès ont été relevés suite à des piqures).

Suite à son introduction, un phénomène de bottleneck génétique a été observé entraînant une homogénéité génétique de l'espèce en France. Dans ce cadre, nous nous sommes intéressés à la signature chimique (hydrocarbures cuticulaires) des frelons pour déterminer si celles-ci étaient aussi homogènes selon les colonies et les castes. Dans un premier temps, les hydrocarbures constituant cette signature chimique ont été identifiés en GC-MS. Dans un second temps, nous avons analysés cette signature selon la nature et l'origine des individus. Malgré l'homogénéité génétique, les insectes présentent une signature chimique spécifique qui est fonction de leur sexe, de leur caste et de leur origine coloniale. Ces différences de signatures chimiques portent principalement sur des aspects quantitatifs ; les insectes possèdent donc les mêmes hydrocarbures, mais avec des quantités relatives propre à chacune des castes. De plus, au sein de chaque caste, dans une colonie donnée, il est possible de séparer des individus qui présentent des signatures différentes. Celles-ci montrent l'existence d'une plasticité de la signature qui peut être liée soit à l'âge des individus, soit à un rôle ou une fonction particulière.

NOTES

Antoine Couto¹, Karine Monceau², Denis Thiery³, Jean-Christophe Sandoz¹

1 : EGCE, Université Paris-Sud, IRD, CNRS UMR 9191 – Gif-sur-Yvette – France

2 : Biogéosciences, Université de Bourgogne, CNRS UMR6282 – Dijon – France

3 : SAVE, ISVV, Bordeaux Science Agro, INRA UMR10 65 – Bordeaux – France

Neuroanatomical study of the olfactory system of hornets

Eusocial insects display outstanding cooperative behaviors for the completion of many vital tasks such as brood care, foraging or nest defense. It is widely agreed that this coordination of sex or cast-specific tasks relies on a sophisticated pheromonal communication system that maintains colonies in coherent units. To understand the mechanisms underlying the detection and processing of such chemical signals, cast- and sex-specific sensory adaptations along the olfactory pathway of eusocial species like ants or honeybees have been extensively investigated. Odorant molecules are detected by olfactory sensory neurons (OSN) on the antennae, which project to a primary olfactory structure, the antennal lobe. This structure is made of morphological and functional units called 'glomeruli' which each gather input from a given type of OSN. In males but also in workers of some insect species, enlarged glomeruli called 'macroglomeruli' are involved in the detection and processing of pheromonal signals. Thus, to assess the presence of neuronal adaptations stressing caste- and sex pheromonal guided behavior of hornets, we used anterograde antennal staining of OSNs coupled with confocal microscopy and 3D reconstruction to compare the antennal lobe features in the 3 castes of a hornet colony (foundress, worker, male). Next, we investigated the input-output connectivity of the AL of workers, in order to evaluate differences and commonalities with the well-described olfactory pathways of ants and honeybee, which might help understanding the evolution of the antennal lobe in social Hymenoptera.

NOTES

Anna Papach¹, Dominique Fortini², Pierrick Aupinel², Freddie-Jeanne Richard¹

1 : EBI, Université de Poitiers, CNRS UMR 7267 – Poitiers – France

2 : GEVES, INRA, Station de Magneraud – St-Pierre d'Amilly – France

Co-exposition effect on honey bee *Apis mellifera* olfactory learning performances

In the last ten years honey bee (*Apis mellifera*) colonies have been in decline. There are multiple causes that contribute to that rapid downtrend. Among them are pests and pathogens, land-use intensification, habitat loss and fragmentation. In most of the cases, the consequences of co-exposition are unknown as only few studies addressed these questions so far. Here we would like to investigate the impact of co-exposition between a pathogen and a neonicotinoid on honey bee survival and learning performances. Yet all the studies about the influence of pesticides on learning and memory abilities are conducted on honey bees that were exposed to pesticide after emergence. But it is known that neonicotinoids are also stored inside the hives in pollen, nectar and brood is exposed to it. In our work we exposed honey bee larvae to American Foulbrood and to sub-lethal doses of Thiamethoxam (chronic exposure). First we hypothesize that the application of two treatments may have synergistic effect and induce higher mortality rates on larvae. We also tested the impact of this co-exposition, during the larval stage, on impairment of learning and memory abilities as well as the social behaviour of the honey bee workers. We used the standard olfactory conditioning procedure that is based on Proboscis Extension Response (PER) to study the changes in learning and memory abilities caused by the co-exposition effect.

NOTES

Sabrina Attia¹, Anne-Geneviève Bagnères¹, Jean-Philippe Christidès¹, Stephen Foster^{1,2}, Simon Dupont¹, Christophe Lucas¹

1 : IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

2 : North Dakota State University, Department of Entomology – Hultz – Etats-Unis

New specific chemicals of the invasive termite *Reticulitermes flavipes*

In social insects, royal pheromones are known to control social organization and caste determination. In termites, a queen pheromone was identified for the first time in 2010 (Matsuura *et al.*, 2010, PNAS) in the Japanese species *Reticulitermes speratus*. This pheromone has a direct effect on caste ratio by inhibiting queen differentiation. A similar type of pheromone is believed to be produced by kings (Wilson, 1971) but, to date, no king pheromone has been identified.

Analysis of chemicals of different colonies of *Reticulitermes*, collected from their natural habitat in March 2015 and maintained in the laboratory, was performed by gas chromatography/mass spectrometry using various collection techniques (dynamic headspace extraction (purge and trap), headspace solid phase microextraction and stir bar sorptive extraction). Our results showed that different terpenes, acids and hydrocarbons were released by, or found on, termites under different conditions (sex, age, social interactions). The next step of this work will be to determine the infochemical role of these different chemicals in order to understand how they may influence intra- and inter-specific recognition.

If successful, this work will provide new semiochemicals for the monitoring and control of a range of pest species of termites. The work addresses the objective of minimizing the use of pesticides and promoting sustainable, adaptable and cost-effective horticultural production methods that meet both consumer and governmental requirements for a safe food supply chain and environmentally responsible growing systems.

NOTES

Kévin Berthelot¹, Felipe Ramon Portugal², Raphaël Jeanson¹

1: CRCA, Université Paul Sabatier, CNRS UMR5169 –Toulouse – France

2: EDB, Université Paul Sabatier, CNRS, ENFA UMR 5174 – Toulouse – France

How do individuals hierarchize chemical information depending on their caste in the ant *Odontomachus hastatus*

A major feature of social insects is the existence of reproductive division of labour where one individual reproduces and is helped by a sterile worker caste. In ants, the existence of variations in the number of reproductives is a labile trait that has drawn much attention. Most studies concerning the evolution of monogyny to polygyny have been examined from an evolutionary perspective, much to the detriment of our understanding of the proximal mechanisms underlying polygyny. One privileged route to polygyny relies on the adoption of additional inseminated queens. In this context, our study examined the modalities of queen adoption in the ant *Odontomachus hastatus*. In the field, queens seeking adoption are expected to first interact with the workers and then with the resident queen. We attempted to reproduce this scenario of adoption both in the lab and in the field. We first investigated how workers hierarchize information about fertility and colony membership by introducing individuals of different castes and different fertility status into a resident nest. We next examined the nature of social interactions between unrelated reproductive females differing in their fertility status. Combining behavioural approaches and the analyses of cuticular profiles, our results suggest that individuals from different castes have singular chemical signatures and that they process differently the information about fertility and colony membership.

NOTES

Florian Bastin¹, Grégory Lafon¹, Chaumont Thibault¹, Fabrice Savarit², Jean-Christophe Sandoz¹

1 : EGCE, Université Paris-Sud, IRD, CNRS UMR 9191 – Gif-sur-Yvette – France

2 : LEEC, Université de Villetaneuse – Villetaneuse – France

Etude des signaux olfactifs impliqués dans la reproduction chez les abeilles

Pendant la période de reproduction, les mâles d'abeilles de différentes ruches se regroupent dans le ciel à 10-40m au-dessus du sol dans des zones de congrégation. Quand une reine vierge entre dans la congrégation, les mâles sont attirés vers elle grâce à des signaux visuels et olfactifs (phéromones de reine) et essayent de s'accoupler avec elle dans les airs. Cependant, le mécanisme permettant aux mâles de trouver les zones de congrégations est encore mal compris. La possible implication d'une phéromone de mâle a été proposée dans la littérature mais son existence n'a jamais été confirmée.

Nous avons pu montrer précédemment en utilisant un compensateur de locomotion au laboratoire, que les mâles d'abeille sont effectivement attirés par l'odeur dégagée par un groupe d'autres mâles, comme ils le sont par la phéromone de reine vierge (Brandstaetter et al. 2014). Nous avons ensuite voulu savoir si cette interattraction dépend de la maturité des mâles. Nos résultats montrent qu'en effet des groupes de mâles âgés de 2-3 jours et 7-8 jours ne présentent aucune interattraction alors que celle-ci est marquée chez des mâles de 12-15 jours. Nous cherchons actuellement à déterminer la nature chimique de cette substance qui semble jouer un rôle important dans la reproduction de l'abeille, grâce à des extractions dans le pentane réalisées sur différents groupes d'âge. Nos premières analyses montrent qu'il y a bien des différences de profils moléculaires entre les différents groupes d'âge.

Brandstaetter, A.S., Bastin, F., Sandoz, J.C. (2014). Honeybee drones are attracted by groups of conspecifics in a walking simulator. *Journal of Experimental Biology*, **217**, 1278-1285

NOTES

Hanna Chole, Pierre Junca, Jean-Christophe Sandoz

EGCE, Université Paris-Sud, IRD, CNRS UMR 9191 – Gif-sur-Yvette – France

Effect of olfactory conditioning with different outcomes on antennal movements in honey bees

In order to survive, animals must produce adaptive behaviors when facing potentially positive (food) or negative (danger) situations. In honey bees, two olfactory conditioning protocols have been developed to study appetitive and aversive Pavlovian associations on restrained individuals in the Laboratory. In the appetitive conditioning of the proboscis extension response (PER), an odor (CS) is associated with sucrose solution (US), while in the aversive conditioning of the sting extension response (SER), an odor CS is associated with an electric or thermal shock US. Each protocol is based on the measurement of a different behavioral response (proboscis vs sting) which both provide binary responses (extension or not of the proboscis or sting). These limitations render the measure of the acquired hedonic value of an odor CS difficult without testing the animals in a freely moving situation. Here we study the effect of both olfactory conditioning types on the movements of crucial sensory organs for bees: their antennae. As bees' antennae are highly mobile, we asked whether their movements in response to an odorant change as a result of appetitive or aversive conditioning, and if so, if odor-evoked antennal movements may contain information about the acquired hedonic value of the CS. We thus developed a tracking system based on a motion capture principle for monitoring harnessed bees' antennal movements at a high frequency rate. Differential appetitive conditioning had a strong effect on antennal movements, bees responding to the reinforced odorant with a marked forward motion of the antennae and a strong velocity increase. By contrast, differential aversive conditioning had little effect on antennal movements. Antennal movements may represent a novel conditioned response taking place during appetitive conditioning, providing a possible advantage to bees when foraging in natural situations.

NOTES

Freddie-Jeanne Richard, Antony Balleri, Alexandra Lafitte

EBI, Université de Poitiers, CNRS UMR 7267 – Poitiers – France

The smelling pass of Oniscids: essential formality to access ants' world

Ants' society are governed by chemical rules, indeed odours determine ants' interactions with others species or others ants' colony. Ants of the same nest are supposed to display a peculiar chemical signature which allowed them acces to the nest. During gathering of ants colony we found terrestrial crustaceans, as *Platyhartrus offmanseggi* responsible for mutualistic interactions with ants host, and immature *Armadillidium nasatum*. So how a stranger species could pass chemical borders of the ants' society? Are these species able of chemical mimicry and look like ants from the nest they take refuge into? Here we try to answer these questions by studying ants' behaviours (*Lasius niger* sp) against 5 different species of terrestrial crustaceans (*Platyhartrus offmanseggi*, *Armadillidium nasatum*, *Oniscus asellus*, *Armadillidio officinalis*, *Cylisticus convexus*) in relation to the chemical compounds of their cuticule. Laboratory experiments revealed that ants' aggressiveness is negatively related to the amount of chemical compounds of crustaceans' cuticule, which could suppose that isopods presence in nest is mainly due to their chemical discretion. According to our results, amount of cuticular compounds depends on species, length (positive correlation between length and chemicals excretion in a species) and age of individuals. Thus individuals from species as *P. offmanseggi* may be tolerated not because they are chemically similar to their ants' host but because their cuticular production of chemicals is low. So more researches on ants' interspecific interactions should be done especially with isopods since there are one of the few species that inhabit ants' colony.

NOTES

Jean-Paul Lachaud^{1,2}, Gabriela Pérez-Lachaud²

1 : CRCA, Université de Toulouse Paul Sabatier, CNRS UMR5169 – Toulouse – France

2 : ECOSUR - Mexique

Un acarien parasitoïde primaire de la fourmi *Paratrechina longicornis*

De nombreux acariens Mesostigmata sont associés aux fourmis comme détritivores, prédateurs ou ectoparasites. Néanmoins, quelques espèces de la famille des Macrodynechidae se comportent comme de véritables parasitoïdes dont les stades juvéniles se développent comme ectoparasites d'un seul hôte sur lequel ils s'alimentent, le tuant progressivement, alors que l'adulte a une vie libre. Les deux seuls cas rapportés jusqu'ici dans la littérature concernant deux espèces de *Macrodynechus*, *M. sellnicki* et *M. yonakuniensis*, qui parasitent respectivement les nymphes de deux fourmis invasives, *Nylanderia fulva* (Formicinae) en Colombie et *Pheidole megacephala* (Myrmicinae) au Japon. Nous rapportons, pour l'état du Quintana Roo au Mexique, un nouveau cas de parasitoidisme primaire réalisé par une troisième espèce de ce même genre d'*Uropodina*, *M. multispinosus*, au détriment d'une autre espèce de fourmi invasive, *Paratrechina longicornis*. Des récoltes préliminaires réalisées en septembre et novembre 2014 et en janvier 2015 nous ont permis de réunir 8 échantillons de couvain qui ont été révisés sous loupe binoculaire. Dans trois échantillons provenant de deux zones proches (environ 30 km de distance), une proportion variant de 2,5 à 25 % de nymphes de fourmis se sont révélées parasitées alors que dans cinq autres échantillons, provenant d'une troisième zone plus éloignée (environ 80 km des deux précédentes), aucune nymphe parasitée n'a été relevée. Compte tenu de la taille de l'acarien qui occupe la totalité de l'abdomen de la nymphe hôte, et du fait qu'à la fin de son développement la nymphe hôte est pratiquement vidée de son contenu, l'hôte ne survit pas au développement complet du parasitoïde. Nos premiers résultats semblent indiquer que seules les nymphes d'ouvrières seraient attaquées, mais des échantillonnages plus importants et à d'autres périodes de l'année seront nécessaires pour vérifier ces résultats et apporter des éléments nouveaux sur cet agent potentiel de contrôle des populations de *P. longicornis*.

POSTERS

Sabrina Attia¹, Anne-Geneviève Bagnères¹, Jean-Philippe Christidès¹, Stephen Foster^{1,2}, Simon Dupont¹, Christophe Lucas¹

1 : IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

2 : North Dakota State University, Department of Entomology – Hultz – Etats-Unis

Volatile molecules of termites: a comparison of different chemical techniques for identification and analysis

Termites are important pests that can cause serious damage to old buildings, artistic wood structures and historical documents. Traditionally, the standard method for controlling subterranean termites is use of toxic chemical pesticides. However, the overuse of these insecticides has led to the development of resistance in various termite and other insect species, as well as environmental contamination problems.

The use of chemicals involved in communication (semiochemicals) for attracting or modifying the behavior of insects appears to be a promising approach for the control of subterranean termites, because these chemicals are highly selective toward the target organism, are biodegradable, and have few, if any, side effects on non-target organisms .

In order to improve methods for identifying termite semiochemicals, we collected various volatiles produced by the termite *Reticulitermes flavipes* by a number of methods, including dynamic headspace extraction (purge and trap), headspace solid phase microextraction (polydimethylsiloxane, polydimethylsiloxane/ divinylbenzene, divinylbenzene/ carboxen/ polydimethylsiloxane), and stir bar sorptive extraction, comprising a magnetic stir bar enclosed in glass and coated with a polydimethylsiloxane phase as adsorbent. The volatiles collected by these methods were analyzed by coupled gas chromatography/mass spectrometry triple quad (GC/MS/MS) and compared. The headspace techniques were found to be highly suitable for collecting termite volatiles and had the added advantages of low cost and being non-destructive of termites allowing behavior experiments during sampling.

Simon Hellemans¹, Denis Fournier¹, Robert Hanus², Yves Roisin¹

1 : EBE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

2 : IOCB, Academy of Sciences of the Czech Republic – Prague – République Tchèque

Implications of Asexual Queen Succession in termites on population sex-ratio

Asexual Queen Succession (AQS) is a reproductive strategy of termites in which the primary queen gets replaced by parthenogenetically-produced neotenic daughters which still mate with the primary king. Since the neotenic queens only bear their mother's genome, this replacement does not modify the genetic contribution of the founders to the progeny. However, when the king is replaced by a neotenic son which is sexually-produced and bears genes of both founders in equal proportion, the primary queen's genome is transmitted to the progeny three times more than the founder king's. It follows that female alates have a greater reproductive value than males in species under AQS and a female-biased sex-ratio is predicted. Kobayashi *et al.* (2013) developed a mathematical model predicting the population sex-ratio based on the occurrence of neotenic male-headed colonies. Observed sex-ratios of *Reticulitermes* species under AQS validated the model.

Here, we studied the alate sex-ratio of *Cavitermes tuberosus* (Termitidae: Termitinae), a soil-feeding, arboreal-nesting tropical species in which we demonstrated the occurrence of AQS (Roisin *et al.*, 2014). From the 47 nests in which a male reproductive was found, only four male neotenic were collected. The expected investment sex-ratio is therefore 0.52 (females: total sexual investment). We collected 14 entire nests with 5th instar nymphs and/or alates (6328 individuals) in October 2014 in French Guiana, prior to the swarming season. Numerical sex-ratio was balanced (SR=0.509, IC95%=0.497-0.522) while investment sex-ratio was slightly but significantly female-biased (SR=0.529, IC95%=0.517-0.542) and close to the predicted investment value. In conclusion, we validate the model of Kobayashi *et al.* (2013) in *C. tuberosus*, a species phylogenetically distant from *Reticulitermes* species.

Kobayashi, K., et al. 2013, *Nature communications* 4: 2048.

Roisin et al., 2014. In: 17th IUSSI Congress. Cairns, Australia.

Claire Detrain¹, Aurore De Braekeleer¹, François Verheggen²

1 : USE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

2 : UEFE, Université de Liège – Liège – Belgique

Stratégies défensives des fourmis récolteuses de miellat *Lasius niger* face aux syrphes aphidiphages, *Episyrphus balteatus*

Les pucerons myrmécophiles sont exposés à la prédation par les larves de syrphes aphidiphages mais peuvent bénéficier de la protection offerte par leur partenaire fourmi. Nous avons étudié le complexe plante hôte (*Vicia faba*), puceron (*Aphis fabae*), fourmi (*Lasius niger*) et syrphe (*Episyrphus balteatus*). Nous avons testé la réponse des ouvrières confrontée à une larve de syrphe lors de l'exploitation de pucerons. Les petites larves de syrphes de premier et deuxième stade tardent à être détectées, ne sont agressées que tardivement et sont pour la plupart évacuées de la plante pour être consommée au sein de la fourmilière. Les larves de stade 3 déclenchent immédiatement une réponse agressive des fourmis qui, cependant, échouent dans leur effort à évacuer ce prédateur aphidiphage extrêmement vorace. Ceci s'explique notamment par l'efficacité de la défense chimique des syrphes de stade 3 capables d'engluer et de paralyser leur adversaire. Enfin, par des tests de choix binaire, nous avons montré que la piste chimique des fourmis est attractive pour ces mêmes larves de syrphes ce qui pourrait leur faciliter la localisation de colonies de pucerons myrmécophiles. Ce travail confirme l'importance des fourmis pour les pucerons en tant que protectrices contre les syrphes prédateurs en particulier les deux premiers stades ainsi que l'efficacité des larves de syrphes comme agent de contrôle des homoptères.

Olivier Delattre¹, Karel Rücker², Josef Cvacka², Vojtech Jandak³, Ondrej Jiricek³, Blahoslava Vytiskova¹, Thomas Bourguignon¹, David Sillam-Dussès⁴, Jan Sobotnik¹

1 : Faculty of Life Science, Charles University in Prague – Prague – République Tchèque

2 : IOCB, Academy of Sciences of the Czech Republic – Prague – République Tchèque

3 : Czech Technical University – Prague – République Tchèque

4 : LEEC, Université de Villetaneuse – Villetaneuse – France

Evolution of alarm signals in termites

Termites are eusocial cockroaches, which dominate warm areas in their abundance, and logically form substantiate part of diet of more or less specialized predators. Their ecological success could also be understood as a result of arms race in predator-prey system, and consequently, we can see a wide array of defensive adaptations, from cryptic behaviour to the development of caste of specialized defenders, the soldiers. Moreover, termites reveal sophisticated communication abilities including the alarm communication, which greatly improves colony defence by repelling vulnerable individuals from and attracting soldiers to the source of disturbance. Alarm is in general mediated by two channels, vibroacoustic and chemical. Vibroacoustic signals are of two principal kinds, which are often combined: longitudinal oscillatory movements produce rather tactile or short-range signals, while vertical movements transmitted by substrate vibrations allowing the signal perception over longer distances. The chemical communication consists always in controlled release of the alarm pheromone along with other defensive compounds from the same gland. As no study was devoted to the evolution of alarm communication in termites, here we present results of complex behavioural, vibroacoustic and chemical work, on 8 species representing 7 families out of 9. We confirm that vibrations are the ancestral mode of alarm communication, while chemical alarm evolved independently in different families and sub-families.

**Elfie Perdereau¹, Stephanie Bankhead Dronnet², Zoé Chevalier¹, Simon Dupont¹,
Franck Dedeine¹, Anne-Geneviève Bagnères¹**

1 : IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

2 : LBLGC, Université d'Orléans – Orléans – France

Disentangling invasion processes in the termite *Reticulitermes flavipes* across different spatial scales in France and in Région Centre

Among Isoptera, the termite *Reticulitermes flavipes* are characterized as major pests that cause considerable damages. Recent study has shown that this termite would have been introduced into Europe from Louisiana during the 18th century and has become invasive in several areas of France. Phylogeographic and population genetic analyses can provide crucial information into origin and patterns of introduction, and in elucidating the causes and mechanisms by which introduced species became successful invaders. To determine the mechanisms by which introduced populations have spread in France, patterns of genetic variation were studied using mitochondrial (COI, COII) and nuclear markers (microsatellites) at contrasted geographic scales in France (local, regional en national). At a local scale, we were interested in determining colonial structure and breeding system by focusing sampling on some urban districts in Tours and two other closed cities in the same Department (37), since it is the most infested in the Région Centre. Results suggested that the three studied cities would have undergone a similar single introduction responsible to all current district infestations. The estimation of a large number of reproductives in those spatially expansive colonies suggested a strong population dynamics that certainly contributes to the invasion success of this termite. At a regional scale, mtDNA analyses revealed four haplotypes well geographically differentiated that suggest several centers of infestation, likely originating from the western coast of France and north-eastern USA. Congruently, microsatellite analyses showed significant population differentiation among the clusters detected by spatial population genetic analyses (Bayesian methods). At a national scale, among the 12 COII haplotypes occurring in France, 5 also occurred in Louisiana, i.e. the putative source population.

**Olivia Sanllorente¹, Jesús Vela¹, Pablo Mora¹, Teresa Palomeque¹, Lenoir Alain²,
Pedro Lorite¹**

1 : Departamento Biología Experimental. Universidad de Jaén – Jaén – Espagne

2 : IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

Presence of ant transposons in the genome of the silverfish *Atelura formicaria* (Zygentoma, Ateluridae)

Transposons are able to move along their host genome (with a “cut and paste” mechanism) in an autonomous way. This trait enables their horizontal transmission (HT), which is evidenced when: (1) there is a high similitude in transposons from hosts phylogenically distant, (2) there are phylogenetic incongruencies between transposons and their hosts and (3) there is a discontinuous distribution of transposons among related taxa. Here we study the possibility of HT between insect orders: the mariners Mboumar and Azteca described in ants are detected in the silverfish *Atelura formicaria* (Zygentoma, Ateluridae), a small myrmecophilous insect sampled in a *Formica cunicularia* nest. A phylogenetic tree of each mariner was performed with the Neighbour-Joining (NJ) method. Clones from *A. formicaria* would be expected to appear clustered together and well differentiated from those of ants, as silverfishes belong to a different insect order. This is what we found for the Azteca sequences, which suggests its vertical transmission between both orders although not among ants given that ant subfamilies are not differentiated for their Azteca clones. On the other hand, the phylogeny of Mboumar showed incongruencies with that of its hosts as evidenced by the random distribution of the *A. formicaria* clones within ants. These differences between mariner and host phylogenies point to horizontal transfer as the most probable mechanism of transmission.

* This work has been funded by the Spanish Ministry of Education and Innovation with the project CGL2011-23841.

Pierre Arnal

Ecology & Evolutionary Biology, University of Toronto – Toronto – Canada

Le rôle de l'acide oléique dans le comportement de dispersion des graines par les fourmis : signal ou ressource ?

La dispersion des graines par les fourmis joue un rôle écologique et évolutif majeur dans les écosystèmes. Cette relation mutualiste repose sur le fait que les fourmis, attirées par une structure accolée à la graine et appelée « élaiosome », récoltent cette dernière et la ramène au nid. Il a été montré que l'acide oléique sert de signal aux fourmis pour reconnaître les graines. Afin de déterminer si la production d'acide oléique est un signal honnête de la qualité des graines, notre étude s'est intéressée au rôle de l'acide oléique dans l'alimentation des colonies de fourmis. Nous avons manipulé expérimentalement les régimes de trois lots de colonies de *Myrmica rubra* récoltées sur le terrain et maintenues en laboratoire. Bien que non significative, nous avons observé une tendance à ce que les colonies nourries avec un régime supplémenté en acide oléique produisent plus de couvain et consomment plus de nourriture. Ce résultat suggère que l'acide oléique est un signal honnête de la qualité des élaiosomes puisqu'il semble constituer une ressource alimentaire pour les fourmis.

Kanvaly Dosso

PEDD, Université Nangui Abrogoua – Abidjan – Côte d'Ivoire

Biodiversity and land use: use of termites as bio-indicators for habitat modification in the Lamto region, Côte d'Ivoire

Termites are major decomposers in tropical regions and play an important role in soil processes. This study investigated the termite assemblage structure across a sequence of differing land-use systems. With a standardized method, data were collected on termites from the following habitats: semi-deciduous forest, teak plantation, cocoa plantation, Jatropha plantation, food crop field and 4-years old fallow. Termite species richness declined from the semi-deciduous forest to 4-years old fallow through teak plantation, food crop field, cocoa plantation and Jatropha plantation. The relative abundance of fungus-growers was the highest in all land-use types while that of soil-feeders steeply declined in all man-modified sites. The wood-feeding species showed clear responses to disturbance, with low abundances in monospecific- and modified sites without high trees. Comparisons with other studies suggest that changes in the termite assemblage structure result from forest conversion to agricultural systems. To help mitigate the loss of termites when forests are disturbed or cleared, we recommend to: (i) promote the association of cropping and silvicultural systems that reduces changes in microclimate and maintains the original termite assemblage with the associated ecosystem services; (ii) leave dead wood on the ground after forest disturbance to accelerate the recovery of the termite assemblage; and (iii) increase forest and silvicultural patch size and reduce length of forest edges to sustain the survival of forest-dependent species.

Sophie Lemasson, Claudio Lazzari, Fernando Guerrieri

IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

Visual conditioning of the maxilla-labium extension response in the ant *Camponotus aethiops*

Associative learning has been studied in many vertebrates and invertebrates. In social insects, the conditioning of the proboscis extension response (PER) in the honey bee, *Apis mellifera*, has been widely studied for about fifty years. Conditioning of PER allows total control of the conditioning parameters. In the last five years, a new social insect model was introduced for the study of associative learning and memory, the *Camponotus* ants. When the antennae of a harnessed ant are stimulated with sucrose solution, the ant extends its maxilla-labium to absorb the sucrose, i.e. the “maxilla-labium extension response” (MaLER). In previous work, MaLER could be conditioned by forward pairing an odour (conditioned stimulus) with sucrose (unconditioned stimulus). Unless the antennae were cut, visual conditioning of the PER in the honey bee does not occur. In this work, MaLER could be conditioned using visual stimuli as conditioned stimuli in the ant *Camponotus aethiops*. We trained individuals to associate a background light with the presentation of sucrose solution in the course of 12 trials. Ants were tested 1 h after the last conditioning trial. The response was still persistent. However, no retention was observed 24 h later. These results confirm that intact ants can be visually conditioned with a procedure allowing full control of parameters, thus a useful experimental procedure to study learning using the visual modality.

Abderrahim El Keroumi, Khalid Naamani, Abdallah Dahbi

Université Cadi Ayyad – Marrakech – Maroc

Rythmes circadiens de fourragement chez *Monomorium subopacum* (Formicidae, Myrmicinae) et de l'émergence d'une proie potentielle (larve de la Cératite) dans l'Arganeraie marocaine

L'Arganeraie *Argania spinosa*, véritable trésor botanique endémique du Maroc, constitue un grand foyer de prolifération et de propagation de *Ceratitis capitata*. Ce diptère ravageur des fruits, occasionne des pertes économiques considérables aux cultures des plaines avoisinantes. Il accomplit une bonne part de son cycle de développement dans la chaire du fruit d'Argan avant que la larve de dernier stade n'émerge et tombe au sol, à la recherche d'un site propice pour pupaison. Une telle phase de prospection, où la larve est dénuée de toute protection physique, présente un haut risque en présence de prédateurs potentiels.

La fourmi *Monomorium subopacum* constitue l'un de ces prédateurs. En effet, des expériences antérieures ont révélé leur implication active dans la prédation de ces larves. Néanmoins, aucune donnée n'est disponible quant à la possibilité de rencontre effective, durant le nycthémère, entre les fourrageuses et les larves émergentes des fruits.

Le présent travail analyse donc le degré de chevauchement du rythme circadien de fourragement chez *M. subopacum* et celui de l'émergence des larves cératites. L'activité des nids quantifiée en Juin (saison de fructification des arganiers) montre un rythme bimodal pour *M. subopacum* avec un pic matinal (5h - 11h) et un pic du soir (17h - 22h). Le premier, principal en terme d'intensité, est quasi-synchrone avec le pic d'émergence des larves (4h-10h). Ceci laisse suggérer une relation trophique effective entre ces fourmis et les larves disponibles sur le sol de l'Arganeraie.

Cette approche ne translate certainement pas l'impact quantitatif de ces fourmis sur la dynamique des populations de la Cératite. Néanmoins, elle permet de mieux appréhender un rôle substantiel de ces prédateurs dans la limitation des effectifs de ce ravageur. Ceci contribuera à mieux élaborer des stratégies de bio-contrôle, impliquant *M. subopacum*, dans le cadre général d'une lutte intégrée contre la Cératite.

Jérémy Gévar, Simon Dupont, Mariane Coquet, Julie Laumond, Eric Darrouzet

IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

An endoparasitoid can parasitize the yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax*, and could help limit the spread of this invasive hornet in Europe

The yellow-legged hornet, *Vespa velutina nigrithorax*, was accidentally introduced into southwestern France near 2004. Since then, the species has spread to other European countries. This invasive hornet preys on other insects. It is also a serious pest in honeybee colonies and thus affects beekeeping operations. Different hypotheses have been proposed to explain the relative success of different invasive species. Some have focused on the relationship between invasive species and their parasites. We have identified a locally occurring endoparasitoid, the Conopidae fly *Conops vesicularis*, which parasitizes *V. velutina* queens. Once parasitized, the queens die in a matter of days and, consequently, their colonies fail. This parasite might thus be able to limit the spread of *V. velutina* across Europe.

Romain Péronnet¹, Claudie Doums², Mathieu Molet¹

1 : iEES, UPMC, CNRS, INRA, IRD UMR 7618 – Paris – France

2 : ISYEB, MNHN, UPMC, EPHE, CNRS UMR 7205 – Paris – France

Effets de la température sur la variation de taille des ouvrières en conditions contrôlées chez *Temnothorax nylanderi*

La plasticité phénotypique, capacité d'un génotype à produire plusieurs phénotypes selon l'environnement, peut être avantageuse sous certaines conditions. Chez les insectes sociaux, elle permet de produire des ouvrières de taille variable, ce qui peut être avantageux en termes d'efficacité de travail. La variation de taille des ouvrières de fourmis dépend des génotypes, de l'environnement externe et du contrôle exercé par les ouvrières (environnement social). Les ouvrières des colonies de *Temnothorax nylanderi* sont fortement apparentées (espèce monogyne et monoandre) et les colonies sont naturellement soumises aux fluctuations de température de par leurs nids superficiels (branches et glands à même le sol). Ceci en fait un modèle idéal pour étudier les causes de la variation de taille. Nous avons quantifié les effets de la température en conditions contrôlées sur la variation de taille des nouvelles ouvrières produites par 50 colonies contenant 30 larves de premier stade. Deux régimes de température ont été appliqués sur des cycles de 12h/12h (haute température : 22/27°C et basse température : 15/20°C) pendant plusieurs mois jusqu'à ce que les larves deviennent des ouvrières adultes. Nous avons ensuite comparé la largeur de la tête des ouvrières présentes in natura avec celle des ouvrières produites sous ces deux régimes de températures. Les résultats montrent que la plasticité phénotypique chez cette espèce s'exprime même sous des conditions environnementales contrôlées, et n'est donc pas uniquement issue des fluctuations environnementales subies par les colonies en population naturelle. Le maintien de cette variation de taille même en condition contrôlée suggère qu'elle pourrait être générée par l'environnement social (contrôle par les ouvrières) et donc être adaptative.

Léa Picherit, Matilde Sauvaget, Paul Devienne, Fabrice Savarit, Renée Fénéron

LEEC, Université de Villetaneuse – Villetaneuse – France

Influence de la caste des larves lors de l'approvisionnement alimentaire chez la fourmi *Ectatomma tuberculatum*

Chez la plupart des insectes sociaux, les larves très peu mobiles sont dépendantes des soins des ouvrières, notamment pour l'apport de nourriture. Au cours de leur développement, les larves utilisent la nourriture comme ressources énergétiques pour croître et se différencier. Les larves de sexués (gynes) ont des besoins nutritionnels plus importants afin d'assurer le développement de leurs muscles alaires et du système reproducteur. C'est particulièrement le cas chez la fourmi *Ectatomma tuberculatum* où le dimorphisme de taille entre reines et ouvrières est particulièrement prononcé. Chez cette espèce, les larves sont capables de mouvoir la partie antérieure de leur corps et nous supposons que ces mouvements sont impliqués dans la communication ouvrières/larves lors la régulation du nourrissage. Nous avons testé l'hypothèse que lors de l'approvisionnement alimentaire, les larves de gynes effectueraient davantage de mouvements que les larves d'ouvrières et de mâles afin d'exprimer un besoin énergétique important. Nos résultats montrent que les groupes contenant au moins une larve de gyne expriment plus de mouvements spontanés que les groupes qui n'en contiennent pas. Nous montrons également que les ouvrières nourrissent plus rapidement les groupes de larves incluant des gynes. Nous supposons que par le biais des mouvements, certaines larves, et notamment les larves de gyne, pourraient influencer la rapidité du nourrissage par les ouvrières. Les mouvements des larves pourraient donc être impliqués dans la communication ouvrières/larves.

Alain Krok, Nicolas Monmarché, Pierre Gaucher, Mohamed Slimane

Polytech'Tours, Université François Rabelais – Tours – France

How can we build a colony of flying robots inspired by insects for the best price?

In this work, we have tried to build a colony of affordable quadcopters in order to make experiments on autonomous collective flying strategies. As the title may suggests an open end, we are far from our goal, since the question is still open. Anyway, this paper is a study and may be the first steps for further experiments. First, we describe the constraints we have chosen and we discuss the pitfalls we have encountered on the way to build a colony of open-source quadcopters.

Juliette Poidatz¹, Christophe Bressac², Denis Thiery¹, Olivier Bonnard¹

1 : SAVE, ISVV, Bordeaux Science Agro, INRA UMR10 65 – Bordeaux – France

2 : IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

Maturité sexuelle des mâles de frelon asiatique à pattes jaunes *Vespa velutina*, un prédateur invasif d'abeilles

Le frelon asiatique à pattes jaunes *Vespa velutina* var *nigrithorax* est un insecte invasif prédateur d'abeilles introduit en France il y a 11 ans. Plusieurs projets de recherche ont été mis en place pour pallier aux besoins de données scientifiques et techniques liés à cette invasion. *Vespa velutina* a un cycle de développement annuel, démarrant au printemps avec la création d'une nouvelle colonie par une reine après son hibernation. Les mâles viennent d'œufs non fécondés, généralement produits par la reine en été et automne, ou plus rarement par une reine non fécondée ou des ouvrières ayant développé des ovaires fonctionnels dans une colonie sans reine.

Des galettes de couvain provenant de 4 nids ont été collectées dans la région de Bordeaux en Novembre 2014, et maintenues en conditions contrôlées en laboratoire. Les changements anatomiques de 72 mâles de différents âges ont été étudiés. Trois traits ont été caractérisés : la spermatogenèse, la taille des testicules et le nombre de spermatozoïdes stockés dans les vésicules séminales. La structure des testicules a pu être décrite, il y aurait environ 128 follicules par testicule, soit environ 250 par mâle. La spermatogenèse est synchrone, et est active pendant 9 jours après l'émergence, puis les testicules dégénèrent et leur taille diminue. Les vésicules séminales, vides lors de l'émergence, contiennent jusqu'à 200 000 spermatozoïdes chacune après dix jours. Aucune corrélation n'a pu être observée entre la taille du mâle et sa production de spermatozoïdes ou sa taille de testicules après la spermatogenèse. De plus la taille des testicules après spermatogenèse n'est pas corrélée au nombre de spermatozoïdes dans les vésicules séminales.

Ces résultats nous donnent des éléments de compréhension supplémentaires sur le comportement de reproduction de cette espèce polyandre, en particulier dans le cas d'accouplements multiples des reines mais aussi des mâles.

Johanna Romero¹, Etienne Toffin², Alexandre Campo¹, Jean-Louis Deneubourg¹

1 : USE, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

2 : LUBIES, Université Libre de Bruxelles – Bruxelles – Belgique

Video tracking with open source use Tracker software: example based on net excavation in *Lasius niger* ants

The study of animal behaviour requires large amounts of data for robust analysis and investigation of complex phenomenon. Moreover, a consistent description of the behaviour must be done to understand the mechanisms at work. These needs of numerous, repeatable and reproducible measurements can be achieved by the mean of automated image analysis to track individuals. Unfortunately, few solutions exist that are both efficient and affordable. Here we present useTracker, an open source program on Linux, with an intuitive and user friendly interface which allows to detect individuals, and thus to determine location of individuals clusters or trajectories.

We illustrate the use of the software in the context of nest excavation in *Lasius niger* ants. This study used a two-dimensional digging set-up to record ants' activity: the device consisted of a horizontal digging arena with a white background to facilitate the observation of individuals. The software allowed for monitoring the ants' individual behaviour, to recognize aggregation patterns inside the nest and allowed to reconstruct the nest morphogenesis process by using the traffic flow of individuals.

The program useTracker is available for anyone, and allows automated and efficient video tracking in many circumstances. It hence represents a useful tool to deepen investigation of various collective behaviours.

Marta Elia^{1,2}, Maria Cristina Lorenzi^{*2,3}, Jean-Philippe Christidès¹, Christophe Lucas¹, Anne-Geneviève Bagnères^{*1}

1 : IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

2 : Department of Life Science and System Biology, University of Turin – Turin – Italie

3 : LEEC, Université de Villetaneuse – Villetaneuse – France

Host-nest odor variation due to wasp social parasites

In *Polistes* social wasps, nest odor is important for colony odor learning by young wasps. Usually, foundresses mark their paper nests with their own chemical signature. When obligate social parasites invade social wasp colonies, they become chemically indistinguishable from host colonies, but how they contribute to nest odor is unclear. In the present work we examine nest odor in the mountain *P. biglumis* social wasp and we compare changes occurring in free-living colonies with those occurring in colonies parasitized by the social parasite *Polistes atrimandibularis*, to identify the selective pressures imposed by social parasites on the chemical signature of their hosts. We analyzed the compounds of 150 nest surfaces from two populations in the Alps by collecting small pieces of nests all along the nesting season. Colony odor changes largely in quality and even more in quantity, with heavier compounds increasing in all nests through the summer. We also tracked for the first time the effect of the chemical strategy of the parasite on host nest odor and showed that, within very few days from invasion, parasite-specific unsaturated compounds appear and then disappear from the surfaces of the host nests, contributing to the integration of the parasites in host colonies and to their take over.

Marius Bredon, Charlotte Lécureuil, Christophe Lucas

IRBI, Université François Rabelais, CNRS UMR 7261 – Tours – France

Des marqueurs génétiques trahissent l'activité reproductrice des ouvriers chez le termite invasif *Reticulitermes flavipes*

Chez les termites du genre *Reticulitermes*, la reproduction est assurée par plusieurs types de reproducteurs. Les Rhinotermitidae ont la particularité d'avoir des reproducteurs primaires et des reproducteurs à la morphologie larvaire (néoténiques) issus de la lignée nymphale et ouvrière. Ceci donne une potentialité reproductive exceptionnelle du fait que tout individu au sein de la colonie peut, sous certaines conditions, se différencier en reproducteur. Cette particularité fait des *Reticulitermes* un modèle singulier pour étudier la structure sociale des insectes sociaux.

A partir de la bibliographie et de l'ontologie des gènes, nous avons identifié 65 gènes potentiellement marqueurs des fonctions de la reproduction chez les termites. Quatre gènes dont les séquences ont été retrouvées chez *Reticulitermes flavipes*, ont été analysés en comparant leur niveau d'expression chez des individus de différentes castes par qPCR. Deux d'entre eux s'avèrent particulièrement intéressant : (1) *Pumilio*, une RNA-binding protéine ubiquitaire impliquée dans la régulation de la spermatogenèse, et (2) *Courtless (Crl)*, un gène impliqué entre autres dans la méiose. Ils se sont révélés tous deux surexprimés chez les reproducteurs mâles par rapport aux castes non reproductives, ce qui valide leur utilisation comme marqueur de la fonction de reproduction mâle. Grâce à ces deux marqueurs moléculaires, nous avons pu identifier des individus mâles qui semblent se reproduire alors qu'ils ne présentent pas une morphologie différenciée des ouvriers. L'existence de ces mâles reproducteurs, qui ne présentent pas de caractère morphologique spécifique, peut être à l'origine de conflits sociaux. L'utilisation de ces marqueurs représente donc un outil puissant afin d'identifier tous les reproducteurs présents dans les colonies, quelle que soit leur morphologie. Ainsi grâce à eux nous pourrions mieux appréhender et comprendre les tensions sociales qui ont lieu au sein des colonies, en caractérisant le fonctionnement de la reproduction chez ces insectes sociaux.

Index des auteurs

- Alaux Cédric 75
Alem Sylvain 35
Andrieux Thibault 53
Arnal Pierre 125
Aron Serge 31, 49, 61
Attia Sabrina 105, 118
Aupinel Pierrick 103
Baer Boris 49
Bagnères Anne-Geneviève 23, 25, 53, 55,
85, 99, 105, 118, 122, 135
Balleri Antony 113
Bankhead Dronnet Stephanie 23, 122
Barron Andrew 39
Bastin Florian 109
Baudouin Guillaume 23, 25, 53
Bellec Arnaud 97
Bertelsmeier Cleo 27
Berthelot Kévin 107
Bigot Diane 77
Blüthgen Nico 9
Blight Olivier 27
Bonnard Olivier 133
Boomsma Jacobus 49
Bordier Célia 75
Bourguignon Thomas 121
Bredon Marius 136
Bressac Christophe 133
Brossette Lou 53, 85
Buatois Alexis 41
Campo Alexandre 29, 134
Chérasse Sarah 49
Chevalier Zoé 122
Chittka Lars 35
Chole Hanna 111
Chaumont Thibault 109
Christides Jean-Philippe 99, 105, 118, 135
Colin Théotime 63
Coquet Marianne 129
Cordonnier Marion 97
Couto Antoine 101
Crauser Didier 75
Cronin Adam 71
Cvacka Josef 121
Dahbi Abdallah 128
Dalmon Anne 79
Darras Hugo 61
Darrouzet Eric 99, 129
Davila Francisco 49
Debakker Domir 15
Dedeine Franck 23, 26, 53, 55, 122
Delattre Olivier 121
Deneubourg Jean-Louis 29, 134
Detrain Claire 81, 87, 120
Devaud Jean-Marc 39
Devienne Paul 131
Diez Lise 87
Dolejšová Klára 65
Dosso Kanvaly 126
Doums Claudie 51, 63, 130
Duhoo Thierry 89
Dumet Adeline 11, 97
Dupont Simon 23, 25, 53, 55, 85, 105,
118, 122, 129
El Keroumi Abderrahim 128
Fénéron Renée 43, 131
Fisher Brian 59
Foster Stephen 105, 118
Fortini Dominique 103
Fougeyrollas Romain 65
Fournier Denis 57, 119
Fresneau Dominique 43
Gévar Jérémy 99, 129
Galtier Nicolas 77
Gaucher Pierre 132
Gayral Philippe 77
Gippet Jérôme 11, 97
Guerrieri Fernando 127
Höllander Kai 93
Hanus Robert 57, 65, 119
Hellemans Simon 57, 119

Index des auteurs

Hemptinne Jean-Louis 83
Herniou Elisabeth 77
Houadria Mickal 9
Jacquemin Justine 15
Jandak Vojtech 121
Jeanson Raphaël 37, 107
Jiricek Ondrej 121
Junca Pierre 111
Kaufmann Bernard 11, 97
Keller Laurent 27, 69
Klein Simon 39
Kleineidam Christoph 73
Kohlmeier Philip 93
Korb Judith 7
Krok Alain 132
Kronauer Daniel 69
Kuhn Alexandre 61
Labadie Paul 23
Lachaud Jean-Paul 13, 115
Lafitte Alexandra 113
Lafon Grégory 109
Laumond Julie 129
Lazzari Claudio 127
Le Conte Yves 75
Le Péron Bastien 41
Lebas Claude 17
Leclerc Jean-Baptiste 81
Lécureuil Charlotte 136
Lemasson Sophie 127
Lenoir Alain 19, 123
Lenoir Jean-Christophe 45
Leponce Maurice 15
Lesne Pierre 37
Lhuillier Vincent 53
Libbrecht Romain 69
Lihoreau Mathieu 39
Limousin Denis 53
Loeuille Nicolas 71
Londe Sylvain 59
Lorenzi Maria Cristina 33, 135

Lorite Pedro 123
Lucas Christophe 53, 85, 105, 118, 135, 136
Luchetti Andrea 54
Maraun Mark 15
Maraun Melanie 15
Meunier Joël 93, 95
Molet Mathieu 59, 63, 130
Monceau Karine 101
Mondy Nathalie 11
Monmarché Nicolas 132
Monnin Thibaud 51, 59, 71
Mora Pablo 123
Naamani Khalid 128
Nowbahari Elise 89
Ollier Sébastien 27
Oxley Peter 69
Pérez-Lachaud Gabriela 13, 115
Péronnet Romain 130
Papach Anna 103
Pacchiano Lorène 41
Palomeque Teresa 123
Peeters Christian 67
Perdereau Elfie 23, 122
Perry Clint 35
Picherit Léa 43, 131
Piou Vincent 83
Pioz Maryline 75
Poidatz Juliette 133
Poteaux Chantal 65
Prunier Jérôme 97
Rücker Karel 121
Ratz Tom 95
Richard Freddie-Jeanne 103, 113
Roisin Yves 15, 57, 65, 119
Rome Quentin 91
Romero Johanna 29, 134
Roy Virginie 65
Salas-Lopez Alex 9
Sanchez Camille 51

Index des auteurs

Sandoz Jean-Christophe 101, 109, 111
Sanllorente Olivia 123
Sauvagat Matilde 43, 131
Savarit Fabrice 43, 109, 131
Schiøtt Morten 49
Sillam-Dussès David 65, 121
Simonis Priscilla 31
Slimane Mohamed 132
Sobotnik Jan 121
Suppo Christelle 25
Tabart Jérémy 83
Thiery Denis 101, 133
Toffin Etienne 29, 134
Trabalon Marie 37
Vétillard Angélique 83
Vargo Edward 23
Vela Jesús 123
Verheggen François 120
Villalta Irene 21
Villemant Claire 91
Vytiskova Blahoslava 121
Willot Quentin 31
Wystrach Antoine 47
Zimmerman Marie 23

CONTACTS

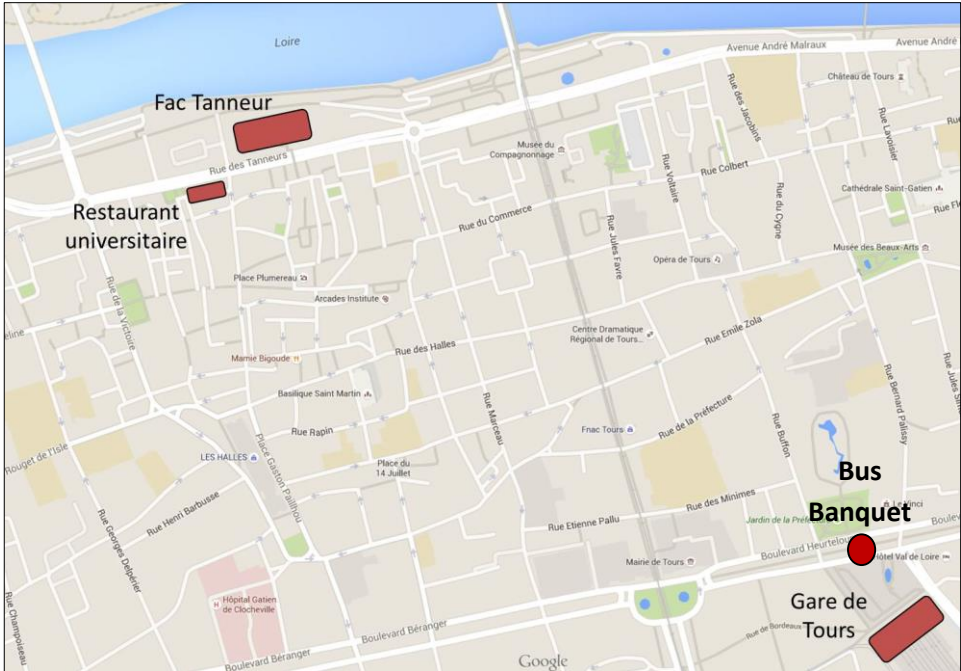
Participants		
Sylvain	Alem	s.alem@qmul.ac.uk
Pierre	Arnal	pierrearnal34@gmail.com
Sabrine	Attia	sabrine.attia@univ-tours.fr
Anne-Geneviève	Bagnères	bagneres@univ-tours.fr
Florian	Bastin	florian.bastin@egce.cnrs-gif.fr
Guillaume	Baudouin	guillaume.baudouin@etu.univ-tours.fr
Cleo	Bertelsmeier	cleo.bertelsmeier@gmail.com
Kévin	Berthelot	kevin.berthelot@univ-tlse3.fr
Diane	Bigot	diane.bigot@etu.univ-tours.fr
Célia	Bordier	celia.bordier@paca.inra.fr
Raphaël	Boulay	raphael.boulay@univ-tours.fr
Marius	Bredon	marius.bredon@etu.univ-tours.fr
Lou	Brossette	lou.brossette@etu.univ-tours.fr
Alexis	Buatois	alexisbuatois@hotmail.fr
Xim	Cerda	xim.sureda@gmail.com
Sarah	Chérasse	cherassesarah@gmail.com
Hanna	Chole	hanna.chole@egce.cnrs-gif.fr
Théotime	Colin	theotime.colin@gmail.com
Marion	Cordonnier	marion.cordonnier@hotmail.fr
Antoine	Couto	antoine.couto@legs.cnrs-gif.fr
Abdallah	Dahbi	abdallahdahbi68@gmail.com
Anne	Dalmon	anne.dalmon@avignon.inra.fr
Éric	Darrouzet	eric.darrouzet@univ-tours.fr
Franck	Dedeine	franck.dedeine@univ-tours.fr
Alain	Dejean	alain.dejean@wanadoo.fr
Claire	Detrain	cdetrain@ulb.ac.be
Kanvaly	Dosso	doskan2002@yahoo.fr
Claudie	Doums	claudie.doums@ephe.sorbonne.fr
Thierry	Duhoo	thierry.duhoo@univ-lille1.fr

Participants		
Simon	Dupont	simon.dupond@univ-tours.fr
Audrey	Dussutour	dussutou@gmail.com
Marta	Elia	marta.elia@etu.univ-tours.fr
Romain	Fougeyrollas	romain.fougeyrollas@univ-paris-est.fr
Vincent	Fourcassié	vincent.fourcassie@univ-tlse3.fr
Philippe	Gayral	philippe.gayral@univ-tours.fr
Dominique	Fresneau	dominique.fresneau@leec.univ-paris13.fr
Jean Norbert	Gbenyedji Koami Bezo	koamigbenyedji@gmail.com
Jérémy	Gevar	jeremy.gevar@univ-tours.fr
Jérôme	Gippet	jgippet@gmail.com
Fernando	Guerriri	fernando.guerrieri@univ-tours.fr
Simon	Hellemans	simon.hellemans@gmail.com
Mickal	Houadria	mickal.houadria@free.fr
Justine	Jacquemin	jjacquemin@naturalsciences.be
Raphael	Jeanson	raphael.jeanson@univ-tlse3.fr
Bernard	Kaufmann	bernard.kaufmann@univ-lyon1.fr
Simon	Klein	simon.klein.ens@gmail.com
Christoph	Kleineidam	Christoph.Kleineidam@uni-konstanz.de
Judith	Korb	judith.korb@biologie.uni-freiburg.de
Alexandre	Kuhn	alexkuhn@ulb.ac.be
Jean-Paul	Lachaud	jean-paul.lachaud@univ-tlse3.fr
Yves	Le Conte	yves.leconte@avignon.inra.fr
Claude	Lebas	cllebas@free.fr
Jean-Baptiste	Leclerc	jealecle@ulb.ac.be
Charlotte	Lécureuil	charlotte.lecureuil@univ-tours.fr
Alain	Lenoir	alain.lenoir@univ-tours.fr
Jean-Christophe	Lenoir	jc-lenoir@apibeezness.fr
Pierre	Lesne	pierre.lesne@univ-tlse3.fr
Romain	Libbrecht	romain.libbrecht@unil.ch

Participants		
Denis	Limousin	denislimousin@yahoo.fr
Sylvain	Londe	sylvain.londe@live.fr
Maria Cristina	Lorenzi	cristina.lorenzi@leec.univ-paris13.fr
Christophe	Lucas	christophe.lucas@univ-tours.fr
Django	Maurel	themacmaster@hotmail.fr
Joël	Meunier	meunier@uni-mainz.de
Nicolas	Monmarché	nicolas.monmarche@univ-tours.fr
Thibaud	Monnin	thibaud.monnin@upmc.fr
Elise	Nowbahari	Elise.Nowbahari@leec.univ-paris13.fr
Anna	Papach	anna-papach@ukr.net
Ivan	Paulmier	ivan.paulmier@fcba.fr
Christian	Peeters	christian.peeters@upmc.fr
Elfie	Perdereau	perdereau@univ-tours.fr
Romain	Péronnet	romain.peronnet@upmc.fr
Léa	Picherit	picherit.lea@laposte.net
Vincent	Piou	vincentpiou@live.fr
Juliette	Poidatz	juliette.poidatz@bordeaux.inra.fr
Stève	Prevel	prevelstev@gmail.com
Tom	Ratz	tom.ratz@etu.univ-tours.fr
Frédie-Jeanne	Richard	freddie.jeanne.richard@univ-poitiers.fr
Quentin	Rome	rome@mnhn.fr
Johanna	Romero	johanna.romero@student.uclouvain.be
Mathilde	Sauvaget	sauvaget@leec.univ-paris13.fr
Fabrice	Savarit	fabrice.savarit@leec.univ-paris13.fr
David	Sillam-Dussès	david.sillam-dusses@leec.univ-paris13.fr
Mireille	Vasseur-Cognet	mireille.vasseur@inserm.fr
Irene	Villalta	irenevillaltaalonso@gmail.com
Quentin	Willot	quentin.willot01@gmail.com
Antoine	Wystrach	gex.2@laposte.net

INFORMATIONS PRATIQUES

Plan de Tours centre



La faculté des Tanneurs 3, Rue des Tanneurs.

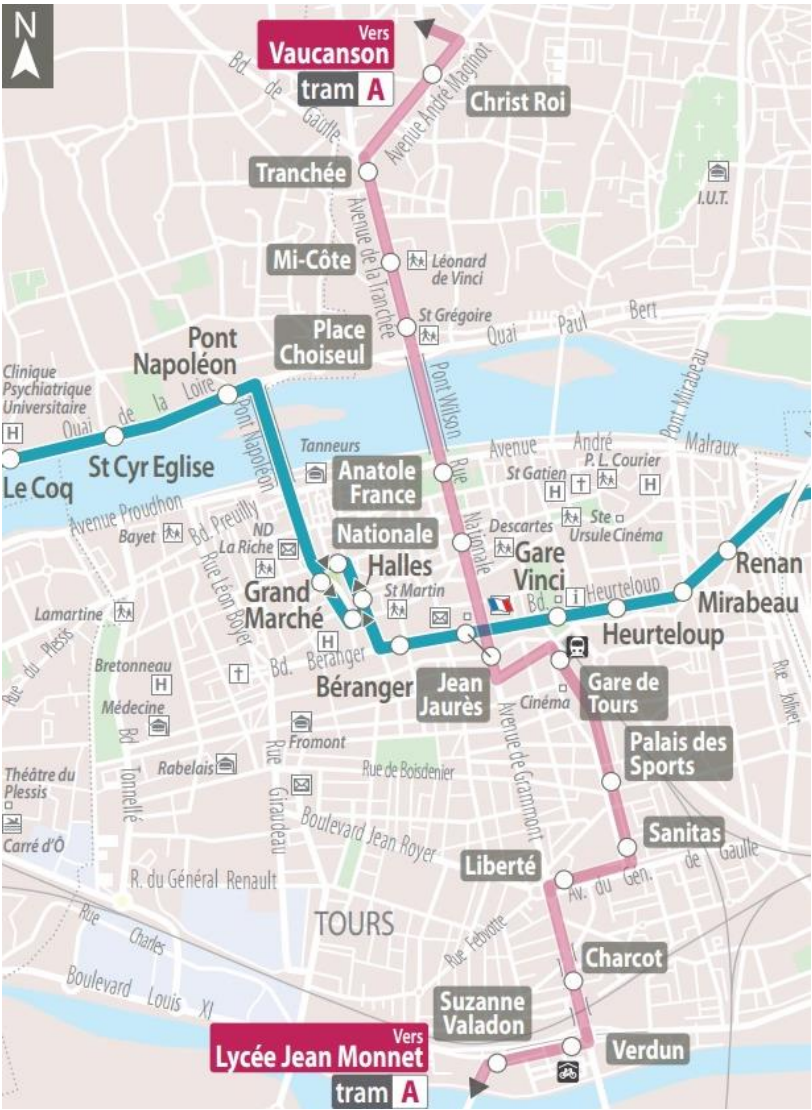
Transport (Fil bleu) depuis la Gare :

- Ligne A direction : Vaucanson, arrêt : Anatole France (5 min)
- Ligne 50 du bus direction : Vaugareau, arrêt : Victoire (5 min)
- À pied 20 minutes

Rappel

- Départ pour le banquet depuis Amboise, rendez-vous à 18h00 au bus
- Départ pour le banquet depuis Tours, rendez-vous à 18h30 devant le pôle Vinci (en face de la Gare SNCF)

Détail des lignes de transport A et 50



TRANSPORTS

Horaires et arrêts de la ligne de Bus 50

Direction Vaugareau (Gare-Tanneur)

Lundi au Vendredi - Monday to Friday										50 direction LUYNES Vaugareau													
Bois de Plante	5.50	6.47	7.11	7.41	8.04	8.31	9.09	9.52	10.48	11.53	12.57	13.56	14.36	15.06	15.36	16.06	16.30	17.00	17.30	18.05	18.41	19.10	19.48
Louise Michel	5.54	6.51	7.15	7.46	8.09	8.36	9.14	9.57	10.52	11.57	13.01	14.01	14.41	15.11	15.41	16.11	16.35	17.05	17.35	18.10	18.45	19.14	19.52
Les Fougerolles	5.58	6.55	7.20	7.51	8.14	8.41	9.19	10.02	10.57	12.02	13.06	14.06	14.46	15.16	15.46	16.16	16.40	17.10	17.40	18.15	18.50	19.19	19.57
Colette	6.01	6.58	7.23	7.54	8.18	8.45	9.23	10.05	11.00	12.05	13.10	14.10	14.50	15.20	15.50	16.20	16.44	17.14	17.44	18.18	18.53	19.22	20.00
Pablo Neruda	6.05	7.03	7.28	7.59	8.23	8.50	9.28	10.10	11.05	12.10	13.15	14.15	14.55	15.25	15.55	16.25	16.49	17.19	17.49	18.23	18.57	19.26	20.04
Justices	6.07	7.05	7.30	8.02	8.26	8.53	9.30	10.12	11.07	12.12	13.18	14.18	14.58	15.28	15.58	16.28	16.52	17.22	17.52	18.25	18.59	19.28	20.06
Jacques Decour	6.10	7.09	7.34	8.05	8.29	8.56	9.34	10.16	11.11	12.16	13.21	14.21	15.01	15.31	16.01	16.31	16.55	17.25	17.55	18.29	19.03	19.32	20.10
Jean Bonnin	6.12	7.11	7.36	8.08	8.32	8.59	9.36	10.18	11.13	12.18	13.24	14.24	15.04	15.34	16.04	16.34	16.58	17.28	17.58	18.31	19.05	19.34	20.12
Gare Vinci	6.18	7.17	7.42	8.14	8.38	9.05	9.42	10.24	11.19	12.24	13.30	14.30	15.10	15.40	16.10	16.41	17.05	17.35	18.05	18.37	19.11	19.39	20.17
Jean Jaurès	6.20	7.19	7.45	8.17	8.41	9.08	9.45	10.27	11.22	12.27	13.33	14.33	15.14	15.44	16.14	16.45	17.09	17.39	18.09	18.40	19.14	19.41	20.19
Victoire	6.25	7.24	7.50	8.23	8.47	9.14	9.51	10.33	11.28	12.33	13.39	14.39	15.20	15.50	16.20	16.51	17.15	17.45	18.15	18.46	19.20	19.47	20.24
Maisons Blanches	6.29	7.28	7.54	8.27	8.51	9.18	9.55	10.37	11.32	12.37	13.43	14.43	15.24	15.54	16.24	16.55	17.19	17.49	18.19	18.50	19.24	19.51	20.28
La Bonde	6.32	7.31	7.57	8.30	8.54	9.21	9.58	10.40	11.35	12.40	13.46	14.46	15.27	15.57	16.27	16.59	17.23	17.53	18.23	18.54	19.28	19.54	20.31
Port Vallières	6.35	7.35	8.01	8.34	8.58	9.25	10.02	10.44	11.39	12.44	13.50	14.50	15.31	16.01	16.31	17.03	17.27	17.57	18.27	18.58	19.31	19.57	20.34
Mareuil	6.37	7.37	8.03	8.36	9.00	9.27	10.04	10.46	11.41	12.46	13.52	14.52	15.33	16.03	16.33	17.05	17.29	17.59	18.29	19.00	19.33	19.59	20.36
Chêne Vert	6.40	7.40	8.06	8.39	9.03	9.30	10.07	10.50	11.45	12.50	13.56	14.56	15.37	16.07	16.37	17.09	17.33	18.03	18.33	19.03	19.36	20.02	20.39
Luynes Centre	6.44	7.44	8.10	8.43	9.07	9.34	10.11	10.54	11.49	12.54	14.00	15.00	15.41	16.11	16.41	17.13	17.37	18.07	18.37	19.07	19.40	20.06	20.43
ESAT les Vallées	6.48	7.49	8.15	8.48	9.12	9.39	10.16	10.59	11.54	12.59	14.05	15.05	15.46	16.16	16.46	17.18	17.42	18.12	18.42	19.12	19.45	20.11	20.48
Vaugareau	6.49	7.50	8.16	8.49	9.13	9.40	10.17	11.00	11.55	13.00	14.06	15.06	15.47	16.17	16.47	17.19	17.43	18.13	18.43	19.13	19.46	20.12	20.49

TRANSPORTS

Direction Bois de Plante (Tanneur-Gare)

Lundi au Vendredi - Monday to Friday										50 direction LA VILLE AUX DAMES Bois de Plante														
Vaugareau	5.57	6.49	7.11	7.51	8.16	8.41	9.06	9.33	10.33	11.30	12.28	13.17	13.52	14.23	14.53	15.25	16.00	16.35	17.05	17.35	18.07	18.37	19.09	19.40
Luynes Centre	6.02	6.54	7.17	7.57	8.21	8.46	9.11	9.38	10.37	11.34	12.32	13.21	13.56	14.27	14.57	15.29	16.04	16.39	17.09	17.39	18.11	18.41	19.13	19.44
Chêne Vert	6.07	6.59	7.22	8.02	8.26	8.51	9.16	9.43	10.42	11.39	12.37	13.26	14.01	14.32	15.02	15.34	16.09	16.44	17.14	17.44	18.16	18.46	19.18	19.49
Mareuil	6.09	7.01	7.24	8.04	8.28	8.53	9.18	9.45	10.44	11.41	12.39	13.28	14.03	14.34	15.04	15.36	16.11	16.46	17.16	17.46	18.18	18.48	19.20	19.51
Port Vallières	6.11	7.03	7.26	8.06	8.30	8.55	9.20	9.47	10.46	11.43	12.41	13.30	14.05	14.36	15.06	15.38	16.13	16.48	17.18	17.48	18.20	18.50	19.22	19.53
La Bonde	6.14	7.06	7.29	8.09	8.33	8.58	9.23	9.50	10.49	11.46	12.44	13.33	14.08	14.39	15.09	15.41	16.16	16.51	17.21	17.51	18.23	18.53	19.25	19.56
Maisons Blanches	6.17	7.09	7.32	8.12	8.36	9.01	9.26	9.53	10.52	11.49	12.47	13.36	14.11	14.42	15.12	15.44	16.19	16.54	17.24	17.54	18.26	18.56	19.28	19.59
Victoire	6.21	7.13	7.36	8.17	8.41	9.06	9.31	9.58	10.57	11.54	12.51	13.41	14.16	14.47	15.17	15.49	16.24	16.59	17.29	17.59	18.31	19.01	19.33	20.03
Jean Jaurès	6.25	7.17	7.41	8.22	8.46	9.11	9.36	10.03	11.03	12.00	12.57	13.47	14.22	14.53	15.23	15.55	16.30	17.05	17.35	18.05	18.37	19.06	19.37	20.07
Gare Vinci	6.27	7.19	7.43	8.24	8.48	9.13	9.38	10.05	11.05	12.02	12.59	13.49	14.25	14.56	15.26	15.58	16.33	17.08	17.38	18.08	18.40	19.09	19.39	20.09
Jean Bonnin	6.32	7.24	7.49	8.30	8.54	9.18	9.43	10.10	11.10	12.07	13.04	13.54	14.30	15.01	15.31	16.03	16.39	17.15	17.45	18.15	18.46	19.14	19.44	20.14
Jacques Decour	6.34	7.26	7.51	8.32	8.56	9.20	9.45	10.12	11.12	12.09	13.06	13.56	14.32	15.03	15.33	16.05	16.41	17.17	17.47	18.17	18.48	19.16	19.46	20.16
Justices	6.37	7.30	7.55	8.36	9.00	9.24	9.49	10.16	11.16	12.13	13.10	14.00	14.36	15.07	15.37	16.09	16.45	17.21	17.51	18.21	18.52	19.20	19.49	20.19
Pablo Neruda	6.39	7.32	7.57	8.38	9.02	9.26	9.51	10.18	11.18	12.15	13.12	14.02	14.38	15.09	15.39	16.11	16.47	17.23	17.53	18.23	18.54	19.22	19.51	20.21
Colette	6.44	7.37	8.02	8.43	9.07	9.31	9.56	10.23	11.23	12.20	13.17	14.07	14.43	15.14	15.44	16.16	16.52	17.28	17.58	18.28	18.59	19.27	19.56	20.26
Les Fougerolles	6.48	7.41	8.06	8.47	9.11	9.35	10.00	10.27	11.27	12.24	13.21	14.11	14.47	15.18	15.48	16.20	16.56	17.32	18.02	18.32	19.03	19.31	20.00	20.30
Louise Michel	6.51	7.45	8.10	8.51	9.15	9.39	10.04	10.31	11.31	12.28	13.25	14.15	14.51	15.22	15.52	16.25	17.01	17.37	18.07	18.36	19.07	19.34	20.03	20.33
Bois de Plante	6.55	7.49	8.14	8.55	9.19	9.43	10.08	10.35	11.35	12.32	13.29	14.19	14.55	15.26	15.56	16.29	17.05	17.41	18.11	18.40	19.11			

Sponsors Officiels



Sites Visités

