

5^{èmes} journées scientifiques

MediatEC

**MÉDIATION CHIMIQUE DANS
L'ENVIRONNEMENT –
ÉCOLOGIE CHIMIQUE**

Rennes, 26-27 octobre 2018



www.gdr-mediatec.cnrs.fr

5^{èmes} journées scientifiques MediatEC

GDR CNRS 3658

MÉDIATION CHIMIQUE DANS L'ENVIRONNEMENT – ÉCOLOGIE CHIMIQUE

26-27 octobre 2018

Pôle numérique Rennes Beaulieu, Campus de Beaulieu

Université de Rennes 1

Avenue du Général Leclerc, 35000 Rennes

Nous débutons un nouveau cycle de notre GDR renouvelé pour 5 ans, avec notre première réunion adossée à l'« International Conference on Ecological Sciences – SFE 2018 ».

Cette année à nouveau le GDR a financé différentes bourses pour permettre à des étudiants de partir en congrès (parfois sur d'autres continents) ou à nos journées. Un soutien financier a aussi permis d'organiser une journée « Metabolomics for chemical ecology » dans quelques jours à Paris où nous avons plus de 25 inscrits !

Notre GDR MediatEC 2^{ème} mouture débute donc en beauté à Rennes et nous espérons que ces journées seront, comme d'habitude, aussi riches scientifiquement qu'humainement.

On remercie toute la joyeuse équipe rennaise qui a organisé nos journées.

Degemer mat e Breizh !

(Bienvenus en Bretagne)

Anne-Geneviève et Olivier

Comité d'organisation

Anne-Geneviève Bagnères-Urbany

Valérie Chaminade

Anne Marie Cortesero

Maxime Hervé

Olivier Thomas

Comité scientifique

Anne-Geneviève Bagnères-Urbany

Anne Marie Cortesero

Maxime Hervé

	Vendredi 26
8h30	Accueil
9h15	Bienvenue
9h30	Potin
10h00	Meslet-Cladiere
	Grovel
	Beniddir
11h00	Pause café
11h30	Poupon
	Grondin
	Gouzerh
12h30	Déjeuner
14h00	Session posters
15h00	Gravot
	Culioli
	Genta-Jouve
16h00	Pause café
16h30	Foursov
	Quer
	Nicolè
	Riva
	Lamy
18h10	
18h30	Apéro
	Soirée bretonne

...

	Samedi 27
9h00	Lihoreau
9h30	Piqueret
	Cordonnier
	Dubuisson
10h30	Pause café
11h00	Zidat
	Auffray
	Hamidi
12h00	Discussion générale
12h30	Déjeuner
14h00	Discussion générale (suite)
15h30	

Vendredi 26 octobre

8h30 - 9h15	Arrivée et enregistrement
9h15 - 9h30	Accueil et introduction par les organisateurs
9h30 - 10h00	Philippe Potin – Conférencier invité Using the chemical language of seaweed biotic interactions to shape future "one health"
10h00 - 10h20	Laurence Meslet-Cladiere Les métabolites secondaires des champignons terrestres et marins
10h20 - 10h40	Olivier Grovel La chimiodiversité d'un <i>Penicillium ubiquestum</i> marin passée à la loupe de la culturomique et de la métabolomique
10h40 - 11h00	Mehdi Benididir Découverte d'alcaloïdes indolomonoterpéniques dimères inédits par la technique des réseaux moléculaires
11h00 - 11h30	Pause café
11h30 - 11h50	Erwan Poupon Changement de paradigme dans la biosynthèse des alcaloïdes guanidiniques complexes d'origine marine
11h50 - 12h10	Isabelle Grondin Des composés volatils insecticides aux composés non volatils anti-fouling : voyage au cœur des plantes et éponges de La Réunion et de la zone Océan Indien
12h10 - 12h30	Flora Gouzerh Cancers et odeurs
12h30 - 14h00	Pause déjeuner

14h00 - 15h00	Session posters
15h00 - 15h20	Antoine Gravot 'DEsCriBe' project: A wide assessment/investigation of phytochemical diversity in leaves, roots and seeds of <i>Brassica napus</i>
15h20 - 15h40	Gérald Culioli Coupling metabolome and microbiome analyses for deciphering the chemical dialogue between the brown alga <i>Taonia atomaria</i> and its epiphytic bacterial communities
15h40 - 16h00	Grégory Genta-Jouve MetWork: a Web Server for in-silico Metabolization of Natural Products
16h00 - 16h30	Pause café
16h30 - 16h50	Guillaume Foursov Interactions chimiques sphaignes-plantes vasculaires : le rôle des polyphénols en tourbières dans le contexte du réchauffement climatique
16h50 - 17h10	Élodie Quer Étude des greffes racinaires chez le sapin baumier (<i>Abies Balsamea</i>)
17h10 - 17h30	Florence Nicolè Piège à odeur et mimétisme chimique chez le sabot de vénus
17h30 - 17h50	Clémence Riva Méthode de diagnostic de la résistance au varroa chez les abeilles domestiques
17h50 - 18h10	Fabrice Lamy Améliorer l'efficacité de la culture piège utilisée lors de la mise en place d'une stratégie <i>push-pull</i> pour lutter contre la mouche du chou : exploration de la diversité variétale du chou chinois
18h30 - ...	Apéro Soirée bretonne

Samedi 27 octobre

- 9h00 - 9h30 **Mathieu Lihoreau** – Conférencier invité
How food chemistry mediates interactions in animal groups and communities
- 9h30 - 9h50 **Baptiste Piqueret**
Appetitive associative olfactory memory is highly resistant in *Formica fusca* ants
- 9h50 - 10h10 **Marion Cordonnier**
Distinguer un individu conspécifique d'un individu hétérospécifique au sein d'une zone hybride : des preuves comportementales aux signaux chimiques
- 10h10 - 10h30 **Candice Dubuisson**
Impact de l'environnement olfactif sur la ponte de la noctuelle du maïs, *Agrotis ipsilon*
- 10h30 - 11h00 Pause café
- 11h00 - 11h20 **Timothée Zidat**
Anal scent gland secretions inform on sexual maturity, sex and social status in the Alpine marmot, *Marmota marmota* (Rodentia: Sciuridae): a role in intrasexual competition in cooperative breeders?
- 11h20 - 11h40 **Thomas Auffray**
Attractivité de Composés Organiques Volatils sur le Pou Rouge *Dermanyssus gallinae*
- 11h40 - 12h00 **Rachid Hamidi**
Dynamique de population de *Plodia interpunctella* (Lepidoptera : Pyralidae) et foyers de contaminations dans un contexte agro-alimentaire
- 12h00 - 12h30 Discussion générale
- 12h30 - 14h00 Pause déjeuner
- 14h00 - 15h30 Discussion générale (suite)

COMMUNICATIONS

ORALES

NOTES

Philippe Potin, X Qikun, M Bernard, S Dittami, L Cabioch & C Leblanc

*Sorbonne université, CNRS UMR 8227, Laboratoire de Biologie Intégrative des Modèles Marins,
Roscoff*

USING THE CHEMICAL LANGUAGE OF SEAWEED BIOTIC INTERACTIONS TO SHAPE FUTURE "ONE HEALTH"

During the last twenty years, we and a growing number of phycologists and chemical ecologists have shown that sessile red and brown seaweeds are not passive participants in biotic interactions, and that they can actively alter their susceptibility to various attackers and interact with their specific microbiota. The large kelp of the order Laminariales recognize oligoguluronate fragments of their major cell wall polysaccharides, alginate, and react with a rapid oxidative burst. Gametophytic blades of nori and thalli of Gracilariales recognize agar fragments and display similar reactions. In all of these algae, signal transduction following elicitor pattern recognition involves lipases, and both free fatty acids and oxylipins play a role in the activation of defense responses and gene regulation, similar to terrestrial plants. How this basic knowledge of Pattern-Triggered-Immunity could be used to manage disease-resistance in large scale cultivation of seaweeds? How the new knowledge on the functioning of a seaweed holobiont will also impact this field of research? Natural aqueous extracts of brown seaweeds, that are used as terrestrial plant biostimulants, were successfully tested as a pre-treatment to alleviate the impact of epiphytism in farming of the red seaweed crop *Kappaphycus* in the Philippines. This example provides novel stimulus for the development of cultivation of brown seaweeds lines in the crop rotation models of tropical red seaweeds, and invertebrate production in commercial farms. How can we improve this knowledge to make it more applicable? The development of the understanding of marine push-pull strategies and biocontrol mechanisms are major challenges for the next decade in marine chemical ecology that I will illustrate in my talk.

NOTES

Laurence Meslet-Cladiere

LUBEM-EA 3882, Plouzané

LES MÉTABOLITES SECONDAIRES DES CHAMPIGNONS TERRESTRES ET MARINS

En 2015, le nombre de champignons marins isolés était estimé à 1112 espèces, appartenant à 472 genres, 129 familles et 65 ordres différents (Jones *et al.*, 2015). Par ailleurs, la revue de Rateb et Ebel (2010) recensait 690 structures chimiques découvertes entre 2006 et mi-2010, issues de champignons isolés de milieux marins. Le LUBEM possède une collection de champignons marins issus de multiples environnements (sources hydrothermales, sédiments marins profonds, lacs sous-marins hypersalés...). Nous cherchons parmi cette collection, les microorganismes susceptibles de produire des métabolites secondaires ayant des fonctions d'intérêt pour la santé humaine, comme les antibiotiques, les anticancéreux ou les antioxydants. Pour cela, nous avons mis en place un processus méthodologique qui permet d'aller « du gène à la molécule ». Par des approches de PCR, nous essayons de mettre en évidence la présence de gène codant des Polyketide Synthase (PKS), des Peptides non ribosomiaux Synthetases (NRPS), des Terpènes synthases (TPS) ou des enzymes qui modifient les métabolites secondaires comme les ArylSulfotransferases (AST) ou les Haloperoxidases à vanadium (VHPO). Cette modification entraîne la plupart du temps une augmentation de l'activité biologique des métabolites secondaires. Une fois les souches possédant ces gènes identifiées, nous essayons de purifier les métabolites d'intérêt et de les tester sur des lignées cellulaires cancéreuses ou sur des bactéries pathogènes humaines.

NOTES

TPT Hoang, C Roullier, H Nazih, JF Gallard, YF Pouchus, MA Beniddir &
Olivier Grovel

EA 2160 - Mer Molécules Santé, Université de Nantes, Nantes

LA CHIMIODIVERSITÉ D'UN *PENICILLIUM UBIQUETUM* MARIN PASSÉE À LA LOUPE DE LA CULTUROMIQUE ET DE LA MÉTABOLOMIQUE

Les études sur la distribution fongique marine recensent régulièrement la présence de champignons associés à des mollusques bivalves, mais dont le rôle écologique reste inconnu. Nous avons précédemment observé qu'il existe un lien entre origine environnementale (association à des macroorganismes ou non) et production de métabolites par certains champignons marins en laboratoire. Ceci est particulièrement notable au sein du genre *Penicillium*, prédominant en milieu marin et bien connu pour son ubiquité et ses métabolites utilisés en thérapeutique tels que les pénicillines et les statines. Ainsi, les souches de *Penicillium* isolées de coquillages présentent des activités biologiques significativement supérieures à celles issues d'autres environnements, reflétant l'activation de voies de biosynthèse de produits bioactifs.

Ainsi, nous nous sommes intéressés à une souche fongique isolée de moules *Mytilus edulis* et appartenant à l'espèce *Penicillium ubiquetum*, une espèce récemment décrite et vierge d'études chimiques. L'étude des variations de son expression métabolique en réponse aux conditions culturelles (méthodologie OSMAC) a été réalisée par analyses métabolomiques, déréglicatives puis chimiques. Ceci a mis en évidence sa capacité à orienter son métabolisme – dans certaines conditions précises et en présence d'eau de mer – vers la production d'une série abondante de méroterpénoïdes complexes et de stéroïdes rares, aboutissant à la découverte de nouveaux produits naturels.

NOTES

E Otogo N'Nang, G Bernadat, E Mouray P Grellier, E Poupon, P Champy &
Mehdi Beniddir

BioCIS UMR CNRS 8076, Univ. Paris-Sud, Université Paris-Saclay, Châtenay-Malabry

DÉCOUVERTE D'ALCALOÏDES INDOLOMONOTERPÉNIQUES DIMÈRES INÉDITS PAR LA TECHNIQUE DES RÉSEAUX MOLÉCULAIRES

Dans le but de découvrir de nouveaux membres de la famille des alcaloïdes indolomonoterpéniques, notre équipe s'intéresse à la ré-investigation de plantes ayant fait l'objet d'études phytochimiques dans les années 1960-70 en employant des techniques analytiques modernes, tirant notamment profit des avancées récentes en spectrométrie de masse et en bio-informatique. Dans ce contexte, l'étude de *Mostuea brunonis* Didr. (Gelsemiaceae) a permis de découvrir le premier exemple de bisindoles de type vobasane pontés par un pont soufré, que nous avons nommés : theionbrunonines A et B. Cette communication décrira les moyens mis en œuvre pour cibler et identifier ces molécules.

NOTES

SBL Silva, F Oberhänsli, MA Tribalat, G Genta-Jouve, JL Teyssié, MY Bottein-Dechraoui, JF Gallard, L Evanno, **Erwan Poupon** & OP Thomas

BioCIS, Faculté de Pharmacie, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, Châtenay-Malabry

CHANGEMENT DE PARADIGME DANS LA BIOSYNTHÈSE DES ALCALOÏDES GUANIDINIQUES COMPLEXES D'ORIGINE MARINE

La biosynthèse des alcaloïdes guanidiniques complexes isolés des éponges marines de l'ordre des Poecilosclerida (crambescines, batzelladines, crambescidines...) a pu être repensée et confortée expérimentalement chez *Crambe crambe*, éponge choisie comme modèle. Des études à la fois de marquage isotopique et de chimie bio-inspirée sont venues étayer les hypothèses issues d'une analyse rétrobiosynthétique fine. Les résultats de ce projet multidisciplinaire seront présentés dans le but de démontrer la logique (bio-)chimique de la biosynthèse de ces molécules.

NOTES

Isabelle Grondin¹, E Dorla¹, E Pichon¹, P Laurent¹, C Ah-Peng² & A Bialecki¹

¹ Université de La Réunion, Saint-Denis

² UMR Peuplements Végétaux et Bioagresseurs en Milieu Tropical, Saint-Pierre

DES COMPOSÉS VOLATILS INSECTICIDES AUX COMPOSÉS NON VOLATILS ANTI-FOULING : VOYAGE AU CŒUR DES PLANTES ET ÉPONGES DE LA RÉUNION ET DE LA ZONE OCÉAN INDIEN

La recherche de molécules d'intérêt à impact écologique et environnemental est un des objectifs du Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA). Mieux comprendre les relations insectes-plantes (par l'analyse des composés volatils des espaces de tête de fleurs, de fruits et de légumes), mieux comprendre les interactions entre les invertébrés marins et leur environnement microbien (par la recherche de molécules inhibitrices du quorum sensing et à activité anti-fouling) pour des applications en aquaculture, mais aussi en santé humaine, explorer la chimiodiversité des plantes de La Réunion à la recherche de nouvelles sources de molécules insecticides et acaricides... sont divers exemples des efforts de recherche déclinés par le LCSNSA dans le domaine de l'écologie chimique. Les résultats de quelques programmes pluridisciplinaires seront présentés au cours de cette communication. Concernant le psylle *Acizzia uncatoides* Ferris & Klyver, suite à d'importantes attaques du Tamarin des hauts, *Acacia heterophylla* Willd. (Fabaceae) par ce ravageur, une variabilité intraspécifique de traits foliaires (fonctionnels et chimiques) a été mise en évidence le long des versants Est, Sud et Ouest de La Réunion, précisant les réponses de cet arbre aux variations climatiques et édaphiques sur sa gamme altitudinale. Concernant la mouche du melon *Bactrocera cucurbitae*, l'étude de la fraction volatile de *Peperomia borbonensis* Miq. (Piperaceae) a montré le potentiel insecticide de l'huile essentielle de cette espèce endémique de La Réunion. Dans le domaine de la recherche de molécules naturelles bioactives issues de la biodiversité marine, les travaux menés sur trois éponges marines de la zone sud-ouest de l'Océan Indien ont conduit à l'isolement de dix métabolites secondaires, dont trois présentaient une activité inhibitrice du quorum sensing de la bactérie bioluminescente *Vibrio harveyi* et cinq une activité anti-microfouling par inhibition de l'adhésion et/ou de la croissance de souches microbiennes marines.

NOTES

Flora Gouzerh, L Dormont, F Thomas *et al.*

*CEFE, Montpellier
MIVEGEC, Montpellier*

CANCERS ET ODEURS

Les cellules cancéreuses sont en interaction avec leurs hôtes, et peuvent modifier le phénotype de ces derniers, en impactant par exemple l'activité de leur hôte, leur morphologie, ou encore leur comportement. Parmi ces modifications possibles, on retrouve celle des odeurs corporelles. Ce domaine de recherche qui a émergé ces 10 dernières années a pour objectif de trouver une méthode de détection des cancers qui serait plus précoce et non invasive. Au cours de mon Master 2, nous nous sommes intéressés aux modifications d'odeurs corporelles induites par un cancer du poumon sur des souris génétiquement modifiées, dans l'optique de trouver des biomarqueurs précoces de cancer. Le déclenchement et la progression de ce cancer pouvant être contrôlés, en complétant la nourriture des souris avec un antibiotique (la doxycycline), l'évolution des COVs émis par les souris a pu être analysée depuis l'initiation du cancer jusqu'à la mort des souris, après 12 semaines de traitement. Une différenciation entre les souris cancéreuses et non cancéreuses a pu être identifiée au bout de la 12^{ème} semaine de prélèvements, avec 5 composés ayant un impact dans la discrimination de ces deux groupes. Ces biomarqueurs ne sembleraient donc pas être précoces dans l'apparition de la maladie. Cependant, pouvons-nous généraliser ces observations à tous les types de cancer ou certains cancers modifient-il plus que d'autres les COVs émis par les individus ? Pour répondre à cette question d'autres modèles d'études seront mis en place au cours de ma thèse, impliquant la caractérisation des COVs notamment sur les diables de Tasmanie ayant un cancer de la face contagieux, et pour qui il serait important de trouver un biomarqueur précoce dans un but de conservation de l'espèce. D'autre part, ces modifications de COVs peuvent ouvrir la voie à d'autres perspectives de recherche en écologie chimique sur l'impact de ces changements d'odeur sur les relations intraspécifiques.

NOTES

Antoine Gravot *et al.*

*IGEPP, Agrocampus Ouest, INRA, Université de Rennes 1, Le Rheu
BIA, INRA, Nantes*

**‘DESCRIBE’ PROJECT: A WIDE ASSESSMENT/INVESTIGATION OF
PHYTOCHEMICAL DIVERSITY IN LEAVES, ROOTS AND SEEDS OF
*BRASSICA NAPUS***

Intraspecific phytochemical diversity is a key determinant of crop biotic interactions and a source of plant resistance traits. Breeding efforts for low glucosinolate contents in seeds have largely shaped the phytochemical landscape of oilseed rape varieties. The genetic architecture of glucosinolate profile in seeds and leaves has been investigated by many groups. However, several aspects of the phytochemical intraspecific diversity in vegetative parts of *Brassica napus* still deserve further extensive investigations. DESCriBe is a multi-team project recently started at IGEPP, aiming at the most possibly exhaustive metabolomic study of specialized compounds in a diversity panel of 250 accessions of *B. napus*, including low and high glucosinolate winter and spring oilseed rape varieties, forage rape, and swedes. The resulting intraspecific chemical diversity will be compared to the one of two core collections of the progenitor species *B. oleracea* and *B. rapa*. The work will focus on endogenous (seeds, roots and leaves) and volatiles secondary compounds, with a specific emphasis on glucosinolates (GSL), phenolics and low molecular weight terpenes. The starting point of the project includes the development of analytical procedures dedicated to the assessment of putatively rare compounds that might be specific of some genotype subsets. As a main output, the project will define a phytochemical identity card for every accessions in the panel, a dataset that will support the choice of genotypes in further works on plant biotic interactions. GWAS analysis of phytochemical traits will give genetic indications on the possible impact of recent *B. napus* breeding history on the metabolomics features of vegetative organs. This work will be also a starting point for further investigations on the molecular basis of the biosynthesis and regulation of rare or understudied *Brassica*-specific specialized metabolites that are absent from *Arabidopsis*.

NOTES

B Paix¹, A Othmani¹, N Carriot¹, D Debroas², JF Briand¹ & **Gérald Culioli¹**

¹ Université de Toulon, MAPIEM, EA 4323, Toulon

² Université Clermont Auvergne, CNRS, Laboratoire Microorganismes: Génome et Environnement, Clermont-Ferrand

COUPLING METABOLOME AND MICROBIOME ANALYSES FOR DECIPHERING THE CHEMICAL DIALOGUE BETWEEN THE BROWN ALGA *TAONIA ATOMARIA* AND ITS EPIPHYTIC BACTERIAL COMMUNITIES

In marine ecosystems, macroalgal surfaces are prone to be colonized by complex communities of microorganisms. This colonization process, called biofouling, is generally initiated by the attachment of bacteria and leads to the formation of biofilms, *i.e.* complex tridimensional structures of microbial cells embedded in an exopolymeric matrix. Through the evolution, marine macroalgae and microbes have developed a wide range of associations, such as parasitism, mutualism or commensalism, and ultimately the surface of macroalgae constitutes a privileged area of chemical interactions between the algal host and its associated microbiome (the whole forming a biological system called "holobiont"). Advances in technologies for microbiome sequencing and metabolomics have enabled these research fields to reach a stage of maturity. Thus, integration of microbial and metabolomics data from such a holobiont system would allow a better understanding of: (i) the impact of compounds released by the host at its surface on the epiphytic communities, and (ii) the microbial influence on the host through production and/or degradation of biologically-active molecules.

The present study aimed to investigate by a multi-omics approach the seasonal co-variation between the surface metabolome and the epibacterial communities of the Mediterranean Phaeophyta *Taonia atomaria*. The LC-MS based metabolomics and the 16S rDNA metabarcoding studies showed a similar seasonal trend. Furthermore, a particular attention was paid to few metabolites known to regulate the epibiosis by inhibiting the adhesion of specific bacteria but also on compounds implied in the seasonal discrimination between the surface extracts. Among these last metabolites, several betaines together with diacylglycerylhydroxymethyl-N,N,N-trimethyl-beta-alanine (DGTA) derivatives and dipeptides, identified through molecular networking, were the most discriminant. These data were then connected to the metabarcoding dataset using multi-block PLS-DA to identify compounds inhibiting some specific bacterial OTUs or involved in the shaping and the seasonal variation of epiphytic communities.

NOTES

Y Beauxis & Grégory Genta-Jouve

C-TAC, UMR CNRS 8638 COMETE, Université Paris Descartes, Paris

METWORK: A WEB SERVER FOR IN-SILICO METABOLIZATION OF NATURAL PRODUCTS

MetWork is a tool developed to provide a fast set of annotations to a molecular network when at least one metabolite is previously identified. Its algorithm is based on two scripts to generate data: metabolization and fragmentation and controlled by two scripts to compare generated data with experimental LC-MS/MS data. Metabolization applies a set of chemical reactions that could happen in the organism studied on an input metabolite with known structure, the products of the reactions provide new molecules to evaluate. Fragmentation simulates the mass spectrum of the generated molecules using CFM-ID software. Spectrum comparison gives an estimation of the generated structure to correspond to a metabolite of the network with a ranking based on dot product. MetWork could accelerate and optimize natural products analysis by highlighting putative structures in molecular network. The solution is based on Python and Django web framework and will be proposed as a service on a web platform.

NOTES

Guillaume Foursov, C Bertheau-Rossel, P Binet, S Rouifed, G Meiffren, C Bardon,
G Comte, S Criquet, P Priault & G Chiapusio

Chrono-Environnement, Université de Franche-Comté UMR UFC/CNRS 6249, Montbéliard

INTERACTIONS CHIMIQUES SPHAIGNES-PLANTES VASCULAIRES : LE RÔLE DES POLYPHÉNOLS EN TOURBIÈRES DANS LE CONTEXTE DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Les tourbières représentent 3 % des terres émergées mais stockent 30 % du carbone mondial des sols. Cette accumulation provient d'espèces d'ingénieures, les sphaignes, induisant des conditions défavorables à la décomposition de matière organique. Cependant, l'identification et le rôle des métabolites secondaires des sphaignes est peu documentée par rapport aux plantes vasculaires. Des travaux récents ont montré que les composés phénoliques totaux des sphaignes influencent la structure des communautés microbiennes, les activités enzymatiques fongiques et la mycorhization de plantes vasculaires. Leur production varie selon la saison et est réduite par le réchauffement climatique. Il est alors nécessaire de mieux comprendre comment le métabolisme secondaire des sphaignes réagit au réchauffement climatique.

Nous avons étudié l'impact du réchauffement climatique sur les composés phénoliques spécifiques des sphaignes (acides sphagmiques) en utilisant une approche métabolomique. Deux espèces de sphaignes (*S. magellanicum* et *S. fallax*) ont été récoltées dans une tourbière du Jura (Frasne, 25) au sein de deux microhabitats (hummocks *versus* lawns) soumise à une augmentation expérimentale de + 1 °C grâce à l'installation de chambre à toit ouverts depuis 2008. Les acides sphagmiques ont été extraits à l'éthanol 80 % et évalués par UHPLC MS-Qtof.

Nous avons identifié quatre formes d'acides sphagmiques (une simple, glycosylée, conjuguée avec des acides uroniques et une forme méthylester). Leur production varie selon les mois et les espèces. Le réchauffement climatique n'a eu que peu d'effet sur la production d'acides sphagmiques pour les deux espèces. Le microhabitat n'influence que la production de formes glycosylées et conjuguées avec des acides uroniques chez *S. fallax*. Pour cette espèce, la production d'acides sphagmiques est positivement corrélée à la température de l'air et au pH de l'eau. Pour *S. magellanicum*, la production est corrélée négativement à la température de l'air et au niveau de nappe, mais positivement au pH de *S. magellanicum*. Ces résultats soulignent l'importance d'étudier la production et la régulation des acides sphagmiques parmi les espèces de sphaignes.

NOTES

Élodie Quer

IMBE équipe DFME, Marseille

IRF UQAT, Amos (Québec)

**ÉTUDE DES GREFFES RACINAIRES CHEZ LE SAPIN BAUMIER
(*ABIES BALSAMEA*)**

Les greffes racinaires résultent de la fusion des systèmes vasculaires de deux racines provenant d'arbres généralement de la même espèce. Grâce à la mise en place d'un système racinaire commun, elles permettent aux arbres greffés de parcourir une plus large surface de sol à la recherche de ressources mais aussi de les échanger afin d'assurer leurs survies. Chez le sapin baumier, l'une des espèces dominantes et plus collectées en forêt boréale au Québec, la présence de greffes racinaires n'a été que suggérée. Cependant, ce phénomène pourrait être d'une importance écologique majeure puisqu'il pourrait modifier les relations entre arbres et donc la dynamique des peuplements. De plus, l'étude de ce phénomène permettrait d'expliquer les résultats modérés de certains traitements sylvicoles sur les arbres greffés. Ainsi, ce projet de thèse a pour objectif de nous aider à mieux comprendre pourquoi et comment se forment les greffes racinaires chez le sapin baumier.

Dans un premier temps, l'ampleur de ce phénomène chez le sapin baumier sera évaluée en estimant sa fréquence et en déterminant les conditions propices à sa formation (âge des arbres et racines, taille...). Dans un second temps, nous souhaitons éclaircir le rôle des greffes racinaires dans les relations entre arbres et plus particulièrement en déterminant si les sapins greffés sont de meilleurs compétiteurs que les sapins non greffés. Pour finir, il est encore difficile d'expliquer comment ce forment les greffes racinaires. Ainsi nous souhaitons utiliser la métabolomique pour déterminer si les signatures chimiques des racines mais aussi des exsudats racinaires pourraient influencer la formation des greffes. Celle-ci va nous permettre de déterminer si l'ensemble des métabolites contenus dans les racines et leurs exsudats diffèrent entre les arbres greffés et non greffés mais aussi de déterminer si certains d'entre eux pourraient posséder des propriétés allélopathiques favorisant ou inhibant la formation de greffes.

NOTES

Florence Nicolè & C Jourget

LBVpam, Université Jean Monnet, Saint Etienne

PIÈGES À ODEUR ET MIMÉTISME CHIMIQUE CHEZ LE SABOT DE VÉNUS

Le Sabot de Vénus (*Cypripedium calceolus* L.) est une orchidée terrestre emblématique des régions tempérées de l'hémisphère Nord. Malgré une large répartition en Eurasie, elle est menacée d'extinction. D'après une étude récente menée sur 46 stations françaises, 62 % des populations de Sabots de Vénus sont en décroissance (Schatz *et al.*, 2014). Les mécanismes de la reproduction sexuée sont complexes car le Sabot de Vénus est la seule orchidée française pratiquant le piège à odeur (Cribb 1997). Le marquage du pollen avec des poudres fluorescentes menée dans les Alpes françaises a montré que les visites de pollinisateurs étaient rares (Nicolè *et al.*, 2005). Des expérimentations de pollinisation contrôlées montrent un déficit important de la pollinisation (Nicolè *et al.* 2005). Dans ce contexte alarmant, nous cherchons à mieux comprendre le phénomène de mimétisme chimique observé chez le Sabot de Vénus. Nous avons pour cela analysé la fragrance florale dans des populations naturelles des Alpes avec deux méthodes d'extraction (solvant et espace de tête dynamique), suivies par des analyses en GC-MS. Pour localiser les organes émetteurs, nous avons couplé des analyses chimiques par organe floral à des observations aux microscopes. Contrairement à ce qui est reporté dans la littérature depuis 1983, le staminode n'est pas l'organe le plus riche en fragrance. Tous les organes floraux sont odorants mais c'est l'anthère qui présente la plus forte densité de composés volatils. Seules les anthères présentent des gouttelettes de terpènes mises en évidence par une coloration de NADI. Labelle, anthère et sépale présentent des profils chimiques différents, évoquant des rôles écologiques différents.

NOTES

Clémence Riva, L Tison, D Beslay, A Kretzschmar, Y Le Conte & F Mondet

INRA UR406 Abeilles et Environnement, Avignon

MÉTHODE DE DIAGNOSTIC DE LA RÉSISTANCE AU VARROA CHEZ LES ABEILLES DOMESTIQUES

Le parasite varroa est actuellement considéré comme la principale menace pathogène pesant sur l'apiculture à travers le monde. La lutte contre le varroa connaissant actuellement des limites significatives, la filière apicole manifeste un besoin urgent de développement de nouvelles solutions pour lutter contre le parasite. Certaines abeilles sont naturellement capables de développer un comportement hygiénique (VSH) en présence du varroa, ce qui leur permet de contrôler ce parasite. Dans ce contexte, le développement de populations d'abeilles naturellement résistantes au varroa représente la solution la plus prometteuse pour combattre l'acarien. Récemment, plusieurs molécules naturelles capables de déclencher le comportement VSH – produites par les alvéoles infestées - ont été identifiées. Ces résultats ouvrent la voie au développement d'un outil de diagnostic qui permettrait aux apiculteurs d'évaluer le potentiel de résistance au varroa des colonies, directement sur le terrain. Le projet Varestic vise l'optimisation de cette méthode de diagnostic, tant en terme de praticité et innocuité d'utilisation que de fiabilité vis-à-vis de la réponse VSH.

NOTES

Fabrice Lamy, D Poinso, V Chaminade, L Daniel, V Faloya & AM Cortesero

UMR1349 IGEPP (Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes), INRA – Agrocampus Ouest
- Université de Rennes 1, Rennes

AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DE LA CULTURE PIÈGE UTILISÉE LORS DE LA MISE EN PLACE D'UNE STRATÉGIE *PUSH-PULL* POUR LUTTER CONTRE LA MOUCHE DU CHOU : EXPLORATION DE LA DIVERSITÉ VARIÉTALE DU CHOU CHINOIS

La sélection de la plante hôte par une femelle gravide chez les insectes phytophages (et notamment *D. radicum*) implique le choix d'un hôte convenable pour la survie et le développement de la génération suivante. En effet, l'hypothèse « mother knows best » est que, dans une situation de choix, la femelle va privilégier les hôtes les plus convenables pour sa descendance.

Certaines stratégies de lutte intégrée, comme l'utilisation de plante piège ou le *push-pull*, exploitent ces préférences d'hôte afin de lutter contre les insectes phytophages. Dans de précédentes études, nous avons montré que le chou chinois (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) était beaucoup plus favorable au développement de *D. radicum* que le brocoli (*Brassica oleracea*), or il est aussi beaucoup plus attractif pour la mouche (Kergunteuil *et al.* 2015), en accord avec l'hypothèse du « mother knows best ». Sur le terrain, les taux d'infestation ont clairement mis en évidence le potentiel des variétés de chou chinois Kaboko et Michihili pour en partie capter et détourner la pression de phytophagie de la culture d'intérêt. Or le chou chinois présente une diversité très importante au sein de ses deux sous-espèces *pekinensis* et *chinensis*. L'objectif de cette étude est d'explorer une partie de la diversité des choux chinois proposés à la culture sur le marché européen, afin de pouvoir sélectionner la sous-espèce puis la ou les variétés les plus sensibles à la mouche du chou pour maximiser l'efficacité de l'effet *pull*. Le brocoli (variété Marathon) a été inclus dans notre expérimentation afin de pouvoir comparer son taux d'infestation avec celui des différentes variétés de choux chinois. Ainsi, dans un système en choix multiples, 15 variétés de choux chinois et une de brocoli ont été comparées.

NOTES

Baptiste Piqueret, JC Sandoz & P d'Ettorre

Laboratoire d'Ethologie Expérimentale et Comparée (LEEC), Villetaneuse

**APPETITIVE ASSOCIATIVE OLFACTORY MEMORY IS HIGHLY RESISTANT
IN *FORMICA FUSCA* ANTS**

Learning is a capital way to modulate behaviour and quickly adjust to environmental stochasticity. A powerful protocol to study learning is classical conditioning: the association of a neutral stimulus, such as an odour (the conditioned stimulus, CS) to a reward. Using a free-walking protocol, we investigated associative appetitive learning in an ant species that is widely distributed in the Northern hemisphere, *Formica fusca*. We studied the acquisition of odorant-reward associations (using floral odours as CS), memory performances between one hour and one week after conditioning, as well as the extinction process after different numbers of conditioning trials. Our results show that *F. fusca* ants learn very rapidly, usually within a single trial. Their olfactory memory decreases slowly over time and is highly resistant to extinction. Using a pharmacological approach, we finally show that this single-trial memory critically depends on protein synthesis (genuine long-term memory). These results demonstrate extraordinary olfactory learning and memory performances in *F. fusca* compared to other social insects. Futures studies shall reveal the underlying mechanisms and functions of these cognitive abilities and elucidate whether they represent an exceptional species-specific feature or a generality in ants.

NOTES

Marion Cordonnier, B Kaufmann, L Simon, G Escarguel & N Mondy

Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS UMR5023 LEHNA, Villeurbanne

**DISTINGUER UN INDIVIDU CONSPÉCIFIQUE D'UN INDIVIDU
HÉTÉROSPÉCIFIQUE AU SEIN D'UNE ZONE HYBRIDE : DES PREUVES
COMPORTEMENTALES AUX SIGNAUX CHIMIQUES**

Chez les insectes sociaux, la reconnaissance des espèces se produit principalement par le biais des hydrocarbures cuticulaires qui agissent comme signaux chimiques. Chez les fourmis, ces composés génèrent un mélange d'odeurs spécifique aux colonies en fonction de facteurs génétiques et environnementaux. La reconnaissance interindividuelle se traduit par des réponses comportementales spécifiques, régulant le niveau d'agressivité envers les autres individus lors d'une interaction. Les indices de discrimination et de reconnaissance des espèces ont été peu étudiés dans le contexte de l'hybridation interspécifique. Cependant, de tels systèmes d'hybridation offrent la possibilité d'étudier plus avant l'influence des facteurs héréditaires et environnementaux sur la reconnaissance. Dans cette étude, nous avons étudié la discrimination entre deux espèces de fourmis – *Tetramorium immigrans* et *T. caespitum* – dans une zone hybride, en comparant les profils des hydrocarbures cuticulaires et en mesurant les agressions intra et interspécifiques des ouvrières provenant des zones de sympatrie et d'allopatrie entre les espèces. Les résultats révèlent des profils d'hydrocarbures cuticulaires bien différenciés selon les espèces et une agression interspécifique élevée, ce qui suggère des indices de reconnaissance des espèces hautement discriminants. Les profils des hydrocarbures cuticulaires des hybrides correspondent à un mélange des bouquets parentaux mais présentent également des motifs spécifiques. Les tests comportementaux montrent que *T. immigrans* est aussi agressif envers les hybrides qu'envers les hétérospécifiques. Enfin, l'agression entre ouvrières hétérospécifiques est moindre lorsque les protagonistes proviennent des zones où les espèces vivent en sympatrie. Dans leur ensemble, ces résultats brossent un tableau particulièrement complexe du système de reconnaissance au sein de ces espèces et soulignent que les zones hybrides offrent une possibilité encore peu explorée d'étudier les mécanismes de reconnaissance et la discrimination entre espèces.

NOTES

Candice Dubuisson, J Daussy, M Renou, M Staudt & M Proffit

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE), Montpellier

IMPACT DE L'ENVIRONNEMENT OLFACTIF SUR LA PONTE DE LA NOCTUELLE DU MAÏS, *AGROTIS IPSILON*

Les composés organiques volatils (COVs) émis par les communautés végétales constituent des environnements complexes et variables où les insectes herbivores doivent extraire des signaux essentiels à leur reproduction et à leur nutrition. Les femelles herbivores utilisent certains COVs émis par leur plante hôte pour la localiser à distance mais également pour décider où déposer leurs œufs. Par contre, l'impact de l'arrière-plan olfactif, constitué par les COVs émis par les plantes voisines, sur la décision de ponte des femelles est mal connu. Le but de cette étude, a été de déterminer l'influence de l'environnement olfactif, constitué des COVs émis par la plante hôte, le maïs, et de l'arrière-plan olfactif, constitué des COVs de maïs et/ou d'armoise, dans le choix de ponte d'*Agrotis ipsilon*, la noctuelle baignée. A l'aide de tests comportementaux nous avons cherché à savoir (1) si l'expérience avec un environnement olfactif lors de la sortie des femelles des chrysalides influençait leur ponte et (2) si la ponte des femelles était affectée par un changement de l'environnement olfactif comparé à celui expérimenté à l'émergence. De plus, à l'aide d'enregistrements électrophysiologiques et d'analyses en Chromatographie en phase Gazeuse couplée à de la Spectrométrie de Masse nous avons cherché à caractériser les COVs émis par ces deux plantes détectés par les femelles d'*A. ipsilon*. Nos résultats montrent que les femelles *A. ipsilon* seraient capables de réguler le nombre d'œufs pondus, mais aussi de choisir de les pondre à proximité ou loin du maïs, en fonction de leur environnement olfactif lors de la ponte en liaison avec leur expérience passée au moment de leur émergence. La comparaison des COVs émis par ces deux espèces donne quelques indications sur les composés impliqués dans la décision de ponte des femelles *A. ipsilon*. Des expérimentations supplémentaires sont nécessaires pour évaluer si les COVs impliqués dans ce comportement sont les COVs partagés ou différents entre les deux espèces, mais également pour tenter de prédire l'effet d'un changement de l'environnement olfactif, suite au changement climatique, sur la décision de ponte de cet insecte polyphage.

NOTES

Timothée Zidat

Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, Lyon

ANAL SCENT GLAND SECRETIONS INFORM ON SEXUAL MATURITY, SEX AND SOCIAL STATUS IN THE ALPINE MARMOT, *MARMOTA MARMOTA* (RODENTIA: SCIURIDAE): A ROLE IN INTRASEXUAL COMPETITION IN COOPERATIVE BREEDERS?

In cooperative breeders, reproductive skew is extreme and leads to intense intrasexual competition for access to reproduction in both sexes. Given that securing the dominant position is costly, dominant animals should direct their aggressiveness towards same-sex subordinates that are potential competitors. Chemical communication has been reported to be involved in intrasexual competition in several mammalian species, and odour may be used as a cue to identify potential competitors. We predicted that odour should inform on sexual maturity, sex and social status in cooperative breeders. We tested these predictions in the Alpine marmot, a cooperatively breeding species, in which anal gland secretions are involved in aggressive behaviour. We sampled anal gland scents from 154 individuals of differing sexual maturity status, sex and social status. We found that anal gland secretions may inform on sexual maturity. When focusing on adult individuals, we found that anal gland scent differed according to sex and social status. Our results support the hypothesis that anal gland scent could be involved in intrasexual competition in Alpine marmots by allowing dominant individuals to target their aggressiveness towards same-sex competitors (*i.e.* sexually mature subordinates), resulting in the reproductive suppression of subordinates.

NOTES

Thomas Auffray, A Arriaga-Jimenez, T Gambin & L Roy

*Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, UMR 5175 CNRS, Univ Montpellier, Univ Paul Valéry Montpellier
3, EPHE, IRD, Montpellier*

ATTRACTIVITÉ DE COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS SUR LE POU ROUGE *DERMANYSSUS GALLINAE*

Le pou rouge des volailles (PR), *Dermanyssus gallinae*, est un ectoparasite hématophage obligatoire responsable de problèmes sanitaire et économique en élevages de poules pondeuses. La résistance croissante aux acaricides et le renforcement des politiques environnementales compliquent le contrôle du PR, et requièrent de développer des méthodes de contrôle alternatives. Le cycle de vie général du PR est bien documenté, mais les déterminants de ses interactions avec son hôte et son environnement sont mal compris. Le rôle de stimuli généraux produits par l'hôte sur la réponse comportementale du PR, comme le CO₂ et la température, ont été bien étudiés. En revanche, le rôle des COVs émis par l'hôte ou présents dans l'environnement chimique du poulailler a reçu peu d'attention. Cette étude visait à explorer l'attractivité de plusieurs VOCs émis par l'hôte ou trouvés dans l'environnement du PR et de tester leur potentiel en tant qu'outil de contrôle en poulailler. En laboratoire, nous avons évalué la réponse attractive de femelles PR à jeun pour plusieurs COVs, seuls ou en mélange, en test de choix en olfactomètre. Nos résultats indiquent qu'un seul COV et un seul mélange de COV sont significativement attractif pour le PR. Sur le terrain, nous avons conçu un design expérimental afin de tester la faisabilité d'une stratégie de contrôle « attract-and-kill ». Des pièges appâtés avec un mélange de COV capturent plus de poux que des pièges contrôles dans certaines situations, mais des résultats contradictoires ont été obtenus. Cette étude apporte des informations fondamentales sur les interactions chimiques entre le PR, son environnement et son hôte et démontre le potentiel d'utilisation des COVs pour manipuler son comportement et élaborer une stratégie de contrôle attract-and-kill.

NOTES

Rachid Hamidi^{1,3}, A El Guenaoui², A Bez², M Thomas² & B Frérot³

¹ ANPN, Association Nationale des Producteurs de Noisettes. Cancon

² UNICOQUE, noix et noisettes de France. Cancon

³ INRA, IEES UMR 1392, Versailles

DYNAMIQUE DE POPULATION DE *PLODIA INTERPUNCTELLA* (LEPIDOPTERA : PYRALIDAE) ET FOYERS DE CONTAMINATIONS DANS UN CONTEXTE AGRO-ALIMENTAIRE

La mite indienne, *Plodia interpunctella* (Hübner), est l'un des ravageurs des denrées stockées les plus répandus au monde. Les fruits à coques, telles que les noisettes, sont des substrats extrêmement favorables au développement de ce papillon. Les larves se développent sur les amandons de noisettes et tissent des toiles qui rendent les produits impropres à la consommation et à la vente. La colonisation d'un milieu par *P. interpunctella* est complexe et peut avoir une origine endogène et/ou exogène. L'utilisation des produits phytosanitaires en milieu agroalimentaire étant limitée, une bonne connaissance de la biologie et du comportement de l'insecte est nécessaire. Paradoxalement à l'importance de cet insecte, il existe peu d'étude ayant porté sur la dynamique des populations dans un contexte agro-alimentaire. L'objectif de la présente étude a été d'étudier la dynamique de population de *P. interpunctella* dans une usine de noisettes en utilisant le piégeage sexuel et d'identifier les sources à l'origine des infestations annuelles. Les pièges ont été positionnés à différents endroits dans une usine de noisettes. Les insectes capturés ont été comptés régulièrement pendant deux saisons.

Les résultats montrent que les mites sont présentes de mars à octobre. Tous les deux mois environ, un pic de captures est observé. Les premières captures ainsi que les captures les plus importantes ont été enregistrées au sein de deux zones dans l'usine. En hiver, des cocons contenant des larves ont été identifiés dans ces mêmes zones.

L'utilisation de phéromone de synthèse montre que plusieurs cycles de reproduction ont lieu au sein de l'usine. La source des insectes est probablement endogène. En effet, les deux zones de l'usine sont probablement liées au maintien et de la dissémination des mites dans l'usine. La présence de cocon en hiver appuie cette hypothèse. L'architecture de ces zones est complexe, ce qui limite l'efficacité des moyens de contrôles conventionnels. La lutte chimique étant très réglementée, la recherche de solution de bio-contrôles tels que l'utilisation des kairomones et des parasitoïdes est en cours d'étude.

POSTERS

NOTES

T Malanga, S Benhamou, B Gard, T Michel, M Laigle, N Desneux &
Anne-Violette Lavoir

Université Côte d'Azur, UNS, INRA, CNRS, ISA, Sophia-Antipolis

ARE ESSENTIAL OILS EFFICIENT AS BIOPESTICIDES AGAINST SAP-SUCKING PESTS? A BIOASSAY SCREENING AT DIFFERENT SCALES

In the last decades, aromatic plant essential oils (EOs) have received growing attention as a low-risk alternative to pesticides in integrated pest management owing to their low mammalian toxicity and environmental impact. The toxicity of various Mediterranean EOs experimental formulations was evaluated to assess their insecticidal activity against two world-wide distributed sap-sucking pests, the silverleaf whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) and the potato aphid *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas). Two EOs ways of exposure – by contact or by fumigation – were tested in bioassays at leaf scale. All six oils showed dose-dependent insecticidal activity against both insects in contact experiments, but high mortality rates were always associated with severe phytotoxicity on tomato leaflets. This effect might have been accentuated as the polysorbate surfactant (Tween®) alone exhibited severe chlorosis in recommended concentration on tomato leaves, questioning its routine use in EOs bioactivity assessment. Fumigation seems to be a good alternative to reduce phytotoxicity. This way of exposure allowed Rosemary and Mugwort oils to be highly effective against *B. tabaci*, as well as green anise and fennel oils against *M. euphorbiae*, all inducing more than 90 % of mortality due to a suspected neurotoxic effect at non-phytotoxic doses. This effect was partly found again at plant scale but also at greenhouse scale. In order to identify the blend of active compounds, the volatile constituents of EOs were analyzed by a combination of GC-FID/MS. This study provides a new potential resource to develop more eco-friendly means of sap-sucking pest control in greenhouse crops through essential oil vapour-phase exposure.

The experiments received financial support from the ERA-NET ARIMNet2, project STomP and from the European Union, EUCLID project: H2020-SFS-2014-2 Sustainable Food Security, Research and Innovation Action

NOTES

M Reverter, J Grimond, S Das, N Inguibert, D Lecchini, B Banaigs, S Voisin,
P Bulet, P Sasal & **Nathalie Tapissier**

CRIOBE, Perpignan

CHARACTERIZATION OF NEW PEPTIDES INVOLVED IN THE PROTECTION OF BUTTERFLYFISHES AGAINST GILL PARASITES USING A METABOLOMIC APPROACH

Fish mucus is the first surface of exchange between fish and the environment, acting as a physical and chemical barrier against pathogens and playing a major role in intra- and inter-specific communication. A biogeographic study of butterflyfish monogenean gill parasites has shown that sympatric butterflyfish present very different parasites loads, with only one species that has never been found parasitised (*Chaetodon lunulatus*). In this study, we have compared the gill mucus chemical fingerprints from several butterflyfish species collected in Moorea (French Polynesia) using a non-targeted metabolomic approach in order to determine if specific chemical cues could explain parasitism loads differences among sympatric species. This led us to isolate and characterize new peptides derived from fish hemoglobin beta-subunit in *C. lunulatus* gill mucus that could be involved in its protection against monogenean parasites. Peptides sequences has been confirmed by chemical synthesis. In vivo tests using the synthetic compounds have been developped in the polynesian Criobe research station to evaluate their antiparasitic activity on butterflyfish monogenean.

NOTES

N Joffard, B Buatois, V Arnal, E Véla, C Montgelard & **Bertrand Schatz**

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) UMR 5175, CNRS – Université de Montpellier – Université
Paul Valéry – EPHE, Montpellier

**INTEGRATIVE TAXONOMY OF THE SECTION *PSEUDOPHRYS* (*OPHRYS*,
ORCHIDACEAE): MAKING USE OF BOTH GENETIC AND PHENOTYPIC DATA**

Accurate species delimitation is a prerequisite for most researches about biodiversity and its management. Integrative taxonomy has been advocated for a long time, yet tools allowing true integration of genetic and phenotypic data have been developed quite recently and applied to very few models. In particular, these tools have never been applied to orchids, despite many discussions about species delimitations in this family. In this study, we investigated species boundaries within a group of twelve *Pseudophrys* taxa by analyzing genetic, morphometric and chemical data in a Bayesian framework. We found that these twelve taxa were merged into four species when only genetic data were used, while most formally described species were recognized as such when only phenotypic data were used. The result of the IBPP analysis performed on both genetic, morphometric and chemical data supports the proposal to merge *Ophrys bilunulata* and *O. marmorata* on the one hand, and *O. funerea* and *O. zonata* on the other hand. We are convinced that this integrative taxonomic approach holds great promise to conduct taxonomic revisions in other orchid groups.

NOTES

N Joffard, I Le Roncé, J Renoult, B Buatois, L Dormont & **Bertrand Schatz**

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) UMR 5175, CNRS – Université de Montpellier – Université Paul Valéry – EPHE, Montpellier

DIFFERENTIAL PHENOTYPIC SELECTION ON FLORAL ODOURS IN THREE ORCHID TAXA GROWING IN DISTINCT ENVIRONMENTS

How variations in the selection exerted by pollinators on floral traits can contribute to taxonomic and floral diversification is an important question in evolutionary biology. Variations in floral traits between conspecific populations are often interpreted as local adaptations to geographically structured pollinator communities, but only a handful of studies have pointed out the very process that may have generated such a pattern, by quantifying the selection exerted on these traits in the field. In addition, few of these studies have focused on floral odours, despite the well-known implication of olfactory signals in pollinator attraction. Pollinators could select for the most scented individuals, but they could also drive chemical divergence between conspecific populations, as different insect guilds may select for distinct blends of floral compounds. In this study, we focused on three closely related orchid taxa, *Anacamptis coriophora*, *A. fragrans* and *A. coriophora* var. *martrinii*, which grow in different environments and are pollinated by distinct insect guilds. We first investigated differentiation in terms of floral odours between these three taxa, and we then quantified the selection exerted on these odours in seven populations. We found that the three studied taxa were characterized by distinct floral scents, with two dominant compounds per taxon, one common to these three taxa and one taxon-specific. In addition, we found a significant selection on relative amounts of 1,4-Dimethoxybenzene in two *A. coriophora* populations and of *p*-Anisaldehyde in one *A. fragrans* population. Our study is one of the first to document variations in the selection exerted on floral odours between closely related orchid taxa. Our results suggest that pollinator-mediated selection may have contributed to chemical divergence between *A. coriophora* and *A. fragrans*.

NOTES

Paul Cann¹, M Chabi ¹, C Le Danvic^{1,2}, M Keller³ & P Nagnan-Le Meillour¹

¹ INRA, USC INRA UGSF, Villeneuve D'Ascq

² ALLICE, Département R&D UGSF, Villeneuve D'Ascq

³ INRA, Centre de Tours, Nouzilly

COMPRENDRE L'EFFET MÂLE POUR UN ÉLEVAGE ÉTHIQUE DES PETITS RUMINANTS

La reproduction chez les petits ruminants (chèvres et moutons) est caractérisée par l'alternance de période de repos et d'activité sexuelle. Lors du repos sexuel le cycle ovarien est bloqué (anœstrus profond), il n'y a donc pas d'ovulation ni de reproduction, tandis qu'en période d'activité sexuelle (œstrus) le cycle est actif et permet la reproduction. Dans le but de réduire la période de repos sexuel et de synchroniser les femelles, les éleveurs ont souvent recours à des hormones exogènes, de moins en moins acceptables par le consommateur et par rapport au bien-être animal. Il existe cependant des alternatives à ces hormones, comme l'exposition des femelles à un mâle sexuellement actif (ou simplement son odeur). En effet la réception de ces odeurs permet de réactiver l'axe gonadotrope des femelles aboutissant à l'ovulation, c'est l'effet mâle. La plupart des études menées sur cet effet se sont concentrées sur les effets au niveau cérébral de la réception des signaux chimiques, de plus la nature de ces signaux est encore inconnue.

Nos précédents travaux ont montré que le sécrétome olfactif est majoritairement composé d'isoformes d'Odorant Binding Proteins (OBP) générées par des modifications post-traductionnelles (Nagnan-Le Meillour *et al.*, 2014), et que la composition du sécrétome varie avec l'état physiologique des animaux. Nous supposons donc que, chez les petits ruminants, le sécrétome olfactif est modifié par des facteurs endogènes (état physiologique) et exogènes (signaux chimiques de l'effet mâle). Ces modifications pourraient montrer une adaptation et une spécialisation de l'équipement olfactif. La variabilité interindividuelle étant importante chez les mammifères, nous suivons un groupe de brebis et chèvres sur trois ans, en prélevant de manière non invasive le mucus nasal en période de repos et d'activité sexuelle et lors d'un effet mâle. Le sécrétome olfactif est analysé par électrophorèse bidimensionnelle et par spectrométrie de masse. Les résultats obtenus montrent que le sécrétome est un marqueur du statut hormonal et un phénotype de réceptivité des femelles.

NOTES

**Geneviève Chiapusio^{1,2}, I Domaizon¹, O Feliciano¹, EM Gross³, F Rimet¹, L Crépin¹,
C Chardon¹, P Perney¹ & S Jacquet¹**

¹ CARTEL UMR INRA 0042, Univ Savoie Mont Blanc, Thonon les Bains

² ChronoEnvironnement, UMR CNRS 4269, Univ Bourgogne Franche Comté, Montbéliard

³ LIEC UMR CNRS 7360, Univ Lorraine, Metz

POSSIBLE ALLELOCHEMICAL INTERACTIONS BETWEEN SINGLE CELL AND FILAMENTOUS CYANOBACTERIA? A CASE STUDY WITH *SYNECHOCOCCUS* SP AND *PLANKTOTHRIX RUBESCENS* ISOLATED FROM LAKE BOURGET (FRANCE)

Allelochemical interactions are involved in numerous terrestrial ecosystems where they contribute to explain dominance or change of structural communities between plants and microorganisms. In lakes, allelopathic interactions occur in all primary aquatic producer groups in pelagic, benthic and nearshore areas but remain poorly studied (Gross and Bakker, 2012). Few microalgae species have been studied so far and the phenomenon of allelopathy remains underestimated (Leflaive *et al.*, 2009). Cyanobacterial blooms are often associated with a loss of phytoplankton biodiversity in relation to cyanotoxin production (Gantar *et al.*, 2008). In Lake Bourget (France), the filamentous and toxic *Planktothrix rubescens* showed allelopathic potential with the production of microcystins during its proliferation (Oberhaus *et al.*, 2008). This work aims to test the hypothesis of allelochemical interactions between *P. rubescens* (donor cyanobacteria) and picocyanobacteria represented by phycoerythrin-rich *Synechococcus* (target cyanobacteria), all together isolated from Lake Bourget. We selected several culture conditions corresponding to different densities of cyanobacteria and light culture conditions. Preliminary results show that *P. rubescens* differentially affects *Synechococcus* development depending on culture and densities conditions. We conclude on the sensitivity of such picocyanobacteria to allelochemical interactions and possible consequences to the structure and spatial distribution of cyanobacteria as key primary producers of lakes.

NOTES

Bernard Banaigs, L Bornancin, I Bonnard & S Mills

CRIOBE, USR 3278, Université de Perpignan, Perpignan

NON-RIBOSOMAL PEPTIDES FROM MARINE CYANOBACTERIA: FROM STRUCTURE TO ECOLOGICAL FUNCTION

In the lagoon of Moorea in French Polynesia, *Lyngbya majuscula* and *Anabaena torulosa* are two benthic filamentous bloom-forming cyanobacteria that can proliferate across a wide sandy area and even on corals. Both species constitute prolific producers of secondary metabolites, mainly non-ribosomal cyclic peptides.

Despite the putative repellent properties of their secondary metabolites, both cyanobacteria are consumed by mollusc herbivores. Although the sea hare *Stylocheilus striatus* was considered as a *L. majuscula* specialist herbivore, we observed that it consumes also *A. torulosa*. A chemical investigation of the organic extracts of the herbivore *S. striatus* feeding on *A. torulosa* determined that laxaphycin A-type peptides were sequestered but not the laxaphycin B-type peptides. *S. striatus* reared on *A. torulosa* bioaccumulates laxaphycin A-type peptides in its hepatopancreas but biotransforms laxaphycin B-type cyclodecapeptides into acyclic decapeptides.

Using extensive 1D and 2D NMR and mass spectrometry we characterized new non-ribosomal peptides derived from the known laxaphycins, five in the cyanobacteria and four in the mollusks.

Laxaphycin B-type peptides are cytotoxic on human cell lines and toxic on the brine shrimp *Artemia salina*, while their biotransformed analogs (acyclic laxaphycins B) as well as laxaphycin A had no effect.

In the study of this model ecosystem, we combined cyanobacterial metabolome profiling, structural elucidation of complex secondary metabolites and behavioral bioassays in order to study the cascading effects of chemical mediators in multi-trophic relations; expression by primary producers, sequestration and biotransformation of metabolites acquired from dietary sources and chemical recognition mechanisms in intra- or inter-specific relationships.

NOTES

Magali Proffit, C Soler, N Joffard, N Alvarez, B Schatz & M Hossaert-McKey

Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE) UMR 5175, CNRS, Université de Montpellier, Université Paul-Valéry Montpellier, EPHE, Montpellier

EVOLUTION OF FLORAL SCENTS IN A NURSERY POLLINATION MUTUALISM

Flower scents have a well-demonstrated major role as signals in structuring plant-pollination interactions. Most studies of chemical mediation between plants and pollinators stress the direct impact of selection by pollinators on the composition of flower scents. Nevertheless, phylogeny may constrain scent composition and thereby the evolution of the emitted signal. Using a model system for obligate interactions of pollination, the interactions between figs and their species-specific pollinating fig wasps, we studied whether phylogenetic history constrains the composition of plant chemical signals that mediate interactions with pollinators. In this 'nursery pollination mutualism', the pollinators can breed only in receptive figs of their host tree, which depends in turn on the wasp as its sole pollinator. As in many other interspecies interactions, the obligate encounter of the pollinator and the receptive fig is mediated by volatile organic compounds (VOCs). We collected floral scents from receptive figs using in situ headspace extraction of odours from about 25 species of several sub-genera of *Ficus* from different tropical and subtropical regions, and analysed their chemical composition by gas chromatography / mass spectrometry (GC-MS). Using phylogenies available for *Ficus*, we analyzed the phylogenetic signal in semi-quantitative patterns of flower scents data using phylogenetic principal component analysis (pPCA) and several indices of multivariate phylogenetic signal. Our results revealed a phylogenetic conservatism in the major VOCs emitted by figs, as well as in some minor VOCs, probably due to the constraints in the volatile biosynthesis pathways. These findings are coherent with the results of behavioral tests, conducted so far in only few pollinating figwasp species, that showed that, major compounds together with some minors VOCs are responsible for pollinator attraction. Behavioral tests are now required to test the importance of major vs minor VOCs in maintaining the species-specific attraction of pollinating wasps in this obligatory mutualism.

NOTES

S Messaili¹, L Fougère¹, C Colas¹, Y Qu³, N Desneux³, AV Lavoit³, T Michel² &
Émilie Destandau¹

¹ Institut de Chimie Organique et Analytique, Université d'Orléans-CNRS, UMR 7311, Orléans

² Université Côte d'Azur, CNRS, Institut de Chimie de Nice, UMR 7272, Nice

³ Université Côte d'Azur, UNS, INRA, CNRS, ISA, Sophia-Antipolis

APPROCHE MÉTABOLOMIQUE NON CIBLÉE POUR L'ÉTUDE DE LA VARIATION CHIMIQUE DE *SOLANUM LYCOPERSICUM*

Pour faire face aux ravageurs (insecte, micro-organisme, nématode...) les plantes utilisent diverses stratégies de défenses dont la biosynthèse de molécules qui peuvent avoir un impact répulsif, voire toxique sur ces ravageurs. La tomate (*Solanum lycopersicum*), par exemple, accumule une diversité de métabolites secondaires incluant des composés phénoliques, des phenolamides et des glycoalcaloïdes. Ainsi dans ce projet, des plants de tomate (racines et les feuilles) ont été soumis à différentes combinaisons de ravageurs (*Helicoverpa armigera*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Oidium neolycopersici*, *Meloidogyne incognita*) afin d'évaluer leur impact sur les défenses chimiques de la plante.

Les empreintes métabolomiques des extraits, réalisés dans un mélange méthanol/eau par une méthode d'extraction assistée par ultrasons, ont été obtenues grâce à un couplage UHPLC-HRMS-ESI-QToF. Une méthode rapide permettant d'évaluer une large gamme de composés et d'analyser dans un temps raisonnable le grand nombre d'échantillons a été développée. Les données générées ont ensuite été introduites sur la plateforme workflow4metabolomics pour réaliser le pré-processing des données (XCMS). Enfin, les analyses statistiques non supervisées (ACP, ACH) et supervisées (PLS-DA) ainsi que les expériences de spectrométrie de masse en tandem (MS2) ont permis d'identifier les différences métaboliques dans les racines saines de tomate à différents stades de développement. La méthodologie mise au point est actuellement appliquée à la détermination des composés impliqués dans les interactions plante-ravageurs de la tomate.

NOTES

Léa Cabioch

Biogenouest, Nantes

CORSAIRE, PLATE-FORME DE MÉTABOLOMIQUE DU GRAND OUEST

Corsaire est une fédération de plateaux analytiques dédiée à l'analyse de petites molécules biologiques. Elle couvre les domaines de la métabolomique, la fluxomique, l'isotopomique et l'analyse structurale. La biologie marine, l'agronomie, la santé et l'écologie chimique sont le cœur de l'activité de Corsaire. Ses approches analytiques vont de l'approche non ciblée pour la recherche de biomarqueurs, à l'approche ciblée pour l'analyse qualitative et quantitative de molécules d'intérêt. Pour ce faire, la plate-forme dispose d'un large parc analytique, composé d'équipements de RMN et de spectrométrie de masse, associés à différentes techniques séparatives adaptées à des matrices biologiques de nature et d'origines variées. Un accompagnement de la procédure analytique est proposé depuis la prise en charge des échantillons biologiques, l'extraction, les phases séparatives, l'acquisition des données brutes et, au besoin, leur traitement chimiométrique.

NOTES

Marie Tralabon

Université Rennes 1, UMR 6552 CNRS EthoS, Rennes

VARIATION DES HYDROCARBURES CUTICULAIRES PENDANT LA PÉRIODE DE GARDIENNAGE DES JEUNES CHEZ L'ARAIGNÉE, *PARDOSA SALTANS*

Les araignées offrent une gamme étendue d'organisations sociales, différant par la complexité des interactions entre congénères ainsi que par leur durée. Cette gamme va des espèces solitaires, où les interactions entre les individus sont limitées au comportement reproducteur, jusqu'aux espèces sociales où un nombre important d'individus de tout âge coexistent au sein de sociétés permanentes. Entre ces deux extrêmes, on rencontre des formes intermédiaires d'organisation chez lesquelles la vie sociale est limitée à une période plus ou moins longue de la vie juvénile (extension temporelle du groupement mère-jeune), ou bien ne se manifeste que dans certaines conditions écologiques (agrégation d'individus adultes favorisée par l'abondance des ressources alimentaires). L'observation de la vie grégaire avec tolérance mutuelle (mère-jeunes et jeunes-jeunes) constitue actuellement une base de travail pour rechercher les facteurs capables d'inciter les jeunes à rester groupés et à se tolérer jusqu'à l'âge adulte. Notre étude sur l'évolution du groupement mère-jeunes chez une araignée vagabonde, *Pardosa saltans*, montre que le passage de la vie grégaire des jeunes à la vie solitaire est accompagné par un changement des profils chimiques cuticulaires et l'apparition de la prédation.

CONTACTS

CONTACTS

NOM	Prénom	Adresse e-mail
Antonio	Jose	antonio.jose@univ-rennes1.fr
Audebert	Pierre-Alexandre	pierre-alexandre.audebert@hotmail.fr
Auffray	Thomas	thomas.auffray@gmail.com
Bagnères-Urbany	Anne-Geneviève	ag.bagneres@cefe.cnrs.fr
Baldy	Virginie	virginie.baldy@imbe.fr
Banaigs	Bernard	banaigs@univ-perp.fr
Barthès	Nicolas	nicolas.barthes@cefe.cnrs.fr
Baudino-Caissard	Sylvie	sylvie.baudino@univ-st-etienne.fr
Beguín	Kyllian	kyllian.beguín@gmail.com
Beniddir	Mehdi	mehdi.beniddir@u-psud.fr
Bonnard	Isabelle	isabelle.bonnard@univ-perp.fr
Bouchereau	Alain	alain.bouchereau@univ-rennes1.fr
Bourdet	Lucile	lucilebt@orange.fr
Boustie	Joël	joel.boustie@univ-rennes1.fr
Buatois	Bruno	bruno.buatois@cefe.cnrs.fr
Cabioch	Léa	lea.cabioch@biogenouest.org
Caissard	Jean-Claude	caissard@univ-st-etienne.fr
Cann	Paul	paul.cann@univ-lille.fr
Carrasco	David	david.carrasco@ird.fr
Caubrière	Damien	damien.caubrière@hotmail.fr
Chaminade	Valérie	valerie.chaminade@univ-rennes1.fr
Charrier	Maryvonne	maryvonne.charrier@univ-rennes1.fr
Chiapusio	Geneviève	genevieve.chiapusio@univ-fcomte.fr
Cordonnier	Marion	marion.cordonnier@hotmail.fr
Cortesero	Anne Marie	anne-marie.cortesero@univ-rennes1.fr
Culioli	Gérald	culioli@univ-tln.fr
D'Ettorre	Patrizia	dettorre@leec.univ-paris13.fr
Deslandes	Éric	eric.deslandes@univ-brest.fr
Destandau	Émilie	emilie.destandau@univ-orleans.fr
Dourmap	Corentin	corentin.dourmap@laposte.net
Dubuisson	Candice	candice.dubuisson@gmail.com
Dupont	Corentin	corentin.dupont@cirad.fr

CONTACTS

Estevez	Yannick	yannick.estevez@ecofog.gf
Ferry	Nicolas	ferry.nicolas-r@hotmail.fr
Fougère	Laëtitia	laetitia.fougere@univ-orleans.fr
Foursov	Guillaume	guillaume.foursov@univ-fcomte.fr
Genta-Jouve	Grégory	gregory.genta-jouve@parisdescartes.fr
Gouzerh	Flora	floragouzerh@hotmail.com
Gravot	Antoine	antoine.gravot@univ-rennes1.fr
Greff	Stéphane	stephane.greff@imbe.fr
Grondin	Isabelle	isabelle.grondin@univ-reunion.fr
Gross	Elisabeth	gross5@univ-lorraine.fr
Grovel	Olivier	olivier.grovel@univ-nantes.fr
Hamidi	Rachid	rachid.hamidi@inra.fr
Hay-de Bettignies	Anne-Emmanuelle	hay.de-bettignies@univ-lyon1.fr
Hervé	Maxime	maxime.herve@univ-rennes1.fr
Hossaert-McKey	Martine	martine.hossaert@cnrs-dir.fr
Jaworski	Coline	jaworskicoline@yahoo.fr
Kerdiles	Margaux	margauxkerdilesvv@gmail.com
Lamy	Fabrice	fabrice.lamy@univ-rennes1.fr
Lapeyre	Benoit	benoit.lapeyre@cefe.cnrs.fr
Lavoir	Anne-Violette	anne-violette.lavoir@inra.fr
Leblanc	Catherine	catherine.leblanc@sb-roscoff.fr
Le Conte	Yves	yves.le-conte@inra.fr
Le Moullec	Julien	julien_lemoullec@hotmail.fr
Le Pogam Alluard	Pierre	pierre.le-pogam-alluard@u-psud.fr
Lihoreau	Mathieu	mathieu.lihoreau@univ-tlse3.fr
Lorenzi	Maria Cristina	cristina.lorenzi@leec.univ-paris13.fr
Lucas	Christophe	christophe.lucas@univ-tours.fr
Lunel	Christophe	christophe.lunel@univ-rennes1.fr
Magro	Alexandra	alexandra.magro@educagri.fr
Meslet-Cladiere	Laurence	laurence.meslet@univ-brest.fr
Michel	Thomas	thomas.michel@unice.fr
Morin	Amélie	amelie.morin61@hotmail.fr
Nagnan-Le Meillour	Patricia	patricia.nagnan@univ-lille.fr

CONTACTS

Nicolè	Florence	florence.nicole@univ-st-etienne.fr
Ollivier	Jérôme	jerome.ollivier@inra.fr
Ourry	Morgane	morgane.ourry@inra.fr
Perdoux	Romain	perdouxromain@gmail.com
Piqueret	Baptiste	piqueret@leec.univ-paris13.fr
Poinsot	Denis	denis.poinsot@univ-rennes1.fr
Pottin	Philippe	potin@sb-roscoff.fr
Poupon	Erwan	erwan.poupon@u-psud.fr
Prado	Soizic	sprado@mnhn.fr
Proffit	Magali	magali.proffit@cefe.cnrs.fr
Quer	Élodie	elodie.quer@imbe.fr
Reynoud	Nicolas	nicolas.reynoud@gmail.com
Riva	Clémence	clemence.riva@inra.fr
Rohmer	Michel	mirohmer@unistra.fr
Roque	Solène	solene.roque@free.fr
Roullier	Catherine	catherine.roullier@univ-nantes.fr
Ruhland	Fanny	fannyruhland@gmail.com
Santonja	Mathieu	mathieu.santonja@imbe.fr
Sauzière	Véronique	veronique.sauziere@univ-rennes1.fr
Schatz	Bertrand	bertrand.schatz@cefe.cnrs.fr
Tapissier	Nathalie	nathalie.tapissier@univ-perp.fr
Thomas	Olivier	olivier.thomas@nuigalway.ie
Trabalon	Marie	marie.trabalon@univ-rennes1.fr
Zidat	Timothée	timothee.zidat@univ-lyon1.fr